Schälungen durch Wisente

Sind Laubbäume, die von Schälungen betroffen sind, noch am Leben?

Nadja Haueter
Maturaarbeit 2023
Klasse 24c
Gymnasium Oberaargau
Betreuung: Yves Bocherens, Darius Weber

Abstract

Der Wisent ist das grösste Landsäugetier Europas. Seine Population war in den 1920er Jahren kurz vor dem Aussterben. Dank der erfolgreichen Nachzucht der Tiere sind die Wisente heute wieder vermehrt in Europa verbreitet. Dort leben sie in Wäldern oder auf Wiesen.

Auch in der Schweiz läuft zurzeit ein Wiederansiedlungsprojekt der Wisente. Im Wisent Thal wird während 10 Jahren mit einer Testherde untersucht, ob die Wisente in der Schweiz leben könnten. Von vielen wird jedoch befürchtet, dass die Wisente Schäden in Wäldern und landwirtschaftlichen Flächen anrichten werden.

Im Projekt Wisent Thal wurden vermehrt Schälungen an Bäumen entdeckt, die im Winter 2023 entstanden sind. Deshalb wurde im Zusammenhang mit dieser Arbeit, die Vitalität der Bäume mit Schälung untersucht.

Anhand der Fragestellung «Wie viele der untersuchten Laubbäume, die im Winter von Wisenten stark geschält wurden, sind im darauffolgenden Sommer noch am Leben?» wurden 69 vollständig gesunde, 22 kranke und 9 tote Bäume aufgenommen. Am Leben sind somit noch 91 Bäume.

Inhaltsverzeichnis

Abstract 2

1 Einleitung 4

2 Theorie 4

2.1 Projekt Wisent-Thal 4

2.2 Wisent 6

2.3 Anatomie Laubbaum 7

2.4 Wildschäden 9

3 Methoden 10

3.1 Untersuchungsgebiet 10

3.2 Materialliste 11

3.3 Auswahl der Bäume 11

3.4 Kategorisierung 12

3.5 Datenaufnahme 13

3.6 Analyse der Daten 13

4 Resultat 14

4.1 Totale Anzahl der Bäume 14

4.2 Einfluss der Baumarten 15

4.3 Einfluss des Baumumfangs 16

4.4 Statistischer, beidseitiger Binomialtest 16

5 Diskussion der Resultate 17

Danksagung 18

Literaturverzeichnis 18

Abbildungsverzeichnis 20

Tabellenverzeichnis 20

Anhang 21

1 Einleitung

Seit 2020 läuft im Solothurner Jura das Projekt Wisent Thal. Es wird untersucht, ob die Schweiz einen geeigneten Lebensraum für Wisente bietet. Das wird anhand einer Testherde geprüft, die sich seit Herbst 2022 im 51 ha grossen Gehege befindet. Momentan besteht diese aus 7 Tieren, zwei davon wurden im Sommer 2023 geboren. Eine wichtige Frage, die mit dem Projekt beantwortet werden soll, ist, ob die Wisente Schäden in Wäldern und/oder auf Wiesen anrichten können. Das Ziel des Projekts ist es die Testherde nach rund 10 Jahren im Jura auszusetzen. (Verein Wisent Thal, 2020)

Da ich mich schon länger für die Thematik der Wildschäden in den Schweizer Wäldern interessiere, war für mich eine Maturaarbeit in dieser Thematik bereits früh klar. Nach einigen Informationen von Experten in diesem Thema wurde ich auf das Projekt Wisent-Thal aufmerksam gemacht. Bei einem Gespräch mit Darius Weber, der sich aktiv am Projekt beteiligt, wurden mir die Tiere und ihr Gehege vorgestellt. Ebenfalls wurde mir eine erste Idee gegeben, wie ich mich am Projekt beteiligen könnte.

Als Mitglied der Forschungsgruppe des Wisent-Thals kann ich einen kleinen Teil für die Wiederansiedlung der Wisente in der Schweiz beitragen. Dies tue ich anhand eines praktischen Versuchs, der die Folgen von Schälungen zeigen soll. Um die Wisente wieder anzusiedeln, muss sichergestellt werden, dass die Schweizer Wälder und Wiesen nicht übermässig unter dem Einfluss der Wisente leiden.

Bei dieser Untersuchung wurden stark geschälte Bäume auf ihre Vitalität untersucht. Das Ziel war herauszufinden wie viele Bäume trotz der Schälungen keine Einschränkungen der Vitalität aufweisen. Dies führte zu der folgenden Forschungsfrage.

- Wie viele der untersuchten Laubbäume, die im Winter von Wisenten stark geschält wurden, sind im darauffolgenden Sommer noch am Leben?

2 Theorie

2.1 Projekt Wisent-Thal

Mit einer Testherde von 5 bis 25 Wisenten, will der Verein Wisent Thal herausfinden, ob der Jura als Lebensraum für die Wisente geeignet ist. Zurzeit besteht die Testherde aus 7 Tieren. Die Herde, die seit Herbst 2022 das Gehege im Solothurner Jura bewohnt, wird für insgesamt 10 Jahre dem Projekt Erkenntnisse liefern. Wenn sich das Projekt bewährt, könnte ein Gesuch für die Auswilderung der Wisente gestellt werden. (Verein Wisent Thal, 2020)

Die kontrollierte Wiedereinbürgerung der Wisente erfolgt in drei Phasen. In diesen Phasen wird jeweils das Gehege erweitert. Zurzeit läuft die erste Phase, die gesamt ungefähr zwei Jahre dauern wird. Den Wisenten steht ein Gehege mit der Fläche von 51 ha zur Verfügung (siehe Abb.1), davon sind 10 ha Weiden und Wiesen, die restlichen 41 ha sind Mischwald Gebiete. Das Gebiet wird durch einen Zaun abgeschlossen, der zum einen Teil aus Drahtseilen besteht und zum anderen Teil elektrisch betrieben wird. Dabei ist das Gebiet für Besucher zugänglich. Tore ermöglichen dabei den Eintritt, so können Fussgänger oder Mountainbiker das Gehege durchqueren. Nach zwei Jahren wird die zweite Phase des Projekts beginnen. Dabei wird das Gebiet auf 106 ha erweitert (siehe Abb. 1). In der zweiten Phase wird während drei Jahren untersucht, ob die Wälder, Wiesen und Weiden normal für die Forst- und Landwirtschaft genutzt werden können. (Verein Wisent Thal, 2020)

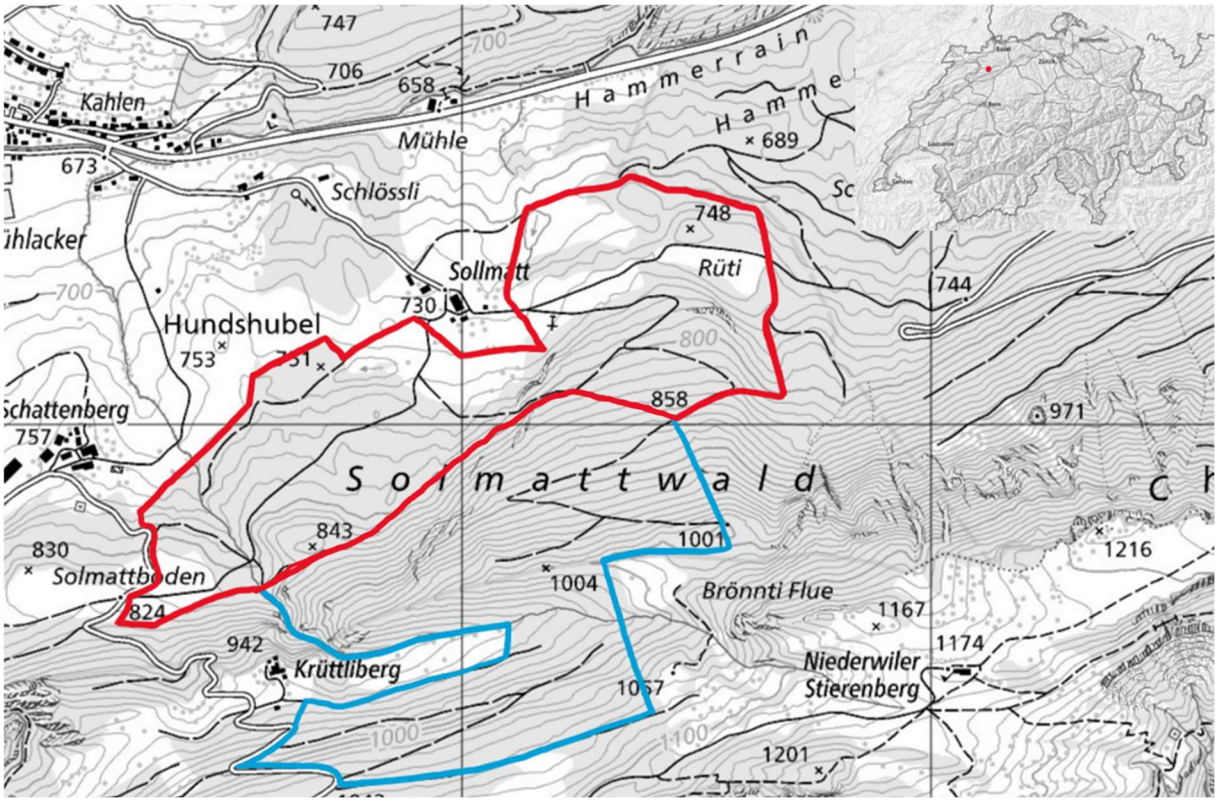

Abbildung 1: Karte des Zaunverlauf der ersten Phase (rot), Erweiterung der zweiten Phase (blau) (swisstopo), (eigene Darstellung)

Aufgrund von Erkenntnissen aus der zweiten Phase wird entschieden, ob die dritte Phase des Projekts noch in Frage kommt. Denn dafür werden die Zäune abgebaut, so werden sich die Wisente frei bewegen können. Es wird jedoch erwartet, dass die Tiere aufgrund von topografischen Gegebenheiten und von vorhandenen Weidezäunen das gelbe Gebiet der Karte nicht verlassen

werden (siehe Abb. 2). So kann beobachtet werden, ob die Wisente auch freilebend keine Schäden verursachen werden. (Verein Wisent Thal, 2020)

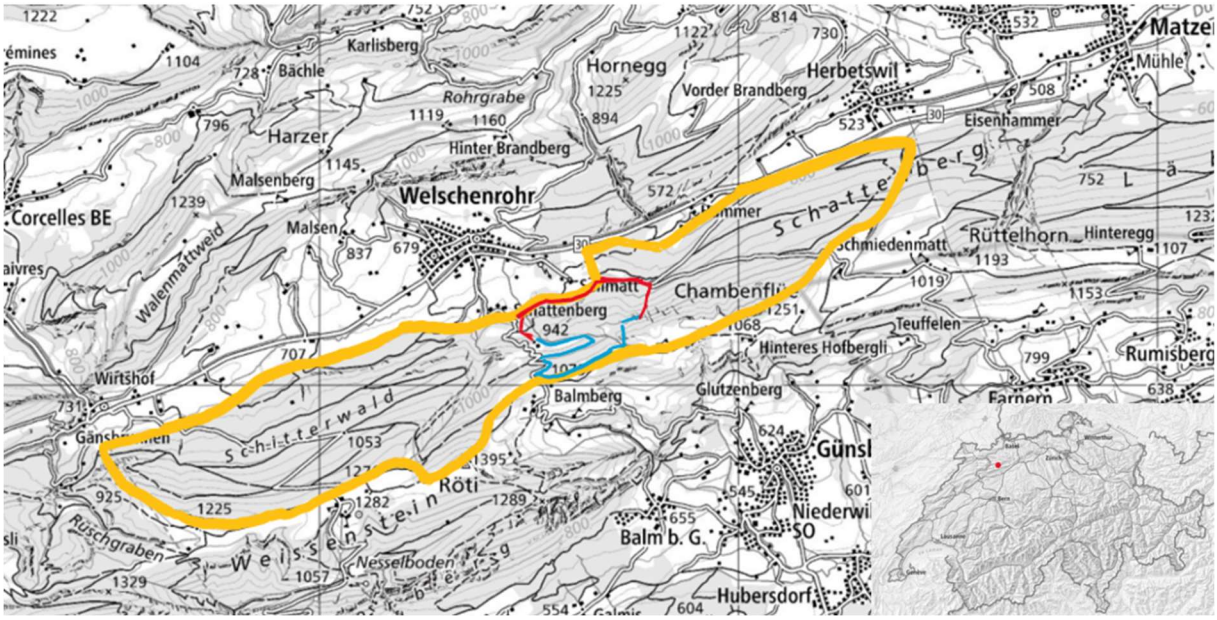

Abbildung 2: Karte des Gebietes der dritten Phase (swisstopo) (eigene Darstellung)

2.2 Wisent

Der Wisent (Bos bonasus) oder auch europäischer Bison ist das grösste Landsäugetier Europas (siehe Abb. 3). Er ist ein Verwandter des amerikanischen Bisons und kann im erwachsenen Alter bis zu einer Tonne wiegen. Die Wisente können bis zu drei Meter lang werden und eine Schulterhöhe von knapp zwei Metern erreichen. Besonders die Männchen fallen durch ihren Buckel auf, dieser ist aus den Knochenfortsätzen der Wirbelsäule und Muskeln gebildet. (WWF, 2021)

Abbildung 3: Wisente im Wald (Verein Wisent Thal, 2017)

Früher war der Wisent in ganz Europa anzutreffen, jedoch Waldabholzung, Ackerbau und Jagd machte der Population der Wisente zu schaffen. Ende des 19. Jahrhunderts war die Population nah an ihrem Tiefpunkt, mit je einer Population in Bialowieza und im Westkaukasus. Um 1920 starben auch diese zwei Herden aus. So gab es im Jahr 1924 nur noch 54 Wisente auf der ganzen Welt. Durch die Nachzucht der Tiere wuchs der Bestand innert 50 Jahren auf über 1‘650 Individuen an. 1952 gelang eine Auswilderung in Bialowieza, dort lebt heute die grösste freilebende Herde. Ebenfalls gibt es freilebende Wisente in anderen Teilen Polens, in Weissrussland, der Ukraine, in Litauen, der Slowakei, in Russland, in Rumänien und in Deutschland (siehe Abb. 4). Dort Leben sie in verschiedenen Laub- oder Mischwäldern, Weiden, Wiesen und Kahlschlagflächen. (WWF, 2021)

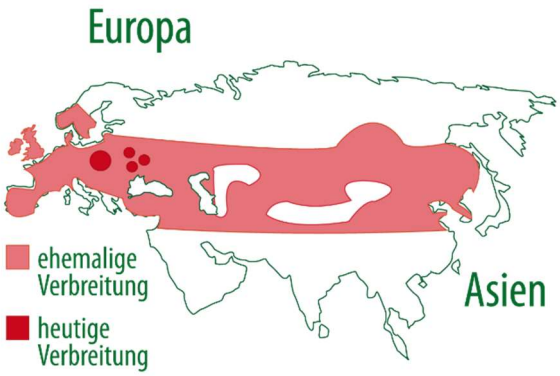

Abbildung 4: Verbreitungsgebiet der Wisente (Encke, 2023)

Das bevorzugte Gebiet hängt immer von der Nahrung ab, denn die Wisente steuern ihre weiten Wanderungen durch die Nahrungssuche. Zu ihrer Nahrung gehören Laub, junge Triebe, Wurzeln, Gras, Feldfrüchte und Baumrinde. Die Wisente leben als Muttergruppen zusammen, diese bestehen aus bis zu zwanzig Kühen, ihren Kälbern und Jungtieren. Die Bullen leben meist etwas abgeschieden von den weiblichen Tieren. Sie sind ebenfalls in Gruppen oder einzeln unterwegs. Wenn sich Gruppen von Wisenten treffen, wechseln meist einige Jungbullen die Muttergruppen, um sich dann mit anderen Kühen fortzupflanzen. Die Fortpflanzung findet im August statt, dabei entstehen Grossherden mit mehreren Mutter- und Bullengruppen. Es pflanzen sich meist die älteren und stärkeren Männchen fort, denn die Jüngeren werden von den Älteren im Kampf bezwungen und müssen sich während der Fortpflanzungszeit geschlagen geben. (WWF, 2021)

2.3 Anatomie Laubbaum

Ein wichtiger Teil eines Baumes ist der Stamm, dieser besteht aus der Rinde aussen und dem Holz innen (siehe Abb. 5). Die äussere Schicht der Rinde bildet die Borke, welche sich aus abgestorbenen Zellen der Bastschicht zusammensetzt. Die Borke schützt die darunterliegenden Schichten vor Umwelteinflüssen wie Temperatur, Wind und Licht. Auch die Bastschicht ist ein Teil der Rinde und befindet sich direkt unter der Borke. In der Bastschicht befindet sich das Phloem, das aus lebendigen Zellen besteht. Das Phloem transportiert Photosynthese-Produkte aus den Blättern in die Wurzeln.

Die Schicht unterhalb der Bastschicht trennt den Holzkörper von der Rinde. Es ist eine Bildungsschicht, die Kambium genannt wird. Darin werden die Zellen des Baumes produziert. Das sind unteranderem die bereits genannten Zellen der Bastschicht, aber auch die Zellen des Splintholzes. Das Splintholz ist die äussere Holzschicht und befindet sich direkt unter dem Kambium. Im Splintholz befindet sich das aktive Xylem, das Wasser und Minerale von den Wurzeln bis in die Blätter transportiert. Die innerste Schicht des Stammes ist das Kernholz, das aus abgestorbenen Zellen des Splintholzes besteht. Das Kernholz ist nicht mehr am Wasser- und Mineraltransport beteiligt und dient zur Stabilisierung des gesamten Baumes. (Nabors, 2004, S.123-124)

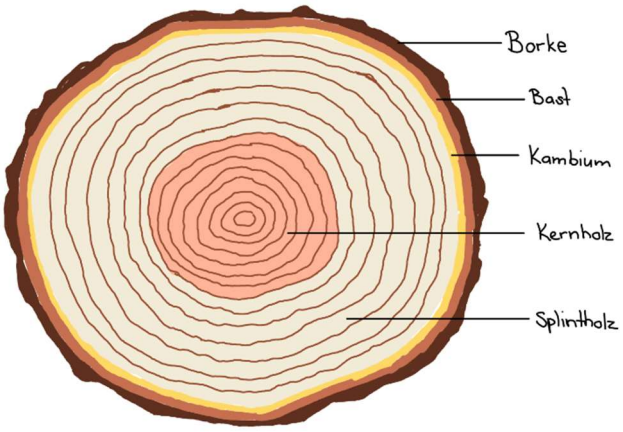

Abbildung 5: Aufbau Baumstamm (eigene Darstellung)

Wie oben bereits erwähnt produziert das Kambium die Zellen des Baumes, dieser Vorgang wird sekundäres Dickenwachstum genannt. Gegen innen produziert das Kambium das Xylem und gegen aussen das Phloem. Bei Wachstum vom Xylem entstehen die Jahresringe eines Baumes. Dies geschieht, weil sich das Wachstum im Frühling vom Wachstum im Herbst unterscheidet. Im Frühling bildet das Kambium grössere Zellen mit dünneren Zellwänden als im Herbst. Die kleineren Zellen scheinen wegen den dickeren Zellwänden dunkler. Ein Jahresring besteht somit aus einem helleren und einem dunkleren Ring. (Nabors, 2004, S.126-128)

Bei einem Spross einer zweikeimblättrigen Pflanze ist primäres Phloem und Xylem in einem Ring vorhanden (siehe Abb. 6). Dieses ist in zylinderförmigen Rohren um das Kambium angeordnet. Das primäre Phloem ist wie beim sekundären Phloem ausserhalb des Kambiums und das primäre Xylem wie das sekundäre Xylem innerhalb. Die einzelnen Zylinder des primären Xylems berühren sich nicht, deshalb befindet sich in der Mitte des Sprosses das Mark. Ausserhalb

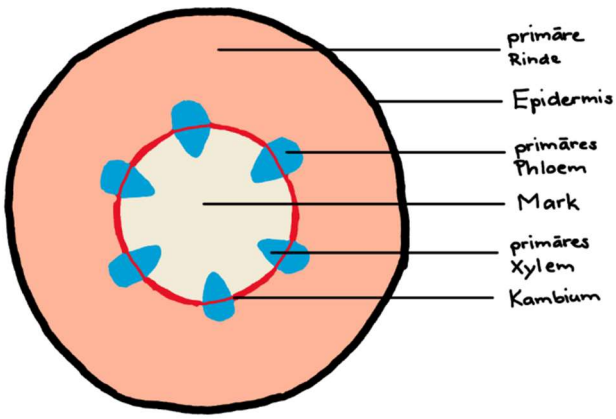

Abbildung 6: Aufbau Spross (eigene Darstellung)

des primären Phloems befindet sich die primäre Rinde, welche von einer Epidermis umschlossen ist. (Nabors, 2004, S. 120)

2.4 Wildschäden

Die Problematik der Wildschäden besteht im Allgemeinen darin, dass Wildtiere sich nicht nur von Gras ernähren, sondern auch von Knospen oder der Rinde der Bäume. Der Forstwirtschaft ist dies ein Dorn im Auge, denn das geschlagene Holz mit Schäden bringt wirtschaftliche Verluste. (Schulze et al., 2016) Dabei gibt es mehrere Einwirkungsarten, die einen Wildschaden zur Folge haben können. Zum einen sind das Trittverletzungen des Bodens und das Zertreten der Pflanzen. Dies kommt vor allem auf viel begangenen Pfaden und Wiesen vor (siehe Abb. 7). Zum anderen gibt es den Verbiss, der in zwei Kategorien eingeteilt wird, den Keimlingsverbiss und Baumverbiss (siehe Abb. 8). Beim Baumverbiss werden die Knospen und Triebspitzen junger Bäume abgebissen, beim Keimlingsverbiss hingegen werden die jungen Pflänzchen vollständig abgefressen. Des Weiteren gibt es Fege- und Schlagschäden, diese entstehen beim Abschlagen der Rinde mit dem Geweih (siehe Abb. 9). Dies dient nicht der Ernährung sondern der Markierung von Territorien, Bewältigung von Aggressionen und dem Loswerden der Basthaut. Die letzte Einwirkungsart ist die Schälung, die wiederum in zwei Kategorien eingeteilt wird. Das sind die Stammschälung, bei der die Rinde der Bäume abgenagt wird und die Wurzelschälung, bei der die oberirdischen Wurzelteile angefressen werden (siehe Abb. 10). (Reimoser, 2017, S.29-31). Der Grund warum ein Baum geschält wird ist nicht restlos geklärt. Es gibt jedoch Vermutungen, die die Schälungen erklären könnten. Zum Beispiel, dass die Tiere die Rinde wegen ihrer Nährstoffe fressen. (Cukor et al., 2019)

Abbildung 8: Trittschäden, verursacht von Wildschweinen (Brunzel & Erber, 2023)

Abbildung 7: Baumverbiss (Kudernatsch, 2017)

Abbildung 9: Ast mit Fegeschäden und Damhirschkuh im Hintergrund (Fotographie Nadja Haueter)

Abbildung 10: Ahornbaum mit Stammschälung von Wisenten (Fotographie Nadja Haueter)

Die Verursacher von Wildschäden sind meist Rehe, Hirsche oder Gämse. Auch andere, viel kleinere Tiere, können Wildschäden verursachen, wie zum Beispiel Hasen oder auch Mäuse. Bei denen ist der Schaden zwar viel kleiner, er ist aber trotzdem vorhanden. Bei diesen Tieren ist der Keimlings- und Baumverbiss der häufigste Wildschaden. (Reimoser, 2017, S.24)

3 Methoden

3.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet „Wisent Thal“ liegt oberhalb der Gemeinde Welschenrohr im Solothurner Jura. Das Gebiet erstreckt sich über 51 ha und befindet sich auf einer Höhe von 710 bis 860 m ü. M.. Das Gebiet wird von einem Zaun umfasst, in dem die Wisente seit Herbst 2022 leben (siehe Abb. 1). (Verein Wisent Thal, 2020) Es wurden Bäume aus dem ganzen Waldgebietes untersucht. Die Bäume mit einer Schälung befinden sich jedoch vermehrt am Waldrand, einige an Waldwegen und nur wenige tief im Wald. Da es sich um Mischwald handelt, wurden auch verschiedene Baumarten untersucht. Die meisten gehörten jedoch den Arten Buche, Bergulme, Esche und Bergahorn an. Bei diesen Arten, aber auch bei anderen, kam es im Winter wie auch seit Juni vermehrt zu Schälungen. Die Schälpause dazwischen dauerte somit von Februar bis Juni. Die, durch die Wisente, auftretenden Schälungen waren von Auge erkennbar. Es wurden jedoch nur die aus dem Winter untersucht. Die Schälungen vom Winter und die Schälungen seit Juni konnten gut an der Farbe des Baumstammes

auseinander gehalten werden. Die neuen Schälungen sind noch viel heller, als die Schälungen aus dem Winter.

3.2 Materialliste

- Fernglas
- Massband
- Gliedermassstab
- Handy mit Swisstopo-App für Koordinaten
- Karte mit eingezeichneten Koordinaten
- Pflanzen Bestimmungsschlüssel-App „PlantNet“
- Dokumentationsblatt
- Schreibzeug
- Weisse Sprühfarbe
- Sackmesser

3.3 Auswahl der Bäume

In dieser Arbeit wurden nur Bäume untersucht, die eine starke Schälung des Stammes aufgewiesen hatten. Damit die Schälung als stark galt, musste mindestens 50% des Umfangs des Baumes geschält sein (Siehe Abb. 11.) Einen Teil dieser Bäume wurden von Andrea Bodmer bereits für ihre Arbeit bestimmt. Sie schrieb eine Bachelor-Arbeit darüber, wie Wisente die Bäume auswählen, welche sie schälen. (Bodmer,2023) Der andere Teil musste selbst auswählt, bestimmt und vermessen werden. Um die Bäume auszuwählen, wurden zufällige Koordinaten generiert. Dafür wurden jeweils die letzten zwei Stellen der X-Koordinate und Y-Koordinate mit dem Zufallsgenerator(Zufallsgenerator, 2023) ausgeben. Bei der Koordinate wurde im Radius von 10 m der nächste stark geschälte Baum aufgesucht. Die meisten Koordinaten, bei denen sich ein stark geschälter Baum befand, waren am Waldrand oder nicht weit von Wegen entfernt, weil sich die Wisente da am häufigsten aufhielten. Wenn kein Baum vorhanden war, wurde die nächste zufällige Koordinate aufgesucht. Ebenfalls wurde zur nächsten Koordinate gegangen, wenn der Baum in ein Abbruchskriterium fiel. Die Abbruchskriterien waren, wenn die Wisente zu nah an diesem Punkt waren oder das Gelände eine sichere Untersuchung nicht möglich machte. Aus diesem Grund wurden mehr Koordinaten generiert, als am Schluss benötigt wurden. Insgesamt wurden 100 Laubbäume untersucht.

Abbildung 11: Grossaufnahme einer starken Schälung (Fotographie Nadja Haueter)

3.4 Kategorisierung

Die Laubbäume wurden auf folgendes Untersucht:

- Blätter
- Knospen/Früchte
- Zweige/Äste

Merkmal	**lebendig**	**tot**
Blätter	Grün	Gelb, rot, braun, keine vorhanden
Knospen/Früchte	vorhanden	Keine vorhanden
Zweige/Äste	Nicht vertrocknet	vertrocknet

Tabelle 1: Merkmale der Bäume für die Einteilung «lebendig» oder «tot»

Anhand dieses Schemas wurden die Bäume in Kategorien unterteilt. Die Kategorien sind von 0 bis 2 nummeriert.

Kategorie 0	Kategorie 1	Kategorie 2
gesund	krank	tot
Alle Merkmale „lebendig“	Ein Merkmal „tot“	Mindestens zwei Merkmale „tot“

Tabelle 2: Einteilung in die Kategorien anhand der Merkmale

3.5 Datenaufnahme

Sobald man bei einem stark geschälten Baum angekommen war, wurde das Datum, die Uhrzeit, die Koordinate und die Baumart auf dem Dokumentationsblatt notiert. Danach wurde mithilfe eines Massbandes den Brusthöhenumfang des Baumes gemessen, dieser wurde ebenfalls notiert. Die Baumart und den Brusthöhenumfang sind nach dem Landesforstinventar definiert (Düggelin et al., 2020). Anschliessend wurde der Baum auf die obengenannten Merkmale betrachtet, dies wurde wenn nötig mit einem Fernglas getan. Auf dem Dokumentationsblatt wurde nun die Kategorie angekreuzt. Dabei war es nicht immer ganz eindeutig den Baum auf ein Merkmal einzuteilen, denn häufig war es nicht nur „lebendig“ oder „tot“, deshalb wurde das häufigere Merkmal für die Einteilung verwendet. Nachdem die Untersuchung durchgeführt worden war, wurde der Baum mit weisser Sprühfarbe rund um den Baumstamm besprüht.

3.6 Analyse der Daten

Damit die Daten genauer analysiert werden konnten, wurden die Rohdaten in einer Excelliste erfasst, dafür wurde die Version „Excel 2308“ benutzt. Mit der Excelliste konnten auch gleich Diagramme mit den verschiedenen Verteilungen der gesunden, kranken und toten Bäume erstellt werden. Ebenfalls wurden die Daten mit einem statistischen Binomialtest auf beide Seiten geprüft, um mögliche Abweichungen zu erkennen. Der Binomialtest eignet sich für diese statistische Analyse, da die Bäume entweder gesund oder nicht gesund sind.

4 Resultat

4.1 Totale Anzahl der Bäume

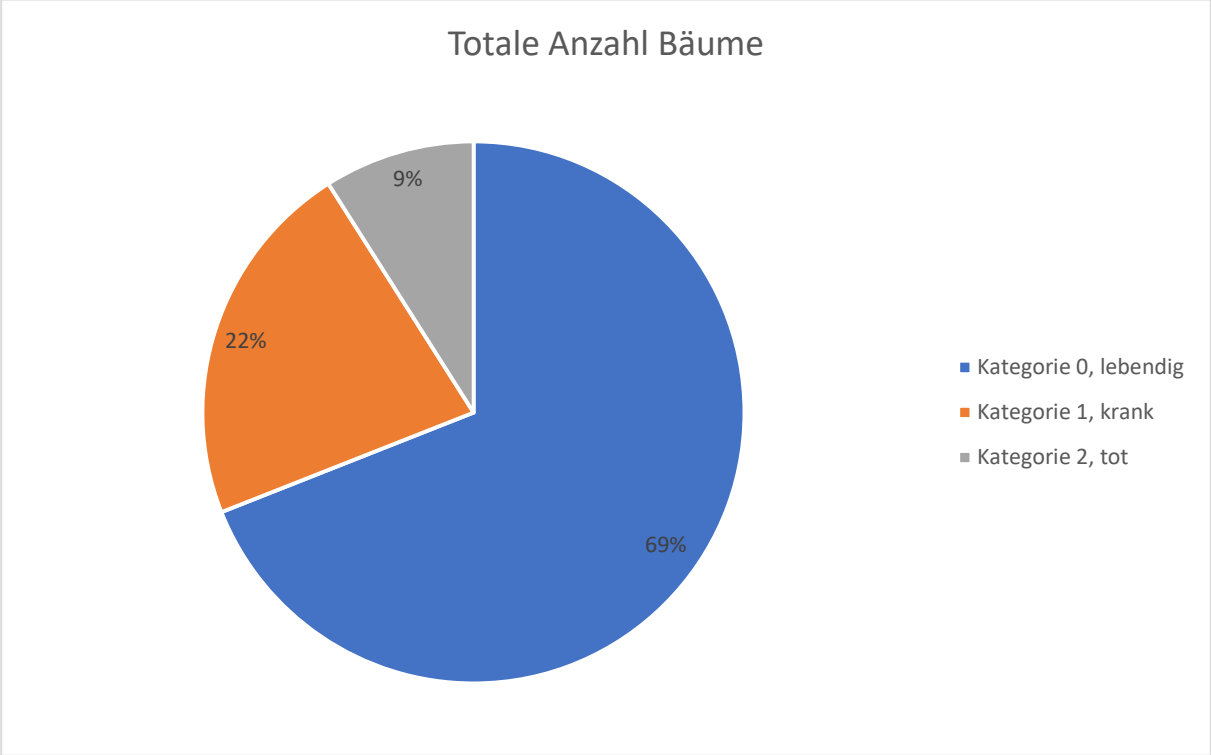

Abbildung 12: Grafik mit der gesamt Anzahl der untersuchten Bäume (100 Bäume), Einteilung in die Kategorien (eigene Darstellung)

In diesem Diagramm kann man die Einteilung der untersuchten Bäume in ihren Kategorien sehen. Der blaue Abschnitt zeigt die gesunden Bäume, der orange die kranken und der graue die toten. Bei 69% der untersuchten Bäume handelt es sich um gesunde Bäume. Die restlichen 31% gehören in die Kategorien 1 und 2. Dabei sind 22% der Bäume krank und 9% der Bäume tot. Bei dieser Grafik wurden alle untersuchten Bäume berücksichtigt.

4.2 Einfluss der Baumarten

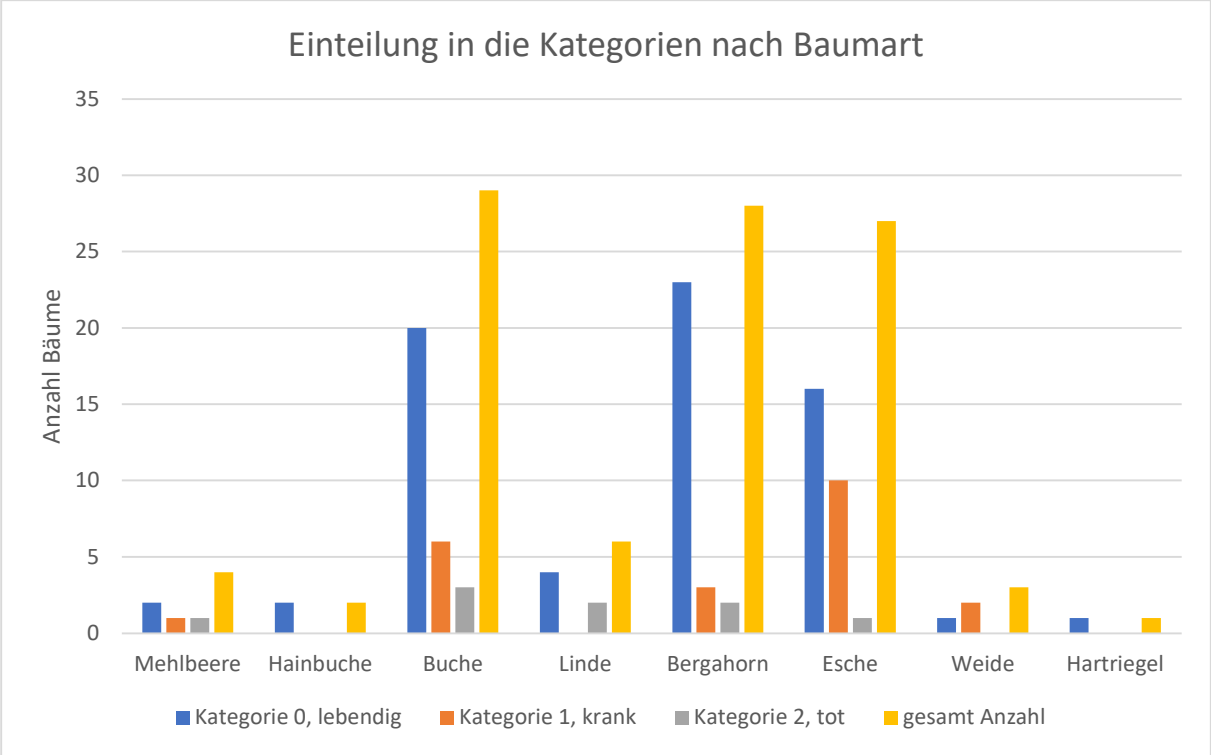

Abbildung 13: Einteilung der Bäume in die Kategorien nach Baumart, zu sehen im Verhältnis mit der gesamt Anzahl untersuchter Bäume der jeweiligen Art (eigene Darstellung)

In diesem Diagramm kann man die Baumart mit der jeweiligen Verteilung der Kategorien, sowie die gesamt Anzahl der von dieser Art untersuchten Bäume, erkennen. Ebenfalls kann man erkennen welches die häufigsten Bäume sind. Es sind Buche, Bergahorn und Esche. Seltener vorkommende Bäume sind Mehlbeeren, Hainbuchen, Linden, Weiden und Hartriegel. Der blaue Balken zeigt jeweils die Anzahl Bäume der Kategorie 0, der orange Balken die Anzahl der Bäume der Kategorie 1 und der graue Balken die Anzahl der Bäume der Kategorie 2. Der gelbe Balken rechts zeigt die gesamte Anzahl der Bäume der jeweiligen Art. Von den Mehlbeeren wurden insgesamt 4 Bäume untersucht, davon gehören 2 Bäume der Kategorie 0 an und jeweils einer der Kategorie 1 und der Kategorie 2 an. Von den zwei untersuchten Hainbuchen gehören beide der Kategorie 0 an. Insgesamt 29 Bäume sind Buchen, davon sind 20 gesund, 6 krank und 3 tot. Von den Linden gibt es 4 Bäume der Kategorie 0 und zwei Bäume von der Kategorie 2. Die 28 Bergahorne lassen sich wie folgt in die Kategorien einteilen, 23 der Kategorie 0, 3 der Kategorie 1 und 2 der Kategorie 2. Von den insgesamt 27 Eschen sind 16 gesund, 10 krank und 1 tot. Die Weiden lassen sich in die Kategorie 0 und Kategorie 1 einteilen, dabei ist eine der Kategorie 0 angehörig und 2 der Kategorie 1. Hartriegel wurde genau einer untersucht, dieser gehört der Kategorie 0 an.

4.3 Einfluss des Baumumfangs

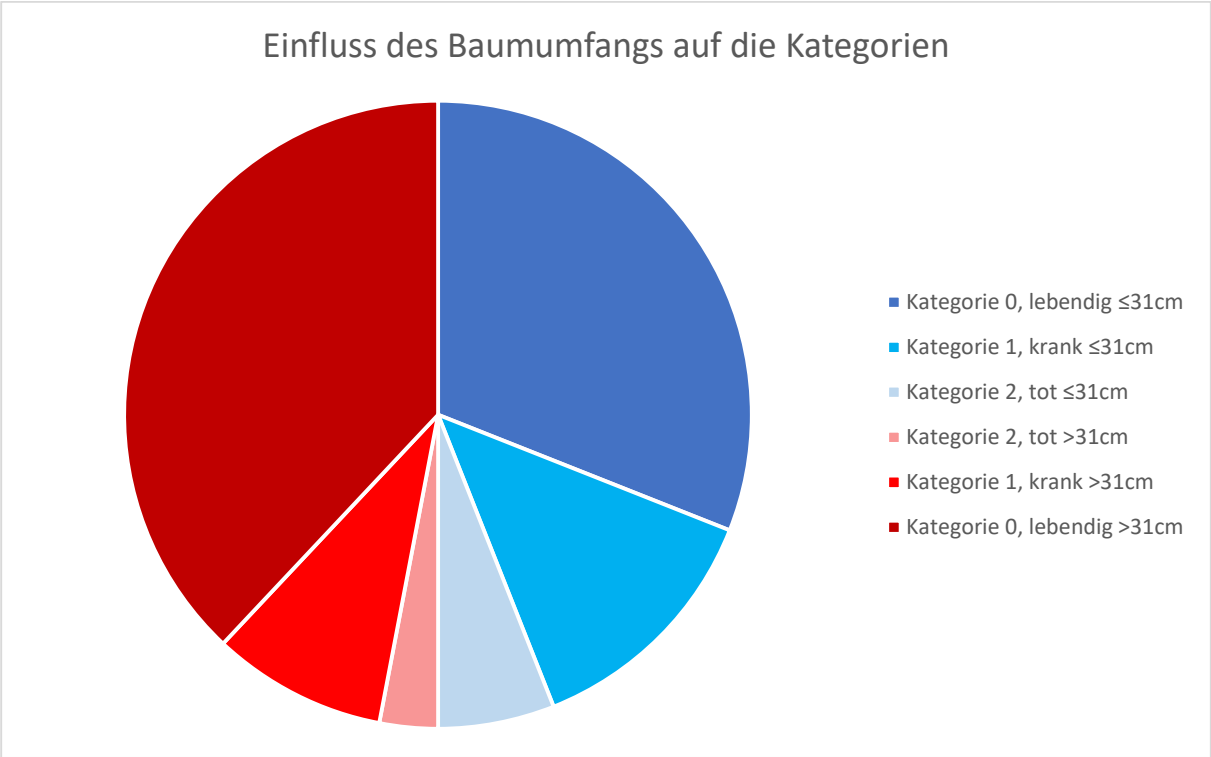

Abbildung 14: 50 Bäume mit einem Umfang kleiner gleich 31cm und 50 Bäume mit einem Umfang grösser als 31cm verglichen mit der Einteilung in die Kategorien (eigene Darstellung)

In diesem Diagramm kann erkannt werden welchen Einfluss der Baumumfang auf die Kategorien der untersuchten Bäume hat. Die blauen Abschnitte sind die Bäume mit einem Umfang kleiner gleich 31 Zentimetern. Die Abschnitte in roter Farbe sind die Bäume mit einem Umfang grösser als 31 Zentimetern. Die Farbabstufung zeigen von dunkel zu hell die Anzahl Bäume der Kategorie 0, Kategorie 1 und Kategorie 2. Bei den Bäumen mit einem Umfang kleiner gleich 31cm gehören 31 Bäume der Kategorie 0 an. Zur Kategorie 1 beim gleichen Umfang gehören 13 Bäume. 6 Bäume des Umfangs kleiner gleich 31cm gehören der Kategorie 2 an. Es können 38 Bäume mit Umfang grösser als 31 in die Kategorie 0 eingeteilt werden. 9 von den 50 Bäumen mit Umfang grösser als 31 können in die Kategorie 1 eingeteilt werden. Die restlichen 3 gehören der Kategorie 2 an.

4.4 Statistischer, beidseitiger Binomialtest

Mit einem statistischen Test auf beide Seiten liessen sich die Daten auf ihre Signifikanz prüfen. Der Zweck davon ist herauszufinden, wie gross die Abweichung der Resultate einer anderen Gruppe von 100 stark geschälten Bäumen betreffen darf. Eine andere Testgruppe darf 60 bis 77 gesunde Bäume haben, damit sie mit der hier untersuchten Gruppe signifikant übereinstimmt. Der Rest der Bäume ist krank oder tot. Diese Verteilung spielt jedoch keine Rolle, da in der Forschungsfrage die gesunden Bäume gefragt sind.

5 Diskussion der Resultate

Im Sommer nach der Schälung der Wisente sind 91 der untersuchten Bäume noch am Leben. Von diesen 91 sind 69 gesund und 22 krank. Bei den kranken Bäumen kann noch nicht genau gesagt werden, ob sie die Schälung längerfristig überleben. Es wurden 9 Bäume untersucht, die nicht mehr am Leben sind, ob die Schälung der Grund für ihren Tod ist, ist nicht bestätigt.

Da in diesem Themenbereich bis jetzt kaum Forschung betrieben worden war, gibt es kaum vergleichbare Literatur. Es lässt sich also nicht genau sagen, wie viele Bäume nach einer Schälung im nächsten Sommer noch am Leben sein sollten.

Der Einfluss der Baumarten auf die Lebendigkeit kann an den Buchen, den Ahornbäumen und den Eschen betrachtet werden. Bei den anderen Baumarten sind zu wenige Bäume untersucht worden um einen eindeutigen Einfluss zu erkennen. Die Buchen entsprechen ungefähr den Werten der gesamt Anzahl. Die Eschen sind im Vergleich zu den anderen Arten besonders häufig in der Kategorie 1 eingeteilt. Die Ahornbäume sind verhältnismässig gesund, denn sie weisen 80% gesunde Bäume auf.

Der Einfluss des Baumumfangs kann man besonders bei der Kategorie 2 erkennen, denn es gibt mehr tote Bäume mit kleinerem Umfang, das kann mit den anatomischen Voraussetzungen zu tun haben. Die grösseren Bäume haben meist eine stärker ausgeprägte Borke als die kleineren Bäume. So verletzen die Wisente bei den grösseren Bäumen oft nur den äussersten Teil des Baumes. Hingegen bei den kleineren Bäumen besteht das Problem, dass mit der Borke auch Bast abgeschält wird. Das hat kurzzeitig keinen Einfluss auf die Vitalität, aber der Baum wird nun nicht mehr von Umweltbedingungen durch seine Rinde geschützt. So kann zum Beispiel die Sonne den Stamm des Baumes austrocknen lassen. (White, 2019)

Es gibt auch Bäume ohne Schälungen, die abgestorbene Äste besitzen oder selbst ganz abgestorben sind. Dafür gibt es mehrere Gründe, die in Frage kommen. Zum einen sind das Lichtverhältnisse, diese sind vor allem bei kleinen Bäumen ein Problem, da diese von den grösseren Bäumen verdeckt werden und so kein Sonnenlicht erhalten. Ebenfalls gibt es Krankheiten, die die Bäume befallen können und somit absterben. Das ist zur Zeit bei den Eschen der Fall, diese leiden an einem Pilzbefall. Auch Trockenheit kann bei einem Baum zu vertrockneten Ästen führen. So kann teilweise nicht genau geklärt werden, ob ein Baum nun wegen einer Schälung oder anderer Einflüsse gestorben ist. (Müller, 2023)

Die Untersuchung fand nur ein halbes Jahr nach der Schälung statt. Somit stellt sich die Frage nach Folgen, die erst später auftreten könnten. Besonders bei den kranken Bäumen weiss man nicht, ob diese wieder gesund werden oder sterben. Auch gesunde Bäume könnten noch absterben. (Cukor et

al., 2019) Um dies zu erforschen wäre eine Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt notwendig. Es würde sich empfehlen, die bereits untersuchten Bäume noch einmal zu betrachten. Dies wäre möglich, da die Bäume durch die weisse Sprühfarbe erkennbar sind.

Falls eine Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt in Frage kommt, empfiehlt es sich die Koordinaten der Bäume auf einer Karte zu notieren. Ohne die Karte ist es schwer sich im Wald zurecht zu finden, trotz der Koordinaten auf der Swisstopo-App.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich in einer Art und Weise bei meiner Maturaarbeit unterstützt haben.

Zuerst möchte ich mich bei Darius Weber bedanken, er hat mich mit voller Leidenschaft ins Projekt Wisent Thal eingeführt und mich beim praktischen Teil der Arbeit unterstützt. Für die Begleitung im Wisent Thal und die Gespräche über meine Arbeit bedanke ich mich ganz herzlich.

Ebenfalls möchte ich mich bei Yves Bocherens für die Betreuung meiner Arbeit bedanken. Offene Fragen wurden mir stets beantwortet und für die Korrektur meiner ersten Fassung der Arbeit bin ich sehr dankbar.

Ein weiteres Dankeschön geht an Andrea Bodmer, die mir ihre Arbeit und Resultate zur Verfügung gestellt hat, um das Auswahlverfahren der Bäume für mich einfacher zu gestalten. Für den Tag an dem ich Andrea bei ihrer Arbeit im Feld begleiten und zuschauen durfte, möchte ich mich ganz herzlich bei ihr bedanken.

Zum Schluss möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, bei denen ein Austausch über meine Arbeit stets möglich war.

Literaturverzeichnis

Bodmer A. (2023). Von den Wisenten zum Schälen ausgewählte Waldbäume im Projekt Wisent Thal. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, ZHAW Wädenswil.

Brunzel S. & Erber K. (2023): Weideverein Taurus e.V.. Flächenneigung-Vegetationstypen. Zugriff am 04.10.2023 http://www.weideprojekte-hessen.de/grundlagen/flaecheneignung/vegetationstypen/

Cukor J., Vacek Z., Linda R., Vacek S., Madra P., Simunek V., Havránek F. (2019) Effects of Bark Stripping on Timber Production an Structure of Norway Spruce Forests in Relation to Climatic Factors. MDPI, Basel.

Düggelin C., Abegg M., Bischof S., Brändli U.-B., Cioldi F., Fischer C., Meile R. (2020). Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitungen für die Feldaufnahmen der fünften Erhebung 2018-2026. WSL, Birmensdorf. ISSN 2296-3456

Encke D. (2023). Verbreitungsgebiet der Wisente. Zugriff am 03.10.2023 https://tiergarten.nuernberg.de/fileadmin/bilder/Tierinformationen/Karten/Karte_Wisent.png

Kudernatsch T. (2017). Verbiss richtig ansprechen. LWF Faltblatt. Zugriff am 04.10.2023 https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/verbiss_richtig_ansprechen_faltblatt.pdf

Müller M. (2023). Warum sterben Bäume? 5 wichtige Gründe, die du kennen solltest. Zugriff am 09.10.2023 https://baumglanz.de/warum-sterben-baeume/

Nabors M. W. (2004). Botanik. Pearson Studium: München. Kapitel 5

Reimoser F., Reimoser S. (2017). Richtiges Erkennen von Wildschäden am Wald. Zentralstelle Österreichischer Landesjagdverbände: Wien.

Schulze E.-D., Bouriaud L., Hessenmöller D. (2016). Wald vor Wild oder Wild vor Wald. Problematik der Wildschäden. Bündner Wald, 69.6, S.5

Swisstopo. (2023). Swisstopo-App. Karten der Schweiz – Schweizerische Eidgenossenschaft. https://www.swisstopo.admin.ch/

Verein Wisent Thal. (2020). Projektbeschreibung Projekt Wisent Thal. Zugriff am 13.06.2023 https://www.wisent-thal.ch/projekt-wisent-thal/

Verein Wisent Thal. (2017). Wisente im Wald. Zugriff am 03.10.2023 https://www.wisent-thal.ch/wp-content/uploads/2017/12/20120529_0218_Wald.jpg

White T.C.R. (2019). The cause of bark stripping of young plantation trees. Annals of Forest Science. 76. S.105

WWF. (2021). Wisent (Europäischer Bison) im Artenlexikon. Zugriff am 15.06.2023 https://www.wwf.de/themen-projekte/artenlexikon/wisent-europaeisches-bison/

Zufallsgenerator. (2023). Zufallsgenerator Zahlen 1-100. https://zufallsgenerator.net/

Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Von Wisenten geschälte Esche (Fotographie Nadja Haueter)
Abbildung 1: Karte des Zaunverlauf der ersten Phase (rot), Erweiterung der zweiten Phase (blau) (swisstopo), (eigene Darstellung) 5
Abbildung 2: Karte des Gebietes der dritten Phase (swisstopo) (eigene Darstellung) 6
Abbildung 3: Wisente im Wald (Verein Wisent Thal, 2017) 6
Abbildung 4: Verbreitungsgebiet der Wisente (Encke, 2023) 7
Abbildung 5: Aufbau Baumstamm (eigene Darstellung) 8
Abbildung 6: Aufbau Spross (eigene Darstellung) 8
Abbildung 8: Baumverbiss (Kudernatsch, 2017) 9
Abbildung 7: Trittschäden, verursacht von Wildschweinen (Brunzel & Erber, 2023) 9
Abbildung 9: Ahornbaum mit Stammschälung von Wisenten (Fotographie Nadja Haueter) 10
Abbildung 10: Ast mit Fegeschäden und Damhirschkuh im Hintergrund (Fotographie Nadja Haueter) 10
Abbildung 11: Grossaufnahme einer starken Schälung (Fotographie Nadja Haueter) 12
Abbildung 12: Grafik mit der gesamt Anzahl der untersuchten Bäume (100 Bäume), Einteilung in die Kategorien (eigene Darstellung) 14
Abbildung 13: Einteilung der Bäume in die Kategorien nach Baumart, zu sehen im Verhältnis mit der gesamt Anzahl untersuchter Bäume der jeweiligen Art (eigene Darstellung) 15
Abbildung 14: 50 Bäume mit einem Umfang kleiner gleich 31cm und 50 Bäume mit einem Umfang grösser als 31cm verglichen mit der Einteilung in die Kategorien (eigene Darstellung) 16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale der Bäume für die Einteilung «lebendig» oder «tot» 12
Tabelle 2: Einteilung in die Kategorien anhand der Merkmale 13

Anhang

Datum:

Uhrzeit:

Koordinaten:

Baumart:

Brusthöhenumfang:

Merkmal	**lebendig**	**ankreuzen**	**tot**	**ankreuzen**
Blätter	Grün		Gelb, rot, braun, keine vorhanden	
Knospen/Früchte	vorhanden		Keine vorhanden	
Zweige	Nicht vertrocknet (wenn möglich Biegeprobe)		vertrocknet	

Kategorie 0	**Kategorie 1**	**Kategorie 2**
gesund	krank	tot
Alle Merkmale „lebendig“	Ein Merkmal „tot“	Mindestens zwei Merkmale „tot“

Beidseitiger Binomialtest

Kategorie 0, lebendig	69
Kategorie 1, krank	22
Kategorie 2, tot	9

$\alpha \rightarrow$ Signifikantsniveau $= 5\% = 0.05$

beidseitig $\rightarrow \frac{\alpha}{2} = 2.5\% = 0.025$

$n = 100$

$p = \frac{69}{100}$

$q = \frac{31}{100}$

$\mu = n \cdot p = 69$

$\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot q} = 4.6$

$\mu - 2\sigma \simeq 60$

$\mu + 2\sigma \simeq 78$

$B\left(100; \frac{69}{100}\right)$

$P(X \leq 60) = 0.035$ ✗

$P(X \leq 59) = 0.021$ ✓

$P(X \geq 78) = 1 - P(X \leq 78) = 0.018$ ✓

$P(X \geq 77) = 1 - P(X \leq 77) = 0.031$ ✗

$\rightarrow K_1 = [0; 59]$

$\rightarrow K_2 = [78; 100]$

Bei 100 untersuchten Bäumen gibt es [60; 77] gesunde Bäume.

Rohdaten

Datum	Baumart	Koordinate_x	Koordinate_y	Umfang	Schälung_Umfang	Blätter	Knospen/Früchte	Zweige	Kategorie
20. Jul	Mehlbeere	2608361	1236382	20	17	0	0	0	2
20. Jul	Mehlbeere	2608253	1236385	15	10	1	1	1	0
20. Jul	Hainbuche	2608429	1236333	34	25	1	1	1	0
20. Jul	Mehlbeere	2608383	1236324	32	21	1	1	0	1
26. Jul	Buche	2608622	1236385	13	13	0	0	0	2
26. Jul	Linde	2608505	1236335	12	12	0	1	0	2
26. Jul	Ahorn	2608658	1236364	68	35	1	1	1	0
26. Jul	Ahorn	2608658	1236364	45	27	1	1	1	0
26. Jul	Esche	2608581	1236391	44	44	1	1	0	1
26. Jul	Buche	2068623	1236400	33	33	1	1	1	0
26. Jul	Ahorn	2608535	1236386	16	11	1	1	1	0
26. Jul	Ahorn	2608579	1236391	28	16	1	1	0	1
26. Jul	Esche	2608302	1236262	33	18	1	1	0	1
26. Jul	Esche	2068313	1236269	40	40	0	1	0	2
26. Jul	Linde	2608154	1236161	10	9	0	0	0	2
26. Jul	Buche	2608154	1236161	17	17	1	1	1	0
26. Jul	Weide	2608300	1236326	20	15	1	1	1	0
26. Jul	Ahorn	2608465	1236377	15	11	1	1	1	0
26. Jul	Esche	2608386	1236348	11	8	1	1	0	1
26. Jul	Ahorn	2608386	1236348	27	22	1	1	1	0
26. Jul	Ahorn	2608195	1236190	28	28	1	1	0	1
26. Jul	Esche	2608150	1236182	21	14	1	1	1	0
26. Jul	Buche	2608150	1236170	10	7	1	1	1	0
26. Jul	Buche	2608156	1236170	27	14	1	1	1	0
26. Jul	Buche	2608381	1236322	16	9	1	1	0	1
26. Jul	Buche	2608328	1236253	28	26	1	1	1	0
26. Jul	Linde	2608467	1236339	30	30	1	1	1	0
26. Jul	Buche	2608431	1236337	49	49	1	1	1	0
31. Jul	Linde	2608243	1236374	65	65	1	1	1	0

Datum	Baumart	Koordinate_x	Koordinate_y	Umfang	Schälung_Umfang	Blätter	Knospen/Früchte	Zweige	Kategorie
31. Jul	Mehlbeere	2608239	1236384	14	14	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2608212	1236371	48	48	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608457	1236486	44	23	1	1	0	1
31. Jul	Buche	2608486	1236511	37	37	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2608327	1236349	63	63	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608245	1236372	33	17	1	1	1	0
31. Jul	Linde	2608387	1236424	41	41	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608385	1236421	25	17	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608418	1236438	70	69	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608432	1236420	55	50	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608293	1236485	22	19	1	1	0	1
31. Jul	Esche	2608339	1236455	51	27	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2608348	1236465	21	21	1	1	0	1
31. Jul	Buche	2608372	1236428	19	19	0	1	1	1
31. Jul	Ahorn	2607854	1236135	61	47	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2607820	1236133	41	24	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2607853	1236125	26	18	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2607861	1236141	38	38	1	1	1	0
31. Jul	Hartriegel	2607869	1236133	20	11	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2607857	1236136	99	60	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2607886	1236088	15	10	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2607878	1236068	12	6	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2607937	1236026	34	34	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2607932	1236031	10	9	1	1	0	1
31. Jul	Ahorn	2607901	1236060	38	38	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2607915	1236079	37	29	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2607822	1236114	26	26	1	1	0	1
31. Jul	Ahorn	2607814	1236119	66	34	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2607822	1236128	29	27	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2607740	1236115	67	48	1	1	1	0

Datum	Baumart	Koordinate_x	Koordinate_y	Umfang	Schälung_Umfang	Blätter	Knospen/Früchte	Zweige	Kategorie
31. Jul	Weide	2607890	1236020	27	27	1	1	0	1
31. Jul	Buche	2607704	1236111	10	10	1	1	0	1
31. Jul	Buche	2607673	1236078	7	4	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2607794	1235891	34	30	0	0	0	2
31. Jul	Ahorn	2607782	1235836	40	24	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2607776	1235827	46	32	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2607779	1236003	41	26	1	1	0	1
31. Jul	Buche	2608322	1236143	35	18	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2608322	1236143	40	40	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2607970	1236030	28	28	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608248	1236060	58	58	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2067755	1235975	11	6	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2607872	1236027	36	24	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2607957	1236050	18	10	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2607955	1236046	17	17	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608445	1236140	11	6	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608409	1236164	20	12	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608286	1236068	40	22	1	1	0	1
31. Jul	Ahorn	2608501	1236124	18	10	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608386	1236203	56	47	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608383	1236200	62	58	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608381	1236274	70	35	1	1	0	1
31. Jul	Ahorn	2608345	1236248	52	28	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608390	1236439	17	9	1	1	1	0
31. Jul	Ahorn	2608372	1236442	13	8	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2608428	1236431	59	47	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608430	1236440	46	46	1	1	0	1
31. Jul	Esche	2608467	1236495	47	47	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608474	1236498	34	34	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2608475	1236492	24	24	1	1	1	0

Datum	Baumart	Koordinate_x	Koordinate_y	Umfang	Schälung_Umfang	Blätter	Knospen/Früchte	Zweige	Kategorie
31. Jul	Ahorn	2608403	1236373	20	18	0	0	0	2
31. Jul	Linde	2608367	1236412	32	25	1	1	1	0
31. Jul	Buche	2608374	1236425	38	38	1	1	0	1
31. Jul	Buche	2608286	1236424	23	23	0	0	0	2
31. Jul	Weide	2608413	1236441	23	17	1	1	0	1
31. Jul	Esche	2608424	1236455	74	74	1	1	1	0
31. Jul	Esche	2608467	1236495	31	31	1	1	0	1
31. Jul	Hainbuche	2608377	1236428	28	28	1	1	1	0