ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

Schutz von Einzelbäumen gegen die Schälung durch Wisente

Bachelorarbeit

von

Patrick Münger

Umweltingenieurwesen

Vertiefung Naturmanagement

Bachelorstudiengang 2021

17.06.2025

Fachkorrektoren

Dr. Darius Weber
Gutachter, Berater, Forscher im Umgang mit Wildtieren und Natur, Projekt Wisent Thal

Dr. Claudio Signer
Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA, ZHAW Wädenswil

Impressum

Zitiervorschlag Münger, Patrick (2025). *Schutz von Einzelbäumen gegen die Schälung durch Wisente*. Bachelorarbeit, ZHAW Wädenswil.

Institut Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW,
Life Sciences und Facility Management
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Kontakt Patrick Münger, muengpat@students.zhaw.ch

Titelbild Bulle der Wisentherde Thal, aufgenommen am 09.05.2025
(Foto: Patrick Münger)

Zusammenfassung

Der Wisent (*Bison bonasus*), das grösste wildlebende Landsäugetier Europas, war nach dem Ersten Weltkrieg in freier Wildbahn ausgestorben und konnte nur durch Zucht- und Wiederansiedlungsprogramme gerettet werden. Heute leben die grössten Bestände in Polen, Weissrussland und Russland. Durch seine Aktivitäten fördert der Wisent die Strukturvielfalt und Biodiversität, weshalb 2017 im Kanton Solothurn das „Projekt Wisent Thal“ zur Wiederansiedlung in der Schweiz gestartet wurde. Das Projekt untersucht über einen Zeitraum von zehn Jahren die ökologischen Auswirkungen und Risiken, um die Machbarkeit einer dauerhaften Auswilderung abzuschätzen.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die drei ausgewählten Schutzvorrichtungen *Diagonaldrahtgeflecht*, *Wöbra-Baumschutzfarbe* und *WitaPro-Kunststoffgeflecht* auf ihre Wirksamkeit gegen Schälung durch Wisente an Einzelbäumen zu untersuchen. Zudem sollen die Vor- und Nachteile der Schutzvorrichtungen im Hinblick auf ihre Praxistauglichkeit für den forst- und landwirtschaftlich genutzten Wald aufgezeigt und die Dimensionen des Rindenverlustes, trotz eingesetzter Schutzvorrichtungen, an den Bäumen festgestellt werden. Im Feldversuch wurden insgesamt 260 stark schälgefährdete Bäume der Baumarten Esche (*Fraxinus excelsior)*, Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Ulme (*Ulmus glabra*) innerhalb von 40 m entlang von Wald- und Wegrändern und mit einem Brusthöhendurchmesser von 2.5 bis 22 cm als Stichprobe ausgewählt, wobei 195 Bäume aktiv geschützt wurden. Die Auswahl der Schutzvorrichtungen stützt sich neben der Literaturrecherche auch auf eigene praktische Erfahrungen sowie auf den Austausch und die Expertisen von Fachpersonen aus Forstwirtschaft, internationalen Wisentprojekten und zoologischen Einrichtungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass alle Schutzvorrichtungen die Schälungen signifikant reduzieren. Das Diagonaldrahtgeflecht verhindert Schälungen vollständig, wobei das 95 %-Konfidenzintervall (CI) bei 0 % – 5.6 % liegt, gefolgt von der Wöbra-Baumschutzfarbe mit einer Schutzrate von 92.3 % (CI 2.5 % – 17 %) und dem WitaPro-Kunststoffgeflecht mit 98.5 % (CI 0.04 % – 8.3 %). Der Vergleich zur ungeschützten Kontrollgruppe mit einer Schälrate von 23.1 % und einem Konfidenzintervall von 13.5 % – 35.2 % bestätigt die hohe Effektivität der Schutzvorrichtungen. Einen hoch signifikanten Unterschied (Chi^2 -Test, $p < 0.001$) konnte zwischen *geschützten* und *ungeschützten* Bäumen festgestellt werden. Zwischen den einzelnen Schutzvarianten konnte hingegen kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Schutzwirkung nachgewiesen werden, da die Anzahl der geschälten Bäume pro Schutzvorrichtung zu gering für eine aussagekräftige Analyse war. Mit Hilfe einer praxisorientierten Multikriterienanalyse hat sich aber das WitaPro-Kunststoffgeflecht als geeignetste und effizienteste Schutzvorrichtung identifiziert.

Schlagworte: Wisent (*Bison bonasus*), Schälungen, Einzelbaumschutz, Projekt Wisent Thal, Diagonaldrahtgeflecht, Wöbra-Baumschutzfarbe, WitaPro-Kunststoffgeflecht

Abstract

The European bison (Bison bonasus), Europe's largest wild land mammal, became extinct in the wild after World War I but was saved from total extinction through targeted breeding and reintroduction programs. Today, the largest populations live in Poland, Belarus and Russia. Through its activities, the bison promotes structural diversity and biodiversity, which is why the “Bison Thal Project” was launched in the canton of Solothurn in 2017 to reintroduce the species in Switzerland. The project will study the ecological impacts and risks over a period of ten years to assess the feasibility of permanent reintroduction into the wild.

The aim of this bachelor's thesis is to test the effectiveness of three selected protective devices: diagonal wire mesh, Wöbra tree protection paint and WitaPro plastic mesh in preventing bark stripping by bison on individual trees. In addition, the advantages and disadvantages of the protective devices in terms of their practical suitability for forests used for forestry and agriculture will be highlighted, and the extent of bark loss on the trees will be determined, despite the protective devices used. In the field trial, a total of 260 trees of the species ash (*Fraxinus excelsior*), sycamore (*Acer pseudoplatanus*), and elm (*Ulmus glabra*) that were at high risk of bark stripping were selected as a sample within 40 m along forest and road edges and with a diameter at breast height of 2.5 cm to 22 cm, with 195 trees being actively protected. The selection of protective devices is based not only on literature research but also on own practical experience and on the exchange of information and expertise from specialists in forestry, international bison projects, and zoological institutions.

The results show that all protective devices significantly reduce bark stripping damage. The diagonal wire mesh completely prevents bark stripping, with a 95 % confidence interval (CI) of 0 % – 5.6 %, followed by Wöbra with a protection rate of 92.3 % (CI 2.5 % – 17 %) and WitaPro with 98.5 % (CI 0.04 % – 8.3 %). The comparison with the unprotected control group, which had a bark stripping rate of 23.1 % and a confidence interval of 13.5 % – 35.2 %, confirms the high effectiveness of the protective devices. The chi^2-test shows a highly significant difference ($p < 0.001$) between protected and unprotected trees. However, no significant difference in protective effectiveness was found between the individual protection variants, as the number of bark-stripped trees per protective device was too small for a meaningful analysis. With the help of a practice-oriented multi-criteria analysis, however, the WitaPro plastic mesh was identified as the most suitable and efficient protective device.

Keywords: Bison (*Bison bonasus*), bark stripping, individual tree protection, Wisent Thal project, diagonal wire mesh, Wöbra tree protection paint, WitaPro plastic mesh

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 6
2 Methodik ... 8
2.1 Untersuchungsgebiet und Tierbestand ... 8
2.2 Evaluation und Beschreibung der Schutzvorrichtungen ... 9
2.2.1 Diagonaldrahtgeflecht ... 9
2.2.2 Wöbra-Baumschutzfarbe ... 10
2.2.3 WitaPro-Kunststoffgeflecht ... 11
2.2.4 Nicht eingesetzte, aber geprüfte Alternativen ... 12
2.3 Stichprobendesign und Feldversuche ... 13
2.3.1 Geeignete Bäume für Feldversuch ... 13
2.3.2 Bewegungsanalyse der Wisente ... 14
2.4 Zuordnung der Schutzvorrichtungen ... 17
2.5 Montage der einzelnen Schutzvorrichtungen ... 18
2.5.1 Diagonaldrahtgeflecht ... 18
2.5.2 Wöbra - Baumschutzfarbe ... 19
2.5.3 WitaPro - Kunststoffgeflecht ... 20
2.6 Datenerhebung im Feld ... 21
2.7 Datenanalyse ... 21
2.8 Verwendung generativer KI ... 22
3 Resultate ... 23
3.1 Wirksamkeit der untersuchten Schälschutzvorrichtungen ... 23
3.2 Kostenaufwand der verschiedenen Schutzvorrichtungen ... 25
3.3 Praktische Aspekte zur Anbringung der Schutzvorrichtungen ... 27
4 Gesamtbewertung der Schutzvorrichtungen im Vergleich ... 29
5 Diskussion ... 32
6 Literaturverzeichnis ... 36
7 Anhangsverzeichnis ...
Anhang A ...
Anhang B ...
Anhang C ...
Anhang D ...
Anhang E ...
Anhang F ...
Anhang G ...

1 Einleitung

Der Wisent (*Bison bonasus*), das grösste wildlebende Landsäugetier Europas, bevorzugt laub- und mischwaldreiche Gebiete mit offenen Flächen und kommt in Höhenlagen bis 2’000 m ü. M. vor (Plumb et al., 2020). Er ist ein sozial lebendes Tier mit saisonal wechselndem Verhalten. Während der Wintermonate bilden sich grössere Gruppen mit Streifgebieten von bis zu 200 km² (Plumb et al., 2020). Heute leben die grössten Bestände in Polen, Weissrussland und Russland (Plumb et al., 2020). Die Art galt nach dem Ersten Weltkrieg als in der Wildnis ausgestorben, konnte jedoch durch Wiederansiedlungsprogramme aus in Gefangenschaft verbliebenen Individuen erhalten werden (Projekt Wisent Thal, o. J.). Um diese Tierart in Europa wieder stärker zu etablieren, wurde im Jahr 2017 das erste schweizerische Wiederansiedlungsprojekt "Projekt Wisent Thal" ins Leben gerufen, mit Standort in Welschenrohr im Kanton Solothurn (Projekt Wisent Thal, 2024). Ziel des Projekts ist die Wiederansiedlung von Wisenten im Solothurner Jura. Über eine Zeitspanne von zehn Jahren werden die ökologischen Auswirkungen wissenschaftlich untersucht und die Tragbarkeit aller relevanten Faktoren abgeschätzt, bevor eine vollständige Auswilderung erfolgt (Projekt Wisent Thal, 2024).

Das Schälen von Baumrinde ist ein natürliches Verhalten des Wisents, das insbesondere in Wintermonaten beobachtet wird (Baraniewicz & Perzanowski, 2015). Es wird vermutet, dass das Schälen der Nährstoffaufnahme dient, etwa zur Deckung des Bedarfs an Mineralstoffen, wobei der genaue physiologische Nutzen bislang nicht abschliessend geklärt ist (Glover, 1947). Eine Studie deutet darauf hin, dass das Schälverhalten mit Umweltfaktoren wie Schneehöhe und Jahreszeit korreliert (Baraniewicz & Perzanowski, 2015). Aus forstlicher Sicht kann das Verhalten problematisch sein: Durch das Entfernen der Rinde werden Wasser- und Nährstoffflüsse im Baum gestört, was die Vitalität beeinträchtigt, Infektionen begünstigt und zu qualitativen sowie quantitativen Verlusten bei der Holzproduktion führen kann (Baum et al., 2001; Fehér et al., 2016).

Einzelbaum-Schutzvorrichtungen tragen entscheidend dazu bei, Schälungen durch Wisente zu verringern und daraus resultierende Nutzungskonflikte mit Waldbesitzern sowie der Forstwirtschaft im Kontext von Wisent-Auswilderungsprojekten zu mindern. Während die ökologische Rolle des Wisents inzwischen gut dokumentiert ist, fehlt es bislang an belastbaren Studien, die die Wirksamkeit spezifisch getesteter Schutzvorrichtungen gegen von Wisenten verursachte Schälungen an Einzelbäumen systematisch untersuchten.

Ziel dieser Arbeit ist es, ausgewählte Einzelbaum-Schutzvorrichtungen auf ihre Wirksamkeit und Praxistauglichkeit im Hinblick auf die Vermeidung von Rindenschälungen durch Wisente zu untersuchen und zu bewerten. Im Mittelpunkt stehen mechanische Schutzmassnahmen, die praktisch anwendbar sind und insbesondere dem Schutz wertvoller Zukunftsbäume dienen. Durch den systematischen Vergleich der Schutzvorrichtungen soll ermittelt werden, welche Ansätze Schälungen wirksam reduzieren und damit ein langfristiges, konfliktfreies Nebeneinander von Wisent und Waldbewirtschaftern ermöglichen. Die Feldversuche fanden im 100 ha grossen Gehege des Projekts Wisent Thal unter realitätsnahen Bedingungen statt, mit dem Ziel, tatsächliche Rindenverluste trotz eingesetzter Schutzmassnahmen zu erfassen und die jeweiligen Schutzvorrichtungen anhand der Schäldimensionen zu vergleichen. Dabei galt der Grundsatz: Je wirksamer der Schutz, desto geringer und seltener die Schäden.

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen eine praxisnahe Grundlage für die forstliche Umsetzung bieten und einen Beitrag zur erfolgreichen Wiedereingliederung des Wisents in die Schweizer Kulturlandschaft leisten.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Welche Einzelbaum-Schutzvorrichtungen sind am wirksamsten, um ausgewählte Baumarten vor Schälschäden durch Wisente (*Bison bonasus*) zu schützen?
- Inwiefern eignen sich die getesteten Systeme für eine Umsetzung im forst- und landwirtschaftlich genutzten Wald? Inwiefern eignen sie sich nicht?
- Welche Schäldimensionen wurden an den Bäumen, trotz Schutzvorrichtungen, festgestellt?

2 Methodik

2.1 Untersuchungsgebiet und Tierbestand

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Region Welschenrohr im Bezirk Thal des Kantons Solothurn (Gemeinde Welschenrohr-Gänsbrunnen, o. J.). 2022 wurde eine Testherde aus 4 Kühen und einem Stier im öffentlich zugänglichen Gehege mit einer Grösse von 50 ha (Phase I) ausgesetzt, welche dann 2024 auf 100 ha (Phase II) erweitert wurde (Projekt Wisent Thal, 2024) und mittlerweile 9 Tiere zählt (Stand: Mai 2025). Im Jahr 2027 folgt dann Phase III: Die Zäune werden entfernt, sodass die Wisente in betreute Halbfreiheit entlassen werden (Projekt Wisent Thal, 2024).

Das Untersuchungsgebiet innerhalb des Projektperimeters (Abbildung 1) auf 700 – 860 m ü. M. (Google Maps, 2025) besteht zu über 80 % aus Wald, ergänzt durch Wiesen und Weiden (Manohar, 2024). Der Wald gehört gemäss der Typologie nach (Delarze et al., 2015) zum Lebensraumtyp des Zahnwurz-Buchenwalds (*Cardamino-Fagetum*). Dieser ist typischerweise durch die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) sowie weitere charakteristische Baumarten wie Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Bergulme (*Ulmus glabra*) geprägt. Die relative Häufigkeit der Baumarten im Gebiet, wie sie in der Arbeit von Manohar (Manohar, 2024) dokumentiert ist, spiegelt diese Zusammensetzung deutlich wider: Mit etwa 66 % ist die Buche (*Fagus)* die häufigste Art. Tannen (*Abies*, 14 %) und Fichten (*Picea,* 13 %) sind deutlich vertreten, was mehrheitlich auf forstliche Eingriffe zurückzuführen ist. *Acer, Fraxinus, Ulmus, Pinus* und *Sorbus* machen zusammen weniger als 7.1 % des Gesamtbestandes aus (Manohar, 2024).

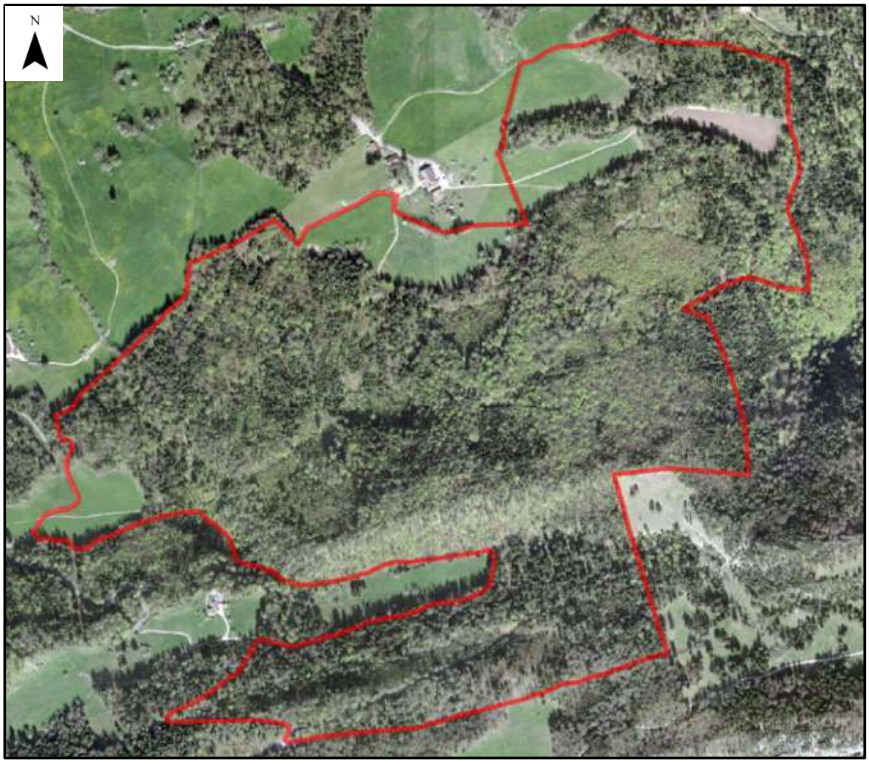


Abbildung 1: *Das in ArcGIS Pro verarbeitete Untersuchungsgebiet mit dem rot eingezeichneten Projektperimeter.*
(Bildquelle: swisstopo.admin)

Die vertikale Bestandesstruktur ist überwiegend zweischichtig, jedoch treten auch ein- und mehrschichtige Bestände häufig auf (Kupferschmid & Straub, 2022). Die Waldbestände befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien: Stangenholz (Durchmesser der 100 dicksten Bäume pro Hektar ddom = 12 – 30 cm), Jungholz (ddom = 12 – 30 cm), Mittelholz (ddom = 41 – 50 cm), Altholz (ddom > 50 cm) sowie ungleichaltrige Mischbestände kommen etwa gleich häufig vor, während Jungwuchs (Baumhöhe < 2 m) und Dickung (ddom < 12 cm) nur selten vertreten sind (Manohar, 2024). Während der Projektdauer wird der Wald weiterhin vom Forstbetrieb der Bürgergemeinde Solothurn bewirtschaftet wobei der letzte forstliche Eingriff im November 2024 erfolgte (Persönliche Kommunikation vom 04.01.2025 mit Benjamin Brunner, Wisent-Ranger vom Projekt Wisent Thal). Die Topografie innerhalb des Geheges ist durch unregelmässige Geländeformen mit markanten Höhendifferenzen geprägt und umfasst steile Hänge, flachgründige Böden sowie felsdurchsetzte, schwer zugängliche und strukturreiche Waldflächen (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2024).

2.2 Evaluation und Beschreibung der Schutzvorrichtungen

Im Rahmen meines Versuchs habe ich drei Schälschutzvorrichtungen eingesetzt: Das Diagonaldrahtgeflecht, die Wöbra-Baumschutzfarbe und das WitaPro-Kunststoffgeflecht. Die Auswahl der eingesetzten Vorrichtungen erfolgte auf Grundlage einer fundierten Kombination aus Literaturrecherche, eigener praktischer Erfahrung aus dem Gartenbau und der Landwirtschaft sowie dem gezielten fachlichen Austausch mit Damian Wyrsch, Betriebsleiter Forst, Forstrevier Adliswil-Rüschlikon-Kilchberg ZH. Alle drei Zugänge wurden miteinander verbunden und bildeten die Grundlage für die Entscheidung.

2.2.1 Diagonaldrahtgeflecht

Entscheidungsgrundlage

Das Diagonaldrahtgeflecht wurde auf Grundlage meiner eigenen praktischen Erfahrungen in der Landwirtschaft und im Gartenbau in die Untersuchung aufgenommen. Die positiven eigenen Erfahrungen mit dem Diagonaldrahtgeflecht an jungen Obstbäumen gegen Rindenschälungen durch Ziegen haben meine Entscheidung unterstützt, dieses System auch bei den Wisenten einzusetzen. Es überzeugt durch hohe mechanische Stabilität, einfache Handhabung und gute Witterungsbeständigkeit. Die Eignung des verwendeten Diagonaldrahtgeflechts zum Schutz vor Rindenschälungen durch Wisente wurde vom polnischen Wisentexperten *Kajetan Perzanowski* bestätigt. *Perzanowski* verwies auf erfolgreiche Einsätze vergleichbarer Schutzvorrichtungen in zoologischen Einrichtungen, darunter der Krakauer Zoo in den 1960er Jahren sowie auf die routinemässige Nutzung von Metallnetzen in geschlossenen Gehegen (Persönliche Email-Mitteilungen vom 24.01.2025 und 28.01.2025).

Produktbeschrieb

Das Diagonaldrahtgeflecht (Abbildung 2) besteht aus verzinkten Drähten mit einem Drahtdurchmesser von 2.2 mm und einer Maschenweite von 5 x 5 cm (Landi Schweiz AG, o. J.). Die Rollen sind 25 m lang, 1 m hoch und wiegen 33.3 kg (Landi Schweiz AG, o. J.). Da das Diagonaldrahtgeflecht locker aufgewickelt ist, lässt es sich problemlos von der Rolle abrollen. Durch die Strukturstabilität und die robusten Drähte stellt das Drahtgeflecht eine widerstandsfähige Schutzfunktion dar, wobei die Langlebigkeit aufgrund der Verzinkung,

sichergestellt ist (Landi Schweiz AG, o. J.). Das Geflecht wurde von der Landi Schweiz AG bezogen (Abbildung 3) und kostete im November 2024 Fr.109.– pro Rolle (Landi Schweiz AG, o. J.).

Abbildung 2: *Das fertig montierte Diagonaldrahtgeflecht*

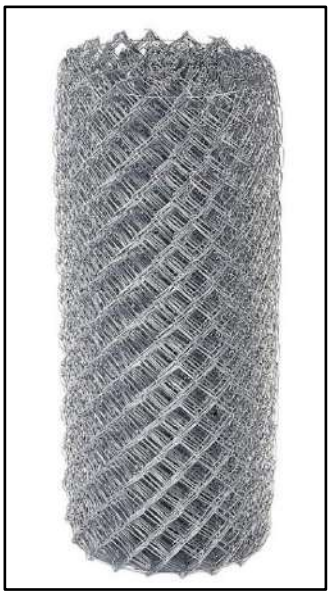


Abbildung 3: *Das aufgerollte Diagonaldrahtgeflecht der Landi Schweiz AG (Bildquelle: Landi)*

2.2.2 Wöbra-Baumschutzfarbe

Entscheidungsgrundlage

Die Wöbra-Baumschutzfarbe war mir, wie das Diagonaldrahtgeflecht, bereits aus dem Gartenbau bekannt, insbesondere im Zusammenhang mit Schutzmassnahmen gegen das Nagen durch Biber (*Castor fiber*) an Weiden (*Salix*) entlang der Aare im Raum Bern. Im Jahr 2021 habe ich die Baumschutzfarbe erfolgreich eingesetzt und konnte keine weiteren Biberaktivitäten am Baum feststellen (Stand Juni 2025). Im Gegensatz zu den beiden anderen getesteten Schutzvorrichtungen, bei denen es sich um Geflechte handelt, die um den Stamm gelegt und befestigt werden, bildet Wöbra keine mechanisch aufgelegte Hülle, sondern eine chemisch-physikalisch wirksame Schutzschicht auf der Oberfläche. Sie kommt ohne zusätzliche Materialien oder Befestigungen aus, wächst nicht ein und unterscheidet sich deutlich in ihrer Funktionsweise von den anderen getesteten Vorrichtungen. Ich habe bewusst eine funktional abweichende Schutzvorrichtung in den Feldversuch einbezogen, um unterschiedliche Wirkprinzipien vergleichen zu können. Für eine Bachelorarbeit im Wisentgehege Springe DE wurde die Farbe ebenfalls gegen die Schälung durch Wisente getestet (Kammholz, 2020).

Produktbeschrieb

Die Baumschutzfarbe Wöbra der Sintagro AG ist ein in Europa zugelassenes mechanisches Schälschutzmittel zum Schutz von Gehölzen vor Frass- und Schälschäden durch Wildtiere wie Rothirsch (*Cervus elaphus*), Biber (*Castor fiber*) und Hasen (*Lepus*) (Sintagro AG, 2013 ; Staat Freiburg, 2017). Die viskose Masse wird unverdünnt mit einem Pinsel auf den Stamm aufgetragen (Abbildung 4) und bildet nach circa 3 Stunden einen weisslich-transparenten,

rauen Belag. Sie enthält ein Styren-Acrylat-Copolymer-Bindemittel und Quarzsand (0.1 mm – 2.0 mm), welcher eine raue Schutzbarriere bildet (Sintagro AG, 2013). Zur Verstärkung des Schutzes kann zusätzlicher Sand beigemischt und tupfend aufgetragen werden (Sintagro AG, 2025), auf diese Möglichkeit habe ich aber verzichtet, da ich die Baumschutzfarbe in unveränderter Form testen wollte. Das Produkt ist ganzjährig anwendbar, jedoch nur bei Temperaturen über 8 °C und bei trockener Witterung, da eine feuchtigkeitsfreie Rindenoberfläche für eine optimale Haftung erforderlich ist (Sintagro AG, 2025 ; Staat Freiburg, 2017). Der Verbrauch beträgt laut Hersteller circa 300 g pro Stamm (10 cm BHD, 2 m Schutzhöhe), variiert aber je nach Baumart, Standort und Rindenstruktur (Sintagro, 2025). Bei fachgerechter Anwendung kann Wöbra einen Schutzzeitraum von bis zu zehn Jahren bieten, auch wenn belastbare Langzeiterfahrungen bislang nicht vorliegen (Witasek PflanzenSchutz GmbH, o. J.). Wöbra ist gemäss EU-Richtlinien als nicht gefährlich eingestuft und enthält keine bekannten gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffe (Sintagro, 2013). Direkter Kontakt mit Oberflächengewässern oder der Kanalisation sollte aber vermieden werden (Sintagro, 2013). Eine sachgemässe Anwendung durch geschulte Personen ist erforderlich (Sintagro AG, 2013). Die Baumschutzfarbe habe ich von der Sintagro AG in 5 kg Eimern (Abbildung 5) für Fr. 99.90 pro Eimer bezogen (Sintagro AG, 2025).

Abbildung 4: *Die Farbe lässt sich unter den vorausgesetzten Bedingungen gut auftragen*

Abbildung 5: *Die Wöbra-Baumschutzfarbe ist in einfach zu transportierenden Eimern erhältlich*

2.2.3 WitaPro-Kunststoffgeflecht

Entscheidungsgrundlage

Das WitaPro-Kunststoffgeflecht habe ich auf Empfehlung von Damian Wyrsch in den Versuch aufgenommen (Persönliche Mitteilung beim Rundgang in den Wäldern rund um Adliswil am 04.11.2025 von Damian Wyrsch, Betriebsleiter Forst, Forstrevier Adliswil-Rüschlikon-Kilchberg ZH). Er hat bereits eigene positive Erfahrungen damit gesammelt und setzt es seit mehr als 5 Jahren erfolgreich zum Schutz von Eiben gegen Schälungen durch Rothirsche (*Cervus elaphus*) ein (Wyrsch, 2021). Er zeigte mir vor Ort die erfolgreiche Anwendung des WitaPro-Kunststoffgeflechts. Die Wahl fiel somit bewusst auf ein bereits erfolgreich getestetes, leicht transportierbares, nicht-metallisches Material mit hoher Widerstandsfähigkeit und unauffälligem Erscheinungsbild. Damit war es mir möglich, neben dem Diagonaldrahtgeflecht

auch eine alternative Geflechtsvorrichtung mit deutlich abweichenden Materialeigenschaften zu untersuchen.

Produktbeschrieb

Das Kunststoffgeflecht WitaPro hat eine Maschenweite von 5 × 5 cm (Abbildung 6) und ist in 2 m hohen Rollen erhältlich, die 100 m Geflecht enthalten und 16 kg wiegen (Josef Kressibucher AG, 2025). Das Kunststoffgeflecht eignet sich als Baumschutz gegen Rothirsch und wird oft auch als Wildzaun (Abbildung 7) eingesetzt (Feldbacher Handels GmbH, 2025). WitaPro kann an Bäumen verschiedener Grössen und Wachstumsstadien angebracht werden und wird meist mit Kabelbindern, Draht, Nägel, Schrauben oder Zaunringen befestigt (Wyrsch, 2021; Feldbacher Handels GmbH, 2025) . Das Material besteht aus UV-stabilisiertem Polypropylen, das robust und leicht dehnbar ist und eine Lebensdauer von circa 10 Jahren aufweist (Feldbacher Handels GmbH, o. J.). Das WitaPro Kunststoffgeflecht habe ich bei der Josef Kressibucher AG in Form einer 100 m Rolle und zum Preis von Fr. 330.– bezogen (Josef Kressibucher AG, 2025).

Abbildung 6: *Das angebrachte WitaPro Kunststoffgeflecht (Bildquelle: P.Münger)*

Abbildung 7: *WitaPro als Wildzaun zum grossflächigen Schutz (Bildquelle: Witasek)*

2.2.4 Nicht eingesetzte, aber geprüfte Alternativen

Geruchsabschreckende Mittel habe ich nicht einbezogen, da ihre Wirksamkeit gegenüber Wisenten weder ausreichend erforscht, noch wissenschaftlich belegt ist. In der Fachliteratur konnte ich keine belastbaren Hinweise auf geeignete Repellentien für Wisente finden. Zudem beurteile ich diese Mittel als eher wartungsintensiv, witterungsanfällig, im Gelände schwer kontrollierbar und optisch nicht nachvollziehbar, weshalb ich sie als nicht praxistauglich einstufte. Feinmaschige Kunststoff- und Juttenetze, wie sie auch von Damian Wyrsch getestet wurden (Persönliche Mitteilung beim Rundgang in den Wäldern rund um Adliswil am 04.11.2025 von Damian Wyrsch, Damian Wyrsch, Betriebsleiter Forst, Forstrevier Adliswil-Rüschlikon-Kilchberg ZH), erwiesen sich in seinen Untersuchungen als zu wenig stabil. Sie können von Wildtieren leicht verschoben oder entfernt werden, wodurch ein verlässlicher Schutz nicht gewährleistet ist. Metallgitter habe ich verworfen, da sie schwer, unhandlich, aufwendig zu montieren, optisch auffällig und kostenintensiv sind. Eine holzbasierte

Schutzvorrichtung wie Holzlattengatter und Holzlattenschutz habe ich nicht weiterverfolgt, da sie vergleichbare Nachteile wie massive Metallgitter aufweisen.

2.3 Stichprobendesign und Feldversuche

2.3.1 Geeignete Bäume für Feldversuch

Für die Untersuchung habe ich 260 Bäume bestimmt, die ich als besonders schälgefährdet eingestuft habe (siehe Seitenende). Die Stichprobe habe ich so gewählt, dass frühere Erkenntnisse vom betroffenen Gebiet einbezogen wurden und die praktische Umsetzung, verbunden mit dem logistischen Aufwand, verhältnismässig blieb. Eine vorangegangene Studie von Manohar (Manohar, 2024) im selben Gebiet belegt eine Bevorzugung von Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Ulme (*Ulmus glabra*) bei Schälungen durch Wisente und Huftiere. Diese Baumarten wurden signifikant häufiger geschält als andere, was auf eine gezielte Bevorzugung durch die Tiere hinweist (Fehér et al., 2016; Bodmer, 2023).

Zur Einschätzung der Schälwahrscheinlichkeit habe ich für Bergahorn, Esche und Ulme die beobachteten Häufigkeiten, der zwischen November und Juni geschälten Bäume verwendet, welche aus der Masterarbeit von Manohar hervorgehen (Manohar, 2024). Die Ergebnisse sind repräsentativ und gelten für den gesamten Wald im Wisentgehege: Beim Bergahorn lag die Zahl der geschälten Bäume bei 5 von insgesamt 62 Bäumen, was einer Schälwahrscheinlichkeit von 8 % und einem 95 %-Konfidenzintervall (CI) von 2.7 % bis 17.8 % entspricht. Von 27 untersuchten Eschen wurden 7 geschält, was auf eine Wahrscheinlichkeit von 26 % (CI 11.1 % – 46.3 %) hinweist. Bei den Ulmen wurden 3 von 36 Bäumen geschält, was eine Wahrscheinlichkeit von 8 % (CI 1.8 % – 22.5 %) ergibt. Zusätzlich wurden in einer Bachelorarbeit gezielt Bereiche mit hoher Wisentaktivität untersucht, was zu entsprechend höheren Schälfrequenzen führte. So wurden 70 % der Eschen, 53 % der Ulmen und 50 % der Bergahorne als im Untersuchungsgebiet als geschält erfasst (Bodmer, 2023).

Die Stichprobengrösse habe ich auf Basis der Wahrscheinlichkeitsüberlegungen und Chi²-Tests bestimmt. Das Ergebnis ergab 65 Bäume pro Schutzvorrichtung, einschliesslich der Kontrollgruppe. Die Auswahl von Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 2.5 – 22 cm stützt sich auf Ergebnisse von Bodmer und Manohar, wonach Wisente vorwiegend Bäume mit einem BHD von 7 bis 12 cm schälen, während dickere Bäume ab 30 cm kaum geschält wurden (Bodmer, 2023 ; Manohar, 2024). Die gewählte Spannweite erfasst somit den bevorzugten Bereich, berücksichtigt zugleich mögliche Abweichungen im Schälverhalten und sichert das die erforderlichen Stichprobengrösse erreicht wird. Die bevorzugten Standorte für Schälungen befinden sich häufig an linearen Strukturen, insbesondere entlang von Waldrändern und Waldwegen (Bodmer, 2023). GPS-Daten bestätigen, dass sie sich entlang dieser Strukturen bewegen (Anhang C).

Aus den oben genannten Bedingungen haben sich folgende Kriterien ergeben:

Bevorzugte Baumarten:

- Esche (*Fraxinus excelsior*)
- Bergulme (*Ulmus glabra*)
- Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)

Bevorzugter Stammdurchmesser:

- 7–12 cm (junge bis mittelalte Bäume)

Bevorzugter Standort:

- Entlang von Wegen und Waldrändern (innerhalb 40 m, beidseitig vom Wegrand gemessen)

Bei bereits beschädigte geschälten Bäumen:

- Nicht mehr als 50 % des zusammenhängenden Stammumfangs bei breitester Schälung geschält, da Bäume bei Schälungen < 50 % vom Stammumfang gute Überlebenschance haben (Persönliche Mitteilung beim Rundgang in den Wäldern rund um Adliswil am 04.11.2025 von Damian Wyrsch, Betriebsleiter Forst, Forstrevier Adliswil-Rüschlikon-Kilchberg ZH

Um eine repräsentative Stichprobengrösse zu erreichen, bin ich das Untersuchungsgebiet systematisch abgelaufen und habe die geeigneten Bäume innerhalb der analysierten Fläche der Wisent-Aufenthaltsdichte (Abbildung 2) nummeriert, geografisch mithilfe von GPS Tracks Pro (Version 4.8.6) erfasst und mit gelbem Markierspray gekennzeichnet. Die Bestimmung der Baumarten stellte eine besondere Herausforderung dar, da sich einige Arten äusserlich stark ähneln. Besonders die Unterscheidung zwischen Esche und Ahorn war durch die ähnliche Rindenfarbe und den Moosbewuchs erschwert. Verwechslungsgefahr bestand auch bei Ulme (*Ulmus*) und Linde (*Tilia*), da sich ihre Knospengrösse und -anordnung ähneln. Zudem erschwerten Schnee und Reif die Identifikation, indem Knospen verdeckt wurden. Laub unter den Bäumen hätte als Hinweis dienen können, war jedoch durch Windverfrachtung oder Schneebedeckung oft unzuverlässig. Zusätzlich hat mir die Kronenform und -anordnung geholfen, um die Arten eindeutig identifizieren zu können. Den Stammdurchmesser (Tabelle 1) habe ich mit einer Kluppe und gemäss Anleitung des Landesforstinventar gemessen (Düggelin, 2019).

2.3.2 Bewegungsanalyse der Wisente

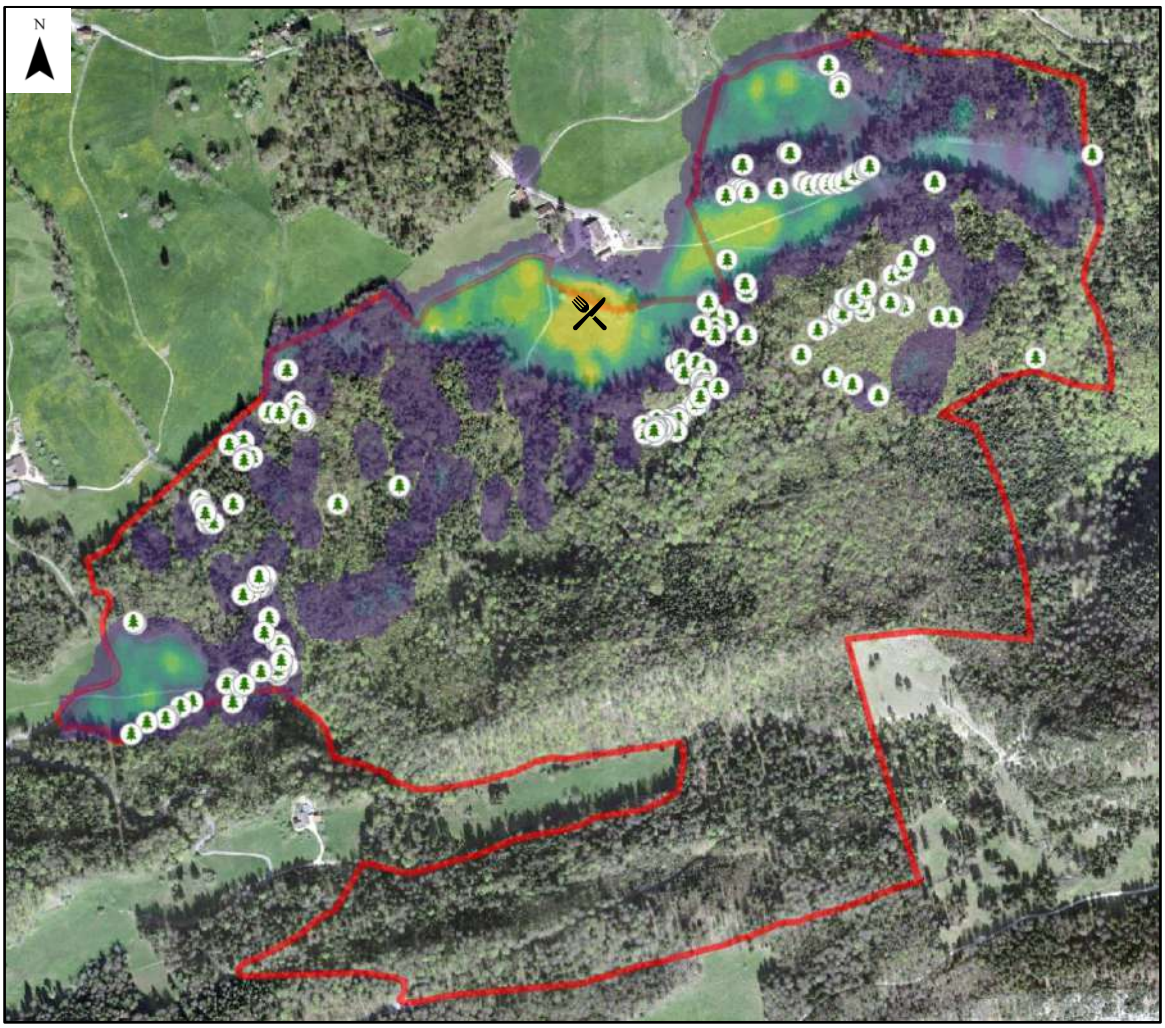
Die Bewegungsanalyse der Wisente ist wichtig, um ihr Verhalten und ihre Raumnutzung zu verstehen. Dadurch konnten die für die Untersuchung geeigneten Standorte eruiert und die Feldversuche effizient umgesetzt werden. Zur Analyse des Bewegungsverhaltens und der Aufenthaltsorte der Wisente wurden die Tiere im Rahmen des Projekts Wisent Thal mit GPS-Sendern ausgestattet (Projekt Wisent Thal, 2024). Die erfassten Positionsdaten ermöglichten es mir, Rückschlüsse auf bevorzugte Gebiete und potenziell gefährdete Waldabschnitte zu ziehen.

Zur Analyse des Raumverhaltens der Wisente (Abbildung 8) im Winterhalbjahr (November – Mai) habe ich einen GPS-Datensatz verwendet, der mithilfe von zwei Halsbandsendern aufgezeichnet wurde. Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum vom 01. November 2023 bis 01. Mai 2024, wobei pro Sender täglich 24 Positionen registriert wurden. Insgesamt umfasst der Datensatz 8’783 GPS-Standorte. Ich habe die Daten über die projektinterne Plattform

inventa.vectronic-wildlife im CSV-Format exportiert und für die räumliche Auswertung mit ArcGIS Pro (Version 2.9.5) aufbereitet. Dabei habe ich die Koordinaten in Dezimalgrad verwendet. Die Aufenthaltsdichte aller Rasterzellen habe ich anschliessend in zehn gleich grosse Gruppen unterteilt, sogenannte Quantile. Jede Farbklasse enthält somit 10 % der Zellen, geordnet nach steigendem Dichtewert. Je höher der Wert, desto häufiger hielten sich die Wisente in diesem Bereich auf und desto gelber ist dieser dargestellt (Abbildung 8). Dabei verwendete ich die Farbskala *Viridis,* welche für Personen mit Farbsehschwäche geeignet ist. Für meine Untersuchung bin ich davon ausgegangen, dass sich die Tiere während des Beobachtungszeitraums hinsichtlich ihres Raumverhaltens ähnlich verhalten. Da sie laut Bodmer bevorzugt an gut zugänglichen Bäumen entlang von Wald- und Wegrändern schälen (Bodmer, 2023) habe ich meine Untersuchung auf diese Bereiche konzentriert, und nur Bäume ausgewählt, die weniger als 40 m von diesen Strukturen entfernt stehen.

Während der Wintermonate von November bis Mai konzentrieren sich die Wisente auf spezifische Bereiche innerhalb des Geheges. In den gelb markierten Zonen registrierte ich eine Aufenthaltsdichte, die rund 256-mal höher ist als in den violett markierten Flächen und 14- bis 36-mal höher als in den grün dargestellten Bereichen (Abbildung 8). Die höchste Dichte resultierte in den Wiesen rund um den Bauernhof der Sollmatt sowie im unmittelbaren Umfeld der zentralen Fütterungsstelle (Abbildung 8). Zusätzlich stellte ich eine regelmässige Nutzung der Wiesenstruktur beim Sollmattboden (Google Maps, 2025) am westlichen Gehegerand fest (Abbildung 8). Dieser Bereich liegt ausserhalb des zentralen Nutzungskerns, wird jedoch ebenfalls häufig aufgesucht. Die Wisente bewegen sich zudem bevorzugt entlang des rot eingezeichneten Projektperimeters im nördlichen Teil des Geheges (Abbildung 8).

Insgesamt nutzen die Tiere etwa 50 Prozent der zur Verfügung stehenden Fläche von 100 ha, wobei sich ihre Aktivität überwiegend auf den nördlichen Abschnitt konzentriert (Abbildung 2). Die zugrunde liegenden Daten stammen jedoch aus einem Zeitraum, in dem das Gehege lediglich 50 ha umfasste und sich diese Projektphase (Phase I) auf den nördlichen Teil des Gesamtperimeters beschränkte (Projekt Wisent Thal, 2024). Die Erweiterung auf 100 ha erfolgte erst im September 2024 (Projekt Wisent Thal, 2024). Die Wisentaufenthaltsdichte ist somit nicht repräsentativ für den heutigen Zustand. Die für die Stichprobe ausgewählten Bäume (Abbildung 8) wählte ich, sofern möglich, in direkter Nähe zu den gelb markierten und intensiv genutzten Aufenthaltsbereichen aus (Abbildung 8).



Wisent-Aufenthaltsdichte vom 01.11.23 bis 01.05.24

Selten aufgehalten (<41 Werte) **Oft aufgehalten (>10'500 Werte)**

ArcGIS Pro, Kernel Density, Method Quantile, Classes 10

Projektperimeter

Ausgewählte Bäume

Waldwege

Fütterungsstelle

Abbildung 8: *Die Aufenthaltsdichte der Wisente während den Wintermonaten*

2.4 Zuordnung der Schutzvorrichtungen

Die Zuordnung der Schutzmethoden an den jeweiligen Einzelbäumen erfolgte nach dem Zufallsprinzip, um eine unvoreingenommene Verteilung zu gewährleisten und sich wiederholende Muster zu vermeiden. Dabei habe ich die drei Schutzmethoden Diagonaldrahtgeflecht, Wöbra-Baumschutzfarbe und WitaPro-Kunststoffgeflecht mit Hilfe des Zufallsgenerators in Excel zugeordnet (Anhang E). Bei der Umsetzung im Feld habe ich die bereits markierten und geeigneten Bäume aufgesucht und immer zuerst den Baum ausgewählt, welcher sich am nächsten zum Weg- oder Waldrand befindet, anschliessend den darauffolgenden Baum in direkter Nähe zum zuletzt geschützten Baum. Falls mehrere Bäume infrage kamen, bin ich von links nach rechts vorgegangen. Um eine unbeeinflusste Auswahl der Schutzvorrichtungen zu gewährleisten, habe ich die Schutzvorrichtungen erst nach der Auswahl des Baumes zugeordnet. Durch dieses systematische Vorgehen konnte ich eine repräsentative Untersuchung durchführen und eine unbewusste Einflussnahme ausschliessen. Eine gleichmässige Verteilung der Baumarten konnte ich aufgrund der Bestandesstruktur im Wald nicht erreichen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Baumarten und durchschnittlicher Stammdurchmesser pro Schutzvorrichtung

Schutzvorrichtung	Anzahl	Bergahorn	Esche	Ulme	Stammdurchmesser Ø [cm]
Diagonaldrahtgeflecht	65	43	16	6	11.10
Wöbra Baumschutzfarbe	65	47	14	4	10.63
WitaPro Kunststoffgeflecht	65	47	15	3	10.10
Kontrollgruppe	65	40	20	5	10.28
Gesamt	**260**	**177**	**65**	**18**	**10.53**

2.5 Montage der einzelnen Schutzvorrichtungen

Bevor ich die Schutzvorrichtungen montiert habe, musste ich den Zugang zum Baum sicherstellen. Störende Äste habe ich entfernt, um eine gleichbleibende Zugänglichkeit für alle Bäume zu gewährleisten. Bei allen Schutzvorrichtungen habe ich darauf geachtet, dass die Höhe des notwendigen Schutzes am Stamm auf allen Seiten gewährleistet war. Bergseitig ist eine höhere Anbringung des Geflechts erforderlich, da die Tiere sonst über die Schutzvorrichtung an den Stamm gelangen können. Ich habe die Montage so umgesetzt, dass eine einzelne Person den Arbeitsvorgang vollständig alleine ausführen kann.

2.5.1 Diagonaldrahtgeflecht

Das verzinkte Diagonaldrahtgeflecht wurde anhand des Stammumfangs zugeschnitten (Abbildung 9), wobei ein Zuschlag von circa 20 % für die Überlappung eingeplant wurde, um das Wachstum des Baumes zu berücksichtigen. Um das Diagonaldrahtgeflecht an das Dickenwachstum der Bäume anpassen zu können, wurde es überlappend angebracht (Abbildung 10). So lässt es sich bei Bedarf durch einfaches Öffnen und erneutes Fixieren der Zaunringe erweitern. Aufgrund des hohen Rollengewichts habe ich zwei 1 m Bahnen verwendet (Abbildung 11), da eine 2 m Rolle zu unhandlich und schwer gewesen wäre.

Abbildung 9: *Das Geflecht sollte mit einem Zuschlag von 20 % gemessen werden, um das Dickenwachstum des Baumes zu berücksichtigen*

Abbildung 10: *Mit der Zaunringzange wird das Geflecht am Stamm fixiert*

Die enganliegende Montage begann ich von unten nach oben, um den Stamm und die Wurzeln lückenlos zu schützen. Falls nötig, habe ich das Geflecht an den Wurzeln durch vertikale Einschnitte angepasst. Diese Anpassung ist wichtig, da die Wisente die Rinde oft von unten in langen Streifen nach oben abziehen und gerade im unteren Bereich ein zuverlässiger Schutz notwendig ist (Persönliche Kommunikation am 18.12.2024 mit Benjamin Brunner, Wisent-Ranger, Projekt Wisent Thal). Zur Befestigung habe ich stabile Zaunringe (Abbildung 12) verwendet, die ich im Abstand von circa 15 cm vertikal angebracht habe. Dies gewährleistet eine sichere Fixierung des Geflechts. Bei der Anbringung und Entfernung des Geflechts musste ich stark darauf achten, dass keine Drahtstücke oder Zaunringe in die Umwelt gelangen und Tiere verletzen könnten.

Abbildung 11: *Das angebrachte Diagonal-drahtgeflecht am Baum*

Abbildung 12: *Die Zaunringe halten das Diagonaldrahtgeflecht in Position*

2.5.2 Wöbra - Baumschutzfarbe

Damit die Schutzfarbe optimal haftet, musste ich den Stamm gründlich vorbereiten (Abbildung 14). Zuerst habe ich Schmutz, Moos und lose Rindenstücke mit einer Pflasterkelle entfernt (Abbildung 13), gefolgt von einer Bürstenreinigung, um Staub zu beseitigen. Die Rinde musste trocken sein, da die Farbe bei Feuchtigkeit nicht haftet. Wenn Äste den Anstrich behinderten, habe ich sie vorsichtig zurückgeschnitten oder ummalt.

Abbildung 13: *Schmutz und Moos müssen zuerst vom Stamm entfernt werden*

Abbildung 14: *Der sauber vorbereitete Stamm ist bereit für den Anstrich*

Die Farbe habe ich vor dem Auftragen gut umgerührt, damit der Quarzsand gleichmässig in der Masse verteilt ist. Anschliessend trug ich sie mit einem Pinsel (Abbildung 15) flächendeckend von unten nach oben auf. Der Anstrich muss vom Wurzelbereich bis auf 2 m Höhe durchgehend aufgetragen werden (Abbildung 16), da Wisente innerhalb dieser Dimension schälen könnten. Besonders das untere Drittel musste ich sorgfältig behandeln, um das Schälen frühzeitig zu unterbinden. Nach dem Auftragen muss die Farbe vollständig trocknen, damit die Haftung und der Schutz gewährleistet sind.

Abbildung 15: *Der Stamm muss gleichmässig bestrichen sein*

Abbildung 16: *Die weisse Farbe ist nach dem Auftragen sehr auffallend*

2.5.3 WitaPro - Kunststoffgeflecht

Das WitaPro-Kunststoffgeflecht bietet eine leichte Alternative zum Diagonaldrahtgeflecht. Die Anbringung habe ich gleich vorgenommen wie beim Diagonaldrahtgeflecht mit dem Unterschied, dass ich beim WitaPro Kunststoffgeflecht eine 2 m Rolle verwendet habe (Abbildung 17), da diese handlicher und leichter als die Diagonaldrahtgeflechtsrolle ist. Vor der Montage habe ich den Baumumfang mit einem Massband gemessen und das Netz, wie beim Diagonaldrahtgeflecht, mit einem Zuschlag von circa 20 % zugeschnitten, um eine spätere Erweiterung zu ermöglichen und ein Einwachsen zu verhindern. Das Zuschneiden erfolgte effizient mit dem Japanmesser (Abbildung 18), wobei darauf zu achten war, dass der Schnitt sauber und gerade blieb, um die Stabilität des Netzes nicht zu beeinträchtigen und sich selber nicht zu verletzen.

Abbildung 17: *WitaPro ist im Wald sehr unscheinbar und kann als ganzes Stück montiert werden*

Abbildung 18: *WitaPro wird unkompliziert mit dem Japanmesser zugeschnitten*

Im Gegensatz zum Diagonaldrahtgeflecht neigt das WitaPro-Kunststoffgeflecht dazu, sich wieder einzurollen und sich sperrig zu verhalten (Abbildung 19), was die Montage für eine

Einzelperson erschwert. Ich habe stark darauf geachtet, dass die Zaunringklammern beim Kunststoffnetz nicht zu weit aussen am Geflechtsrand befestigt werden (Abbildung 20), da diese bei einer Krafteinwirkung ausreissen könnten.

Abbildung 19: Das teilweise sperrige Kunststoffgeflecht neigt dazu, sich wieder einzurollen

Abbildung 20: *Das leicht elastische Kunststoffgeflecht nach der Montage*

2.6 Datenerhebung im Feld

Die Datenaufnahme setzte ich mithilfe eines standardisierten Feldprotokolls um, welches alle relevanten Informationen dokumentiert (Anhang A).

Vor Beginn der eigentlichen Messungen habe ich für sämtliche Probebäume die GPS-Koordinaten vor Ort aufgenommen, um eine eindeutige Identifikation und spätere Wiederauffindbarkeit zu gewährleisten. Zur digitalen Unterstützung habe ich die App *GPS Tracks Pro* (Version 4.8.6) eingesetzt, mit der ich die Bäume nummeriert und lokalisiert habe. Die Anwendung setzte ich auf einem *iPhone 8 Plus* ein, das ich zusätzlich zur fotografischen Erfassung nutzte. Der Einsatz elektronischer Hilfsmittel erwies sich als hilfreich, war jedoch nicht frei von Einschränkungen: Niedrige Temperaturen und Feuchtigkeit beeinträchtigten teilweise die Funktion der Geräte. Darüber hinaus führten topografische Gegebenheiten wie steile Felshänge stellenweise zu ungenauen GPS-Signalen, welche die Standortbestimmung erschwerten. Diese Unsicherheiten habe ich später nochmals überprüft, damit ich die Richtigkeit der Daten gewährleisten konnte.

2.7 Datenanalyse

Um die Wirksamkeit der Schutzvorrichtungen gegenüber der geschützten und ungeschützten Bäume festzustellen, habe ich die mittels Feldprotokoll erfassten Rohdaten in R Studio aufbereitet und zwischen *geschützten* und *ungeschützten* Bäumen sowie *Rindenverlust* (Wert:1) oder *kein Rindenverlust* (Wert:0) kategorisiert. Mit dem anschliessenden Chi^2-Test prüfte ich, ob ein Zusammenhang zwischen den Kategorien bestand. Anschliessend habe ich Fisher-Tests (*Fisher's Exact Test*) durchgeführt, um die Unterschiede der einzelnen Vorrichtungen miteinander sowie jeweils im Vergleich zur ungeschützten Kontrollgruppe zu

untersuchen. Für den Vergleich des gewichteten Rindenverlustes (Schällänge x Schälbreite^3) zwischen den verschiedenen Schutzvorrichtungen, habe ich den Mann-Whitney-U-Test eingesetzt. Dieser Test diente der Aufklärung, ob eine Schutzvorrichtung schädlichere und breitere Schälungen, im Vergleich zu den anderen Schutzvorrichtungen, zulässt. Zusätzlich berechnete ich für jede Schutzvorrichtung sowie für die Kontrollgruppe die 95%-Konfidenzintervalle zur Einschätzung der Schälwahrscheinlichkeiten in Zusammenhang mit den 4 getesteten Optionen. Zur Visualisierung der Verteilungen und zur Ergänzung der statistischen Tests verwendete ich Boxplots. Um die korrekten statistischen Tests vorzunehmen, habe ich mich am Flow-Chart der ZHAW orientiert (Anhang E).

2.8 Verwendung generativer KI

Im Rahmen dieser Arbeit habe ich KI-gestützte Anwendungen punktuell zur technischen und sprachlichen Unterstützung eingesetzt. *ChatGPT* (OpenAI 2025, GPT-4o) diente mir der Behebung spezifischer Fehlermeldungen in *Microsoft Excel* (Version 2504), *RStudio* (Version 2024.09.0+375) und *ArcGIS Pro* (Version 2.9.5). *DeepL Übersetzer* benutzte ich zur sprachlichen Unterstützung beim Verfassen des englischen Abstracts.

3 Resultate

3.1 Wirksamkeit der untersuchten Schälschutzvorrichtungen

Um die Wirksamkeit der Schutzvorrichtungen gegenüber Schälungen zu beurteilen, habe ich 260 Bäume analysiert. Davon bildeten 65 Bäume die ungeschützte Kontrollgruppe. Innerhalb dieser Kontrollgruppe wurden 15 Bäume geschält, was einer Schälrate von 23.1 % entspricht, bei einem 95 % - Konfidenzintervall (CI) von 13.5 % bis 35.2 % (Tabelle 2). Die drei Schutzvorrichtungen zeigten im Vergleich zur Kontrollgruppe eine deutlich geringere Schälrate: Das Diagonaldrahtgeflecht verhinderte Schälungen vollständig und wies eine Schutzwirkung von 100 % auf (CI 0 % – 5.5 %) (Tabelle 2), während Wöbra eine Schutzwirkung von 92.3 % (CI 2.5 % – 17 %) erreichte (Tabelle 2). WitaPro verhinderte Schälungen in 98.5 % der Fälle (CI 0.04 % – 8.3 %) (Tabelle 2). Über alle 195 geschützten Bäume hinweg ergibt sich damit eine Schutzwirkung von 96.9 % (CI 5.3 % – 12 %) (Tabelle 2). Der Unterschied zwischen *geschützten* und *ungeschützten* Bäumen resultierte in einem hoch signifikanten Ergebnis (Chi^2–Test, $p < 0.001$) (Tabelle 2), was auf eine starke Schutzwirkung der eingesetzten Massnahmen hinweist. Beim Gegenüberstellen der einzelnen Schutzvorrichtungen konnte ich keinen signifikanten Unterschied zwischen WitaPro und Wöbra (Fisher-Test, $p = 0.094$) sowie zwischen Diagonaldrahtgeflecht und WitaPro-Kunststoffgeflecht (Fisher-Test, $p = 1.0$) feststellen. Der Vergleich zwischen Diagonal-drahtgeflecht und Wöbra-Baumschutzfarbe ergab mit einem p-Wert von 0.057 einen knapp nicht signifikanten Unterschied, was aber aufgrund der Anzahl an Schälungen mit Vorsicht zu interpretieren ist. Insgesamt bestätigen sowohl die prozentualen Schälrisiken als auch die statistischen Tests die hohe Wirksamkeit aller untersuchten Schutzvorrichtungen.

Tabelle 2: Statistischer Vergleich der einzelnen Schutzvorrichtungen in Bezug zu Schutzwirkung und Schälrisiko

Schutz-vorrichtung	**Geschält**	**Ungeschält**	**Schutzwirkung %**	**Vergleich** zu Kontrollgruppe **(Chi^2 -Test)**	**Schälrisiko** Vertrauensbereich **(95% - Konfidenzintervall)**
Kontrollgruppe (ungeschützt)	**15**	**50**	**76.9 %**	**-**	**23.1 %** **13.5 % – 35.2 %**
Diagonal-drahtgeflecht	**0**	**65**	**100 %**	**p = 0.00002453**	**0 %** **0 % – 5.5 %**
Wöbra	**5**	**60**	**92.3 %**	**p = 0.02682**	**7.7 %** **2.5 % – 17 %**
WitaPro	**1**	**64**	**98.5 %**	**p = 0.0002325**	**1.5 %** **0.04 % – 8.3 %**
Gesamt	**21**	**239**	**Ø 96.9 %**	**p=0.00000002978**	**8 %** **5.3 % – 12 %** (Resultat bezieht sich auf gesamte Feldarbeit)

In der ungeschützten Kontrollgruppe traten bei geschädigten Bäumen zwischen einer und neun neue Schälungen auf, mit einem Median von 2 Schälungen (Abbildung 21). An den mit Wöbra behandelten Bäumen habe ich eine bis sieben neue Schälungen pro geschältem Baum festgestellt, wobei der Median bei 2 lag (Abbildung 21). Das WitaPro-Kunststoffgeflecht wies eine neue Schälung auf, während ich beim Diagonaldrahtgeflecht keine Schälung verzeichnet habe. Aufgrund der sehr geringen Fallzahlen kann ich die beiden Schutzvorrichtungen nicht verlässlich interpretieren. Der gewichtete Rindenverlust (Länge x Breite^3) habe ich zusätzlich ausgewertet, da horizontale Verletzungen die Leitungsbahnen stärker negativ beeinflussen als vertikale (Baum et al., 2001). Der gewichtete Rindenverlust fiel in der Kontrollgruppe am extremsten aus mit Extremwerten über 75'000 (Abbildung 22) bei einem Median von 13'875 (Tabelle 3). Im Vergleich dazu zeigte die Wöbra-Baumschutzfarbe einen deutlich geringeren Medianwert von 492 (Tabelle 3). Dieser nicht signifikante Unterschied (Mann-Whitney-U-Test, $p = 0.055$) ist auf einzelne Bäume in der Kontrollgruppe zurückzuführen, bei denen nahezu der gesamte Stammumfang geschält wurde, sowie auf insgesamt breitere Schälstellen: Die Werte der Schälbreite lagen bei der Kontrollgruppe zwischen 1.4 cm und 41 cm, mit einem Median von 5 cm (Abbildung 23; Tabelle 3). Bei Wöbra habe ich deutlich geringere Schälbreiten zwischen 1 cm und 4.5 cm festgestellt, mit einem Median von 2.6 cm (Abbildung 23; Tabelle 3). Die längsten Schälungen wurden in der Kontrollgruppe verzeichnet, mit Längen zwischen 12 cm und 346 cm sowie einem Median von 85 cm (Abbildung 24; Tabelle 3). Im Vergleich dazu zeigte Wöbra deutlich geringere Schällängen von 6 cm bis 40 cm, bei einem Median von 28 cm (Tabelle 3). Die Schällängen unterscheiden sich signifikant zwischen der Wöbra-Baumschutzfarbe und der Kontrollgruppe (Mann-Whitney-U-Test, $p = 0.036$).

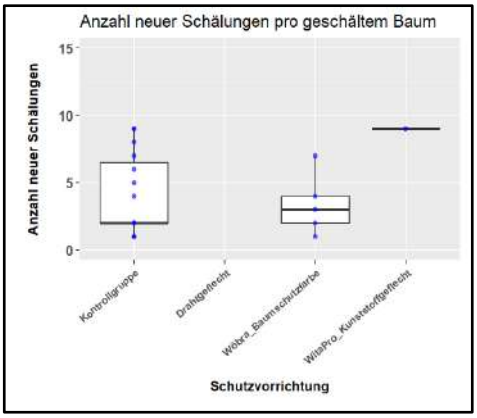


Abbildung 21: *Der Median ist die horizontale Linie, die Quartile sind die oberen und unteren horizontalen Begrenzungen der Box*

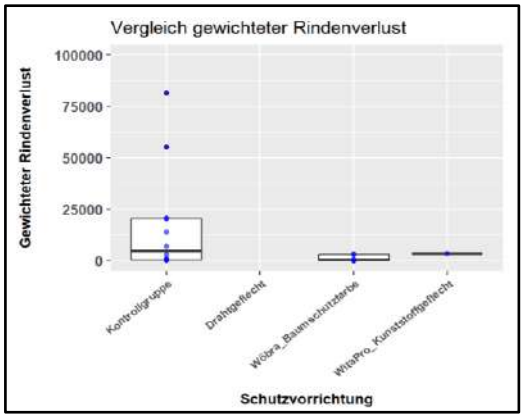


Abbildung 22: *Die Punkte stellen einzelne Werte dar*

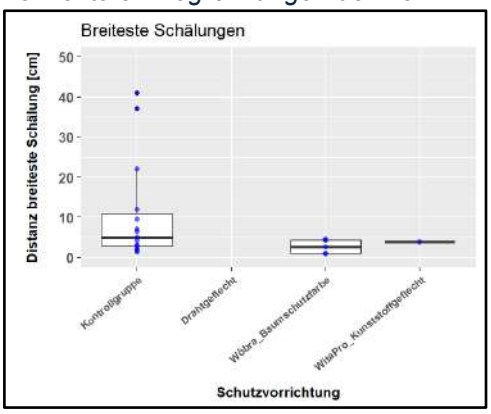


Abbildung 23: *Die vertikale Linie zwischen den Punkten wird Antenne oder Whiskers genannt*

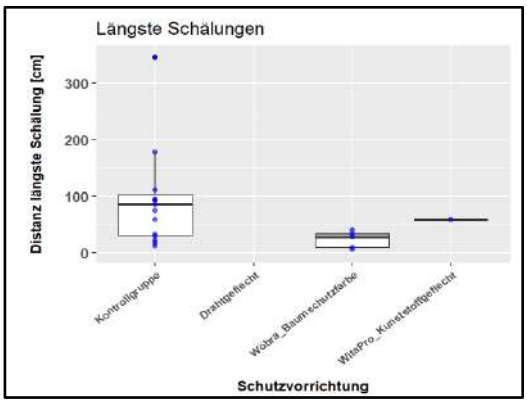


Abbildung 24: *Der Punkt ausserhalb der Antenne gilt als Ausreisser*

Die Vergleiche mit den anderen Schutzvorrichtungen, in Bezug auf die Schälparameter, habe ich nicht durchgeführt, da zu wenig Fälle vorhanden waren (Diagonaldrahtgeflecht = 0 ; WitaPro = 1). Bei der ungeschützten Kontrollgruppe habe ich die grössten Schäldimensionen festgestellt, mit einem Median der Schällänge von 85 cm, der Schälbreite von 5 cm und insgesamt 61 neuen Schälungen (Tabelle 3). Auch bei den Medianwerten für die Distanz von Boden bis zur Oberkante der höchsten Schälung (156 cm) und den gewichteten Rindenverlust (13'875) wies die Kontrollgruppe die auffälligsten Werte auf (Tabelle 3).

Tabelle 3 *Die Schälparameter mit den Medianwerten der einzelnen Schutzvorrichtungen sowie der ungeschützten Kontrollgruppe*

Erhobene Schälparameter	**Kontrollgruppe**	**Diagonal-drahtgeflecht**	**Wöbra**	**WitaPro**
Längste Schälung [cm] Median	85	-	28	(59.0)
Breiteste Schälung [cm] Median	5	-	2.6	(3.9)
Anzahl neuer Schälungen Gesamtanzahl pro Vorrichtung	61	0	17	(9)
Distanz Boden bis Unterkante Schälung Median [cm]	36	-	33	(50)
Distanz Boden bis Oberkante Schälung Median [cm]	156	-	102	(109)
Durchmesser bei breitester Schälung Median [cm]	5	-	4	(4.6)
Gewichteter Rindenverlust Median [ohne Einheit] *(Schälbreite^3 x Schällänge)*	13’875	-	492	(3’500)

3.2 Kostenaufwand der verschiedenen Schutzvorrichtungen

Der Zeitaufwand für den Einzelbaumschutz hängt massgeblich von der Zugänglichkeit der Bäume, des Transportweges, der Stammvorbereitung und der gewählten Schutzvorrichtung ab. Je näher ein Baum an einer gut zugänglichen Stelle liegt, desto effizienter gestaltet sich der Materialtransport. Leichte Schutzsysteme, wie Farbanstriche, lassen sich einfach per Hand transportieren, während sperrige Geflechte mehr Aufwand verursachen. Diese müssen zudem vor Ort individuell zugeschnitten und angepasst werden. Die Vorbereitung des Stammes beeinflusst den Zeitbedarf ebenfalls: Starke Verschmutzungen oder Moosbewuchs erfordern mehr Zeitaufwand beim Farbanstrich, da dieses entfernt werden muss, um die Farbhaftung zu gewährleisten (Abbildung 13). Geflechte hingegen können unabhängig vom Mooszustand angebracht werden. Die Montagezeit wirkt sich in Bezug auf den Stammdurchmesser und die Vorrichtung unterschiedlich aus: Bei Geflechten verlängert sich lediglich das Abrollen des Materials, bei der Baumschutzfarbe steigt der Aufwand durch die grössere zu behandelnde Fläche stark an. Besonders bei rauer Rinde mit erhöhtem Farbverbrauch. Die während der Feldarbeit erfassten Zeitdaten (Tabelle 4) basieren auf routinierten Abläufen. Ich habe sie erst nach einer Einarbeitungsphase bei den letzten 45 der 260 Bäume erhoben, um einen

eingespielten Montagevorgang zu simulieren (Anhang B). Ebenso habe ich weder den Dokumentationsaufwand noch die Distanz zwischen Fahrzeug und Baum berücksichtigt, da dies in der forstlichen Praxis kaum relevant ist und mein Untersuchungsziel auf dem Montageaufwand am Baum selbst lag. Der Stundenansatz basiert auf der Rücksprache mit Damian Wyrsch (Persönliche Kommunikation gemäss Email vom 14.03.2025).

Tabelle 4: Der zeitabhängige Kostenaufwand der einzelnen Schutzvorrichtungen (ohne Material).

Schutzvorrichtung	**Schutz-vorrichtung** [Stk.]	**Stamm-durchmesser** Ø [cm]	**Zeitaufwand** Ø [min]	**Kosten** Ø h x Fr. 55.–
Diagonaldrahtgeflecht	13	11.29	**05:11**	**Fr. 4.75**
Wöbra	18	10.39	**05:15**	**Fr. 4.81**
WitaPro	14	11.62	**03:47**	**Fr. 3.47**
Gesamt	45	11.02	**04:48**	**Fr. 4.34**

Den finanziellen Aufwand habe ich praxisnah in einer Kostenrechnung dargestellt (Tabelle 5), um den forstlichen Fachpersonen eine ökonomische Vergleichsbasis aufzuzeigen. Grundlage der Berechnungen bilden die ermittelten Stammdimensionen, der Zeitaufwand, (Tabelle 4) der betriebsinterne Stundenansatz sowie die materialbezogenen Einzelpreise und -mengen. Bei der Berechnung der Kosten pro Schutzvorrichtung habe ich anhand des Stammdurchmessers die zu schützende Fläche bestimmt (2 m Stammhöhe) und anschliessend mit den Materialkosten pro m^2 verrechnet (Tabelle 5). Darauffolgend habe ich den Montageaufwand addiert, was in den Gesamtkosten pro Baum und Schutzvorrichtung resultiert (Tabelle 5).

Tabelle 5: Die Beschaffungs- und Montagekosten der Schutzvorrichtungen

Parameter	**Diagonaldrahtgeflecht**	**Wöbra**	**WitaPro**
Stammdurchmesser pro Variante Ø [cm]	**11.29**	**10.39**	**11.02**
Montageaufwand Ø Fr.-/Baum Montagezeit x Stundentarif Fr. 55.- (intern Forstbetrieb)/h	**05:11 x Fr. 55.– /h = Fr. 4.75**	**05:15 x Fr. 55.– /h = Fr. 4.81**	**03.47 x Fr. 55.– /h = Fr. 3.47**
Materialpreis Kosten pro m^2	**Fr. 4.36***	**Fr. 9.54****	**Fr. 1.65*****
Materialbedarf pro Baum Ø m^2 (Umfang [m] x Höhe [m])	**0.71**	**0.65**	**0.69**
Gesamtmaterialkosten Materialbedarf x Materialpreis	**Fr. 4.36 x 0.71m^2 = Fr. 3.10**	**Fr. 9.54 x 0.65m^2 = Fr. 6.20**	**Fr. 1.65 x 0.69m^2 = Fr. 1.13**
Gesamtkosten pro Baum	**Fr. 7.85**	**Fr. 11.01**	**Fr. 4.60**

*Preis Dezember 2024: Fr. 109.-/ 25m^2 ; **Preis Dezember 2024: Fr. 99.90 / 5 Kilogramm, Verbrauch laut Hersteller (0.628m^2 / 300g); ***Preis Dezember 2024: Fr. 330.- / 200m^2

3.3 Praktische Aspekte zur Anbringung der Schutzvorrichtungen

Diagonaldrahtgeflecht

Die Montage des Diagonaldrahtgeflechts verlief dank der einfachen Fixierung mit Zaunringklammern praxisnah und zügig. Aufgrund des hohen Gewichts der Rollen war es jedoch notwendig, das Geflecht in zwei 1-Meter-Bahnen zu verarbeiten. Das erschwerte die Handhabung insbesondere in unwegsamem Gelände, da ich zweimal ein passendes Stück zuschneiden musste, was mit zusätzlichem Zeitaufwand und einer erhöhten Menge an benötigten Zaunringen verbunden war. Ein klarer Vorteil des Geflechts liegt darin, dass keine aufwändige Vorbereitung des Stamms notwendig ist, solange keine störenden Äste vorhanden sind. In solchen Fällen konnte ich das Geflecht direkt nach dem Zuschneiden anbringen. Nach der Montage sitzt es sehr stabil und verrutscht kaum. Ich habe darauf geachtet, dass keine scharfen Drahtenden hervorstehen, da sonst eine Verletzungsgefahr für Mensch und Tier besteht. Wegen des eng anliegenden Kontakts mit der Rinde ist eine regelmässige Kontrolle erforderlich, um ein Einwachsen des Geflechts zu verhindern. Solche Fälle wurden unter anderem im Tierpark Dählhölzli festgestellt (Persönliche Kommunikation am 18.02.2025 mit Hansjürg Bähler, Gruppenleiter und Tierpfleger im Tierpark Dählhölzli). Ein Überwuchern durch das Dickenwachstum kann die Stoffflüsse im Baum behindern und langfristig die Leitungsbahnen schädigen (Baum et al., 2001). Dies stellt nicht nur ein Risiko für die Vitalität des Baumes dar, sondern auch eine erhebliche Gefahr für Waldarbeiter bei der Holzernte und -verarbeitung. Das bedeutet, dass die Geflechte regelmässig kontrolliert werden müssen und so hohe Kosten entstehen. Auf diese Problematik wiesen mich mehrere erfahrene Forstfachpersonen hin. (Rundgang mit Damian Wyrsch, Betriebsleiter Forst, Forstrevier Adliswil-Rüschlikon-Kilchberg ZH am 04.11.2024 in Adliswil, und am 08.01.2025 im Wisentgehege Welschenrohr; Manuel Meroni, angehender Nachfolger von Damian Wyrsch am 23.04.2025 in Welschenrohr). Ein weiterer potenzieller Risikofaktor betrifft das mögliche Verfangen von Wildtieren mit Geweih oder Hörnern im Geflecht. Damian Wyrsch und Hansjürg Bähler wiesen mich auf dieses Risiko hin, obwohl bisher keine entsprechenden Vorfälle bekannt sind (Rundgänge mit Damian Wyrsch, Betriebsleiter Forst, Forstrevier Adliswil-Rüschlikon-Kilchberg ZH am 04.11.2024 in Adliswil und Hansjürg Bähler, Gruppenleiter und Tierpfleger im Tierpark Dählhölzli am 18.02.2025). In meiner Untersuchung konnte ich ebenfalls keine solchen Ereignisse beobachten.

Wöbra-Baumschutzfarbe

Ich habe den Wöbra-Farbanstrich als besonders handliche Lösung empfunden, vor allem an schwer zugänglichen Standorten. Der Materialtransport gestaltet sich unkompliziert, da lediglich eine Bürste, eine Pflasterkelle, ein Pinsel und ein Farbeimer erforderlich sind. Die Anwendung ist jedoch stark von den Witterungsverhältnissen abhängig: Bei Regen oder Temperaturen unter 8 °C haftet die Baumschutzfarbe unzureichend (Sintagro, 2025) und kann abgetragen werden. Dies habe ich versuchsweise auch getestet: Sie haftet unter diesen Bedingungen sehr schlecht und wird je nach Regenintensität vollständig abgewaschen. Auch die Rindenstruktur beeinflusst die Farbhaftung deutlich. Auf rauer Rinde lässt sich der Anstrich besser auftragen und bleibt haften, während glatte Rinde dazu neigt, die Farbe abperlen zu lassen. Grobe Rindenoberflächen führen zu einem erhöhten Farbverbrauch, was sich negativ auf die Materialkosten pro Baum auswirkt. Ein weiterer Aspekt, der praxisrelevant ist, betrifft

den im Anstrich enthaltenen Quarzsand. Dieser führt bei Fällarbeiten zu verstärktem Verschleiss der Motorsägekette. Aus diesem Grund sollte die Wöbra-Baumschutzfarbe vor dem Fällen entfernt werden. Den erhöhten Verschleiss der Kette durch quarzhaltige Anstriche habe ich selbst bereits im Gartenbau festgestellt.

WitaPro-Kunststoffgeflecht

Das Kunststoffgeflecht WitaPro erwies sich insbesondere in unwegsamem Gelände als vorteilhaft in Bezug auf Transport und Handhabung, da eine 100-Meter-Rolle lediglich 16 kg wiegt. Ich konnte das Geflecht als durchgehende 2-Meter-Bahn anbringen, wobei es sich aufgrund seiner Elastizität gut an die Stammform anpasst. Diese Flexibilität erfordert jedoch regelmässige Kontrollen, da das Geflecht bei unzureichender Spannung verrutschen oder von der Baumrinde überwuchert werden kann. Fixierungsprobleme traten insbesondere bei kleinen Stammdurchmessern auf. Wie beim Diagonaldrahtgeflecht stellt auch hier eingewachsenes Geflechtsmaterial bei Fällarbeiten ein potenzielles Sicherheitsrisiko dar. Die begrenzte Reissfestigkeit des Kunststoffs wirkt sich in diesem Zusammenhang positiv aus, da das Material der Motorsägenkette weniger Widerstand bietet als verzinkter Draht. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sich verfangene Tiere mit höherer Wahrscheinlichkeit selbst befreien können, als beim massiveren Diagonaldrahtgeflecht.

Insgesamt zeigen alle drei getesteten Vorrichtungen spezifische Vor- und Nachteile in der praktischen Anwendung. Während das Draht- und das Kunststoffgeflecht durch mechanische Stabilität überzeugen, erfordern sie einen höheren Aufwand bei Montage, Kontrolle und Sicherheit. Der Wöbra-Anstrich ist einfacher in der Handhabung, bringt jedoch witterungsabhängige Einschränkungen mit sich.

4 Gesamtbewertung der Schutzvorrichtungen im Vergleich

Zur ganzheitlichen Bewertung der Schutzvorrichtungen habe ich eine gewichtete Multikriterienanalyse erstellt, die als Entscheidungsgrundlage für den Praxiseinsatz dient und die einzelnen Kriterien gegenüberstellt. Ich habe die Gewichtung der Kriterien auf Grundlage eigener Einschätzungen und praxisrelevanter Faktoren vorgenommen (Tabelle 6). Dabei habe ich auch Rückmeldungen von Experten aus Forst sowie zoologischer Einrichtungen berücksichtigt. Eine objektive Gewichtung war mir aufgrund begrenzter Daten nicht möglich, wurde aber möglichst transparent gestaltet. Die Gewichtungen lassen sich individuell konfigurieren, sodass die Berechnungen je nach Projekt angepasst und die geeignetste Schutzvorrichtung ermittelt werden kann.

Tabelle 6: Der Kriterienkatalog und die Gewichtung der Multikriterienanalyse

Kriterium	Gewichtung [%]	Begründung
Wirksamkeit	20%	Die Schutzvorrichtung muss effektiv vor Schälungen durch Wisente schützen. Ansonsten macht die Schutzvorrichtung keinen Sinn. Dabei bezieht sich die Gewichtung auf die in der Arbeit erzielten Resultate.
Montageaufwand	15%	Der Montageaufwand soll so klein wie möglich sein, um die Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten. Das Material sollte handlich, gut transportierbar und einfach anzubringen sein. Dabei umfasst die Montage auch den Zeitaufwand für das Anbringen des Schutzes.
Unterhaltsaufwand	15%	Möglichst wenig Arbeitsstunden am Baum. Unterhaltsarbeiten sind wiederkehrende Arbeiten und sollten so gut wie möglich vermieden werden. Dieses Kriterium basiert auf Einschätzungen aus eigenen Erfahrungen aus dem Gartenbau und Feldversuch.
Lebensdauer	10%	Je länger die Lebensdauer, desto länger ist die Schutzwirkung gewährleistet. Bei langer Lebensdauer sind weniger Arbeiten und weniger Neuanschaffungen notwendig. Bezug wird auf das Material und die Herstellerangaben gemacht.
Widerstandsfähigkeit	10%	Der Schutz muss widerstandsfähig sein, da die Tiere mit viel Kraft vorgehen. Ist das Material zu schwach, kommt es einem Nicht-Schutz gleich. Wird anhand eigener Erfahrung und Experteneinschätzung bewertet (Persönliche Mitteilung von Damian Wyrsch vom 04.11.24 und 08.01.2025 und Hansjürg Bähler am 18.02.2025).
Beschaffungskosten	10%	Die Beschaffungskosten sollten so klein wie möglich sein. Die Bewertung erfolgt anhand der Beschaffungskosten pro Baum. (Tabelle 5)

Umweltverträglichkeit	5%	Das Schutzmaterial stellt im Wald einen Fremdkörper dar und soll die Umwelt nicht belasten. Bewertung anhand Herstellerangaben.
Wiederverwendbarkeit	5%	Die Wiederverwendbarkeit des Materials hält die Kosten tief und verhindert Neuanschaffungen Eigene Einschätzung, ergänzt mit Experten-Rückmeldungen (Persönliche Mitteilung von Damian Wyrsch vom 04.11.2024).
Sicherheit für Tiere	5%	Die Tiere sollten sich an den Schutzvorrichtungen nicht verletzen und verfangen können. Eigene Erfahrungen und Experteneinschätzungen (Persönliche Rückmeldungen von Hansjürg Bähler vom 18.02.2025 und Damian Wyrsch vom 04.11.2024).
Sensorik	5%	Die sensorische Wirkung sollte Mensch und Tier nicht beeinflussen. Tiere dürfen in ihrem Verhalten nicht gestört werden. Die Einschätzung erfolgte anhand eigener Beobachtungen sowie mit Unterstützung eines Tierpflegers (Persönliche Kommunikation von Hansjürg Bähler bei Rundgang im Tierpark Dählhölzli am 18.02.2025).
Gesamt	**100%**	

Die unterschiedlichen Kriterien habe ich anschliessend in einem Punktesystem unterteilt (Tabelle 7), um die einzelnen Punkte nachvollziehbar zuzuordnen.

Tabelle 7: Punktekriterien, die mit der Gewichtung verrechnet werden

Kriterium	**Bewertungsbasis**	**3 Punkte (Sehr gut)**	**2 Punkte (mittel)**	**1 Punkt (schlecht)**
Wirksamkeit	Unversehrte Bäume [%]	> 90 %	> 80 %	< 80 %
Montageaufwand	Zeit pro Baum [min]	< 4 min	4 – 5 min	> 6 min
Unterhaltsaufwand	Monate ohne Kontrolle	> 24 Monate	12 – 24 Monate	< 12 Monate
Lebensdauer	Jahre bis Ersatz	> 10 Jahre	5 – 9 Jahre	< 5 Jahre
Widerstandsfähigkeit	Selbstgemachter Beschädigungstest (Reiss- und Kratztest)	stabil	mittlere Stabilität	wenig stabil
Beschaffungskosten	Kosten pro Baum anhand (Tabelle 5)	< Fr. 2.–	Fr. 2 – 5.–	> Fr. 5.-
Umweltverträglichkeit	Materialeigenschaften	biologisch abbaubar	bedingt abbaubar	nicht abbaubar
Wiederverwendbarkeit	Material und Anbringung	mehrmals verwendbar	zweimal verwendbar	einmal verwendbar
Sicherheit für Tiere	Verletzungsrisiko	kein Risiko	geringes Risiko	erhöhtes Risiko
Sensorik	Fremdwirkung im Wald	unauffällig	leicht auffällig	auffällig

WitaPro erreicht mit einer Gesamtpunktzahl von 2.45 die höchste Bewertung unter den geprüften Schutzvorrichtungen, gefolgt vom Diagonaldrahtgeflecht mit 2.25 Punkten (Tabelle 8). Beide Systeme schneiden insbesondere bei Wirksamkeit und Montageaufwand gut ab (Tabelle 8). Wöbra erzielt mit 1.65 die tiefste Bewertung, was vor allem auf die negativ beurteilten Werte in Lebensdauer, Beschaffungskosten und Wiederverwendbarkeit zurückzuführen ist. (Tabelle 8) Die Resultate weisen WitaPro als insgesamt geeignetste Lösung aus. (Tabelle 8)

Tabelle 8: Die Punktzahl- und Gesamteinschätzung der Multikriterienanalyse

Parameter	**Gewichtung** [%]	**Diagonal-drahtgeflecht**	**Wöbra**	**WitaPro**
Wirksamkeit	20	3	2	3
Montageaufwand	15	2	2	3
Unterhaltsaufwand	15	1	2	2
Lebensdauer	10	3	1	2
Widerstandsfähigkeit	10	3	1	2
Beschaffungskosten	10	2	1	3
Umweltverträglichkeit	5	1	2	1
Wiederverwendbarkeit	5	3	1	2
Sicherheit für Tiere	5	2	3	2
Sensorik	5	2	1	3
Gesamteinschätzung	**100**	**2.25**	**1.65**	**2.45**

5 Diskussion

Bewertung der Schutzwirkung im Kontext niedriger Schälintensität

Die vorliegende Bachelorarbeit zeigt, dass Schutzvorrichtungen wirksam Rindenschälungen durch Wisente an Einzelbäumen verhindern. Von den insgesamt 260 untersuchten Bäumen (davon 195 geschützt) wiesen lediglich 21 Schälungen auf, davon nur 6 an Bäumen mit installierter Schutzvorrichtung. Aufgrund der geringen Schälrate war ein repräsentativer Vergleich der Schutzwirkung zwischen den einzelnen Schutzvorrichtungen nicht möglich. Es stellt sich daher die Frage, ob die Schutzvorrichtungen tatsächlich so effektiv waren oder ob der insgesamt niedrige Schäldruck den entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis hatte.

Ich gehe davon aus, dass die insgesamt niedrige Schälrate auf mehrere Einflussfaktoren zurückzuführen ist. Einerseits war die Untersuchungsdauer mit vier Monaten relativ kurz, wodurch saisonale oder längerfristige Schälaktivitäten möglicherweise nicht erfasst wurden. Andererseits war der Schäldruck im Frühjahr 2025 offenbar geringer als im Vorjahr. Dies lässt sich unter anderem durch die niederschlags- und schneearme Witterung in den Monaten Januar bis April in Welschenrohr erklären (Wetterwerte, 2025). Da das Schälverhalten bei Wisenten mit der Schneehöhe korreliert (Baraniewicz & Perzanowski, 2015), gehe ich davon aus, dass die milden Bedingungen zu einer insgesamt reduzierten Schälaktivität führten. Auch die Merkmale der untersuchten Bäume könnten das Ergebnis beeinflusst haben: Viele Bäume wiesen Stammdurchmesser zwischen 2.5 und 22 cm auf, wobei der bevorzugte Bereich von 7 bis 10 cm nur teilweise abgedeckt wurde. Die Auswahl von Bäumen ausserhalb des bevorzugten Stammdurchmessers war notwendig, um eine ausreichende Stichprobengrösse zu erreichen. Dies hat die Wahrscheinlichkeit für Schälungsereignisse womöglich zusätzlich reduziert. Ein weiterer möglicher Einflussfaktor auf die reduzierte Schälaktivität sind die Holzarbeiten im November 2024 (Persönliche Kommunikation vom 04.01.2025 mit Benjamin Brunner, Wisent-Ranger Projekt Wisent Thal). Der dabei am Waldeingang und in unmittelbarer Nähe zur Fütterungsstelle angelegte Asthaufen wurde von den Wisenten intensiv genutzt, da zahlreiche darin enthaltene Stämme deutliche Schälspuren zeigten. Aus meiner Sicht hat dieses zusätzliche und leicht zugängliche Nahrungsangebot das Schälverhalten beeinflusst und die Schälaktivität im übrigen Gehege verringert. Diese künstlich geschaffene Struktur beziehe ich daher als potenziellen Störfaktor in die Bewertung des natürlichen Schälverhaltens mit ein.

Die in meinem Versuch gemessene Schälrate von 8 % (21 von 260 Bäumen) innerhalb von vier Monaten lässt sich nicht auf den Gesamtwald übertragen, da ich gezielt stark schälgefährdete Bäume ausgewählt habe. Zum Vergleich: In der Studie von Manohar (Manohar, 2024) lag die Schälquote über sieben Monate bei 2.7 % (76 von 2805 Bäumen). Auch wenn der Unterschied von 5.3 % gering erscheinen mag, bestätigt er mein methodisches Vorgehen und zeigt, dass meine Auswahl stark gefährdete Bäume umfasste. Ich habe die Schutzvorrichtungen unter gezielt erhöhtem Schälrisiko getestet, weshalb die Ergebnisse nicht auf grössere, weniger gefährdete Flächen übertragbar sind.

Ein weiterer Aspekt betrifft die räumliche Verteilung der geschützten Bäume: Entlang der am stärksten frequentierten Flächen (Abbildung 8) konnte ich nur wenige Bäume in den Versuch einbeziehen, da die am stärksten gefährdeten Baumarten entweder nicht vorhanden waren oder bereits eine so starke Schälung aufzeigten (>50 Prozent des Stammumfangs), dass sie

nicht den Kriterien für geeignete Bäume (Kap. 2.3.2) entsprachen und ich sie als nicht-schützenswert eingestuft habe. Zusätzlich musste ich Flächen mit stark schälgefährdeten Bäumen ausschliessen, da diese in eine parallel laufende wissenschaftliche Untersuchung eingebunden waren. Um eine Beeinflussung der dort erhobenen Daten zu vermeiden, war ein aktiver Eingriff nicht möglich. Zudem befanden sich einige der geschützten Bäume an Standorten, die von den Wisenten während des Untersuchungszeitraums nur selten aufgesucht wurden. Das könnte dazu geführt haben, dass ein Teil der Schutzvorrichtungen gar nie auf ihre Wirksamkeit «getestet» wurde, was die Aussagekraft der Ergebnisse und die Vergleichbarkeit der Vorrichtungen einschränkt. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die beobachtete Schutzwirkung tatsächlich auf die mechanische Barriere zurückzuführen ist. Es ist denkbar, dass optische oder geruchliche Eigenschaften der verwendeten Materialien eine abschreckende Wirkung hatten. Daher lässt sich nicht sagen, ob die Wisente aktiv abgewehrt wurden oder ob sie den Kontakt aus anderen Gründen mieden. Andererseits könnten die Vorrichtungen, speziell die auffallend weisse Baumschutzfarbe (Abbildung 15), die Tiere angelockt und deren Interesse geweckt haben. Angesichts dieser Überlegungen halte ich eine Langzeitstudie in einem räumlich stark eingegrenzten Gebiet, beispielsweise einem Zoogehege, für eine sinnvolle Ergänzung meiner Bachelorarbeit. In einer solchen Untersuchungssituation würde durch die reduzierte Baumanzahl und die konzentrierte Raumnutzung eine stärkere Belastung auf die Schutzvorrichtungen entstehen. Dadurch liessen sich potenzielle Unterschiede zwischen den Systemen klarer erfassen und auch die Rolle nicht-mechanischer Einflussfaktoren wie Geruch oder Sichtbarkeit gezielt untersuchen.

Situationsabhängige Aussagekraft der Multikriterienanalyse

Die Ergebnisse meiner Multikriterienanalyse zeigen Unterschiede zwischen den getesteten Schutzvorrichtungen. Das WitaPro-Kunststoffgeflecht erreichte mit 2.45 Punkten die höchste Bewertung. Es überzeugte insbesondere durch seine hohe Schutzwirkung, das geringe Gewicht, die einfache Handhabung und die niedrigen Kosten. Diese Vorteile sind jedoch aus meiner Sicht nicht in allen Einsatzgebieten gleichermassen relevant. In steilem, schwer zugänglichem Gelände kann selbst die Montage eines leichten Geflechts mit erheblichem Aufwand verbunden sein. Zudem muss das WitaPro-Kunststoffgeflecht, ebenso wie das Diagonaldrahtgeflecht, regelmässig kontrolliert werden, um ein Einwachsen oder Verrutschen zu verhindern. Beides kann potenziell Verletzungsrisiken für die Tiere mit sich bringen oder das Baumwachstum beeinträchtigen. Im Vergleich zu den anderen Schutzvorrichtungen wurde Wöbra in meiner Analyse mit 1.65 Punkten als am wenigsten geeignet bewertet, was vor allem auf praktische Einschränkungen und hohe Kosten zurückzuführen ist. Gleichzeitig zeigte die Schutzvorrichtung eine insgesamt gute Schutzwirkung, wobei die niedrigste Bewertung lediglich im relativen Vergleich zu den anderen getesteten Systemen resultierte. Wie bereits in der Bachelorarbeit von Kammholz (Kammholz, 2020) wurden auch in meiner Untersuchung Schälungen an Bäumen mit Wöbra-Baumschutzfarbe festgestellt. Dennoch halte ich Wöbra nicht grundsätzlich für ungeeignet: In steilem oder unwegsamem Gelände, wo der Einsatz mechanischer Schutzsysteme wie WitaPro-Kunststoffgeflecht oder Diagonaldrahtgeflecht mit erheblichem logistischem Aufwand verbunden ist oder nicht realisierbar erscheint, stellt der Anstrich aus meiner Sicht eine praktikablere Lösung dar. Die in meiner Untersuchung beobachtete hohe Schutzwirkung trotz vereinzelter Schälungen zeigt, dass Wöbra unter bestimmten Rahmenbedingungen ebenfalls eine wirksame und praxisnahe Lösung ist.

Frühzeitiger Schutz im Umgang mit Wisentvorkommen

Aus meiner Sicht ist der frühzeitige Schutz von Z-Bäumen, also jungen Zukunftsbäumen mit hoher forstlicher Bedeutung, ein weiterer entscheidender Faktor. Dabei ist nicht in erster Linie die Wahl der Schutzvorrichtung ausschlaggebend, sondern das rechtzeitige Handeln, insbesondere in Bereichen mit stark schälgefährdeten Baumarten. Im Projekt Wisent Thal, wo sich Wisente über längere Zeiträume in bestimmten Zonen aufhalten, halte ich einen gezielten und vorsorglichen Schutz dieser Bäume für besonders sinnvoll.

Auswirkungen zusätzlicher Fütterung auf das Raum- und Schälverhalten

Bei ausgewilderten oder freilebenden Wisenten ist es unwahrscheinlich, dass sie sich über einen vergleichbaren Zeitraum in einem so stark begrenzten Gebiet aufhalten wie im Gehege in Welschenrohr. Die Herde des Projekts Wisent Thal ist an ergänzende Fütterung und regelmässigen Kontakt mit Menschen gewöhnt. Daraus ergibt sich die berechtigte Frage, ob vollständig wildlebende Tiere ein anderes Raum- und Fressverhalten zeigen würden. Es ist denkbar, dass scheuere Tiere stärker in bewaldete Gebiete ausweichen, sich dort häufiger aufhalten und dadurch vermehrt schälen, da sie sich innerhalb dieser Strukturen intensiver bewegen als die an Menschen gewöhnten Wisente im Gehege Welschenrohr. Die Aufenthaltsanalyse (Abbildung 8) bestätigt die Tatsache, dass die stark begangenen Flächen nicht die schützenden Waldstrukturen, sondern vielmehr die offenen Wiesenflächen sind. Bei vergleichbarer menschlicher Präsenz gehe ich davon aus, dass sich wildlebende Wisentherden häufiger in bewaldete Bereiche zurückziehen und dort entsprechend vermehrt Schälungen verursachen würden.

Ohne ergänzende Fütterung würden Wisente voraussichtlich grössere Gebiete zur Nahrungssuche nutzen, da das natürliche Futterangebot begrenzt ist. Durch die ausgeweitete Raumnutzung könnten starke, lokal begrenzte Schälungen reduziert werden. Gleichzeitig könnte der Wegfall künstlicher Fütterung aber auch zu intensiverer Nahrungssuche im Wald führen und damit die Schälaktivität im gesamten Wald erhöhen. Eine zusätzliche Fütterung kann somit schälhemmend als auch schälfördernd wirken. In der Fachliteratur wird zudem der Einsatz von Fütterungsstellen als Ablenkung von Schälaktivitäten diskutiert (Kornder, 2011). In der Schweiz ist der Einsatz ergänzender Fütterung aus ökologischen und forstpolitischen Gründen umstritten. Risiken wie die Übertragung von Krankheiten, die Störung sozialer Strukturen und ein erhöhter Konkurrenzdruck an Fütterungsstellen sprechen gegen diese Massnahme. Fütterungsplätze im Wald könnten zudem lokal zu erhöhtem Schäldruck führen, da sich dort überdurchschnittlich viele Tiere auf engem Raum aufhalten (Kantonale Ämter Graubünden, 2017). Zudem ist die Wildtierfütterung gesetzlich stark eingeschränkt oder verboten, wobei kantonale Unterschiede bestehen (Bundesgesetz, 1986).

Schlussfolgerung

Die Bachelorarbeit zeigt, dass die untersuchten Schutzvorrichtungen wirksam gegen Schälungen durch Wisente sind, sich aber nicht signifikant voneinander unterscheiden. Aufgrund der niedrigen Schälintensität, der begrenzten Untersuchungsdauer sowie der gezielten Auswahl schälgefährdeter Bäume ist die Übertragbarkeit der Resultate auf andere Waldflächen jedoch nur eingeschränkt anwendbar und kritisch zu hinterfragen.

Die Multikriterienanalyse lieferte eine differenzierte Bewertung der Schutzvorrichtungen, muss jedoch kontextabhängig interpretiert werden. Während das WitaPro-Kunststoffgeflecht und das Diagonaldrahtgeflecht allgemein überzeugen, zeigte sich die Wöbra-Baumschutzfarbe trotz niedriger Punktzahl als praktikable Lösung für unwegsames Gelände. Die Bewertung einzelner Schutzvorrichtungen hängt somit stark von der Zugänglichkeit und den verfügbaren Ressourcen ab.

Langfristig ist eine gezielte Kombination aus dem frühzeitigen Schutz forstlich wertvoller Einzelbäume und standortspezifisch angepassten Schutzvorrichtungen sinnvoll. Für eine abschliessende Beurteilung der Wirksamkeit der getesteten Systeme sind ergänzende Langzeitstudien erforderlich, die unter höherem Schäldruck sowie bei höherer Tierdichte auf kleinerer Fläche durchgeführt werden als in dieser Bachelorarbeit. Nur unter solchen Voraussetzungen lassen sich Unterschiede in der Belastbarkeit und Effektivität der Schutzvorrichtungen verlässlich feststellen.

Insgesamt liefert diese Arbeit eine praxisorientierte Entscheidungsgrundlage für forstliche Fachpersonen und unterstützt das Ziel, eine Koexistenz von Waldwirtschaft und freilebenden Wisenten nachhaltig zu sichern.

6 Literaturverzeichnis

Aid infodienst. (2015). *Wildschäden am Wald* Abgerufen 14. Dezember 2025, von https://wald-wiki.de/_media/klima_u_fowi/waldschutz/biot_schaeden/wirbeltiere/schalenwild/wildschaeden_am_wald.pdf

Baraniewicz, M., & Perzanowski, K. (2015). Are Reintroduced Wisents a Threat to Mountain Forests? *Annales Zoologici Fennici*, *52*(5–6), 301–312. https://doi.org/10.5735/086.052.0505

Baum, S., Pöhler, E., Seubert, H., Weber, P., & Kupferschmid, A. (2001). *Holzkunde II,* Unterrichtsunterlagen ETH Zürich. Abgerufen 21. November 2024, von https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/147421/eth-26434-04.pdf

Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG) vom 20 Juni 1986, SR 922.0, Stand am 1. Februar 2025. https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1988/506_506_506/de

Bodmer, A. (2023). *Von den Wisenten zum Schälen ausgewählte Waldbäume im Projekt Wisent Thal* [Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft, ZHAW].

Cromsigt, J. P. G. M., Kemp, Y. J. M., Rodriguez, E., & Kivit, H. (2018). Rewilding Europe's large grazer community: How functionally diverse are the diets of European bison, cattle, and horses? *Restoration Ecology*, *26*(5), 891–899. https://doi.org/10.1111/rec.12661

Düggelin, C. (2019). *Feldaufnahme-Anleitung 2019,* Schweizerisches Landesforstinventar. Abgerufen 13. März 2025, von https://www.lfi.ch/media/documents/publikationen/anleitungen/LFI5_Feldanleitung_2019_23.03.2019.pdf

Fehér, Á., Szemethy, L., & Katona, K. (2016). Selective debarking by ungulates in temperate deciduous forests: Preference towards tree species and stem girth. *European Journal of Forest Research*, *135*(6), 1131–1143. https://doi.org/10.1007/s10342-016-1000-9

Feldbacher Handels GmbH. (2025). *Wita Pro Kunststoffzaun*. Abgerufen 14. November 2024, von https://feldbacher-handel.at/produkt/wita-pro-kunststoffzaun/

Gemeinde Welschenrohr-Gänsbrunnen. (O.J.). Gemeinde-Portrait. Abgerufen 11. März 2025, von https://www.welschenrohr.ch/ueses-dorf/portrait.html/148

Glover, R. (1947). The Wisent or European Bison. *Journal of Mammalogy*, *28*(4), 333–342. https://doi.org/10.2307/1375356

Google Maps. (2025). *Solmatt, 4716 Welschenrohr- Gänsbrunnen*. Abgerufen 18. Januar 2025, von https://www.google.com/maps/place/Solmatt,+4716+Welschenrohr-G%C3%A4nsbrunnen/@47.2762005,7.5421233,997m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x4791d9f8fb860cff:0x507b2044729f7e88!8m2!3d47.2772239!4d7.5442531!16s%2Fg%2F1tmbv0zq!5m1!1e2?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDMxMS4wIKXMDSoJLDEwMjExNDU1SAFQAw%3D%3D

Gottlieb, L., Schäfer, B. A., & Buttenschøn, R. M. (2024). European bison (Bison bonasus) increase plant species richness in forest habitats. *Forest Ecology and Management*, *561*, 121891. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121891

Jaroszewicz, B., Pirożnikow, E., & Sagehorn, R. (2009). Endozoochory by European bison (Bison bonasus) in Białowieża Primeval Forest across a management gradient. - Forest Ecology and Management. *Forest Ecology and Management*, *258*, 11–17. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.040

Josef Kressibucher AG. (o.J.). Preisliste. Abgerufen 28. Februar 2025, von https://www.kressibucher.ch/produkte/preisliste/

Kammholz, P. (2020). *Baumschäden durch Wisente* [Bachelorarbeit, Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, HAWK].

Kantonale Ämter Graubünden. (2017). *Kampagne Stop Wildtierfütterung* Abgerufen 05. Januar 2025, von https://stop-fuetterung.ch/

Kornder, R. (2011). *Einfluss von Reh- und Rotwildfütterung auf Verbiss- und Schälschäden* [Bachelorarbeit, überarbeitet, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen] https://www.oejv-bayern.de/onlineshop/brosch%C3%BCren-faltbl%C3%A4tter/einfluss-reh-rotwildf%C3%BCtterung/

Kuemmerle, T. (2019). *Potenzielle Lebensräume für Elch und Wisent in Mitteleuropa*. Die Unterrichtsunterlagen der Humboldt-Universität zu Berlin wurden für die Fachtagung Wisent und Elch in Brandenburg 2019 verwendet. https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Vortrag_T.K%C3%BCmmerle_HUB.pdf

Landi Schweiz AG. (o.J.). Diagonalgeflecht. Abgerufen 28. Dezember 2024, von https://www.landi.ch/shop/anzucht_101301/diagonalgeflecht-1-0-25-m_31408?srsltid=AfmBOopx-z9oz-ksGI7idcaEQhPESL9FFLnEUV6dU-MeriTiYbDDK-Zi

Lebensraumtypologie nach Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S., & Vust, M. (2015). *Zahnwurz-Buchenwald.* Abgerufen 19. November 2024, von https://www.infoflora.ch/de/lebensraeume/typoch/6.2.4-zahnwurz-buchenwald.html

Manohar, N. (2024). *Debarking habits of Bison bonasus in the Wisent Thal Project.* [Masterarbeit, Eidgenössische Technische Hochschule, ETH Zürich].

Petrak, M. (2024): *Wisent, Bison bonasus.* Atlas der Säugetiere Nordrhein-Westfalens. Abgerufen 07. November 2024, von https://www.saeugeratlas-nrw.lwl.org/art/Wisent/de

Plumb, G., Kowalczyk, R. & Hernandez-Blanco, J.A. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species 2020: Bison bonasus*. Abgerufen 09. November 2024 von https://www.iucnredlist.org/species/2814/45156279

Projekt Wisent Thal. (2024). *Projektbeschreibung.* Abgerufen 07. November 2024, von https://www.wisent-thal.ch/wp-content/uploads/2024/05/Projektbeschreibung-20240415_D.pdf

Projekt Wisent Thal. (o. J.). *Beinahe ausgerottet, immer noch bedroht.* Abgerufen 07. November 2024, von https://www.wisent-thal.ch/projekt-wisent-thal/beinahe-ausgerottet/

Schweizerische Eidgenossenschaft. (2024). *Map.geo.admin, Topografie.* Abgerufen 10. November 2024, von https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=de&center=2608030.3,1236155.69&z=8.695&topic=swisstopo&crosshair=bowl,2601015.3,1197470.7&layers=ch.swisstopo.swisssurface3d-reliefschattierung-multidirektional;ch.swisstopo.swissalti3d-reliefschattierung;ch.swisstopo.hangneigung-ueber_30&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&featureInfo=default&catalogNodes=swisstopo,1459,15073

Sintagro AG. (2013). *EG-Sicherheitsdatenblatt Wöbra.* Abgerufen 28. Februar 2025, von https://www.sintagro.ch/images/stories/Sicherheitsdatenblaeter/wbra_d.pdf

Sintagro AG. (2024). *Wöbra Online-Verkauf*. Abgerufen 2. April 2025, von https://www.sintagro.ch:443/de/produkte-sintagro-ag/haus-und-garten/fernhaltung-von-tieren-wildtieren/woebra-detail.html

Staat Freiburg. (2017). *Konzept Biber Freiburg.* Abgerufen 31. März 2025, von https://www.infofauna.ch/sites/default/files/files/publications/concept_castor_fribourg_de.pdf

Sun, X., Sitters, J., Ruytinx, J., Wassen, M., & Olde Venterink, H. (2024). Microbial community composition in the dung of five sympatric European herbivore species. *Ecology and Evolution*, *14*. https://doi.org/10.1002/ece3.11071

Wetterwerte (2025). *Wettervergleich, Dünnern Welschenrohr*. Abgerufen 31. Mai 2025, von https://www.wetterwerte.ch/box/index.php?id=600038&zeitraum=monat&yyyy=2024&mm=01&dd=&param=pcp&lang=de

Witasek PflanzenSchutz GmbH. (0.J.). Gebrauchsanweisung Wöbra. Abgerufen 28. Februar 2025, von https://wald-wiki.de/_media/klima_u_fowi/waldschutz/biot_schaeden/wirbeltiere/schalenwild/woebra-beschreibung_witasek2016.pdf

Wyrsch, D. (2021). Schälschutz für die Eibe. *Zürcher Wald 4/2021,* 38-40.

7 Anhangsverzeichnis

Anhang A: Feldprotokoll
Anhang B: Anbringungszeiten der einzelnen Schutzvorrichtungen
Anhang C: Aufenthaltsstandorte GPS
Anhang D: ArcGIS Pro Vorgehensweise und Skript
Anhang E: Statistik, RStudio Code und Excel- Zufallsgenerator
Anhang F: Eigenständigkeitserklärung
Anhang G: Rohdatentabelle Excel

Anhang A

Feldprotokoll

Bachelorarbeit Einzelbaumschutz Wisent
Patrick Münger

Baumnummer ID	**Datum Schutzanbringung** Tag: ☐ Dezember 2024 ☐ Januar 2025
Koordinaten °N °E	**Baumart mit Code** ☐ Fraxinus excelsior (1) ☐ Acer pseudoplatanus (2) ☐ Ulmus glabra (3)
Brusthöhendurchmesser (BHD) 130 [cm] ab Boden cm	**Schutzvorrichtung mit Code** ☐ Drahtgeflecht (10) ☐ WÖBRA Baumschutzfarbe (20) ☐ WitaPro Kunststoffgeflecht (30) ☐ Kontrollgruppe (40)
Datum Schadenaufnahme Tag: ☐ April 2025 ☐ Mai 2025	**Bereits vorhandene Schäden vor Schutzanbringung?** ☐ Ja ☐ Nein Wenn ja, Fotonummer:
Anzahl neue Schälungen (Stk.)	**Distanz Boden bis UK Schälung [cm]** cm
Distanz Boden bis OK Schälung [cm] cm	**Distanz breiteste Schälung [cm]** cm
Distanz längste Schälung [cm] cm	**Durchmesser an breitester Schälung [cm]** cm
Beschädigungen oberhalb/unterhalb Schutzvorrichtung? ☐ Ja ☐ Nein Wenn ja, Fotonummer:	**Abstand zu Wald-/Wegrand [m]** m
Bemerkungen:	

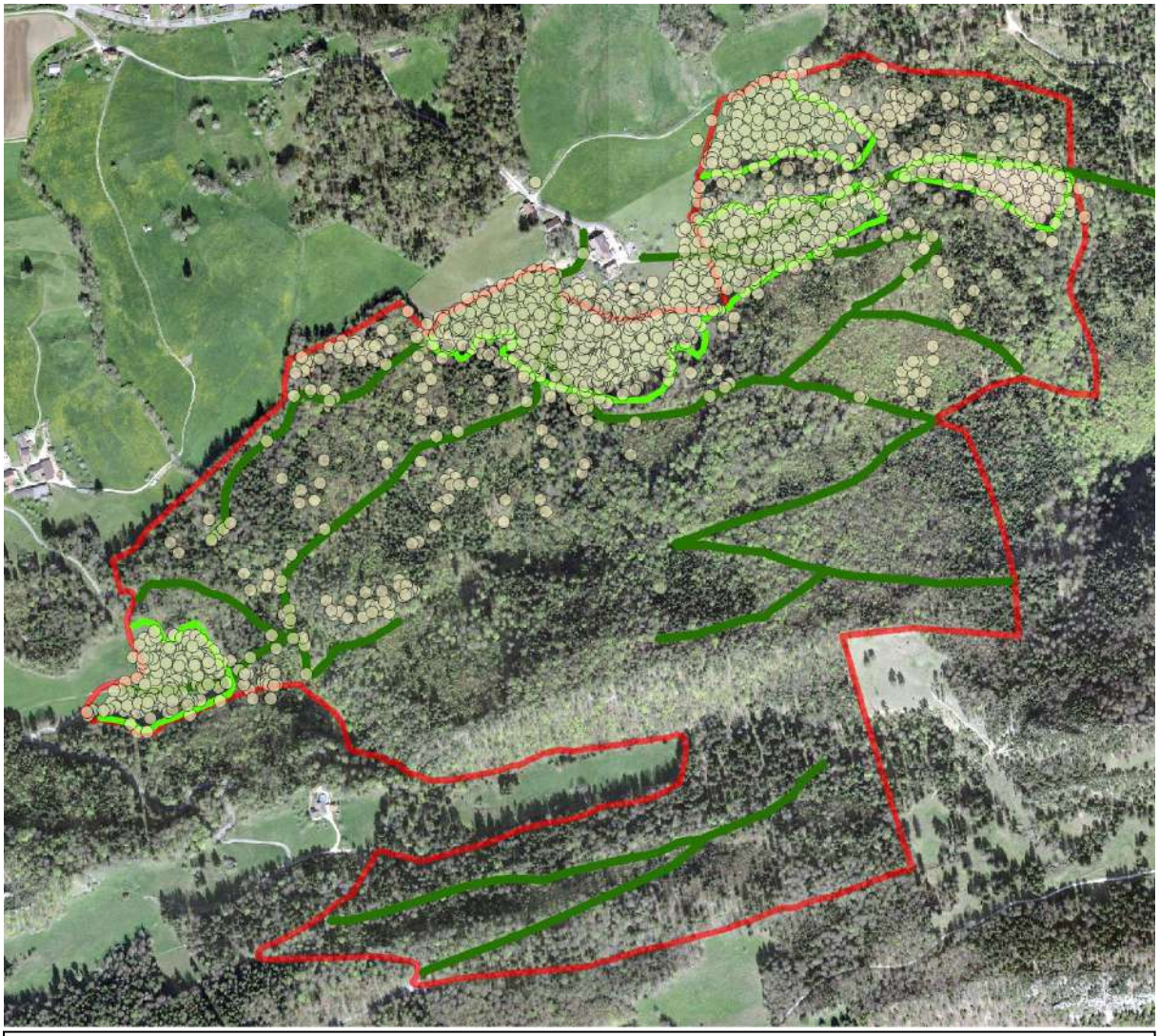
Anhang B

Anbringungszeiten der einzelnen Schutzvorrichtungen

Baum_ID	Schutzvorrichtung	Baumart	Durchmesser in [cm]	Zeit in min:sek
72	Kunststoffgeflecht	Fraxinus_excelsior	7	3.32
201	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	9	4.58
202	Anstrich	Ulmus_glabra	10	5.14
205	Drahtgeflecht	Ulmus_glabra	8	4.39
206	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	12	4.16
207	Drahtgeflecht	Ulmus_glabra	12	6.03
209	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	11	6.08
211	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	10	4.31
212	Anstrich	Fraxinus_excelsior	9	5.24
213	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	12	5.03
215	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	10	5.22
217	Kunststoffgeflecht	Fraxinus_excelsior	15	4.39
218	Drahtgeflecht	Fraxinus_excelsior	14	6.19
220	Kunststoffgeflecht	Fraxinus_excelsior	18	2.30
221	Kunststoffgeflecht	Fraxinus_excelsior	18	6.01
222	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	15	3.42
223	Anstrich	Fraxinus_excelsior	17	6.53
226	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	14	4.25
227	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	20	5.58
228	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	14	7.58
230	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	16	4.32
231	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	18	8.57
232	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	18	3.50
233	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	13	5.02
234	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	16	2.55
237	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	5	2.07
238	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	6	2.10
239	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	7	4.26
241	Anstrich	Fraxinus_excelsior	8	5.18
242	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	5	3.07
243	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	5	3.31
244	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	8	4.41
245	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	6	6.04
246	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	6	3.31
248	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	6	4.11
249	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	6	5.47
250	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	10	6.03
251	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	9	5.14
253	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	6	3.39
254	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	7	5.54
255	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	9	5.28
256	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	8	5.57
258	Anstrich	Acer_pseudoplatanus	13	6.05
259	Kunststoffgeflecht	Acer_pseudoplatanus	9	4.17
260	Drahtgeflecht	Acer_pseudoplatanus	13	6.30

Anhang C

Aufenthaltsstandorte GPS (01.11.2023-01.05.2024)



- rot: Projektperimeter
- dunkelgrün: Waldwege
- hellgrün: Waldränder
- Punkte: Aufenthaltsstandorte der zwei besenderten Wisente zwischen 01.11.2023 und 01.05.2024
- Datenquelle: Projektintern (Projekt Wisent Thal) über *inventa.vectronic-wildlife*
- Verarbeitet: ArcGISPro

Anhang D

ArcGIS Pro Vorgehensweise und Skript

Orthofotos SWISSIMAGE 10 importieren

Heruntergeladen von:
https://www.swisstopo.admin.ch/de/orthobilder-swissimage-10-cm

Befehle auf Online-Plattform: DOWNLOAD -> AUSWAHL DURCH POLYGON -> die vier Datensätze bei der Sollmatt ausgewählt und heruntergeladen

swissimage-dop10_2024_2608-1236_0.1_2056.tif
swissimage-dop10_2024_2608-1235_0.1_2056.tif
swissimage-dop10_2024_2607-1236_0.1_2056.tif
swissimage-dop10_2024_2607-1235_0.1_2056.tif

Einfügen in ArcGISPro

Befehle: DRAG AND DROP in Karte

Projektperimeter und Wege einfügen

Befehle: Manuell mit MAP, CREATE FEATURE CLASS, CREATE, POLYLINE

Unterstützend dazu benutzt um Projektperimeter manuell zu übertragen:
https://www.wisent-thal.ch/wp-content/uploads/2024/05/Projektbeschreibung-20240415_D.pdf

Code:
```
arcpy.management.CreateFeatureclass(r"C:\Users\Pädu\Desktop\Bachelorarbeit\GIS Wisent\GIS_Datensaetze", "Wege_und_Strassen_Wisent_Thal", "POLYLINE", None, "DISABLED", "DISABLED", 'PROJCS["CH1903+_LV95",GEOGCS["GCS_CH1903+",DATUM["D_CH1903+",SPHEROID["Bessel_1841",6377397.155,299.1528128]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Hotine_Oblique_Mercator_Azimuth_Center"],PARAMETER["False_Easting",2600000.0],PARAMETER["False_Northing",1200000.0],PARAMETER["Scale_Factor",1.0],PARAMETER["Azimuth",90.0],PARAMETER["Longitude_Of_Center",7.439583333333333],PARAMETER["Latitude_Of_Center",46.95240555555556],UNIT["Meter",1.0]];-27386400 -32067900 10000;-100000 10000;-100000 10000;0.001;0.001;0.001;IsHighPrecision', '', 0, 0, 0, '')
```

Aufenthaltsorte der Wisente importieren

Heruntergeladen von Projektinternem Tool von :
https://inventa.vectronic-wildlife.com/

Befehle: Tabelle der Koordinaten DRAG AND DROP zu STANDALONE TABLES in CONTENTS TABLE und anschliessend Befehl DISPLAY XY DATA um Punkte sichtbar zu machen

Code:
```
arcpy.management.XYTableToPoint("Aufenthaltsorte_Wisent_Winter_23_24.csv", r"C:\Users\Pädu\Desktop\Bachelorarbeit\GIS Wisent\Stichprobenstandorte\Stichprobenstandorte.gdb\Aufenthaltsorte_Wisent_Winter_23_24_XYTableToPoint3", "Longitude[deg]", "Latitude[deg]", None, 'GEOGCS["GCS_WGS_1984",DATUM["D_WGS_1984",SPHEROID["WGS_1984",6378137.0,298.257223563]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]];-400 -400 1000000000;-100000 10000;-100000 10000;8.98315284119521E-09;0.001;0.001;IsHighPrecision')
```

Erstellen der Heatmap

Befehle: Werkzeug KERNEL DENSITY
- Input: Tabelle der importierten Standorte
- Output Cell Size: 3.41200000000299E-05
- RUN

Danach SYMBOLOGY, QUANTILE, CLASSES 10, Color Scheme :VIRIDIS (sichtbar für Leute mit Sehschwäche)

Code:
```
out_raster = arcpy.sa.KernelDensity("Aufenthaltsorte_Wisent_Winter_23_24_XYTableToPoint2", "NONE", 3.41200000000299E-05, None, "SQUARE_MAP_UNITS", "DENSITIES", "PLANAR", None);
```

```
out_raster.save(r"C:\Users\Pädu\Desktop\Bachelorarbeit\GIS Wisent\Stichprobenstandorte\Stichprobenstandorte.gdb\KernelD_Aufe6")
```

```
out_raster = arcpy.sa.Reclassify("KernelD_Aufe5", "VALUE", "0 207051173.647059 1;207051173.647059 1200896807.1529412;1200896807.152941 3395639247.811761 3;3395639247.811761 6625637556.705894 4;6625637556.705894 105596098565", "DATA"); out_raster.save(r"C:\Users\Pädu\Desktop\Bachelorarbeit\GIS Wisent\Stichprobenstandorte\Stichprobenstandorte.gdb\Reclass_Kern1")
```

Aufenthaltsorte der Bäume importieren

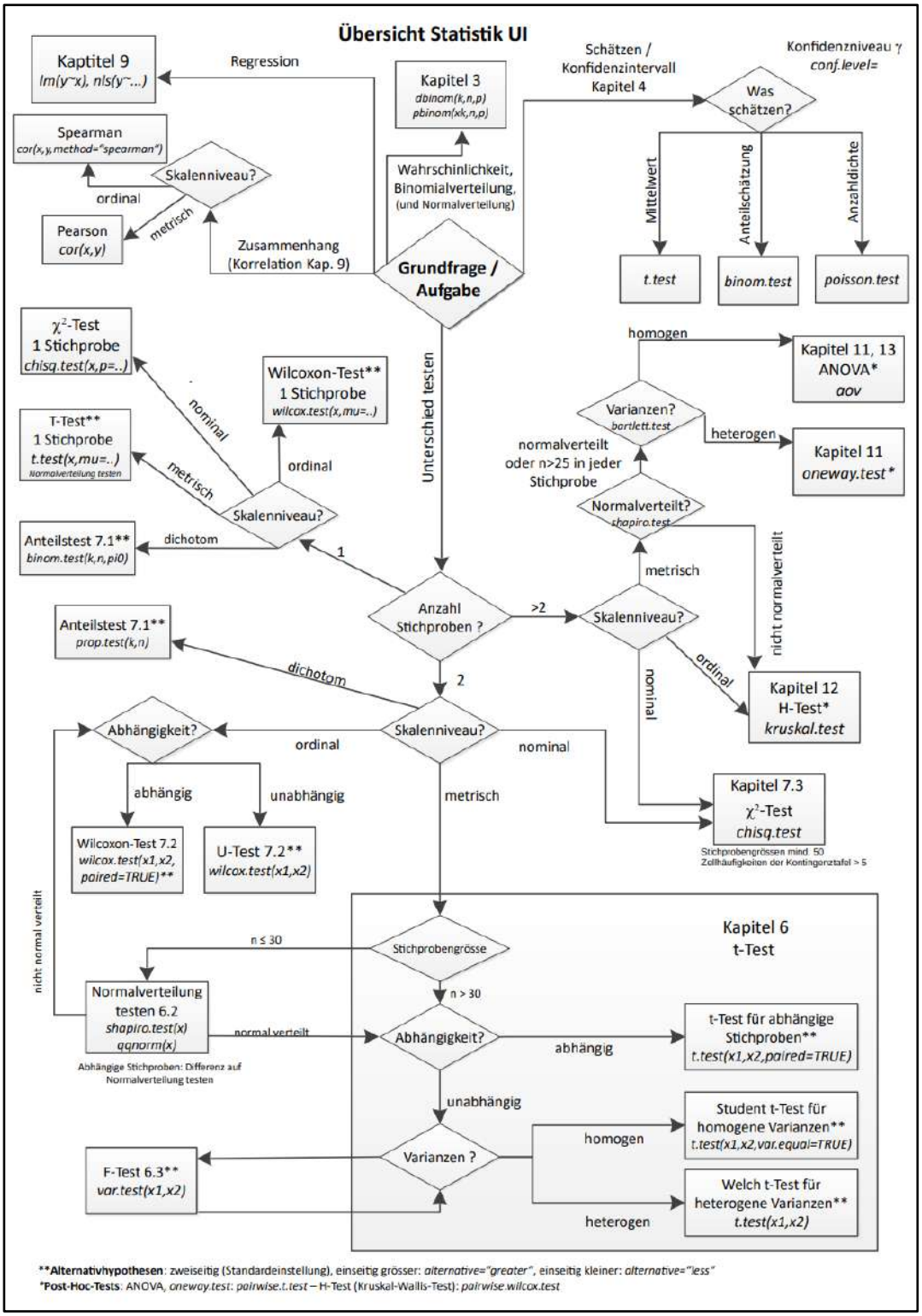
Befehle: Tabelle der Koordinaten DRAG AND DROP zu STANDALONE TABLES in CONTENTS TABLE und anschliessend Befehl DISPLAY XY DATA um Punkte sichtbar zu machen

Code:

```
arcpy.management.XYTableToPoint("Koordinaten_Baeume_BA.csv", r"C:\Users\Pädu\Desktop\Bachelorarbeit\GIS Wisent\Stichprobenstandorte\Stichprobenstandorte.gdb\Koordinaten_Baeume_BA_XYTableToPoint5", "°E_Koordinaten", "°N_Koordinaten", None, 'GEOGCS["GCS_WGS_1984",DATUM["D_WGS_1984",SPHEROID["WGS_1984",6378137.0,298.257223563]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]];-400 -400 1000000000;-100000 10000;-100000 10000;8.98315284119521E-09;0.001;0.001;IsHighPrecision')
```

Anhang E

Statistik, RStudio Code und Excel-Zufallsgenerator



Bildquelle: Unterrichtsmaterial Modul Statistik mit Dr. Matthias Nyfeler, Frühlingssemester 2022, ZHAW Wädenswil

R Studio Code

#Verarbeitung Rohdaten BA

```
# Installieren von notwendigen Paketen
install.packages("readxl")
install.packages("ggplot2")
install.packages("dplyr")
# Geladene Pakete
library(readxl)
library(ggplot2)
library(dplyr)
################# Einlesen der Excel und CSV Datei ############################
#Pfad Excel: "C:/Users/Pädu/Desktop/Bachelorarbeit/Statistik/Rohdaten_BA.xlsx"
#Pfad csv: "C:/Users/Pädu/Desktop/Bachelorarbeit/Statistik/Rohdaten_BA.csv"
#Excel
rohdaten=
  read_xlsx("C:/Users/Pädu/Desktop/Bachelorarbeit/Statistik/Rohdaten_BA.xlsx")
#CSV
daten <-
  read.csv("C:/Users/Pädu/Desktop/Bachelorarbeit/Statistik/Rohdaten_BA.csv",
           sep = ";", fileEncoding = "UTF-8")
#Kontrolle wie die Zeilen aussehen
View(daten)
head(daten)
colnames(daten)
################################Chi-Quadrat-Test, um herauszufinden ob Unterschied (geschützt/ungeschützt) ######################
#H0: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Anbringen von Schutzvorrichtungen
#    und dem Auftreten von Schäden.
#(Das Auftreten von Schäden ist unabhängig von Schutzvorrichtungen.)
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Anbringen
#    von Schutzvorrichtungen und dem Auftreten von Schäden.
#(Eine Schutzvorrichtung beeinflusst das Schadensauftreten.)
#Vorbereiten für Test und Kontrolle #
# Schaden-Variable erstellen
daten$Schaden <- ifelse(is.na(daten$Schaeden_entstanden), 0, 1)
# Neue Variable: Geschützt vs. Ungeschützt
daten$Status <- ifelse(daten$Schutzvorrichtung ==
                       "Kontrollgruppe", "Ungeschützt", "Geschützt")
# Nur relevante Gruppen behalten
relevant <- c("Kontrollgruppe", "Drahtgeflecht", "WitaPro_Kunststoffgeflecht",
              "Wöbra_Baumschutzfarbe")
daten_subset <- subset(daten, Schutzvorrichtung %in% relevant)
# 2x2-Tabelle erstellen
tabelle <- table(daten_subset$Status, daten_subset$Schaden)
colnames(tabelle) <- c("Kein_Schaden", "Schaden")
print(tabelle)
##### Chi-Quadrat-Test #####
chisq.test(tabelle, correct = FALSE)
# Resultat Pearson's Chi-squared test: #
data:  tabelle
X-squared = 26.264, df = 1, p-value = 2.978e-07
# H0 wird verworfen da ein stark signifikanter Zusammenhang festgestellt wurde
# Ein Chi-Quadrat-Test wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob ein
# Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Schutzvorrichtung
#(geschützt vs. ungeschützt) und dem Auftreten von Schäden besteht.
#Der Test ergab einen signifikanten Unterschied:  0.0000002978 < 0.05
############################Fisher-Tests, um herauszufinden ob ein Unterschied zwischen Schutzvorrichtungen####################
# beschädigt (1) oder nicht beschädigt (0)
####################Drahtgeflecht vs WitaPro#####################################
#H0: Es besteht kein Unterschied zwischen Drahtgeflecht und WitaPro in
#    der Schutzwirkung
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Unterschied
#Variable: 1 = Schaden vorhanden, 0 = kein Schaden
daten$Schaeden <- ifelse(is.na(daten$Schaeden_entstanden), 0, 1)
### Vergleich Drahtgeflecht vs. WitaPro_Kunststoffgeflecht
gruppe_dw <- subset(daten,
                    Schutzvorrichtung %in% c("Drahtgeflecht",
                                             "WitaPro_Kunststoffgeflecht"))
tabelle_dw <- table(gruppe_dw$Schutzvorrichtung, gruppe_dw$Schaeden)
colnames(tabelle_dw) <- c("Kein_Schaden", "Schaden")
```

```
print(tabelle_dw)
fisher.test(tabelle_dw)
# Resultat Fisher Test zwischen Drahtgeflecht und WitaPro #
data:  tabelle_dw
p-value = 1
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
  0.02564066        Inf
sample estimates:
  odds ratio
Inf
#H1 wird verworfen
#H0 ist bestätigt, kein Unterschied
################Drahtgeflecht vs. Wöbra_Baumschutzfarbe #########################
# beschädigt (1) oder nicht beschädigt (0)

#H0: Es besteht kein Unterschied zwischen Drahtgeflecht und Wöbra
# Baumschutzfarbe in der Schutzwirkung
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Unterschied

gruppe_dwo <- subset(daten,
                     Schutzvorrichtung %in% c("Drahtgeflecht",
                                              "Wöbra_Baumschutzfarbe"))
tabelle_dwo <- table(gruppe_dwo$Schutzvorrichtung, gruppe_dwo$Schaeden)
colnames(tabelle_dwo) <- c("Kein_Schaden", "Schaden")
print(tabelle_dwo)
fisher.test(tabelle_dwo)
##### Resultat Fisher Test zwischen Drahtgeflecht und Wöbra #####
data:  tabelle_dwo
p-value = 0.05771
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
  0.9449695       Inf
sample estimates:
  odds ratio
Inf
#H1 wird verworfen
#H0 ist bestätigt, kein Unterschied
#############################################################################
#### Fisher-Test um Schutzvorrichtungen zur Kontrollgruppe zu vergleichen ####
# Drahtgeflecht vs Kontrollgruppe #######################
# beschädigt (1) oder nicht beschädigt (0)
#H0: Es besteht kein Unterschied zwischen Drahtgeflecht und Kontrollgruppe
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Unterschied
gruppe_dwo <- subset(daten,
                     Schutzvorrichtung %in% c("Drahtgeflecht",
                                              "Kontrollgruppe"))
tabelle_dwo <- table(gruppe_dwo$Schutzvorrichtung, gruppe_dwo$Schaeden)
colnames(tabelle_dwo) <- c("Kein_Schaden", "Schaden")
print(tabelle_dwo)
fisher.test(tabelle_dwo)
##### Resultat Fisher Test zwischen Drahtgeflecht und Kontrollgruppe #####
data:  tabelle_dwo
p-value = 2.453e-05
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
  4.341536      Inf
sample estimates:
  odds ratio
Inf
#H0 wird verworfen da ein stark signifikanter Zusammenhang festgestellt wurde
#H1 bestätigt
# WitaPro vs Kontrollgruppe ##########################
# beschädigt (1) oder nicht beschädigt (0)
#H0: Es besteht kein Unterschied zwischen WitaPro und Kontrollgruppe
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Unterschied
gruppe_dwo <- subset(daten,
                     Schutzvorrichtung %in% c("WitaPro_Kunststoffgeflecht",
                                              "Kontrollgruppe"))
tabelle_dwo <- table(gruppe_dwo$Schutzvorrichtung, gruppe_dwo$Schaeden)
colnames(tabelle_dwo) <- c("Kein_Schaden", "Schaden")
print(tabelle_dwo)
```

```
fisher.test(tabelle_dwo)
##### Resultat Fisher Test zwischen WitaPro und Kontrollgruppe #####
data:  tabelle_dwo
p-value = 0.0002325
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
  0.001223517 0.366558047
sample estimates:
  odds ratio
0.05298029
#H0 wird verworfen da ein stark signifikanter Zusammenhang festgestellt wurde
#H1 bestätigt
# Wöbra vs Kontrollgruppe ###########################
# beschädigt (1) oder nicht beschädigt (0)
#H0: Es besteht kein Unterschied zwischen WitaPro und Kontrollgruppe
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Unterschied
gruppe_dwo <- subset(daten,
                     Schutzvorrichtung %in% c("Wöbra_Baumschutzfarbe",
                                              "Kontrollgruppe"))
tabelle_dwo <- table(gruppe_dwo$Schutzvorrichtung, gruppe_dwo$Schaeden)
colnames(tabelle_dwo) <- c("Kein_Schaden", "Schaden")
print(tabelle_dwo)
fisher.test(tabelle_dwo)
##### Resultat Fisher Test zwischen Wöbra und Kontrollgruppe #####
data:  tabelle_dwo
p-value = 0.02682
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
  0.07440251 0.88376071
sample estimates:
  odds ratio
0.2804367
#H0 wird verworfen da ein signifikanter Zusammenhang festgestellt wurde
#H1 bestätigt

############################################## Mann-Whitney-U-Tests ##############################################

#Schadensgrösse Vergleich Kontrollgruppe und Wöbra#######
#H0: Es besteht kein Unterschied zwischen der Schadensgrösse von Kontrollgruppe
#    und Wöbra
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Unterschied

library(dplyr)
# Daten filtern: Nur Kontrollgruppe und Wöbra mit gültigen Schadensgrössen
vergleichsdaten <- daten %>%
  filter(Schutzvorrichtung %in% c("Kontrollgruppe", "Wöbra_Baumschutzfarbe")) %>%
  filter(!is.na(Schadensgrösse_verrechnet))
table(vergleichsdaten$Schutzvorrichtung)
# Mann-Whitney-U-Test
wilcox.test(Schadensgrösse_verrechnet ~ Schutzvorrichtung,
            data = vergleichsdaten,
            alternative = "two.sided",
            exact = FALSE)
## Resultat Mann-Whitney-U-Test zwischen der Schadensgrösse von Wöbra und
##  Kontrollgruppe
data:  Schadensgrösse_verrechnet by Schutzvorrichtung
W = 60, p-value = 0.05482
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
#H1 wird verworfen
#H0 ist bestätigt, kein Unterschied
# Für die anderen Schutzvorrichtungen sind für die Schadensgrösse zu wenig
# Fälle vorhanden: Fallzahlen: Draht = 0, WitaPro = 1


################################## 95%-Konfidenzintervalle um Vertrauensbereich festzustellen ################################

### Konfidenzintervall Kontrollgruppe ####################
kontrollgruppe <- subset(daten, Schutzvorrichtung == "Kontrollgruppe")
n_kontroll_schaden <- sum(kontrollgruppe$Schaeden == 1, na.rm = TRUE)
n_kontroll_gesamt <- nrow(kontrollgruppe)
binom.test(n_kontroll_schaden, n_kontroll_gesamt, conf.level = 0.95)
#Resultat Konfidenzintervall Kontrollgruppe#
```

```
data:  n_schaden and n_gesamt
number of successes = 15, number of trials = 65, p-value = 1.572e-05
alternative hypothesis: true probability of success is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
  0.1352937 0.3518967
sample estimates:
  probability of success
0.2307692
#95%-Konfidenzintervall zwischen 13.5%-35.2%

### Konfidenzintervall Drahtgeflecht ###################

draht <- subset(daten, Schutzvorrichtung == "Drahtgeflecht")
n_draht_schaden <- sum(draht$Schaeden == 1, na.rm = TRUE)
n_draht_gesamt <- nrow(draht)
binom.test(n_draht_schaden, n_draht_gesamt, conf.level = 0.95)
#Resultat Konfidenzintervall Drahtgeflecht#
data:  n_draht_schaden and n_draht_gesamt
number of successes = 0, number of trials = 65, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true probability of success is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
  0.00000000 0.05517163
sample estimates:
  probability of success
0
#95%-Konfidenzintervall zwischen 0%-5.5%

### Konfidenzintervall WitaPro ##########################

wita <- subset(daten, Schutzvorrichtung == "WitaPro_Kunststoffgeflecht")
n_wita_schaden <- sum(wita$Schaeden == 1, na.rm = TRUE)
n_wita_gesamt <- nrow(wita)
binom.test(n_wita_schaden, n_wita_gesamt, conf.level = 0.95)
#Resultat Konfidenzintervall WitaPro#
data:  n_wita_schaden and n_wita_gesamt
number of successes = 1, number of trials = 65, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true probability of success is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
  0.0003894289 0.0827630877
sample estimates:
  probability of success
0.01538462
#95%-Konfidenzintervall zwischen 0.04%-8.3%

### Konfidenzintervall Wöbra ##########################

woebra <- subset(daten, Schutzvorrichtung == "Wöbra_Baumschutzfarbe")
n_woebra_schaden <- sum(woebra$Schaeden == 1, na.rm = TRUE)
n_woebra_gesamt <- nrow(woebra)
binom.test(n_woebra_schaden, n_woebra_gesamt, conf.level = 0.95)
#Resultat Konfidenzintervall Wöbra#
data:  n_woebra_schaden and n_woebra_gesamt
number of successes = 5, number of trials = 65, p-value = 4.87e-13
alternative hypothesis: true probability of success is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
  0.02544847 0.17045629
sample estimates:
  probability of success
0.07692308
#95%-Konfidenzintervall zwischen 2.5%-17%

#Konfidenzintervall für gesamten Feldversuch, mit Kontrollbäumen ########
# Wie gross ist schadensrisiko und Intervall für den gesamten Versuch
# Anzahl geschädigter Bäume insgesamt
x <- 21
# Gesamtanzahl untersuchter Bäume
n <- 260
# Schadensrisiko + 95%-Konfidenzintervall berechnen
prop.test(x = x, n = n, correct = FALSE)
#Resultat gesamter Feldversuch#
data:  x out of n, null probability 0.5
X-squared = 182.78, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

```
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
  0.05343284 0.12031339
sample estimates:
  p
0.08076923
#95%-Konfidenzintervall zwischen 5.3%-12%

################################################## Boxplots ##################################################

##Reihenfolge auf x-Achse
daten$Schutzvorrichtung <- factor(
  daten$Schutzvorrichtung,
  levels = c("Kontrollgruppe", "Drahtgeflecht", "Wöbra_Baumschutzfarbe", "WitaPro_Kunststoffgeflecht")
)
##NA entfernen
library(dplyr)
daten <- daten %>% filter(!is.na(Schutzvorrichtung))

ggplot(daten, aes(x = Schutzvorrichtung, y = Anzahl_neue_Schaelungen_Stk)) +
  geom_boxplot() +
  geom_point(color = "blue", alpha = 0.6) +
  ylim(0, 15) +
  labs(
    title = "Anzahl neuer Schälungen",
    x = "Schutzvorrichtung",
    y = "Anzahl neuer Schälungen"
  ) +
  theme(
    axis.title.x = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(t = 10)),
    axis.title.y = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(r = 15)),
    axis.text.x = element_text(size = 8, face = "bold", angle = 40, hjust = 1),
    axis.text.y = element_text(size = 10, face = "bold"),
    plot.margin = margin(t = 10, r = 10, b = 30, l = 20)
  )

#Gewichteter Rindenverlust (Schadensgrösse)#########################

ggplot(daten, aes(x = Schutzvorrichtung, y = daten$Schadensgrösse_verrechnet)) +
  geom_boxplot() +
  geom_point(color = "blue", alpha = 0.6) +
  ylim(0, 100000) +
  labs(title = "Vergleich Schadensgrösse",
       x = "Schutzvorrichtung",
       y = "Schadensgrösse") +
  theme(
    axis.title.x = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(t = 10)),
    axis.title.y = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(r = 15)),
    axis.text.x = element_text(size = 8, face = "bold", angle = 40, hjust = 1),
    axis.text.y = element_text(size = 10, face = "bold"),
    plot.margin = margin(t = 10, r = 10, b = 30, l = 20)
  )

#Distanz breiteste Schälung ##################################

ggplot(daten, aes(x = Schutzvorrichtung,
                  y = daten$Distanz_breiteste_Schaelung_.cm.)) +
  geom_boxplot() +
  geom_point(color = "blue", alpha = 0.6) +
  ylim(0, 50) +
  labs(title = "Breiteste Schälungen",
       x = "Schutzvorrichtung",
       y = "Distanz breiteste Schälung [cm]") +
  theme(
    axis.title.x = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(t = 10)),
    axis.title.y = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(r = 15)),
```

```
    axis.text.x = element_text(size = 8, face = "bold", angle = 40, hjust = 1),
    axis.text.y = element_text(size = 10, face = "bold"),
    plot.margin = margin(t = 10, r = 10, b = 30, l = 20)
)
#Längste Schälung##########################################

ggplot(daten, aes(x = Schutzvorrichtung,
                  y = daten$Distanz_laengste_Schaelung_.cm.)) +
  geom_boxplot() +
  geom_point(color = "blue", alpha = 0.6) +
  ylim(0, 350) +
  labs(title = "Längste Schälungen",
       x = "Schutzvorrichtung",
       y = "Distanz längste Schälung [cm]") +
  theme(
    axis.title.x = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(t = 10)),
    axis.title.y = element_text(size = 10, face = "bold",
                                margin = margin(r = 15)),
    axis.text.x = element_text(size = 8, face = "bold", angle = 40, hjust = 1),
    axis.text.y = element_text(size = 10, face = "bold"),
    plot.margin = margin(t = 10, r = 10, b = 30, l = 20)
  )

################################### Längste Schälung Vergleich Kontrollgruppe und Wöbra ################################

#H0: Es besteht kein Unterschied zwischen der Länge der Schälungen von
#    Kontrollgruppe und Wöbra
#H1 (Alternativhypothese): Es besteht ein Unterschied
vergleichsdaten <- subset(daten,
                          Schutzvorrichtung %in% c("Kontrollgruppe",
                                                   "Wöbra_Baumschutzfarbe"))
vergleichsdaten <- subset(vergleichsdaten,
                          !is.na(Distanz_laengste_Schaelung_.cm.))
# Mann-Whitney-U-Test
wilcox.test(Distanz_laengste_Schaelung_.cm. ~ Schutzvorrichtung,
            data = vergleichsdaten,
            alternative = "two.sided",
            exact = FALSE)
#Resultat#
data:  Distanz_laengste_Schaelung_.cm. by Schutzvorrichtung
W = 62, p-value = 0.03618
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

#H0 wird verworfen
#H1 ist bestätigt, es gibt Unterschied

############################################### Mediane berechnen ##########################################

#################################### Mediane 1.0

# Pakete laden
library(dplyr)
library(tidyr)
# CSV-Datei laden
daten <- read.csv("Rohdaten_BA.csv", sep = ";")
daten_clean <- daten %>%
  select(
    Schutzvorrichtung,
    Anzahl_neue_Schaelungen_Stk,
    Distanz_breiteste_Schaelung_.cm.,
    Distanz_laengste_Schaelung_.cm.,
    Schadensgrösse_verrechnet
  )
# Nummerische Spalten kontrollieren
daten_clean <- daten_clean %>%
  mutate(across(-Schutzvorrichtung, ~as.numeric(as.character(.))))
# Median berechnen und Tabelle erstellen
mediane <- daten_clean %>%
  group_by(Schutzvorrichtung) %>%
  summarise(
    Median_Anzahl_neue_Schaelungen = median(Anzahl_neue_Schaelungen_Stk, na.rm = TRUE),
```

```
    Median_Breiteste_Schaelung_.cm. = median(Distanz_breiteste_Schaelung_.cm., na.rm = TRUE),
    Median_Laengste_Schaelung_.cm. = median(Distanz_laengste_Schaelung_.cm., na.rm = TRUE),
    Median_Schadensgroesse = median(Schadensgrösse_verrechnet, na.rm = TRUE)
  ) %>%
  arrange(Schutzvorrichtung)
print(mediane)

######################################## Mediane 2.0

# Pakete laden
library(dplyr)
# Daten einlesen
daten <- read.csv("Rohdaten_BA.csv", sep = ";")
# Relevante Spalten umbenennen für besseren Überblick
daten <- daten %>%
  rename(
    UK_Schaelung = Distanz_Boden_bis_UK_Schaelung_.cm.,
    OK_Schaelung = Distanz_Boden_bis_OK_Schaelung_.cm.,
    Durchmesser_breiteste_Schaelung = Durchmesser_an_breitester_Schaelung_.cm.,
    Schadensgroesse_verrechnet = Schadensgrösse_verrechnet,
    Breiteste_Schaelung = Distanz_breiteste_Schaelung_.cm.,
    Laengste_Schaelung = Distanz_laengste_Schaelung_.cm.
  )

# Neue Variable berechnen: Schälbreite × Schällänge
daten$Schaelbreite_x_Schaellaenge <- as.numeric(daten$Breiteste_Schaelung) *
  as.numeric(daten$Laengste_Schaelung)

# Umwandeln aller relevanten Variablen in numerisch (falls nötig)
daten <- daten %>%
  mutate(across(
    c(UK_Schaelung, OK_Schaelung, Durchmesser_breiteste_Schaelung,
      Schadensgroesse_verrechnet, Schaelbreite_x_Schaellaenge,Distanz_laengste_Schaelung_.cm.,Distanz_breiteste_Schaelung_.cm.),
    ~ as.numeric(as.character(.))
  ))

# Medianberechnung nach Schutzvorrichtung
mediane <- daten %>%
  group_by(Schutzvorrichtung) %>%
  summarise(
    Median_UK_Schaelung = median(UK_Schaelung, na.rm = TRUE),
    Median_OK_Schaelung = median(OK_Schaelung, na.rm = TRUE),
    Median_Durchmesser_breiteste_Schaelung = median(Durchmesser_breiteste_Schaelung, na.rm = TRUE),
    Median_Schadensgroesse_verrechnet = median(Schadensgroesse_verrechnet, na.rm = TRUE),
  )
# Ergebnis anzeigen
print(mediane)
```

Excel Zufallsgenerator und Code

Die vier Schutzvarianten **Drahtgeflecht, WitaPro-Kunststoffgeflecht, Wöbra-Baumschutzfarbe** und **Kontrollgruppe** einmalig in A1:A4 eingetragen. In Spalte B erzeugte die Formel **=INDEX($A$1:$A$4;GANZZAHL((ZEILE()-1)/65)+1)** je 65 Wiederholungen pro Gruppe. Mit dem Befehl **=ZUFALLSZAHL()** in Spalte C wurde jeder Zeile eine Zufallszahl zugewiesen. Durch Sortieren nach Spalte C entstand eine zufällige Anordnung.

Anhang F

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, Patrick Münger, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel:

«Schutz von Einzelbäumen gegen die Schälung durch Wisente»

selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt habe. Alle verwendeten Quellen, Hilfsmittel sowie wörtlich oder sinngemäss übernommene Aussagen sind als solche kenntlich gemacht.

Wädenswil, 17. Juni 2025

P. Münger

Anhang G

Rohdatentabelle Excel

Abkürzungen der Überschrift in Excel

BHD	=	Brusthöhendurchmesser
A_Wa_We	=	Abstand_zu_Wald-_oder_Wegrand_[m]
S_1_0	=	Schaeden_entstanden (Rindenverlust = 1, kein Rindenverlust = 0)
Neu	=	Anzahl_neue_Schaelungen_Stk (Anzahl neue einzelne Schälungen pro Baum)
Bo_UK	=	Distanz_Boden_bis_UK_Schaelung_[cm]
Bo_OK	=	Distanz_Boden_bis_OK_Schaelung_[cm]
Breit	=	Distanz_breiteste_Schaelung_[cm]
b_x_h3	=	Distanz_breiteste_Schaelung_hoch_3 (Breite wurde hoch 3 gerechnet)
laeng	=	Distanz_laengste_Schaelung_[cm]
h x b3	=	Schadensgrösse_verrechnet (Gewichteter Rindenverlust, Länge x Breite^3)
D.mess	=	Durchmesser_an_breitester_Schaelung_[cm]
U.k.gesch	=	Umfang komplett geschält (ja = 1, nein= 0)
S.v.Schu.	=	Schälung vor Schutzanbringung
S.v.Schu.	=	Schäden vor Schutzanbringung Foto

Baum_ID	°N_Ko	°E_Ko	Date_S.a	Datum_S.auf	Baumart	Schutzvorrichtung	BHD_[cm]	A_Wa_We	S_1_0	Neu	Bo_UK	Bo_OK	Breit	b_x_h3	laeng	h x b3	D.mess	U.k.gesch	S.v.Schu.	S.v.Schu.F
1	47.2777	7.54671	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	3.8	2	1	9	45	152	2	8	85	680	4			
2	47.27771	7.54671	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	5.5	2												
3	47.27771	7.54671	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	8.5	2.3												
4	47.2777	7.54671	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	3.5	2	1	7	47	87	2.5	15.625	17	265.625	3.5			
5	47.2777	7.54678	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	4.2	1.1												
6	47.2777	7.54678	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	4.6	1.2												
7	47.2777	7.54678	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	4.2	1.2												
8	47.2777	7.54678	17.12.2024	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	4.5	1.1												
9	47.27769	7.54686	17.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	4.1	1.1												
10	47.27766	7.54693	17.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	3.7	0.4												
11	47.27766	7.54693	17.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	3.4	0.4												
12	47.27771	7.54745	17.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	4.6	2												
13	47.27771	7.54747	17.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	4.8	2												
14	47.27779	7.54788	17.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	4.2	1.4												
15	47.27779	7.54789	17.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	4.3	1.4												
16	47.27779	7.5479	18.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	3.8	1.6												
17	47.27776	7.54802	18.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	4.1	0.5												
18	47.27775	7.54804	18.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	4	0.3												
19	47.27775	7.54804	18.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	4.1	0.3	1	3	22	102	2.6	17.576	28	492.128	4			
20	47.27777	7.54822	18.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	5.6	0.2												
21	47.27777	7.54822	18.12.2024	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	3.9	0.2												
22	47.27777	7.54822	18.12.2024	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	5.4	1.3												
23	47.27776	7.54835	18.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	2.6	1.6												
24	47.27776	7.54838	18.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	2.5	1.5												
25	47.27777	7.54838	18.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	3.1	1.8												
26	47.27778	7.54854	18.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	3.7	1.8												
27	47.2778	7.54866	18.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	4.1	1.5												
28	47.27788	7.54881	18.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	4.7	3.7												
29	47.27788	7.54883	28.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	2.8	0.4	1	7	33	105	4.3	79.507	40.4	3212.083	3.8			
30	47.27788	7.54883	28.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	2.8	0.5												
31	47.27794	7.54899	28.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	7	2.5												
32	47.27794	7.54899	28.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	5.2	2.5												
33	47.27796	7.54906	28.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	4.2	0.8	1	2	87	118	4.5	91.125	33	3007.125	4.3			
34	47.27796	7.54906	28.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	4	0.8	1	1	87	94	1	1	9	9	3.8			
35	47.27796	7.54907	28.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	4	0.6												
36	47.27798	7.5491	28.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	2.5	2												
37	47.27815	7.54764	28.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	8	12												
38	47.27814	7.54767	28.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	3.8	17												
39	47.27814	7.54768	28.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	5.5	16	1	5	36	158	4.2	74.088	93	6890.184	3.8			
40	47.278	7.54683	28.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	5.2	7.5												
41	47.279	7.54857	28.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	4.7	0.5	1	8	29	178	9.5	857.375	95	81450.63	4			
42	47.27894	7.54857	29.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	4.4	0.6	1	9	50	109	3.9	59.319	59	3499.821	4.6			
43	47.27921	7.54837	29.12.2024	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	21	1.5												
44	47.277794	7.55025	29.12.2024	24.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	3.1	2.2												
45	47.277794	7.55025	29.12.2024	24.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	3.2	2.3												
46	47.27812	7.55306	29.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	14	3												
47	47.27646	7.54691	29.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	12.5	13												
48	47.27646	7.54691	29.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	7.1	11												

Baum_ID	°N_Ko	°E_Ko	Date_S.a	Datum_S.auf	Baumart	Schutzvorrichtung	BHD_[cm]	A_Wa_We	S_1_0	Neu	Bo_UK	Bo_OK	Breit	b_x_h3	laeng	h x b3	D.mess	U.k.gesch	S.v.Schu.	S.v.Schu.F
49	47.27656	7.54687	29.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	4.1	3.9	1	6	24	162	3.1	29.791	92	2740.772	4.5			
50	47.27634	7.54621	29.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	12	3.1												
51	47.27636	7.54622	29.12.2024	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	3.5	6												
52	47.27512	7.54605	29.12.2024	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	9.1	0.2												
53	47.2751	7.54596	29.12.2024	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	7.9	0.2												
54	47.27509	7.54594	29.12.2024	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	14.5	0.1												
55	47.27498	7.54572	29.12.2024	24.04.2025	Ulmus_glabra	Wöbra_Baumschutzfarbe	11.3	4												
56	47.27498	7.54573	29.12.2024	24.04.2025	Ulmus_glabra	WitaPro_Kunststoffgeflecht	11.4	5.1												
57	47.27495	7.54563	29.12.2024	24.04.2025	Ulmus_glabra	Kontrollgruppe	15.8	0.1	1	1	0.1	345	37	50653	345	17475285	17.4			
58	47.27493	7.54555	29.12.2024	24.04.2025	Ulmus_glabra	Kontrollgruppe	14.7	0.5	1	1	0.1	346	41	68921	346	23846666	13.4			
59	47.27492	7.54546	29.12.2024	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	20.1	1.5												
60	47.2749	7.54539	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	22	2.1												
61	47.2749	7.54537	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6.8	0.1												
62	47.27489	7.54538	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	8.1	2.1												
63	47.27491	7.54535	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	21.9	0.1												
64	47.27491	7.54532	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	21.5	0.1												
65	47.27492	7.54531	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	22	0.1												
66	47.27491	7.54527	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	17	1.5												
67	47.27491	7.54528	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	10.9	1.6												
68	47.27492	7.5453	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	5.7	0.1	1	2	29	178	22	10648	178	1895344	7.5	1		
69	47.27482	7.54518	03.01.2025	24.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	15	11												
70	47.27482	7.54508	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	15.2	3.2	1	2	34	86	12	1728	32	55296	14.8		1	4.1;15:33
71	47.27485	7.54507	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	7.5	0.1												
72	47.27466	7.53794	03.01.2025	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6.8	1.5												
73	47.27493	7.54569	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	14.9	22												
74	47.27478	7.54566	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	14.5	29												
75	47.27486	7.54551	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	19.8	12												
76	47.27485	7.54548	03.01.2025	24.04.2025	Ulmus_glabra	WitaPro_Kunststoffgeflecht	19.9	13												
77	47.27478	7.5454	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	20.8	23												
78	47.27482	7.54537	03.01.2025	24.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	4.1	6												
79	47.27483	7.5453	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	6.5	14												
80	47.27483	7.54529	03.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	11	14												
81	47.2748	7.54529	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	20.5	21												
82	47.27481	7.54529	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	6	16												
83	47.27481	7.54529	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	4.5	16.5												
84	47.27477	7.54523	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	16.8	26												
85	47.27476	7.54524	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	15.2	29												
86	47.27476	7.54523	04.01.2025	24.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	13.1	33												
87	47.27473	7.54528	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	14.9	38												
88	47.27476	7.54516	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	13.8	25												
89	47.27475	7.54509	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	18.4	27												
90	47.2751	7.54601	04.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	7.2	3												
91	47.27462	7.53769	04.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	12.3	4												
92	47.27612	7.54656	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	13	22												
93	47.27621	7.54632	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	3.3	2												
94	47.27685	7.54656	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	16	14												
95	47.27604	7.54636	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	19	23												
96	47.27603	7.54635	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	20.1	19												
97	47.27595	7.5469	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	16	20												
98	47.27594	7.5469	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	16	22												
99	47.27594	7.5469	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	15.2	25												

Baum_ID	°N_Ko	°E_Ko	Date_S.a	Datum_S.auf	Baumart	Schutzvorrichtung	BHD_[cm]	A_Wa_We	S_1_0	Neu	Bo_UK	Bo_OK	Breit	b_x_h3	laeng	h x b3	D.mess	U.k.gesch	S.v.Schu.	S.v.Schu.F
100	47.27594	7.5469	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	17.1	24												
101	47.27594	7.5469	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	4.5	22												
102	47.27594	7.54635	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	18	18												
103	47.27606	7.5461	04.01.2025	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	7.5	1.2												
104	47.27552	7.53868	04.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	4.9	18												
105	47.27552	7.53872	04.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	4.8	19												
106	47.27514	7.53886	04.01.2025	17.04.2025	Ulmus_glabra	Drahtgeflecht	8.8	10												
107	47.27505	7.53887	04.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	15.2	1												
108	47.27496	7.53901	04.01.2025	17.04.2025	Ulmus_glabra	Drahtgeflecht	21.1	3												
109	47.27493	7.53904	04.01.2025	17.04.2025	Ulmus_glabra	Wöbra_Baumschutzfarbe	12.2	2												
110	47.27491	7.53903	04.01.2025	17.04.2025	Ulmus_glabra	Drahtgeflecht	10.5	5											1	7.1;16:14
111	47.27493	7.53899	04.01.2025	17.04.2025	Ulmus_glabra	Wöbra_Baumschutzfarbe	14.8	7.5												
112	47.2756	7.54564	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	15	5												
113	47.27565	7.54575	04.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	13	12												
114	47.27548	7.54579	05.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	15	21												
115	47.27561	7.54601	05.01.2025	29.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	13	22												
116	47.27553	7.54619	05.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	7.2	24												
117	47.27538	7.54608	05.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	8	21												
118	47.27537	7.54613	05.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	6.5	19												
119	47.27541	7.5461	05.01.2025	29.04.2025	Ulmus_glabra	Drahtgeflecht	20	22												
120	47.27535	7.54616	05.01.2025	29.04.2025	Ulmus_glabra	WitaPro_Kunststoffgeflecht	9.4	15												
121	47.27534	7.54618	05.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	21	8												
122	47.27531	7.54618	05.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	10.1	3.5												
123	47.27478	7.54525	05.01.2025	24.04.2025	Ulmus_glabra	Kontrollgruppe	15.2	26												
124	47.27519	7.54608	05.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	8.1	1.9												
125	47.27519	7.54608	05.01.2025	24.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	16.2	4.2												
126	47.27519	7.54608	05.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	6.8	2												
127	47.2753	7.5464	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	14.7	14												
128	47.27543	7.54844	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	12.1	1.5												
129	47.27534	7.54878	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	11.3	3												
130	47.27522	7.54925	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	14	1.1												
131	47.2752	7.54925	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	13	1.4												
132	47.27566	7.55205	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	15.6	4.1												
133	47.27615	7.55058	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	7.5	0.5												
134	47.27616	7.55032	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	9.2	0.8												
135	47.2763	7.54971	06.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	9.1	0.3												
136	47.27629	7.54971	07.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	8.9	0.7												
137	47.27632	7.54954	07.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	6.4	1.3												
138	47.27634	7.54951	07.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6.4	1.6												
139	47.27633	7.54949	07.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6.1	1.2												
140	47.27633	7.54946	07.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	13	1.5												
141	47.27622	7.54901	07.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	12.1	1.6												
142	47.27631	7.54894	07.01.2025	24.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	8.8	1.9												
143	47.27606	7.54835	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	19.7	3.9												
144	47.27602	7.5482	07.01.2025	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	14	5												
145	47.27602	7.5482	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	8.9	0.1												
146	47.27601	7.5482	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	7.9	0.3												
147	47.27601	7.54819	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	7.9	2												
148	47.276	7.54817	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	8.5	6												
149	47.2757	7.54787	07.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	8	0.1												

Baum_ID	°N_Ko	°E_Ko	Date_S.a	Datum_S.auf	Baumart	Schutzvorrichtung	BHD_[cm]	A_Wa_We	S_1_0	Neu	Bo_UK	Bo_OK	Breit	b_x_h3	laeng	h x b3	D.mess	U.k.gesch	S.v.Schu.	S.v.Schu.F
150	47.27617	7.54859	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	7.5	0.4												
151	47.27619	7.54854	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	14.2	10												
152	47.2762	7.54861	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	12.7	4.1												
153	47.27637	7.54865	07.01.2025	23.04.2025	Ulmus_glabra	Kontrollgruppe	10	1.9												
154	47.27636	7.54867	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	9.5	0.9												
155	47.27638	7.54866	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	7.8	6.1												
156	47.27637	7.54876	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	7	0.8												
157	47.27637	7.54876	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	5.8	1.2												
158	47.27637	7.54876	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	6	1.3												
159	47.27638	7.54878	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	6.1	1.2												
160	47.27638	7.5488	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	17.5	1.2												
161	47.27638	7.5488	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6.5	1												
162	47.27638	7.54881	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6.5	1.1												
163	47.27649	7.54903	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	4.8	1.7												
164	47.27664	7.54948	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	6.1	1.5												
165	47.27665	7.5495	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	9.2	1.5												
166	47.27666	7.54951	07.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	7	1.5												
167	47.27672	7.54969	08.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	20	3												
168	47.27683	7.54976	08.01.2025	23.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	13.8	8												
169	47.27702	7.55006	08.01.2025	23.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	12	4												
170	47.27763	7.54654	08.01.2025	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	5.1	1												
171	47.27763	7.54654	08.01.2025	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	5.1	1.2	1	2	63	156	6.5	274.625	75	20596.88	5			
172	47.27763	7.54654	08.01.2025	17.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	3.5	1	1	2	34	145	5	125	111	13875	3.9			
173	47.273	7.53835	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	15	3.7												
174	47.27302	7.53834	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	7	2.1												
175	47.2729	7.53828	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	9	2.8												
176	47.2729	7.53825	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	10.1	2.2												
177	47.2729	7.53824	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	16.2	3.9												
178	47.2729	7.53824	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	18	3.4												
179	47.27289	7.53824	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	4.5	1.4	1	9	77	159	1.4	2.744	30	82.32	4.2			
180	47.27289	7.53823	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	15.4	6.2												
181	47.27289	7.53821	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	14.2	20												
182	47.27283	7.53806	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	5.8	19.2												
183	47.2728	7.53793	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6	22												
184	47.27296	7.53819	08.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	18.1	21												
185	47.27302	7.53822	09.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	11.2	9												
186	47.27223	7.53852	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	9.9	3.4												
187	47.27223	7.53852	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	13.4	18												
188	47.2722	7.53859	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	8.6	11												
189	47.27252	7.5384	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	15.2	23												
190	47.27634	7.54622	09.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	14	0.2												
191	47.27234	7.53831	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	16.2	1.8												
192	47.27191	7.5386	09.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	17	1.2												
193	47.27207	7.53866	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	9.2	11												
194	47.27194	7.53871	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	12.7	1.1												
195	47.27194	7.53871	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	16.2	11.5												
196	47.27191	7.5386	09.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	14	4.6												
197	47.27183	7.53855	09.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	16	17.5												
198	47.27186	7.53854	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	7.2	21.5												

Baum_ID	°N_Ko	°E_Ko	Date_S.a	Datum_S.auf	Baumart	Schutzvorrichtung	BHD_[cm]	A_Wa_We	S_1_0	Neu	Bo_UK	Bo_OK	Breit	b_x_h3	laeng	h x b3	D.mess	U.k.gesch	S.v.Schu.	S.v.Schu.F
199	47.27187	7.53847	09.01.2025	22.04.2025	Ulmus_glabra	Drahtgeflecht	12.7	22												
200	47.27191	7.53852	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	16.2	22												
201	47.27189	7.53853	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	8.4	21												
202	47.2719	7.53854	09.01.2025	22.04.2025	Ulmus_glabra	Wöbra_Baumschutzfarbe	8.4	21.5												
203	47.27191	7.53855	09.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	12.4	21												
204	47.27189	7.53856	09.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	14.1	23.2												
205	47.27191	7.53855	09.01.2025	22.04.2025	Ulmus_glabra	Kontrollgruppe	11.1	23												
206	47.27189	7.53856	09.01.2025	29.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	7.5	12												
207	47.272	7.53861	09.01.2025	22.04.2025	Ulmus_glabra	Drahtgeflecht	11.4	6												
208	47.27189	7.53821	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	10.9	23												
209	47.27188	7.53821	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	11.2	25												
210	47.27188	7.53822	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	11.1	26												
211	47.27188	7.53824	09.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	12.2	8												
212	47.27188	7.53823	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	14.2	7												
213	47.27187	7.53822	10.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	14.2	27												
214	47.27187	7.53823	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	15.3	28												
215	47.27187	7.53825	10.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	17.8	29												
216	47.27151	7.53703	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	12	0.5												
217	47.27145	7.53682	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	15	0.1												
218	47.27133	7.53661	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Drahtgeflecht	14.3	0.9												
219	47.27131	7.53659	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	13.3	2												
220	47.27131	7.53655	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	19	0.4												
221	47.27126	7.53622	10.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	WitaPro_Kunststoffgeflecht	21.2	1.8												
222	47.27112	7.53594	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	15	0.5												
223	47.27246	7.53601	11.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Wöbra_Baumschutzfarbe	19.9	5												
224	47.27248	7.53598	11.01.2025	22.04.2025	Fraxinus_excelsior	Kontrollgruppe	21.5	5												
225	47.27179	7.53769	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	10.3	0.8												
226	47.27157	7.5378	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	14.5	3												
227	47.2715	7.53775	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	17.9	1.1												
228	47.27174	7.5377	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	13	1.2												
229	47.27176	7.53768	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	17.6	8												
230	47.27173	7.53771	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	17.2	6												
231	47.27173	7.53764	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	18.2	8												
232	47.2717	7.53789	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	17.1	1.3												
233	47.27172	7.53795	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	12.6	0.9												
234	47.2739	7.53962	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	17.5	2												
235	47.27411	7.5407	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	9	3.2												
236	47.27412	7.54072	11.01.2025	22.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	19	0.5												
237	47.27501	7.5384	11.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	6.2	6												
238	47.275	7.53859	11.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	5.1	4	1	4	18	68	1	1	6	6	5.8			
239	47.27501	7.5384	11.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	8.7	6.2												
240	47.275	7.53859	11.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	10.5	3	1	2	112	136	3	27	22	594	11.1		1	11.1;16:31
241	47.2745	7.53797	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	9.3	4												
242	47.27447	7.53811	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	5.1	13												
243	47.27444	7.53795	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	4.8	5												
244	47.27443	7.53795	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	7	4.8												
245	47.2739	7.53776	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	5.4	26												
246	47.27395	7.53716	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	6.5	1												
247	47.27387	7.53721	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	6.5	1.3												
248	47.27382	7.53726	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	5.8	0.9												
249	47.27378	7.53726	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	6	1												

Baum_ID	°N_Ko	°E_Ko	Date_S.a	Datum_S.auf	Baumart	Schutzvorrichtung	BHD_[cm]	A_Wa_We	S_1_0	Neu	Bo_UK	Bo_OK	Breit	b_x_h3	laeng	h x b3	D.mess	U.k.gesch	S.v.Schu.	S.v.Schu.F
250	47.27367	7.5373	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	13	4.2												
251	47.27367	7.5373	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	11	4.1												
252	47.27367	7.5373	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	4.3	4.3	1	4	49	82	1.7	4.913	12	58.956	5.4			
253	47.27366	7.53738	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	7.6	2.1												
254	47.27366	7.53738	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	8.5	4.5												
255	47.27379	7.53726	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	6	2												
256	47.27367	7.53741	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	8.6	3.7												
257	47.27367	7.53741	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Kontrollgruppe	9.7	3.6	1	1	92	153	7	343	59	20237	9.8			
258	47.27379	7.53726	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Wöbra_Baumschutzfarbe	10.3	2												
259	47.27379	7.53726	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	WitaPro_Kunststoffgeflecht	5.6	2.1												
260	47.27379	7.53726	14.01.2025	17.04.2025	Acer_pseudoplatanus	Drahtgeflecht	9.6	0.5												