



Hochschule für Forstwirtschaft
Rottenburg

Hochschule für Angewandte Wissenschaften



Allgemeine Angaben

Verfasser

Kai Groß
Holzweg, 35
71134 Aidlingen

Erstprüfer

Prof. Dr. Dirk Wolff
Professur für Waldarbeit und Forsttechnik
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg am Neckar

Zweitprüferin

Frau Ruth Morell
Neckarhalde 84
72108 Rottenburg am Neckar

Anschrift der HFR

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg am Neckar

Copyright

© 2022

D-72108 Rottenburg

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung reproduziert oder über elektronische Systeme verbreitet werden. Die Genehmigung ist bei der HFR einzuholen. Bei gesperrten Arbeiten ist jegliche Art der Weiterverwendung verboten.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich beim Erstellen dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Zunächst bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Wolff und Frau Morell für die Mithilfe bei der Wahl eines Themas und der anschließenden Betreuung der Arbeit.

Ein Danke geht auch an die beiden Baumkontrolleure Herrn König und Herrn Ruckh, der Stadt Tübingen. Vielen Dank dafür, dass ich Sie bei den Kontrollen begleiten durfte.

Ein großes Dankeschön geht an die Baumgenossen e.G. für die Möglichkeit bei Ihnen am Messestand meine Bachelorarbeit präsentieren zu dürfen und die Umfrage durchzuführen. Danke an Frau Besel, Herrn Riechmann und Herrn Kampitsch.

Danke auch an Herrn Maier, für das sehr angenehme Gespräch und den fachlichen Input.

Zuletzt möchte ich mich bei allen bedanken, die an der Umfrage teilgenommen haben.

Zusammenfassung

Die Kontrolle von Bäumen ist ein zentraler Bestandteil, um die Verkehrssicherheit im öffentlichen Raum gewährleisten zu können. Diese Kontrollen werden durch Sichtkontrollen von fachlich qualifiziertem Personal durchgeführt. Bei einer Stadt mit mehreren 10.000 Bäumen bedeutet das eine enorme Herausforderung. Um die Kontrolleure bei den Kontrollen zu unterstützen könnte bestimmte Messtechnik eingesetzt werden und mit künstlicher Intelligenz unterstützt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, verkehrssicherungsrelevante Eigenschaften zu erfassen, die als Grundlage für die Auswahl von Messtechnik dienen soll und zur zukünftigen Einspeisung von künstlicher Intelligenz.

Um Merkmale zu ermitteln, wurde eine Umfrage durchgeführt und zusätzlich Daten in der Praxis bei Baumkontrollen erhoben. Bei der Umfrage ging es nicht nur um Merkmale, sondern auch allgemein um die Idee des Einsatzes von Messtechnik und KI bei der Baumkontrolle.

Die Analyse der Umfrage und der in der Praxis erhobenen Daten ergab 7 Merkmale im Bereich von Krone, Stamm und Stammfuß. Außerdem wurde durch die Umfrage gezeigt, dass es ein sehr breites Meinungsspektrum zu der Thematik gibt. Einige befürchten ihnen würde der Arbeitsplatz weggenommen, andere sehen es als ein Muss und eine Technik, die auf jeden Fall kommen wird. Viele sind der Auffassung, dass es eine gute Idee sei und daran gearbeitet werden sollte.

Abstract

Tree control is a key part of ensuring road safety in public spaces. These controls are carried out through visual inspections by technically qualified personnel. In a city with several 10.000 trees, this means an enormous challenge. In order to support the inspectors in the controls, certain measurement technology could be used and supported with artificial intelligence.

The aim of the present work is to record characteristics relevant to traffic safety, which should serve as a basis for the selection of measurement technology and for the future feeding of artificial intelligence.

In order to determine characteristics, a survey was carried out and additional data was collected from tree inspections in practice. The survey was not only about traits, but also about the idea of using measurement technology and the use of artificial intelligence in tree control in general.

The analysis of the survey and the data collected in practice, resulted in 7 characteristics. The characteristics are separated in three areas of the Tree. The crown, trunk and trunk base. The survey also showed that there is a very wide range of opinions on the subject. Some fear their jobs will be taken away, others see it as a must and a technology that will definitely come. Many think it's a good idea and should be worked on.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Stand der Technik/ des Wissens	2
1.1.1	Warum Kontrollen bei Bäumen?.....	2
1.1.2	Die FLL-Baumkontrollrichtlinien.....	3
1.1.3	Drohnen in der Baumkontrolle	3
1.1.4	Künstliche Intelligenz	4
1.2	Ziel dieser Bachelorarbeit.....	5
2	Methodik.....	5
2.1	Problemstellung	5
2.2	Vorgehensweise zur Datenermittlung	5
2.2.1	Aufbau des Fragebogens	7
2.2.2	Durchführung der Umfrage.....	11
2.2.3	Auswertung der Umfrage.....	13
2.2.4	Datenaufnahme vor Ort	14
2.2.5	Aufnahmebogen.....	15
2.2.6	Wahl der Örtlichkeiten	16
3	Ergebnis.....	17
3.1	Umfrage.....	17
3.1.1	Umfang.....	17
3.1.2	Fragen 1 bis 4	18
3.1.3	Frage 5 und 6.....	21
3.1.4	Fragen 7 bis 19	23
3.1.5	Frage 20 bis 32.....	24
3.1.6	Frage 33 bis 38.....	25
3.1.7	Frage 39 bis 42.....	26

3.2	Datenaufnahme vor Ort	31
3.2.1	Umfang	31
3.2.2	Krone	32
3.2.3	Stamm	33
3.2.4	Stammfuß	34
3.3	Merkmale	35
4	Diskussion	36
4.1	Interpretation der Ergebnisse	36
4.1.1	Ergebnisse der Umfrage	36
4.1.2	Vergleich der Ergebnisse von Umfrage und Datenaufnahme.....	44
4.2	Ergebnis	45
4.3	Beurteilung der Methodik.....	46
5	Ausblick	47
6	Literaturverzeichnis	48
7	Abbildungsverzeichnis	50
8	Anhang	51
8.1	Fragebogen.....	51
8.2	Anschreiben zur Datenaufnahme	55
8.3	Aufnahmebogen.....	56
8.4	Eidesstattliche Erklärung.....	57

1 Einleitung

Ist der Baum sicher unter dem ich mein Auto parke, unter dem ich entlanglaufe oder unter dem ich eine Verschnaufpause einlege? Sind alle Äste noch gesund und stabil mit dem Stamm verwachsen, sind sie teilweise oder gar komplett abgestorben, haben keine feste Verbindung mehr zum gesunden Holz und könnten in jedem Augenblick herunterbrechen?

Das sind Fragen, die sich jede Person stellen sollte, wenn sie sich im Umfeld von Bäumen aufhält. Um zu gewährleisten, dass nicht plötzlich ein Ast abbricht oder sogar der ganze Baum umkippt, gibt es regelmäßige Baumkontrollen. Diese Kontrollen werden einzeln, Baum für Baum von geschultem Personal durchgeführt. Das ist sehr zeitaufwendig, verlangt eine ständige und sehr hohe Konzentration und ist ergonomisch nicht immer das Beste für den Körper.

Daher gibt es die Idee, dass diese Baumkontrollen durch den Einsatz von Messtechnik und KI unterstützt werden könnten. Die dafür benötigte Messtechnik könnte beispielsweise an Drohnen verbaut werden. Dadurch könnten vermutlich, in einigen Situationen, schnellere und bessere Kontrollen durchgeführt werden.

Um Messtechnik dafür auswählen zu können ist es notwendig Daten und Faktoren verkehrssicherungsrelevanter Eigenschaften zu ermitteln, die als Grundlage zur Auswahl der Messtechnik dienen sollen.

1.1 Stand der Technik/ des Wissens

1.1.1 Warum Kontrollen bei Bäumen?

„Grundsätzlich gilt die allgemeine Rechtspflicht, im Verkehr Rücksicht auf die Gefährdung anderer zu nehmen“ (Landesbetrieb ForstBW 2014, S. 6). „Es gilt die sogenannte Verkehrssicherungspflicht. Ein Grundstücksbesitzer hat dafür zu sorgen, dass von seinem Grundstück keine Gefahr ausgeht. Damit trägt er die Verkehrssicherungspflicht“ (Klug, S. 1). Oder einfach gesagt, der Baumeigentümer ist grundsätzlich dazu verpflichtet, Schäden durch Bäume an Personen oder Sachen zu verhindern (FLL 2020). Da in Deutschland viele Bäume und baumartige Gewächse entlang von Straßen, Wegen, in Parks, etc. stehen, gilt es diese zu kontrollieren.

Bäume sind aus vielerlei Gründen heutzutage mehr denn je gefährdet. Durch Verkehr, Industrie und durch den Klimawandel haben sich die Umweltbedingungen und so das Lebensumfeld unserer Bäume in den letzten Jahren stark verändert. Gerade die Verschmutzung der Luft führt zu einer ständigen Verschlechterung der Baumgesundheit (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (GALK e.V.) 2022). Bäume im urbanen Umfeld sind schon seit Jahrzehnten in zunehmendem Maße betroffen (von Malek et al. 1999, S. 5). In den letzten Jahren war aber auch im Wald eine starke Veränderung zu beobachten. Die Fichte wird zum Teil vom Borkenkäfer so extrem befallen, dass es Hektarweise Ausfälle gab. Auch die Rot-Buche hat durch ausbleibende Niederschläge und andauernde Trockenheit stark gelitten und stirbt von der Krone her ab. Ein abgestorbener Ast einer Rot-Buche kann eine erhebliche Gefahr darstellen und sollte daher, wenn die Verkehrssicherheit nicht gegeben ist, entfernt werden. Um der Verkehrssicherungspflicht gerecht zu werden, muss also jeder der Bäume auf seinem Grundstück stehen hat, diese regelmäßig kontrollieren. Sollte bei einer Kontrolle eine Gefährdung zu erkennen sein, muss diese entsprechend entfernt werden. Auch beispielsweise Nester von Eichenprozessionsspinner können eine Gefahr darstellen.

„Außerdem sind Baumkontrollen zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit gleichzeitig ein wichtiges Instrument, um einen nachhaltigen, zukunftsorientierten gesunden Baumbestand zu entwickeln“ (FLL 2020, S. 8)

1.1.2 Die FLL-Baumkontrollrichtlinien

Die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) ist ein 1975 gegründetes Wissenschaftsnetzwerk mit Sitz in Bonn. Sie stellt in 65 interdisziplinär besetzten Arbeitsgremien unter anderem Richtlinien und Empfehlungen auf, die in eigenen Schriftreihen veröffentlicht werden. Die Mitarbeit erfolgt ehrenamtlich von etwa 550 Fachleuten wie Wissenschaftlern, Planungsbüros, Sachverständigen, Firmen, Betrieben, etc. (Wikipedia 2022; FLL 2020).

Die FLL-Baumkontrollrichtlinien gelten für Bäume und baumartige Gehölze, die aus Gründen der Verkehrssicherungspflicht kontrolliert werden müssen. Die Richtlinien finden Anwendung in sehr vielen Bereichen des öffentlichen Lebens. An Straßen, Wegen, Schienenwegen, Plätzen und Wohnanlagen. Außerdem auch bei Spiel- und Sportanlagen, in Grün-, Freizeit- und Erholungsanlagen, an Kindergärten, Kindertagesstätten, Schulen und auch auf Friedhöfen (FLL 2020, S. 7).

1.1.3 Drohnen in der Baumkontrolle

Drohnen sind in den letzten Jahren immer populärer geworden und haben mittlerweile ein sehr breites Einsatzspektrum. Sie werden für Aufgaben eingesetzt, die in der Regel von Hubschraubern erledigt werden. Drohnen haben gegenüber dem Hubschrauber in einigen Situationen aber Vorteile. Beispielsweise sind sie dann schneller einsetzbar und können Kosten sparen. Sie werden von viel von Feuerwehr, Polizei und dem Katastrophenschutz eingesetzt (Prang 2019). Dann wenn es für den Menschen zu gefährlich ist, oder es unmöglich ist Aufgaben in einem bestimmten Bereich zu übernehmen, bietet die Drohne einen deutlichen Mehrwert (Wankmüller 2022).

Ein herausragender Vorteil Drohnen in der Baukontrolle einzusetzen ist folgender: "Es lassen sich ohne Gerüst oder Hubsteiger schneller Aufmaße erstellen, was dem Auftraggeber wie auch dem Auftragnehmer entgegenkommt" (Prang 2019). Zum Einsatz von Drohnen bei Baumuntersuchungen wurde im Jahr 2018 an der HAWK Göttingen im Studiengang Arboristik eine Bachelorarbeit angefertigt. Dabei wurden erstmalig ausführliche Versuche zum Einsatz einer Drohne bei Baumuntersuchungen durchgeführt. Dabei kam die Spezialdrohne Elios zum Einsatz. Diese Drohne ist komplett von einem Käfig umgeben, sodass es möglich ist unzugängliche Bereiche zu befliegen. Die Qualität der gemachten Videoaufnahmen der Drohne waren meist gut, auch Details waren meist sehr gut zu erkennen. Allerdings gestaltete

sich die Einschätzung von Höhlungen als schwierig. Zudem war das Verfahren zu dem damaligen Zeitpunkt wirtschaftlich betrachtet eher fragwürdig. Dabei waren der hohe Anschaffungspreis und das eher kleine Einsatzspektrum der Drohne im Vergleich zu den normalen Untersuchungsmethoden die ausschlaggebenden Elemente (Ganzhorn 08.01.2018).

1.1.4 Künstliche Intelligenz

Von Künstliche Intelligenz (KI) hat heutzutage eigentlich jeder schonmal irgendwann etwas gehört. Doch was ist das eigentlich? Mit KI ist im Wesentlichen ein Teilgebiet der Informatik gemeint, welches sich mit maschinellem Lernen befasst. Anstelle von KI wird auch oft von Deep Learning oder eben maschinellem Lernen gesprochen (Hoberg 2019). Es kann also gesagt werden KI ist der Versuch, menschliches Denken und Lernen auf Computer zu übertragen und ihnen damit in einer gewissen Weise eine Intelligenz zu verleihen. Das dient dem Zweck, dass nicht alles programmiert werden muss, und die KI selbstständig Antworten finden und so Probleme von selbst lösen kann. Eine allgemeingültige Definition gibt es aber nicht, denn auch der Intelligenz-Begriff selbst ist bisher nicht eindeutig definiert (Scholz 2022). KI hat auch nicht immer etwas mit futuristischen Superrobotern gemein. Sie existiert, mittlerweile schon fast unspektakulär und nebensächlich, in sehr vielen Anwendung in unserem Alltag. Beispielsweise die automatisch erstellten Playlists von Musikdiensten. Im Hintergrund werden Informationen gesammelt und aus denen abgeleitet wird welche Musik einem gefällt und welche eher nicht. So können Playlists erstellt werden die scheinbar genau unseren Geschmack treffen. Die Sprachassistenten der Firmen Google und Apple funktionieren beispielsweise auch mit KI (SimplyScience 2022). Wenn es um das Thema autonomes Fahren geht, spielt KI auch eine große Rolle. Autos, die mithilfe von KI fahren, müssen selbst entscheiden können, wie sie am besten in welcher Situation reagieren. Wenn eine Person die Straße überqueren will, muss das die KI im Auto erkennen können, und bremsen. Am besten sollte die KI schon vorher erkennen, dass die Person gleich die Straße betritt. Auch heute schon kommt KI in nicht autonomen Autos zum Einsatz. Bei der Sprachsteuerung beispielsweise. So merkt sich das System Situationen. wenn jemand angerufen wird oder einen bestimmten Weg fährt. Auch das das Fahrzeug automatisch Verkehrsschilder erkennen kann, beruht auf KI (Hoberg 2019).

1.2 Ziel dieser Bachelorarbeit

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, verkehrssicherungsrelevante Eigenschaften von Bäumen zu ermitteln. Die ermittelten Eigenschaften sollen als Grundlage zur Auswahl von Messtechnik und/oder ihrer Entwicklung dienen, um in Zukunft in KI eingespeist werden zu können.

2 Methodik

2.1 Problemstellung

Da zu Beginn dieser Bachelorarbeit keine Daten bekannt waren mithilfe deren die Fragestellung dieser Bachelorarbeit beantwortet werden könnte, mussten selbst Daten erhoben werden. Um an Daten zu gelangen wurde eine Umfrage durchgeführt und zusätzlich Baumkontrolleure bei Baumkontrollen begleitet, um Daten direkt im Gelände zu erheben.

2.2 Vorgehensweise zur Datenermittlung

Um eine Umfrage für die vorliegende Arbeit erstellen zu können, war eine ausführliche Literaturrecherche erforderlich. Diese wurde zum größten Teil in der Bibliothek an der Forsthochschule durchgeführt.

Im Folgenden wurde eine Umfrage entwickelt. Das an der Umfrage möglichst viele Personen teilnehmen können wurde sie in ein Onlineumfrageportal eingepflegt. So war es möglich die Umfrage mithilfe eines Weblinks zu verbreiten. Zusätzlich wurde ein QR-Code generiert, der ebenfalls zur Umfrage führte. Der Weblink zur Umfrage wurde per Mail an verschiedene Personen und Institutionen mit der Bitte um Beantwortung sowie zur weiteren Verbreitung geschickt. Um ein repräsentatives Ergebnis zu bekommen waren die angeschriebenen Personen und Institutionen zufällig, und nach keinem Bestimmten Muster ausgewählt.

Im Mai 2022 fanden die Deutschen Baumpflegetage in Augsburg statt. Da das die größte Messe zum Thema Baumpflege Europas ist, kam die Idee auf, hier bei einem Aussteller am Stand die Bachelorarbeit vorzustellen (Deutsche Baumpflegetage Augsburg 2022), und die Möglichkeit anzubieten die Umfrage vor Ort zu beantworten. Als möglicher Aussteller kamen die Baumgenossen e.G.¹ in Frage. Per Mail wurde die Geschäftsführerin Frau Patricia Besel angefragt, ob es in Ordnung sei bei den Baumgenossen e.G. am Stand die Bachelorarbeit zu

¹ Die Baumgenossen e.G. sind eine Genossenschaft, die in ganz Deutschland Training, Schulungen und Kurse sowie Beratung im Bereich Baumpflege, Baumkontrolle und branchenspezifischer Arbeitssicherheit anbieten Besel 2022.

präsentieren. Nach Rücksprache mit den Kollegen, die für die Standbetreuung zuständig waren, wurde das Ok gegeben. Um die Bachelorarbeit präsentieren zu können wurde ein Plakat entworfen, auf dem die Arbeit in Stichpunkten vorgestellt wird. Das Plakat wurde einmal als Querformat und einmal als Horizontalformat, etwa in Din A2, im GIS-Labor der Hochschule gedruckt. Diese beiden Plakate durften freundlicherweise am Stand der Baumgenossen e.G. angebracht werden. Auf einem, direkt am Gang stehenden, Stehtisch, lagen einige gedruckte Fragebögen sowie Aufkleber und eine Hand voll Kugelschreiber der Hochschule aus. Diese waren vorgesehen, um die Umfragebögen am Stand ausfüllen zu können.

Neben der Umfrage wurden auch Daten vom Verfasser selbst erhoben. Dafür wurden Baumkontrolleure² bei Kontrollen begleitet. Es wurden einige Fachfirmen und Städtische Grünämter per Mail angeschrieben oder per Telefon angefragt. Letztendlich konnte der Verfasser an fünf Terminen Baumkontrolleure der Stadt Tübingen begleiten. Zusätzlich wurde in Eigenregie im Heimatort des Verfassers, der Gemeinde Aidlingen, Daten aufgenommen. Um nicht nur Daten aus dem Süd-Westen der Bundesrepublik zu bekommen, war angedacht in der Stadt mit den meisten Stadtbäumen, Berlin³ (Humberg 2022), drei Tage lang eine Firma bei Kontrollen zu begleiten. Diese Kontrollen kamen nach kurzfristigen Terminänderungen nicht zu Stande. Daher beschloss der Verfasser kurzfristig, mit der Bahn nach Köln zu fahren, um dort in Eigenregie einen Tag lang Daten aufzunehmen.

² "Die Aufgabe eines Baumkontrolleurs ist es, die Verkehrssicherheit von Bäumen fachlich zu beurteilen und wenn nötig entsprechende Maßnahmen festzulegen, die verhindern, dass Bäume für Menschen zur Gefahr werden könnten." Ballis 2022.

³ Berlin ist mit etwa 433.000 Stadtbäumen die Stadt in Deutschland mit den meisten Stadtbäumen. Danach kommt Hamburg mit etwa 223.000 Stadtbäumen Humberg 2022.

2.2.1 Aufbau des Fragebogens

Um Daten zu bekommen, wurde ein entsprechender Fragebogen (Anhang 8.1) nach Rücksprache mit Herr Prof. Dr. Wolff und Frau Morell erstellt. Der Fragebogen wurde in drei Teile gegliedert.

1. Fragen zur beantwortenden Person und Auswahl einer Baumart
2. Einschätzung der Häufigkeit der Merkmale
3. Meinung/Einschätzung

Im Folgenden werden die drei Teilbereiche erläutert.

1. Fragen zur beantwortenden Person und Auswahl einer Baumart:

Bei den Fragen 1 bis 4 ging es die Person, die den Fragebogen bearbeitet. Dabei ging es darum die Antworten im Hauptteil und dem Schluss einordnen zu können und bei der Ergebniswürdigung entsprechend zu deuten. Es wurde nach Folgenden Angaben zur Person gefragt:

- Hauptaufgabenfeld
- Herkunftsbundesland
- Beschäftigungsdauer in der Baumpflege
- Ungefähre Anzahl der im Jahr kontrollierten Bäume

Bei Frage 5 musste sich die beantwortende Person für eine Baumart entscheiden, auf die sich die folgenden Antworten bezieht. Dabei wurden die Baumarten zur Auswahl gestellt die die aktuell häufigsten Stadt-⁴ und Waldbäume⁵ widerspiegeln. Es konnte zwischen folgenden Baumarten entschieden werden:

- Kiefer
- Fichte
- Buche
- Eiche
- Linde

⁴ Entlang der Straßen der deutschen Städte findet man folgende Baumarten: Linden(24%), Ahorne(15%), Eichen(9%), Platanen(6%), Rosskastanien(4%) Humberg 2022.

⁵ Im deutschen Wald sind die häufigsten Baumarten: Fichte(25%), Kiefer(22%), Buche(15%), Eiche(10%) Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2018.

- Ahorn
- Platane
- Roskastanie

Zusätzlich gab es das Feld *Sonstiges*: sollte jemand den Fragebogen zu einer der nicht genannten Baumarten beantworten wollen.

In Frage 6 sollte angegeben werden, wo die in Frage 5 angegebene Baumart am häufigsten anzutreffen sei. Folgende Antworten standen zur Auswahl:

- In Gärten
- In Parks
- In Fußgängerzonen
- An Straßen
- Am Waldrand
- An Forstwegen
- An/Auf Parkplätzen

Zusätzlich gab es wie bereits bei Frage 5 das Feld *Sonstiges*: sollte jemand einen Ort angeben wollen, der nicht als Antwortmöglichkeit zur Auswahl stand.

2. Einschätzung der Häufigkeit der Merkmale

Im Hauptteil der Umfrage ging es um Merkmale und wie häufig sie auftreten. Die Merkmale wurden nicht danach ausgewählt, ob sie die Vitalität⁶ des Baumes beeinträchtigen oder nicht. Es ging darum insgesamt ein Bild von dem Baum zu bekommen unabhängig davon, ob die Verkehrssicherheit⁷ beeinträchtigt ist oder nicht. Denn Bäume, die keinen vitalen Eindruck machen und Mängelerscheinungen aufzeigen können durchaus verkehrssicher sein. Andersherum können Bäume die vital erscheinen eine Gefährdung für den Verkehr darstellen (Stobbe et al. 2020). „Vitale Bäume müssen nicht verkehrssicher sein, verkehrssichere Bäume müssen nicht vital sein“ (FLL 2020, S. 21).

⁶ "Als Vitalität wird allgemein die Lebenstüchtigkeit bzw. Lebenskraft eines Organismus bezeichnet." FLL 2020, S. 21.

⁷ "Verkehrssicherheit ist per Definition die Abwesenheit von Gefahren für Verkehrsteilnehmer, insbesondere im Straßenverkehr." Voigt 2022.

Der Hauptteil wurde nochmals unterteilt, in Korne (Fragen 7 bis 19), Stamm (Fragen 20 bis 32) und Stammfuß (Fragen 33 bis 38). Die Befragten konnten dazu zwischen folgenden Antwortmöglichkeiten wählen:

- 1 (Kommt immer vor)
- 2 (Kommt häufig vor)
- 3 (Kommt vor)
- 4 (Kommt selten vor)
- 5 (Kommt nie vor)

Bei der Krone wurde nach der vorkommenden Häufigkeit der folgenden Merkmale gefragt:

- V-Zwiesel
- U-Zwiesel
- Astabbrüche
- Asymmetrischer Kronenaufbau
- Totholz
- Kappungen
- Lichte Kronen
- Steiläste
- Astungswunden
- Efeubewuchs
- Blattkrankheiten
- Pilzbefall

Es gab ebenfalls das Feld *Sonstiges*: für andere Antworten.

Beim Stamm wurde nach der vorkommenden Häufigkeit der folgenden Merkmale gefragt:

- Spechthöhlen
- Steiläste
- Rindenverletzungen
- Schrägstand
- Stütz-/Reaktionsholz
- Drehwuchs

- Sekundäräste
- Risse
- Sonnenbrand
- Astungswunden
- Efeubewuchs
- Pilzbefall

Es gab ebenfalls das Feld *Sonstiges*: für andere Antworten.

Beim Stammfuß wurde nach der vorkommenden Häufigkeit der folgenden Merkmale gefragt:

- Anfahrschäden
- Stockaustrieb
- Stockfäule
- Stütz-/Reaktionsholz
- Pilzbefall

Es gab ebenfalls das Feld *Sonstiges*: für andere Antworten.

3. Meinung/Einschätzung:

Bei den Fragen 39 und 40 sollten die befragte Person eine Abschätzung abgeben, wie nützlich sie die der Idee dieser Arbeit halten und für wie wahrscheinlich sie es sehen, dass Baumkontrollen damit in Zukunft sinnvoll unterstützt werden können. Bei Frage 41 wurde gefragt in welcher Altersphase⁸ sie die Unterstützung für am sinnvollsten halten. Bei Frage 42 wurde zum Abschluss des Fragebogens nach der Meinung gefragt was insgesamt von der Idee zu halten ist, Bäume in Zukunft mit der beschriebenen Idee zu kontrollieren und zu bewerten. Konkret waren die Fragen wie folgt formuliert und es gab folgende Antwortmöglichkeiten:

Frage 39. Wie nützlich schätzen Sie die Idee der Unterstützung von Baumkontrollen mit Künstlicher Intelligenz ein? Für wie geeignet halten Sie das oben beschriebene Vorgehen?

Antwortmöglichkeiten zu Frage 39.:

- 1 (sehr geeignet)

⁸ Altersphase -> Entwicklungsphase: Wird unterschieden, je nach Standzeit den Baumes (Der Zeitraum seit der Pflanzung), in Jugendphase, Reifephase und Altersphase FLL 2020.

- 2 (gut geeignet)
- 3 (geeignet)
- 4 (weniger gut geeignet)
- 5 (völlig ungeeignet)

Frage 40. Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass man durch ein solches System sinnvoll unterstützt werden kann?

Antwortmöglichkeiten zu Frage 40.:

- 1 (sehr geeignet)
- 2 (gut geeignet)
- 3 (geeignet)
- 4 (weniger gut geeignet)
- 5 (völlig ungeeignet)

Frage 41. Für welche Altersphase ist die Kontrolle mit Drohnen Ihrer Meinung nach am besten geeignet?

Antwortmöglichkeiten zu Frage 41.:

- Jugendphase (Pflanzung – ca. 15 Jahren)
- Reifephase (ca. 15 – ca. 50 bzw. 80 Jahren)
- Altersphase (ca. 50 bzw. 80 Jahre - Zerfall)

Frage 42. Was halten Sie von der Idee, dass mit der beschriebenen Methode Bäume in Zukunft kontrolliert/bewertet werden?

Als Antwortmöglichkeit war ein leeres Feld zum freien Schreiben vorhanden.

2.2.2 Durchführung der Umfrage

Um eine große Menge an Daten zu bekommen, war es wichtig, die Umfrage einem großen Kreis an Personen zugänglich zu machen. Das geht heutzutage am einfachsten und effektivsten über das Internet. Zusätzlich gab es die Möglichkeit, den Fragebögen in Papierform auf den Deuten Baumpflegetagen 2022 in Augsburg auszufüllen.

2.2.2.1 Online

Um eine Umfrage im Internet für alle erreichbar machen zu können gibt es die Möglichkeit sie in ein Umfrageportal einzupflegen. Für Onlineumfragen gibt es etliche Anbieter. Nach einigem ausprobieren wurde sich für das Umfrageportal SurveyMonkey entschieden. Ausschlaggebend war die einfache und intuitive Vorgehensweise zum Einpflegen der Umfrage, sowie der angebotenen Möglichkeiten zur Gestaltung der späteren Seite. Mithilfe dieses Onlineanbieters für Umfragen wurde die Umfrage für alle zugänglich im Internet erstellt. Die Umfrage wurde am 9. Mai 2022 freigeschalten. Der Link zur Umfrage wurde per Mail an folgende Personen, Firmen, Ämter und sonstige Institutionen weitergeleitet.

- Baumarbeiten Hoch in (Rottenburg)
- Baumgenossen e.G.
- Baumkontrolleure der Stadt Tübingen
- Baumpflege-Riechmann (Kassel)
- Firma Baum & Seil (Tübingen)
- Forst BW, Stützpunkt Calmbach
- Institut für Waldarbeit GmbH
- Rolf Maier (ehemaliger Revierleiter Renningen)
- Schloss- und Gartenverwaltung Nymphenburg, Abteilung Parkpflege (München)
- Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
- Umweltamt der Stadt Ravensburg

Der Fragebogen war, wie in Kapitel 2.2.1 *Aufbau des Fragebogens* beschrieben, aufgebaut. Zu Beginn der Umfrage erschien ein fünfzeiliger Text mit Begrüßung und einer Erläuterung zum Grund des Fragebogens. Durch Klicken auf das grün hinterlegte Feld „OK“ wurde bestätigt, dass der Text gelesen wurde. Es erschien die erste Frage. Nach dem Beantworten der jeweiligen Frage erschien automatisch die nächste Frage. Am Ende wurde die Umfrage durch Klicken auf das grün hinterlegte Feld „FERTIG“ geschlossen. Nach dem Schließen der Umfrage bekam der Verfasser automatisch eine Benachrichtigung per Mail, dass eine weitere Umfrage bearbeitet wurde. Die Umfrage konnte auf jedem internetfähigen Gerät bearbeitet werden.

2.2.2.2 *Manuell*

Um in persönlichen Austausch mit Personen aus der Baumpflegebranche zu kommen und auf die Umfrage der Bachelorarbeit hinzuweisen, war der Verfasser vom 10. bis zum 12. Mai 2022 an dem Stand der Baumgenossen e.G. auf den Deutschen Baupflegetagen in Augsburg präsent.

Die Messe „Deutsche Baupflegetage“ ist eine jährlich stattfindende Fachmesse in Augsburg in Bayern. Die Messe ist in 3 große Bereiche unterteilt. Sie besteht aus einem Messebereich mit verschiedensten Ausstellern der Branche. In der angrenzenden Halle finden im Großen Saal Fachvorträge statt. In der Messehalle selbst befindet sich in einem abgetrennten Teil, das Kletterforum. Hier finden ebenfalls Fachvorträge statt (Messe Deutsche Baupflegetage 2022).

Der Verfasser war am Stand B12 der Baumgenossen e.G. vertreten. Mit einem selbst gestalteten Plakat zu der Bachelorarbeit wurde auf die Arbeit aufmerksam gemacht. An jedem Plakat hing ein QR-Code zum abschnappen und so auf die Umfrage zugreifen zu können. Außerdem lagen einige gedruckten Bögen zum Ausfüllen aus. Am zweiten Tag der Messe hat der Verfasser die Initiative ergriffen und auf dem ganzen Messegelände DIN-A4-Blätter verteilt, um so auf die Arbeit aufmerksam zu machen. Auf dem Blatt war die Beschreibung der Bachelorarbeit zu lesen, sowie ein QR-Code zum Scannen, um zur Umfrage zu gelangen. Das alles war mit der Messeleitung abgeklärt und von ihr genehmigt.

2.2.3 Auswertung der Umfrage

Die Daten der Umfrage wurden automatisch von SurveyMonkey in eine Excel-Datei eingepflegt. Die Excel-Datei konnte einmal als komprimierte Variante und einmal als nicht komprimierte Variante heruntergeladen werden. Zudem konnten zwei PDF-Dateien, die ebenfalls direkt von SurveyMonkey erstellt wurden, heruntergeladen werden.

Die eine PDF-Datei umfasst 43 Seiten. In dieser Datei sind die Antworten als Balkendiagramm bereits ausgewertet zu erkennen. Zusätzlich zu jeder Frage ist unter dem dazugehörigen Balkendiagramm eine Tabelle abgebildet, in der nochmals die Antwortmöglichkeiten aufgeführt werden und der prozentuale, sowie der totale Anteil an Antworten zu lesen ist.

Die andere PDF-Datei umfasst 208 Seiten. Hier sind alle beantworteten Fragebögen mit den Antworten in einer Datei zusammengefasst. Die Fragebögen sind in chronologischer Reihenfolge aufgeführt, es beginnt mit der ersten Beantwortung und endet mit der letzten.

2.2.4 Datenaufnahme vor Ort

Zusätzlich zur Umfrage sollten Daten im Praxisbetrieb, direkt am Baum aufgenommen werden. Dafür wollte der Verfasser Baumkontrolleure bei ihrer Arbeit begleiten. Es wurden Fachfirmen und Grünämter kontaktiert. Das Anschreiben ist im Anhang 8.2 beigefügt. Es gestaltete sich schwieriger als vom Verfasser erwartet, Termine zustande zu bekommen, um Baumkontrolleure zu begleiten. Letztendlich konnte der Verfasser an 5 Terminen, die Baumkontrolleure der Stadt Tübingen begleiten. An zwei Terminen Herrn Marvin König und an drei Terminen Herrn Daniel Ruckh. Bei den Kontrollen wurden Bäume in Tübingen und der näheren Umgebung kontrolliert. Konkret wurde an folgenden Tagen und Örtlichkeiten in Tübingen kontrolliert und Daten aufgenommen:

- 23.05.2022: Bergfriedhof Tübingen
- 31.05.2022: Joestraße/Eisenbahnstraße und Anlagenpark in Tübingen
- 02.06.2022: Klärwerk Tübingen
- 09.06.2022: Friedhof Lustnau
- 10.06.2022: Bismarkstraße/Nürtingerstraße und Umgebung der ev. Kirche Lustnau

Um Daten aufnehmen zu können wurde vom Verfasser ein Aufnahmebogen erstellt, der im nächsten Kapitel erläutert wird. Um nicht nur Daten aus Tübingen zu haben, hat der Verfasser in seiner Heimatregion, in der Gemeinde Aidlingen, ebenfalls Daten aufgenommen. Konkret wurde an folgenden Tagen und Örtlichkeiten in der Gemeinde Aidlingen Daten aufgenommen:

- 20.06.2022: Paul-Wirth-Bürgerhaus in Dachtel
- 20.06.2022: Hauptstraße Deufringen-Dachtel

Zusätzlich war geplant in Berlin Daten aufzunehmen. Dafür wurde eine Fachfirma angefragt. Es wurde auch ein Zeitraum von drei Tagen gefunden, an den der Verfasser die Mitarbeiter der Firma bei Kontrollen begleiten konnte. Leider wurde der Termin kurzfristig verschoben, sodass er nicht wahrgenommen werden konnte. Um aber dennoch Daten aus einer nördlicheren Region Deutschlands zu bekommen, beschloss der Verfasser ein Tag lang in Köln Daten aufzunehmen. Am 30.06.2022 wurde an folgenden Orten in Köln Daten erhoben:

- 30.06.2022: Trude-Herr-Park
- 30.06.2022: Karl-Korn-Straße
- 30.06.2022: Gabelbergerstraße

2.2.5 Aufnahmebogen

Um Daten aufnehmen zu können wurde ein Aufnahmebogen (Anhang 8.3) erstellt. Um die Daten mit den Daten aus der Umfrage vergleichen zu können wurde der Bogen ebenfalls in die Bereiche Krone, Stamm und Stammfuß unterteilt. Auf der Rückseite war Platz für sonstige Notizen. Der Bogen wurde handschriftlich ausgefüllt. Im Kopfbereich des Bogens wurden folgende Angaben notiert:

- Datum
- Ort

Der Hauptteil des Bogens besteht aus einer Tabelle mit vier Spalten und sechs Zeilen. Da Pro Aufnahmebogen eine Baumart pro Spalte vorgesehen war, konnten vier Baumarten pro Bogen aufgenommen werden. Die Zeilen waren für folgenden Inhalt bestimmt:

Zeile 1: Baumart

Zeile 2: Anzahl der Bäume

Zeile 3: Merkmale im Kronenbereich

Zeile 4: Merkmale am Stamm

Zeile 5: Merkmale am Stammfuß

Zeile 6: Durchmesser der kontrollierten Bäume

Bei den Merkmalen im Kronenbereich, den Merkmalen am Stamm und den Merkmalen am Stammfuß wurden alle Auffälligkeiten aufgeschrieben, unabhängig davon, ob sie in irgendeiner Weise die Verkehrssicherheit gefährden oder nicht.

2.2.6 Wahl der Örtlichkeiten

Die Örtlichkeiten in Tübingen kamen so zustande, dass die Baumkontrolleure ihre Punkte abarbeiteten und der Verfasser sie dabei begleitete. Dabei wurden die Örtlichkeiten aufgesucht die in im normalen Regelkontrollintervall⁹ die aktuell höchste Priorität hatten. So ergaben sich Punkte zur Datenaufnahme über ganz Tübingen verteilt.

In Köln wurde eine Route festgelegt, die am Bahnhof in Köln startete und dort wieder endete. Zu Beginn verlief die Route durch den Rheingarten in südlicher Richtung links am Rheinufer entlang. Auf diesem Weg wurde im Trude-Herr-Park und im Anschluss die Karl-Korn-Straße kontrolliert. Von dort setzte der Verfasser seinen Weg in westlicher Richtung fort, in den Volksgarten Köln. Von dort ging es in die Gabelsbergerstraße. Diese wurde von der Kreuzung Eifelwall/Gabelsbergerstraße in nördlicher Richtung bis zur Kreuzung Luxemburgerstraße/Gabelsbergerstraße kontrolliert. Anschließend lief der Verfasser den Inneren Grüngürtel in Köln bis zur Subbelrather Straße entlang. Von dort ging der Verfasser in östlicher Richtung weiter durch das Gereons-Viertel und das Andres-Viertel zum Kölner Dom und somit zum Startpunkt am Kölner Hauptbahnhof.

Die beiden Örtlichkeiten in der Gemeinde Aidlingen wurden rein zufällig ausgesucht und kontrolliert.

⁹ "Kontrolle des Baumes auf Verkehrssicherheit in festgelegten Intervallen in Form der -> *fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme* zum Erkennen von vorhersehbaren konkreten Gefahren." FLL 2020, S. 45.

3 Ergebnis

3.1 Umfrage

3.1.1 Umfang

An der Umfrage haben insgesamt 51 Personen teilgenommen. 16 Personen haben den Fragebogen am Stand der Baumgenossen e.G. auf der Messe in Augsburg ausgefüllt. 35 Personen haben ihn online ausgefüllt. Zu Beginn der Umfrage wurde ein Testbogen ausgefüllt, dieser wurde aber auch wieder gelöscht. Verwertbare Daten gibt es also von 51 Fragebögen. Um die Fragebögen die Handschriftlich auf der Messe bearbeitet wurden gemeinsam mit den online bearbeiteten Fragebögen auswerten zu können wurden die 16 Fragebögen manuell von Hand auf dem Umfrageportal Surveymonkey eingepflegt und so digitalisiert. So konnten alle Fragebögen zusammengeführt werden. Mithilfe der auf der Seite Surveymonkey vorhandenen Funktion *Ergebnisse analysieren*, wurden die Fragebögen ausgewertet. Die Durchschnittliche Bearbeitungszeit pro Bogen betrug 5:32 Minuten. Im Zeitraum vom 10.05.2022 bis zum 13.05.2022 wurden 22 Fragebögen bearbeitet. Damit wurden in diesem Zeitraum die meisten Bögen beantwortet. Bis zum 27.06.2022 wurden online Fragebögen beantwortet. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Fragebogens aufgeführt:

3.1.2 Fragen 1 bis 4

Bei den Fragen 1 bis 4 ging es um die Person, welche den Fragebogen beantwortet. Die erste Frage lautete: Was ist ihr Hauptaufgabenfeld? Diese Frage wurde von 45 Personen beantwortet und von 6 Personen übersprungen. 22 der 45 Personen (48,9%) gaben an Baumpfleger/in ist ihr Hauptaufgabenfeld. 17 Personen oder 37,8% gaben an Kontrolleur/in zu sein. Außerdem geben 11,1% bzw. 5 Personen Schadensgutachter/in als ihr Hauptaufgabenfeld an. Eine Person, mit 2,2%, gab an Lehrbeauftragte/r an Universität oder Hochschule zu sein.

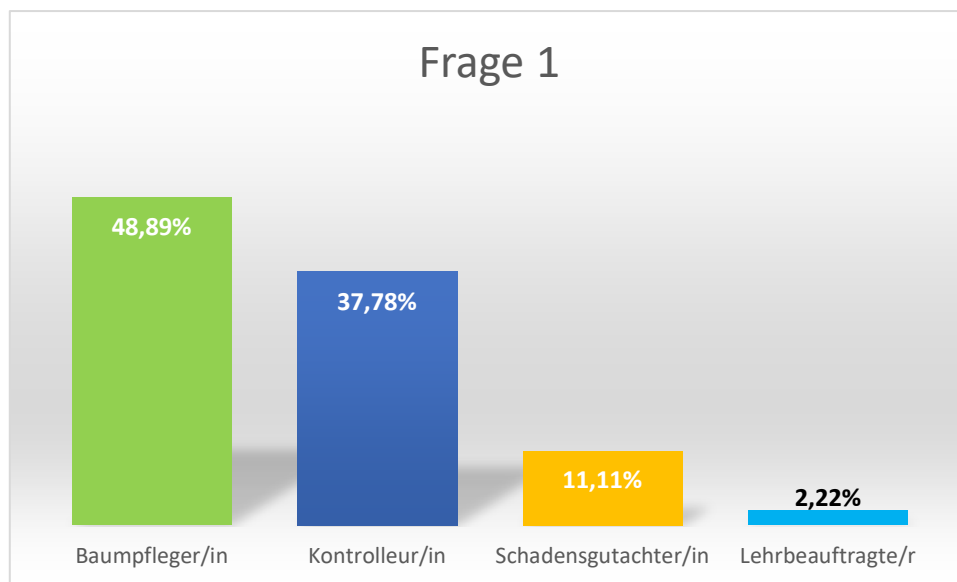


Abbildung 1: Antworten zu Frage 1

Bei Frage 2 wurde nach dem Herkunftsbundesland der Person gefragt. Diese Frage wurde von 50 Personen beantwortet und von einer Person übersprungen. Es sind die folgenden Ergebnisse zustande gekommen:

- Baden-Württemberg mit 26% und 12 Personen
- Bayern mit 24% oder 12 Personen
- Nordrhein-Westfalen mit 18% oder 9 Personen
- Hessen mit 8% oder 4 Personen
- Niedersachsen; Hamburg mit je 6% oder 3 Personen
- Berlin; Saarland mit je 4% oder 2 Personen
- Sachsen; Brandenburg mit je 2% und einer Person

Zur besseren Übersicht nochmal als Diagramm dargestellt:

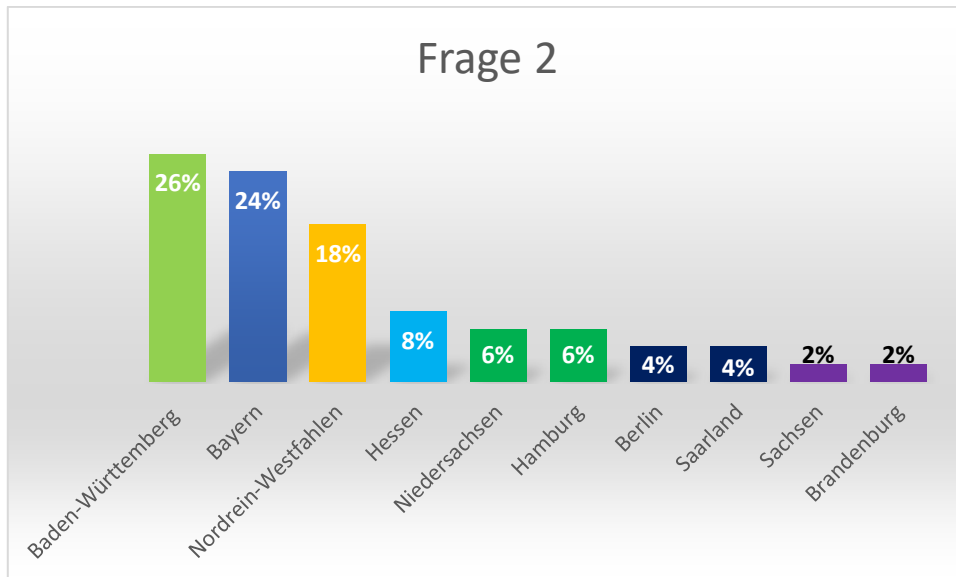


Abbildung 2: Antworten zu Frage 2

Als Antwortmöglichkeiten waren alle 16 Bundesländer der Bundesrepublik angegeben. Die fehlenden Bundesländer wurden nicht gewählt. Die meisten Befragten kamen aus dem Süddeutschen Raum. Aus Baden-Württemberg kamen 26% und aus Bayern 24%.

Die Frage 3 lautete: Wie lange sind Sie in der Baumpflegebranche schon aktiv? Diese Frage wurde von allen 51, an der Umfrage teilnehmenden Personen, beantwortet. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis:

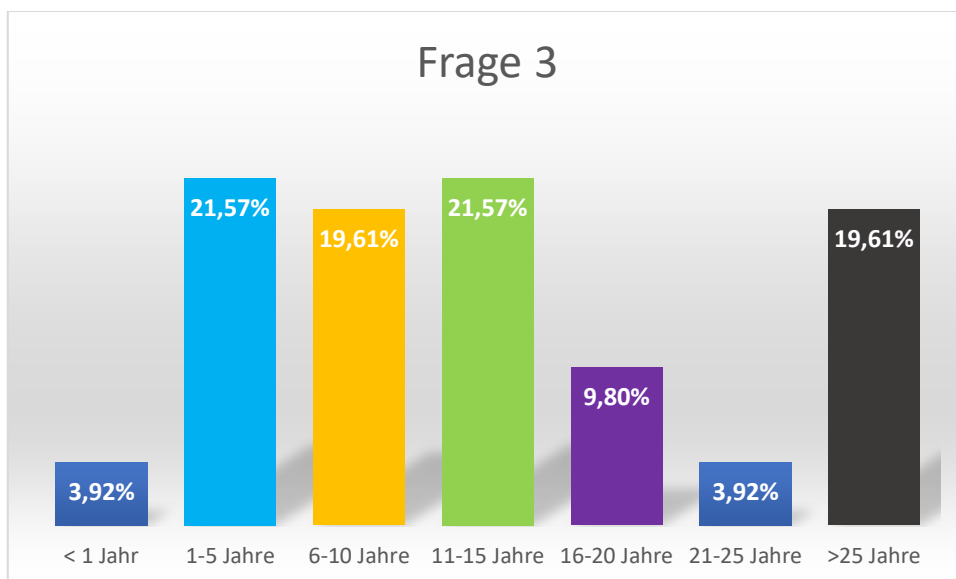


Abbildung 3: Antworten zu Frage 3

Weniger als ein Jahr in der Branche tätig zu sein gaben 2 Personen an. Zwischen 1-5 Jahren und 11-15 Jahren gaben je 11 Personen als Beschäftigungsdauer an. Zwischen 6-10 Jahre sind 10 der 51 Personen bereits in der Branche beschäftigt. 16-20 Jahre sind 5 Personen in der Branche, und 21-25 Jahren gaben 2 Personen als Zeitraum an. 10 Personen gaben an, schon mehr als 25 Jahre in der Branche zu arbeiten.

Frage 4 lautete: Wie viele Bäume kontrollieren Sie ungefähr im Jahr? Die Frage wurde von 51 Personen beantwortet. 7 der Personen gaben an weniger als 50 Bäume im Jahr zu kontrollieren. 10 Personen gaben an zwischen 51 und 150 Bäume im Jahr zu kontrollieren. Je 8 Personen gaben an, sie kontrollieren zwischen 151 und 300 oder 501 bis 1000 Bäume im Jahr. 2 Personen bzw. 3,92% kontrollieren 301 bis 500 Bäume im Jahr. 16 der 51 Personen gaben an, sie kontrollieren über 5000 Bäume im Jahr.

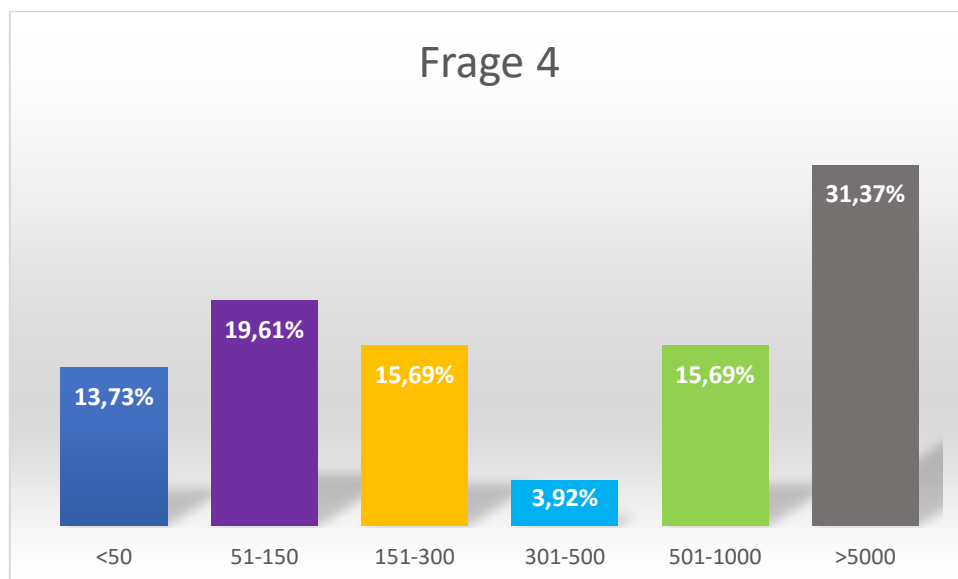


Abbildung 4: Antworten zu Frage 4

3.1.3 Frage 5 und 6

Bei den Fragen 5 und 6 ging es darum eine Baumart zu wählen, auf die sich der Hauptteil des Fragebogens bezieht. Frage 5 wurde von 51 Personen beantwortet, die Frage 6 von 50 Personen. Folgende Baumarten wurden bei Frage 5 gewählt:

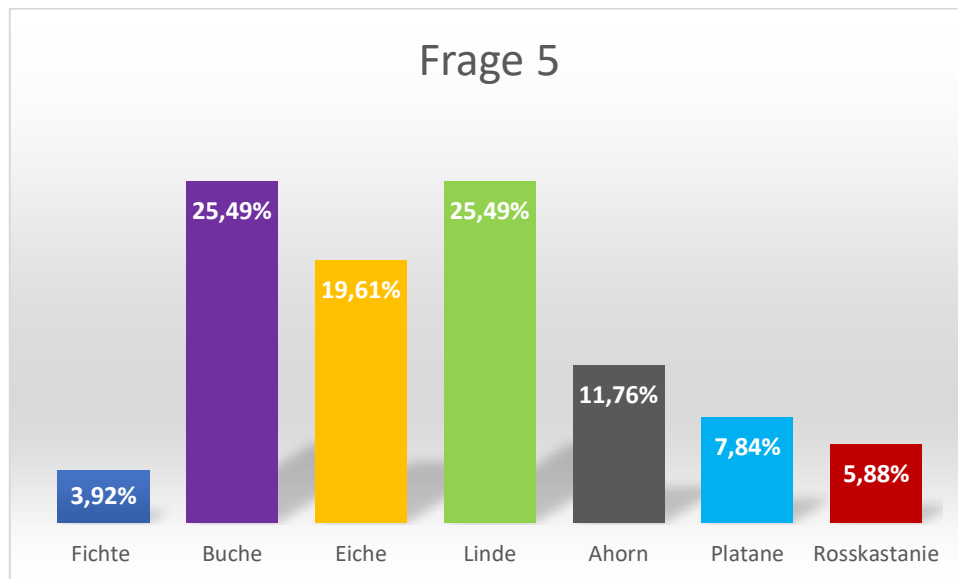


Abbildung 5: Antworten zu Frage 5

Buche und Linde wurden mit je 25,49% am häufigsten gewählt. Danach kommt die Eiche mit 19,61% und Ahorn mit 11,76%. Im einstelligen Prozentbereich liegen die Platane mit 7,84% und die Rosskastanie mit 5,88%. Am wenigsten wurde die Fichte (3,92%) gewählt.

Die Option den Fragebogen zu Kiefer zu bearbeiten, wurde von keiner Person gewählt.

Frage 6 lautete: Wo ist diese Baumart am häufigsten anzutreffen?

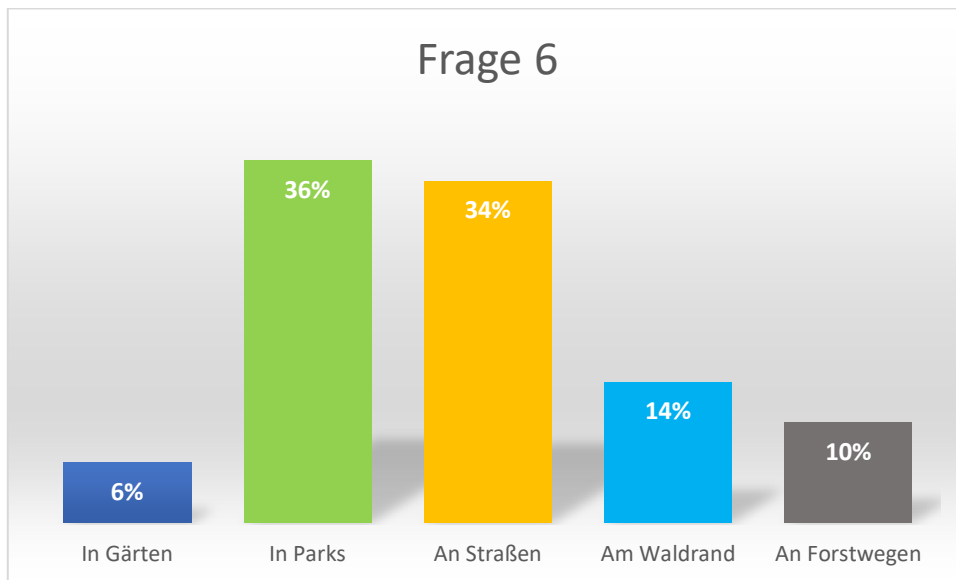


Abbildung 6: Antworten zu Frage 6

Die meisten Bäume auf die sich der Fragebogen bezog stehen in Parks(36%). Kurz dahinter mit 34% liegt die Antwort „An Straßen“. Diese beiden Antworten wurden mit Abstand am häufigsten gewählt. Die Optionen „Am Waldrand“, „An Forstwegen“ und „In Gärten“ wurden mit je 14%, 10% und 6% am wenigsten genannt.

3.1.4 Fragen 7 bis 19

Bei den Frage 7 bis 19 ging es um die Häufigkeit von Merkmalen in den Kronen der Bäume. Zur besseren Übersicht wurde je, der höchste Wert des Merkmals farblich hervorgehoben. In der untenstehenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt:

Anzahl der Beantwortungen	Merkmal	1 (Kommt immer vor)	2 (Kommt häufig vor)	3 (Kommt vor)	4 (Kommt selten vor)	5 (Kommt nie vor)
48	...V-Zwiesel	2,08%	45,83%	37,5%	14,58%	0%
49	...U-Zwiesel	6,12%	30,61%	40,82%	18,37%	4,08%
49	...Astabbrüche	6,12%	26,53%	38,78%	26,53%	2,04%
50	...asymmetrischer Kronenaufbau	6%	30%	42%	22%	0%
50	...Totholz	20%	48%	20%	8%	4%
50	...Kappungen	4%	20%	28%	42%	6%
49	...lichte Kronen	2,04%	24,49%	40,82%	28,57%	4,08%
50	...Steiläste	4%	34%	24%	36%	2%
50	...Astungswunden	14%	36%	34%	10%	6%
50	...Efeubewuchs	4%	18%	36%	34%	8%
50	...Blattkrankheiten	4%	28%	34%	30%	4%
50	...Pilzbefall	4%	30%	38%	26%	2%

Tabelle 1: Ergebnisse Fragen 7 bis 19

3.1.5 Frage 20 bis 32

Bei den Fragen 20 bis 32 ging es um die Häufigkeit von Merkmalen am Stamm der Bäume. Zur besseren Übersicht wurde je, der höchste Wert des Merkmals farblich hervorgehoben. In der untenstehenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt:

Anzahl der Beantwortungen	Merkmal	1 (Kommt immer vor)	2 (Kommt häufig vor)	3 (Kommt vor)	4 (Kommt selten vor)	5 (Kommt nie vor)
50	...Spechthöhlen	0%	30%	38%	30%	2%
49	...Steiläste	0%	28,57%	24,49%	40,82%	6,12%
50	...Rindenverletzungen	4%	40%	46%	8%	2%
50	...Schrägstand	0%	18%	46%	32%	4%
49	...Stütz-/Reaktionsholz	0%	34,69%	53,06%	12,24%	0%
50	...Drehwuchs	2%	10%	16%	60%	12%
50	...Sekundäräste	6%	16%	50%	26%	2%
49	...Risse	2,04%	26,53%	46,94%	24,49%	0%
50	...Sonnenbrand	14%	28%	14%	28%	16%
50	...Astungswunden	14%	52%	16%	14%	4%
50	...Efeubewuchs	2%	24%	44%	28%	2%
50	...Pilzbefall	2%	26%	50%	22%	0%

Tabelle 2: Ergebnisse Fragen 20 bis 32

3.1.6 Frage 33 bis 38

Bei den Frage 33 bis 38 ging es um die Häufigkeit von Merkmalen am Stammfuß der Bäume. Zur besseren Übersicht wurde je, der höchste Wert des Merkmals farblich hervorgehoben. In der untenstehenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt:

Anzahl der Beantwortungen	Merkmal	1 (Kommt immer vor)	2 (Kommt häufig vor)	3 (Kommt vor)	4 (Kommt selten vor)	5 (Kommt nie vor)
50	...Anfahrtschäden	8%	24%	46%	20%	2%
49	...Stockaustrieb	16,33%	24,49%	16,33%	24,49%	18,37%
50	...Stockfäule	4%	10%	52%	32%	2%
49	...Stütz- /Reaktionsholz	2,04%	22,45%	44,90%	30,61%	0%
49	...Pilzbefall	4,08%	14,29%	48,98%	30,61%	2,04%

Tabelle 3: Ergebnisse Fragen 33 bis 38

3.1.7 Frage 39 bis 42

Bei den Fragen 39 bis 41 ging es nicht um Merkmale und wie häufig sie auftreten. Es ging darum ein Bild davon zu bekommen, wie das Thema bei den befragten Personen ankommt und was davon gehalten wird.

Bei Frage 39 „Wie nützlich schätzen Sie die Idee der Unterstützung von Baumkontrollen mit Künstlicher Intelligenz ein? Für wie geeignet halten Sie das oben beschriebene Vorgehen?“, ist das folgende Ergebnis zustande gekommen:

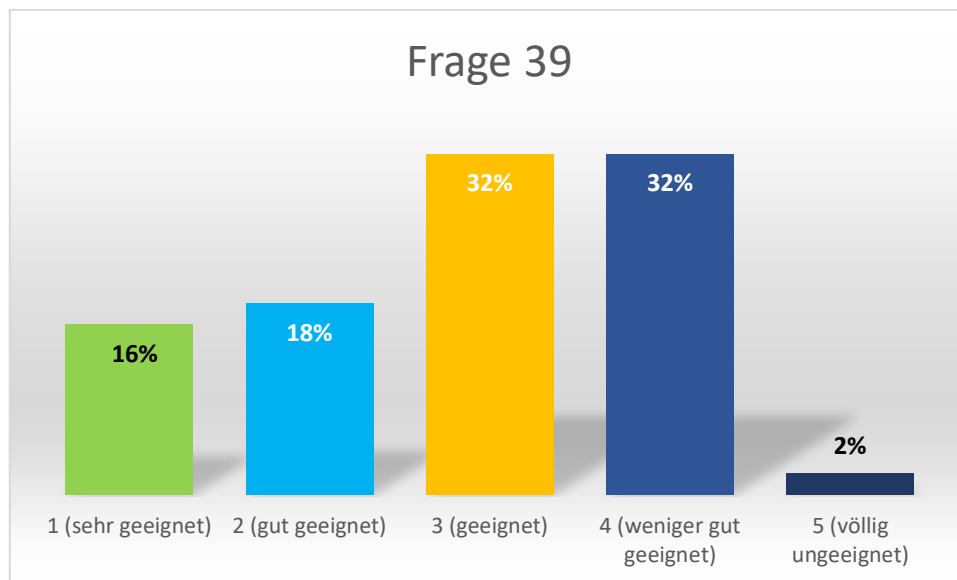


Abbildung 7: Diagramm zu Frage 39

50 Personen haben diese Frage beantwortet. 16% der Personen halten das beschriebene Vorgehen für geeignet. Lediglich 2% halten es für völlig ungeeignet. Der Großteil hält das Verfahren für geeignet bis weniger gut geeignet. 18% sind der Meinung es ist gut geeignet.

Die letzte Frage, Frage 42, wurde von 16 Personen auf der Messe am Stand beantwortet und von 29 Personen online. Auf die Frage: „Was halten Sie von der Idee das mit der beschriebenen Methode Bäume in Zukunft kontrolliert/bewertet werden“, wurden die folgenden Antworten gegeben:

- „Zumindest als ergänzende Methode sehr sehr sinnvoll und steigernd Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz.“ *Unbekannt*
- „Since Fiction?“ *Baumpfleger/ Kontrolleur*

- „Im einzelfall“ *Baumpfleger*
- „Sehr gut für den Kronenbereich -> Blick von oben. Sehr gut geeignet für die Kontrolle von Waldrändern, die schwer einzusehen und v.a. die Kronenbereiche in belaubtem und viel Unter- und Zwischenstand.“ *Revierförster*
- „+ Abbild in digitalisierter Form; „archiviert“ chronologische Entwicklung zu erkennen (bspw. Retraktionsphase; bei „Wackelkandidaten“)
– (noch) teuer; flächige Anwendung zumindest Frage, ob Schadsymptome „baumgerecht“ von KI erlernt werden, wie subjektiv ist diese/ welche Rolle spielt Erfahrung kontrollierende Person“ *Baumpfleger/Kontrolleur/Studierende*
- „Im Rahmen der BK kaum, seltene Einsätze bei großen Altbeständen sind sicher sinnvoll, wobei „Problem Anfassen“ als wichtiger Teil nicht möglich ist. Sinnvoll evtl. ergänzend, wird aber wenige bisherige Erfahrung ersetzen. In einem Platanenbestand mit Masaria bestimmt super geeignet, bei Eiche eher nicht“ *Baumpfleger/Kontrolleur/Studierende*
- „Keine Meinung! Ich schaff ja quasi mein Eigenen Arbeitsplatz ab“ *Baumpfleger/Kontrolleur*
- „Es gibt immer wieder gut Ideen die die Baumkontrolle/ management unterstützen aber am Ende zählt die Erfahrung und das Gefühl des Baumpflegers“ *Schadensgutachter*
- „Entlasten die Kontrolleure nicht“ *Baumpfleger/ Kontrolleur*
- „Sehr hoch!“ *Abteilungsleiter Parkpflege*
- „Als Ergänzung gut.“ *Baumpfleger*
- „Unterstützt in der Einzelbaumkontrolle eher nicht, um über Bestände zu fliegen schon. In Hanglagen vielleicht oder wo man den Baum nicht untersuchen kann. Insgesamt skeptisch.“ *Kontrolleur* „Zumindest als ergänzende Methode sehr sehr sinnvoll und steigernd Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz.“

- „In gewissem Umfang sicher möglich, wichtig ist, wie sich die Rechtsprechung dazu stellen wird.“ *Bildungsgenossenschaft ML*
- „Finde ich nicht so gut, da ein beklettern der zu begutachteten Bäume meiner Meinung nach vorzuziehen ist.“ *Baumpfleger/Kontrolleur*
- „Skeptisch!“ *Kontrolleur*
- „Es gibt immer wieder gut Ideen die die Baumkontrolle/ management unterstützen aber am Ende zählt die Erfahrung und das Gefühl des Baumpfleger“
Schadensgutachter
- „Eigentlich gut in der heutigen Zeit, man kann auch viel mehr in Höhe finden“
Baumpflanzung
- „Unterstützt in der Einzelbaumkontrolle eher nicht, um über Bestände zu fliegen schon. In Hanglagen vielleicht oder wo man den Baum nicht untersuchen kann. Insgesamt skeptisch.“ *Kontrolleur*
- „Als Unterstützung und Ergänzung sinnvoll“ *Baumpfleger/in*
- „In Kombination mit VTA“ *Baumpfleger/in*
- „Nicht so viel“ *Baumpfleger/in*
- „sehr gute Idee um Bäume zu kontrollieren. für Bewertung halte ich das System nicht für geeignet.“ *Baumpfleger/in*
- „Kann sinnvoll sein“ *Kontrolleur/in*
- „Ein Muss“ *Software für Baummanagement*
- „Schwierig, da in dichten Beständen, die Krone nur von oben oder unterm betrachtet werden kann. Erkennung von totholz und astbrüchen sowie mt wärmebildtechnik
Erkennung von bewohnten Habitate“ *Kontrolleur/in*

- „Wir waren einer der ersten Firmen, die eine Drohne hatten. Damals war der Markt dafür aber noch nicht geeignet. Wir haben sie deshalb nicht mehr im Einsatz, jetzt wären aber Anfragen da.“ *Kontrollleur/in*
- „Ich finde die Idee gut und hilfreich“ *Kontrollleur/in*
- „gut“ *Schadensgutachter/in*
- „Gut“ *Baumpfleger/in*
- „Reine Kontrolle mit Drohnen sind ein weiteres Hilfsmittel aber diese Hilfsmittel können niemals den Sachverstand bzw. das nötige Feingefühl einer Kontrollleurin bzw. Sachverständigen ersetzen“ *Schadensgutachter/in, Baumgutachter*
- „Spannend für Defekte in der Krone, die von unten kaum einsehbar sind“ *Kontrollleur/in*
- „Eine gute Idee, die sich aber noch in der Praxis bewähren muss“ *Koordinator Baumpflege*
- „Sehr gut“ *Kontrollleur/in*
- „Gut“ *Baumpfleger/in*
- „bei jeder Baumart kommen einige der beschriebenen Symptome vor, es handelt sich nicht bei allen um Schäden, Efeubewuchs? Astungswunden und Kappungen sind ja keine Frage der Baumart, hier müsste eher nach der Reaktionsfähigkeit gefragt werden.“ *Baumpfleger/in*
- „Vermutlich schnellere Kontrolle eventueller Gefahrenbäume“ *Baumpfleger/in; Forstwirt*
- „Bedingt geeignet“ *Schadensgutachter/in*

- „sollte man darüber nachdenken“ *Lehrbeauftragter an Uni/Hochschule*
- „Bei großen Altbäumen mit offener Krone macht eine Kontrolle mit Hilfe einer Drohne mit Sicherheit sinn.“ *Baumpfleger/in*
- „Zur Unterstützung ist es in Ordnung, da man einen besseren Einblick der oberen Kronenteile bekommt. Kontrollen ausschließlich mit Drohnen halte ich für unrealistisch.“ *Kontrolleur/in*
- „Als Unterstützung immer, könnte auch nur aufnahmen von Baum machen und am PC dann die Auswertung“ *Kontrolleur/in*
- „Kontrolle auf Totholz und Höhlungen wären sehr gut machbar“ *Kontrolleur/in; Forstrevier-Leiter*
- „Im innerstädtischen Bereich und bei Parkanlagen sowie bei Solitäräumen kann eine Befliegung sehr sinnvoll sein“ *Kontrolleur/in*
- „Die Idee finde ich super!“ *Baumpfleger/in*
- „Es sollte an dieser Methode auf jeden Fall weiter gearbeitet werden, da es die Arbeit ungemein erleichtert“ *Baumpfleger/in*
- „Sehr gut, aber nur zur Unterstützung“ *Kontrolleur/in*

Alle Antworten wurden als Zitat so übernommen, wie sie geschrieben wurden. Es wurden keine Schreibfehler oder grammatikalische Fehler korrigiert.

3.2 Datenaufnahme vor Ort

3.2.1 Umfang

Im Freien Feld wurden 353 Bäume vom Verfasser auf Merkmale hin untersucht. Von diesen 353 Bäumen hatten 238 Bäume eine Auffälligkeit im Bereich der Krone, 151 Bäume hatten eine Auffälligkeit am Stamm und 47 der Bäume zeigten am Stammfuß eine Auffälligkeit.

Folgende Baumarten wurden untersucht:

- Fichte
- Buche
- Eiche
- Linde
- Ahorn
- Platane
- Rosskastanie
- Esche
- Baumhasel
- Hainbuche
- Pappel
- Robinie

Unter Linde wurden alle Lindenarten eingetragen, es wurde nicht explizit zwischen Sommer- und Winterlinde oder Lindenhybriden unterschieden. Ebenso bei den Ahornen. Die Daten bei Ahorn wurden zwar alle getrennt nach Art erfasst, aber bei dieser Auswertung spielt es keine Rolle. Denn es wurde nach der Häufigkeit der Merkmale allgemein über alle Baumarten gesucht, nicht nach der Häufigkeit je Baumart. Unter Ahorn sind Spitzahorn, Feldahorn und Bergahorn eingetragen. Bei den Pappeln handelt es sich vermutlich um die kanadische Pappel (*Populus canadensis*), das konnte leider nicht sicher herausgefunden werden. Sie haben mit 8 Exemplaren einen Anteil von 2,27% am Stichprobenumfang. Mit Buche ist die Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) gemeint. Darunter sind auch 20 Blut-Buchen eingetragen.

Um die aufgenommenen Daten verarbeiten zu können wurden sie in Excel eingetragen. So konnten die Daten analysiert werden. Im Folgenden werden in die ermittelten Ergebnisse vorgestellt.

3.2.2 Krone

Im Kronenbereich zeigten 238 Bäume eine Auffälligkeit. Das entspricht 67,39% der kontrollierten Bäume.

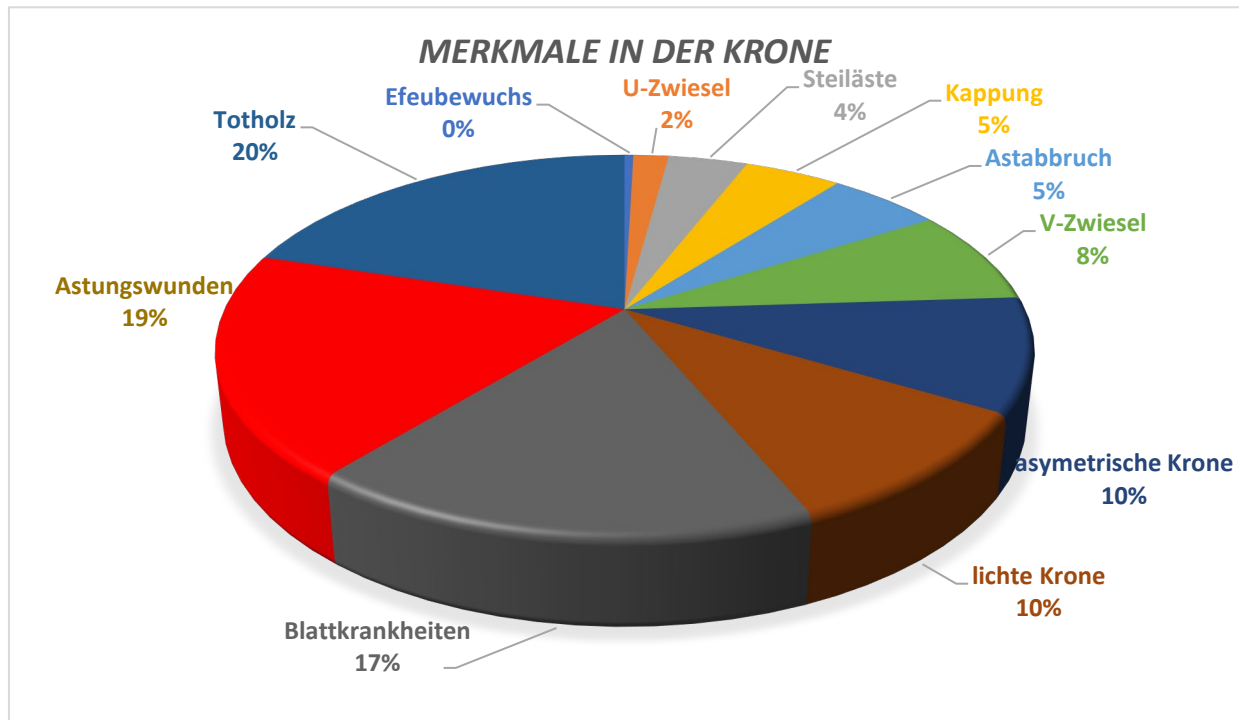


Abbildung 8: Merkmale in der Krone

Wie aus dem Kuchendiagramm zu entnehmen ist, war das häufigste Merkmal in der Krone Totholz. 20%, also 1/5 der Bäume hatten Totholz in der Krone. Totholz wurde ab einem Durchmesser von 3 cm aufgenommen. An zweiter Stelle folgt, mit nur einem Prozent weniger, mit 19%, das Merkmal Astungswunden. Als Astungswunden wurden Schnittstellen aufgenommen ab einem Durchmesser von 1cm bis hin zu einem Durchmesser von 20cm. Alle Schnittstellen mit einem Durchmesser von über 20cm wurden als Kappung gewertet. An dritter Stelle folgt mit 17% die Auffälligkeit Blattkrankheiten. Unter Blattkrankheiten wurde auch der Fraß von Miniermotten eingetragen sowie eingetrocknete Blattränder durch Streusalz. Zudem wurde hier vermerkt, wenn die Laubfärbung sehr blass war und so der Baum keinen vitalen Eindruck gemacht hat. Das war bei insgesamt zwei Bäumen der Fall, einmal bei einem Spitzahorn und einmal bei einer Eiche. Ansonsten wurde noch die Teerfleckenkrankheit der Ahornarten unter diesem Merkmal notiert. An vierter Stelle kommen zwei Merkmale mit je 10%. Zum einen hatten 10% der Bäume mit Auffälligkeiten in der Krone eine lichte Krone und zeigten auch 10% eine Asymmetrie in der Kronenform. V-Zwiesel sind konnten an 19 der 238 Bäumen festgestellt werden, was 8% entspricht. Astabbrüche und Kappungen sind im

Kronenbereich mit je 5% im Diagramm zu erkennen. Steiläste in der Krone wurden an 9 Bäumen entdeckt, was 4% entspricht. U-Zwiesel und Efeubewuchs wurden kaum entdeckt. U-Zwiesel wurden an insgesamt 4 von 238 Bäumen beobachtet und Efeu hatte lediglich ein einziger Baum bis in die Krone. Das sind 0,42%, im Diagramm als 0% dargestellt.

3.2.3 Stamm

Am Stamm hatten 151 Bäume eine Auffälligkeit. Das sind 42,78% der insgesamt begutachteten Bäume.

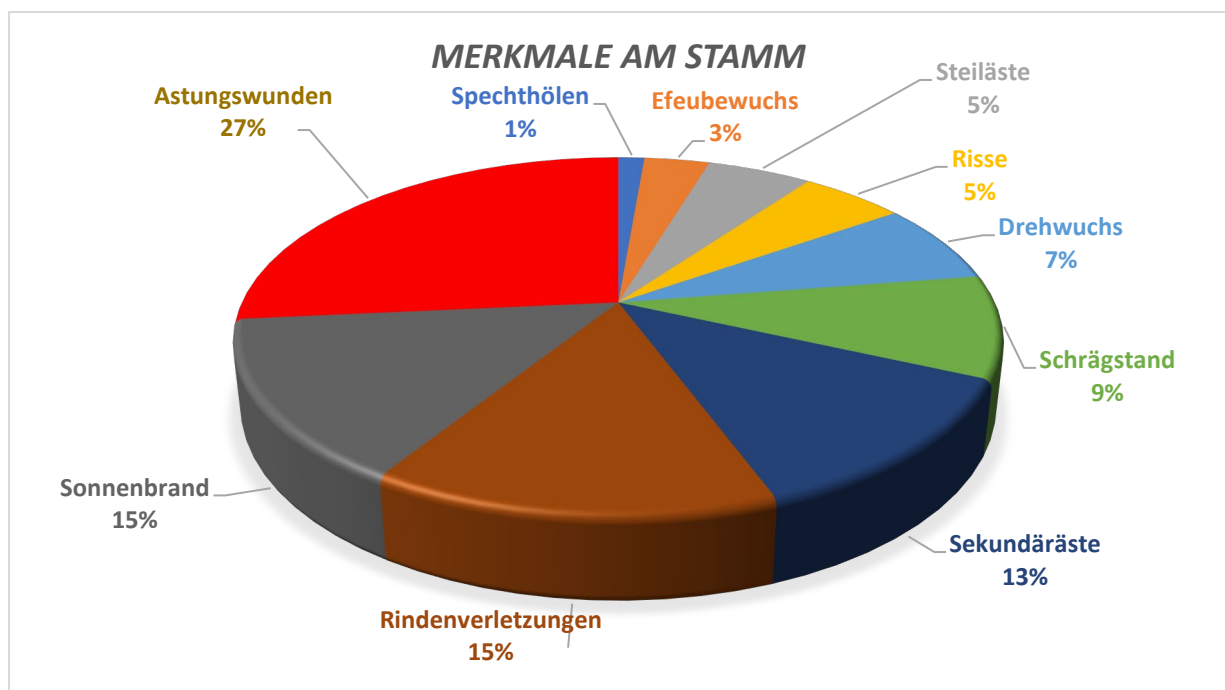


Abbildung 9: Merkmale am Stamm

Am Stamm waren Astungswunden mit 27% das häufigste Merkmal. Als Astungswunden wurden, wie auch im Kronenbereich, alle Schnittstellen mit einem Durchmesser zwischen 1 cm und 20 cm vermerkt. Als zweithäufigste Auffälligkeit ist Sonnenbrand und Rindenverletzungen im Kuchendiagramm zu erkennen. Beide haben ein Anteil von 15% gesessen an den 151 Bäumen mit Auffälligkeit am Stammfuß. Das entspricht jeweils 22 Bäumen. 21 Bäume der Bäume mit Sonnenbrand sind Ahorne gewesen. Sekundäräste konnten an 13% festgestellt werden. Im einstelligen Prozentbereich befinden sich Schrägstand mit 9%, Drehwuchs mit 7%, mit je 5% Risse und Steiläste sowie Efeubewuchs mit 3% und mit 1% Specht Höhlen. Unter Specht Höhlen wurden auch sonstige Höhlungen verbucht.

Insgesamt gab es 2 Bäume mit dieser Auffälligkeit. Unter Schrägstand wurden auch drei Bäume mit Säbelwuchs aufgenommen.

3.2.4 Stammfuß

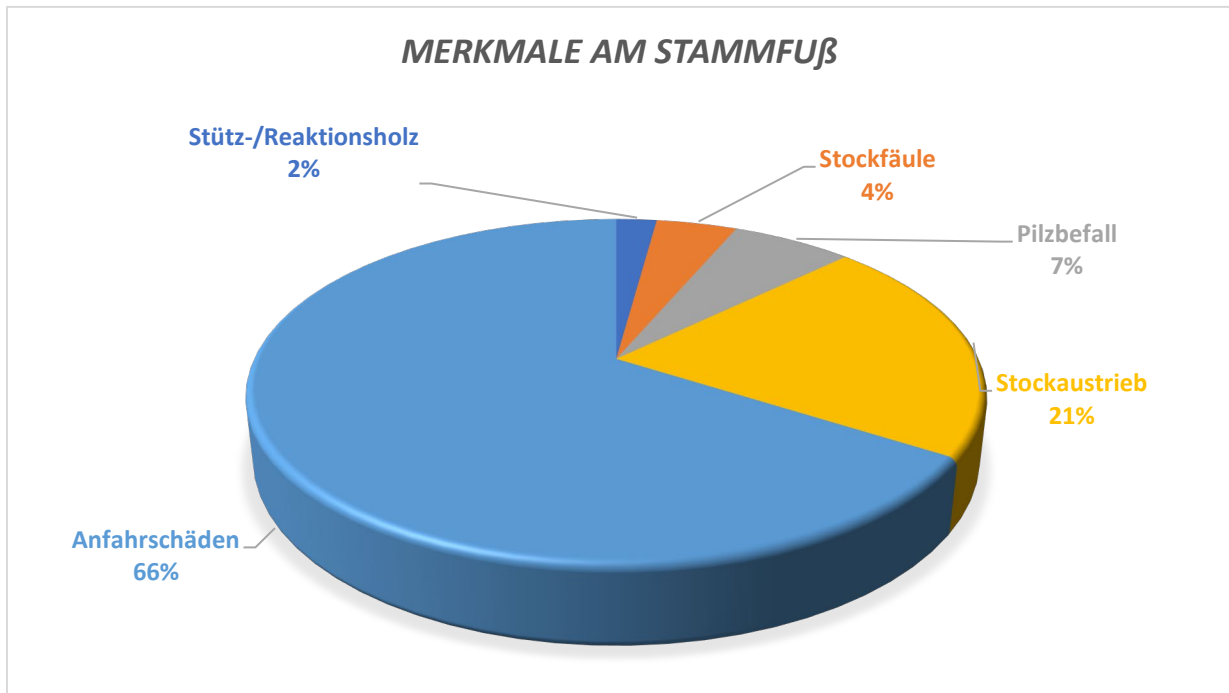


Abbildung 10: Merkmale am Stammfuß

Am Stammfuß hatten 13,31% der 353 begutachteten Bäume ein Merkmal. Das sind 47 Bäume von 353. Im Kuchendiagramm sehr eindeutig erkennbar ist, dass die häufigste Unregelmäßigkeit Anfahrschäden sind. Mähschäden an den Wurzeln oder am Stamm wurden ebenfalls unter Anfahrschäden notiert. Stockaustrieb war an 10 der 47 Bäume zu erkennen was 21% entspricht. Pilzbefall ist mit 7% im Kuchendiagramm zu erkennen. Pilzbefall wurde notiert, wenn ein Fruchtkörper am Baum zu erkennen war. Das war bei 3 Bäumen der Fall. An einer Buche, einer Pappel und einer Robinie konnten Pilzfruchtkörper festgestellt werden. Stockfäule konnte je an einer Linde und einem Ahorn entdeckt werden, sodass dieses Merkmal mit 4% vermerkt ist. Stütz-/reaktionsholz wurde an nur einem Baum notiert, sodass dieses Merkmal mit 2% im Kuchendiagramm vermerkt ist.

3.3 Merkmale

Nach der Auswertung der vom Verfasser aufgenommenen Daten können die auftretenden Merkmale und Auffälligkeiten nach Häufigkeit aufgezählt werden. Es wird mit dem häufigsten Merkmal begonnen und in absteigender Reihenfolge fortgefahren.

Im Bereich der Kronen sind die häufigsten Merkmale folgende:

- Totholz
- Astungswunden
- Blattkrankheiten
- Lichte Krone; asymmetrische Krone
- V-Zwiesel
- Astabbruch
- Kappung
- Steiläste
- U-Zwiesel
- Efeubewuchs

Im Bereich des Stamms sind die häufigsten Merkmale folgende:

- Astungswunden
- Sonnenbrand; Rindenverletzungen
- Sekundäräste
- Schrägstand
- Drehwuchs
- Risse; Steiläste
- Efeubewuchs
- Spechthöhlen

Im Bereich des Stammfußes sind die häufigsten Merkmale folgende:

- Anfahrtschäden
- Stockaustrieb
- Pilzbefall
- Stockfäule

- Stütz-/Reaktionsholz

4 Diskussion

4.1 Interpretation der Ergebnisse

Auf die in Kapitel 3 aufgezeigten und dargestellten Ergebnisse wird nun in diesem Kapitel eingegangen.

4.1.1 Ergebnisse der Umfrage

Zur besseren Lesbarkeit wurden die Prozente ohne Nachkommastellen geschrieben. Sie wurden entsprechend der Nachkommastelle bis (...),5 abgerundet und ab (...),6 aufgerundet.

4.1.1.1 Fragen 1 bis 6

Das fast die Hälfte (49%) der Befragten Baumpfleger sind und über ein Drittel (38%) Kontrolleure ist nicht überraschend. Genau diese Gruppe sollte an der Umfrage teilnehmen. Genau die Hälfte der befragten Personen kommen aus dem Süden Deutschlands, aus Baden-Württemberg und aus Bayern. Daher ist die Umfrage nicht unbedingt repräsentativ für ganz Deutschland zu sehen, sondern eher für den Süddeutschen Raum. Knapp 20% der befragten Personen sind schon über 25 Jahre in der Baumpflegerbranche tätig. Und etwas über 20% der befragten Personen sind seit 11 bis 15 Jahren mit dabei. Daher kann von viel Berufs- bzw. Praxiserfahrung ausgegangen werden und gut überlegten Angaben bei den Antworten. Auffällig ist, dass nur 10% der befragten Personen angaben, seit 16 bis 20 Jahren in der Branche tätig zu sein und noch weniger bereits seit 21 bis 15 Jahren. Der Großteil der befragten ist zwischen einem und 15 Jahren mit dabei. Das spricht dafür, dass die Thematik Baumpfleger und Baumgesundheit in den letzten 15 Jahren wieder wichtiger geworden ist. Bei Frage 4 ist klar geworden, dass die meisten Leute, die an der Umfrage teilnahmen, hauptsächlich Bäume kontrollieren. Knapp 1/3 der Befragten gab an über 5000 Bäume im Jahr zu kontrollieren. Das spricht wieder, wie bei Frage 3 dafür, dass viele der befragten Personen schon sehr viel Praxiserfahrung vorweisen können. Das spricht wiederum für die Qualität der gegebenen Antworten. Die Linde und die Buche machen mit je 25,5% etwas mehr als die Hälfte der Bäume aus, für die die Umfrage ausgefüllt wurde. Danach kommt die Eiche mit 20% und Ahorn mit 12%. Wenn man die Ergebnisse der Frage 6 anschaut, könnte man davon ausgehen, dass das Ergebnis von Frage 5 die Arten der häufigsten Stadtbäume Deutschlands ist. Die Auswertung der Frage 6 kommt zum Ergebnis, dass 36% der Bäume in Parks und 34%

der Bäume, für die die Umfrage ausgefüllt wurden An Straßen stehen. Die häufigsten Stadtbäume in Deutschland sind aber Linde (24%), Ahorn (15%), Eiche (9%), Platane (6%) und Rosskastanie (4%) (Humberg 2022). Die Linde stimmt mit dem Ergebnis der Frage 5 überein, Eiche und Ahorn allerdings müssten die Plätze tauschen. Platane und Rosskastanie hingegen passen wieder ganz gut mit 8% (Platane) und (6%) Rosskastanie vom Anteil her der Reihenfolge. Die Buche allerdings teilt sich laut Ergebnis der Frage 5 mit der Linde den ersten Platz mit 26%. Bei den häufigsten Standbäumen hingegen taucht sie gar nicht auf. Eventuell hängt das damit zusammen, dass der Großteil der Befragten Personen aus Baden-Württemberg und Bayern kamen.

4.1.1.2 Fragen 7 bis 19

Nun zu den Merkmalen in der Krone: V-Zwiesel kommen zu 46% häufig vor. Nur noch häufiger kommt Totholz, mit 48%, vor. In 20% der Fälle kommt Totholz sogar immer vor. Und zu 20% kommt es vor. Zu 8% kommt es selten vor und zu 4% nie. Man sieht daran, dass Totholz häufig vorhanden ist. Durch die Witterung der letzten Jahre ist das nicht sehr verwunderlich, und bestätigt sich auch mit der allgemeinen Wahrnehmung des Verfassers.

U-Zwiesel kommen zu 41% vor. Zu 31% kommen sie häufig vor. Zu 18% kommen sie selten vor und zu 4% kommen sie nie vor. Damit sind sie seltener vorhanden als V-Zwiesel.

Astabbrüche kommen zu 39% vor, zu 26% kommen sie häufig vor und zu 6% kommen sie immer vor. Sie kommen aber auch zu 26% selten vor und zu 2% nie. Somit haben Astabbrüche ihren höchsten Wert bei „Kommt vor“ und die Tendenz zu „kommt immer vor“ und „kommt nie vor“ ist sehr ähnlich.

Asymmetrischer Kronenaufbau kommt zu 30% häufig vor und hat seinen höchsten Wert mit 42% bei „kommt vor“. Zu 22% kommt es selten vor, dass die Krone asymmetrisch ist.

Totholz hat mit 48% in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ den höchsten Wert aller Merkmale überhaupt in der Krone. In 20% der Fälle kommt Totholz sogar immer vor. Und zu 20% kommt es vor. Zu 8% kommt es selten vor und zu 4% nie. Man sieht daran, dass Totholz häufig vorhanden ist. Durch die Witterung der letzten Jahre ist das nicht sehr verwunderlich, und bestätigt sich auch mit der allgemeinen Wahrnehmung des Verfassers.

Das Merkmal *Kappungen* hat seinen höchsten Wert in Spalte 4 „Kommt selten vor“ mit 42%. Zu 28% kommen Kappungen vor und zu 20% kommen sie häufig vor. Nur zu 4% kommen sie

immer vor. Zu 6% kommen sie nie vor. Man sieht also, dass Kappungen durchaus vorkommen, allerdings mit Tendenz zu kommt selten bis nie vor.

Lichte Kronen kommen zu 41% vor. Damit hat das Merkmal *Lichte Kronen* seinen höchsten Wert in der Mittleren Spalte der Tabelle. Die Tendenzen zu beiden Seiten hin sind recht ähnlich. Mit leicht höherer Tendenz, aber zu kommt selten bis nie vor. „Kommt selten vor“ mit 29% und „Kommt nie vor“ mit 4% im Vergleich zu „Kommt häufig vor“ mit 24% und „Kommt immer vor“ zu 2%.

Steiläste in der Krone haben ihren höchsten Wert in Spalte 4 „Kommt selten vor“ mit 36%. Der zweithöchste Wert ist in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ mit 34% zu finden. Das ist lediglich ein Unterschied von 2%. Der Dritthöchste Wert findet sich in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 24%.

Astungswunden haben ihren höchsten Wert in Spalte 2 „Kommt häufig vor“. Zu 36% kommen *Astungswunden* häufig vor. Zu 14% kommen sie immer vor und zu 34% kommen sie vor. Zu 10% kommen sie selten vor und zu 6% kommen sie nie vor. Man kann also sagen *Astungswunden* haben die Höchsten Werte bei „Kommt immer vor“ bis „Kommt vor“. Wenn man bedenkt, dass es sich bei 50% der ausgefüllten Fragebögen um Bäume in Parks oder an Straßen handelt, ist das Ergebnis nicht verwunderlich. In diesen Bereichen werden regelmäßige Pflegemaßnahmen durchgeführt wie beispielsweise das Lichtraumprofil¹⁰ zu schneiden. Dabei entstehen natürlich *Astungswunden*.

Die Werte zum Merkmal *Efeubewuchs* lassen eine Tendenz zu „Kommt nie vor“ erkennen. Das ist auch nicht verwunderlich, den Efeu kommt eher am Stammfuß und am Stamm vor, selten wächst es bis in die Krone hoch. Zu 36% kommt es vor, zu 34% kommt es selten vor und zu 8% kommt es nie vor. Immer kommt es zu 4% vor und häufig zu 18%.

Das Ergebnis zu *Blattkrankheiten* lässt erkennen, dass *Blattkrankheiten* ihren höchsten Wert mit 34% in Spalte 3 „Kommt vor“ haben. Die Tendenzen zu Spalte 1 „Kommt immer vor“ und zu Spalte 5 „Kommt nie vor“, sind wieder sehr ähnlich. Immer kommt das Merkmal *Blattkrankheiten* zu 4% vor, und häufig zu 28%. Fast gleich viel, zu 30%, kommt es selten vor und der Wert in Spalte 5 „Kommt nie vor“ ist identisch mit dem aus Spalte 1, 4%.

¹⁰ Lichtraumprofilschnitt: Maßnahme zum Erhalten oder Herstellen des für den Verkehr freizuhaltenen Raumes FLL 2020.

Pilzbefall hat seinen höchsten Wert ebenfalls in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 38%. Die Werte nehmen also in beide Richtungen „Kommt immer vor“ und „Kommt nie vor“ ab. Mit einer leichten Tendenz aber zu „Kommt immer vor“. In Spalte 2 „Kommt häufig vor“ stehen 30% und in Spalte 1 „Kommt immer vor“ stehen 4%. In Spalte 4 „Kommt vor“ stehen 26% und in Spalte 5 „Kommt nie vor“ stehen 2%.

Um nun eine Aussage zu treffen, welche drei Merkmale in der Krone am häufigsten vorkommen, könnte man die höchsten Werte der Merkmale aus Spalte 2 „Kommt häufig vor“ als Referenz nehmen. Dem zu Folge wären Totholz mit 48%, V-Zwiesel mit 46% und Astungswunden mit 36% die häufigsten Merkmale in der Krone.

4.1.1.3 Fragen 20 bis 32

Spechthöhlen haben ihren höchsten Wert in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 38%. Die Werte in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ und in Spalte 4 „Kommt selten vor“ sind identisch mit einem Wert von 30%.

Das Merkmal *Steiläste* hat, wie im Bereich der Krone, seinen höchsten Wert in Spalte 4 „Kommt selten vor“. Allerdings etwas häufiger, zu 41%, im Vergleich zur Krone mit 36%. Der zweithöchste Wert mit 29% ist in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ zu erkennen. Danach folgt der Wert in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 24%. Nie kommen Steiläste zu 6% vor.

Rindenverletzungen am Stamm kommen zu 46% vor. Zu 40% kommen sie häufig vor und zu 4% kommen sie immer vor. Selten kommen sie nur zu 8% vor und zu 2% kommen sie nie vor. Es lässt sich klar erkennen, dass der Schwerpunkt bei „Kommt vor“ bis „Kommt häufig vor“ liegt.

Schrägstand hat seinen höchsten Wert, wie auch das Merkmal *Rindenverletzungen*, in Spalte 3 „Kommt vor“ mit ebenfalls 46%. Hier ist allerdings eine klare Tendenz in Richtung Spalte 5 „Kommt nie vor“ zu erkennen. Selten kommt *Schrägstand* zu 32% vor und nie zu 4%. Zu 18% kommt *Schrägstand* häufig vor. Wenn man bedenkt, dass neu gepflanzte Bäume im Park und im Straßenbereich in der Regel angebunden werden, um ein Schrägstand zu verhindern, passt die Tendenz dazu, dass *Schrägstand* eher selten vorkommt.

Stütz- und Reaktionsholz hat seinen höchsten Wert ebenfalls in Spalte 3 „Kommt vor“. Es ist dort mit 53% verzeichnet. Wenn man annimmt, dass *Schrägstand* durch *Stütz- und Reaktionsholz* kompensiert wird, passen die beiden häufigsten Werte der beiden Merkmale zusammen, da sie beide in Spalte 3 „Kommt vor“ auftauchen. In den Spalten 2 „Kommt häufig vor“ und 4 „Kommt selten vor“ lassen sich allerdings keine parallelen erkennen. *Stütz- und Reaktionsholz* kommt zu 35% häufig vor, im Vergleich, *Schrägstand* nur zu 18%. Selten kommt *Stütz- und Reaktionsholz* zu 12% vor, im Vergleich dazu *Schrägstand* aber zu 32%.

Das Merkmal *Drehwuchs* hat klar erkennbar seinen höchsten Wert in Spalt 4 „Kommt selten vor“ mit 60%. Nie kommt *Drehwuchs* zu 12% vor. Zu 2% kommt *Drehwuchs* immer vor, zu 10% häufig und zu 16% kommt es vor. Damit liegt der Schwerpunkt der Häufigkeit eindeutig bei „Kommt selten vor“.

Sekundäräste kommen zu 50% vor, und haben so in Spalte 3 „Kommt vor“ ihren höchsten Wert. Es ist eine Tendenz Richtung „Kommt selten vor“ bis „Kommt nie vor“ zu erkennen. Die Werte hier liegen bei „Kommt selten vor“ mit 26% und bei „Kommt nie vor“ mit 2%. Zu 16% kommen *Sekundäräste* häufig vor und zu 6% kommen sie immer vor.

Bei *Rissen* am Stamm liegt der höchste Wert ebenfalls in Spalt 3 „Kommt vor“ mit 47%. Zu 26% kommen *Risse* am Stamm häufig vor und zu 2% kommen sie immer vor. Damit ist eine leichte Tendenz Richtung Spalte 1 „Kommt immer vor“ zu erkennen, im Vergleich zu Spalte 4 „Kommt selten vor“ mit 24% und „Kommt nie vor“ zu 0%.

Bei dem Merkmal *Sonnenbrand* fällt auf, dass es sehr ausgeglichen vorkommt. Der höchste Wert ist in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ und 4 „Kommt selten vor“ mit je 28% zu finden. Ebenfalls identisch sind die Werte in Spalte 1 „Kommt immer vor“ und 3 „Kommt vor“ mit je 14%. Etwas höher ist der Wert in Spalt 5 „Kommt nie vor“ mit 16%.

Das Merkmal *Astungswunden* hat, wie auch im Bereich der Krone, seinen höchsten Wert in Spalte 2 „Kommt häufig vor“. Allerdings mit einem erkennbar höheren Wert von 52%. In der Krone beträgt der Wert 36%. Zu 14% kommt das Merkmal *Astungswunden* immer vor. Somit hat das Merkmal im Vergleich zu allen anderen Merkmalen am Stamm, den höchsten Wert in Spalte 1 „Kommt immer vor“ gemeinsam mit dem Merkmal *Sonnenbrand*, mit ebenfalls 14% in dieser Spalte. Zu 16% kommen *Astungswunden* vor, zu 14% kommen sie selten vor und zu

4% kommen sie nie vor. Somit hat das Merkmal *Astungswunden* mit einer vorkommenden Häufigkeit von 52% in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ seinen Schwerpunkt.

Efeubewuchs hat seinen höchsten Wert in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 44%. Zu 2% kommt *Efeubewuchs* immer vor und zu 24% häufig. Zu 28% kommt *Efeubewuchs* selten und zu 2% nie vor. Damit ist eine leichte Tendenz Richtung kommt selten bis nie vor, zu erkennen.

Das letzte Merkmal im Bereich des Stamms *Pilzbefall* hat seinen höchsten Wert ebenfalls wie *Efeubewuchs* in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 50%. Zu 22% kommt Pilzbefall selten vor, zu 26% häufig und zu 2% immer. Damit liegt der Schwerpunkt bei „Kommt vor“ mit leichter Tendenz zu „kommt häufig vor“ bis zu „Kommt immer vor“.

Wenn man wie im Bereich der Krone eine Aussage treffen will, welche drei Merkmale am Stamm am häufigsten vorkommen, könnte man ebenfalls die drei häufigsten Werte der Spalte 2 „Kommt häufig vor“ aufzählen. Demnach sind *Astungswunden* mit 52%, *Rindenverletzungen* mit 40% und *Stütz- und Reaktionsholz* mit 35% die häufigsten Merkmale am Stamm.

4.1.1.4 Fragen 33 bis 38

Nun zu den Merkmalen am Stammfuß. *Anfahrsschäden* haben ihren höchsten Wert in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 46%. In Spalte 1 „Kommt immer vor“ beträgt der Wert 8% und in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ beträgt der Wert 24%. Damit ist eine leichte Tendenz in Richtung „Kommt immer vor“ und „Kommt häufig vor“ zu erkennen. Im Vergleich zu den Werten in Spalte 4 „Kommt selten vor“ mit 20% und Spalte 5 „Kommt nie vor“ mit lediglich 2%.

Die Häufigkeit wie *Stockaustrieb* am Stammfuß vorkommt ist über alle Spalten 1 bis 5 sehr ähnlich verteilt. Spalte 1 „Kommt immer vor“ und 3 „Kommt vor“ sind identisch mit je 16%. Spalte 2 „Kommt häufig vor“ und 4 „Kommt selten vor“ sind ebenfalls identisch mit 24%. In Spalte 5 „Kommt nie vor“ beträgt der Wert 18%.

Stockfäule kommt zu 4% immer vor. Zu 10% kommt sie häufig vor und zu 52% kommt sie vor. Zu 32% kommt sie selten vor und zu 2% nie. Damit liegt der Schwerpunkt bei „Kommt vor“ mit Tendenz zu „Kommt selten vor“ bis zu „Kommt nie vor“.

Stütz- und Reaktionsholz hat am Stammfuß seinen höchsten Wert wie auch am Stamm. Dieser liegt in Spalte 3 „Kommt vor“ mit 45%. Die Werte in den Spalten 2 und 4 am Stammfuß

unterscheiden sich jedoch von den Werten am Stamm. *Stütz- und Reaktionsholz* hat am Stammfuß in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ ein Wert von 22% und in Spalte 4 „Kommt selten vor“ ein Wert von 31%. Vergleicht man diese Werte jedoch mit dem Merkmal *Schrägstand* am Stamm, lassen sich eindeutige Parallelen erkennen. Diese Werte sind fast identisch. Am Stammfuß beträgt der Wert in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ für *Stütz- und Reaktionsholz* 22%, am Stamm für *Schrägstand* 18%. In Spalte 3 „Kommt vor“ beträgt der Wert bei *Stütz- und Reaktionsholz* am Stammfuß 45%, für *Schrägstand* am Stamm 46%. Das gleiche Phänomen tritt in Spalte 4 „kommt selten vor“ auf. Hier beträgt der Wert bei *Stütz- und Reaktionsholz* am Stammfuß 31% bei *Schrägstand* am Stamm 32%. Diese Parallele lässt sich gut erklären. Denn Schrägstand des ganzen Baumes, gleicht der Baum mit Verstärktem Wachstum am Stammfuß aus.

Pilzbefall am Stammfuß hat seinen höchsten Wert mit 49% in Spalte 3 „Kommt vor“. Den Zweithöchsten Wert findet man in Spalte 4 „Kommt selten vor“ mit 32%. Den dritthöchsten Wert findet man in Spalte 2 „Kommt häufig vor“ mit 14%. Zu 4% kommt Pilzbefall am Stammfuß immer vor und zu 2% nie. Das sind ähnlich Werte in den Spalten 1 bis 5 im Vergleich zu den Werten von *Pilzbefall* am Stamm.

Will man nun auch hier eine Aussage über die drei häufigsten Merkmale am Stammfuß treffen, könnte man ebenfalls die drei größten Werte aus Spalte 2 „Kommt häufig vor“ nehmen. Damit wären im Bereich des Stammfußes die drei häufigsten Merkmale: Anfahrtschäden mit 24%, Stockaustrieb mit ebenfalls 24% und Stütz- und Reaktionsholz mit 22%.

4.1.1.5 Frage 39 bis 41

Bei Frage 39 lässt sich gut erkennen wie geeignet die befragten die Idee der Unterstützung von Baumkontrollen mit Künstlicher Intelligenz halten. Je 32% der Befragten halten die Idee für geeignet bzw. für weniger gut geeignet. Für völlig ungeeignet halte sie nur 2% der Befragten. Sehr geeignet halten sie 16% der Befragten und 18% halten sie für gut geeignet. Es lässt sich also sagen, dass der größte Teil der Befragten die Idee für geeignet bis sehr geeignet halten.

Bei Frage 40: „Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass man durch ein solches System sinnvoll unterstützt werden kann?“ lässt sich das gleiche erkennen wie bei Frage 39. 24% halten es für

sehr wahrscheinlich und der Großteil mit 44% für wahrscheinlich. 14% halten es für kaum wahrscheinlich und 0% für völlig unwahrscheinlich. 18% gaben an es nicht zu wissen.

Die Ergebnisse der Frage 41 zeigen eine klare Aussage: Hierbei ging es darum, in welcher Altersphase die Kontrolle mithilfe einer Drohne wohl am besten geeignet sei. 64% gaben an die Altersphase für am geeignetsten zu halten. 30% meinen in der Reifephase sei die Kontrolle mit Drohnen am besten geeignet und 6% meinten in der Jugendphase.

Die Ergebnisse bei Frage 42 waren sehr aufschlussreich darüber, was allgemein von der Idee gehalten wird Messtechnik (evtl. an Drohnen verbaut) und KI in der Baumkontrolle zu einzusetzen. Die Aussagen gingen von „Since Fiction?“, „[...] ich schaff ja quasi mein Eigenen Arbeitsplatz ab“ und „Entlastet die Kontrolleure nicht“ hin zu „Ein Muss“ und „Die Idee finde ich super!“. Insgesamt kann man sagen, dass die Idee eher auf Skepsis trifft, es aber auch viele in der Branche gibt, die der Idee offen gegenüberstehen und an solchen Weiterentwicklungen interessiert sind.

4.1.2 Vergleich der Ergebnisse von Umfrage und Datenaufnahme

4.1.2.1 Krone

Wie in Kapitel 3.2.2 Krone dargestellt, lassen sich die durch die Datenaufnahme ermittelten Merkmale in ihrer Häufigkeit gut erkennen. In der Krone ist das häufigste Merkmal *Totholz* mit 20%. Ganz knapp dahinter mit 19% liegt aber auch schon das Merkmal *Astungswunden*. An dritter Stelle sind *Blattkrankheiten* mit einem Anteil von 17% zu erkennen. Vergleicht man diese drei Merkmale mit den drei häufigsten Merkmalen, die bei der Umfrage in der Krone ermittelt wurden, stellt man folgendes fest: Totholz liegt in beiden Fällen an erster Stelle. An zweiter Stelle kommt bei der Umfrage das Merkmal *V-Zwiesel*, bei den erhobenen Daten *Astungswunden*. *V-Zwiesel* kommen bei der Auswertung der Daten an sechster Stelle. Allerdings kommt bei der Umfrage an dritter Stelle das Merkmal der *Astungswunden*, welches ja bei der Auswertung der eigenen Daten an zweiter Stelle kommt. Somit bildet sich doch ein Ähnliches Ergebnis ab. *Totholz* und *Astungswunden* sind bei beiden Auswertungen unter den Top 3 Merkmalen in der Krone.

4.1.2.2 Stamm

Durch die Datenaufnahme konnten die folgenden Merkmale am häufigsten am Stamm ermittelt werden. Das häufigste Merkmal waren *Astungswunden* mit 27%. Platz zwei teilen sich die Merkmale *Sonnenbrand* und *Rindenverletzungen* mit je 15%. An dritter Stelle befindet sich das Merkmal *Sekundäräste* mit 13%. Wenn man diese Merkmale mit den Drei häufigsten Merkmalen aus der Umfrage vergleicht, fällt sofort auf, dass bei beiden die *Astungswunden* an erster Stelle stehen. Auf dem zweiten Platz der Umfrage liegt das Merkmal der *Rindenverletzungen*. Auch die Datenaufnahme kommt zum gleichen Ergebnis, mit *Rindenverletzungen* auf Platz zwei. Platz drei unterscheidet sich aber. Bei der Auswertung der aufgenommenen Daten liegt das Merkmal *Sekundäräste* auf dem dritten Platz, hingegen bei der Auswertung der Umfrage *Stütz- und Reaktionholz* auf dem dritten Platz liegt.

4.1.2.3 Stammfuß

Auch beim Vergleich der Ergebnisse von Umfrage und Datenaufnahme fallen Ähnlichkeiten bei den Ergebnissen auf. Das häufigste Merkmal ist bei beiden Auswertungen das gleiche. Die *Anfahrsschäden*. Allerdings ist es bei der Auswertung der Daten deutlich an erster Position, bei der Auswertung der Umfrage ist es gleich mit dem Merkmal *Stockaustrieb*. *Stockaustrieb* ist

bei der Auswertung der Daten an zweiter Position. Das dritthäufigste Merkmal beim Ergebnis aus der Umfrage, *Stütz- und Reaktionsholz*, liegt beim Ergebnis der selbst erhobenen Daten an letzter Stelle. Hinter *Pilzbefall* und *Stockfäule*. Die beiden ersten Plätze sind bei den Ergebnissen von Datenaufnahme und Umfrage identisch.

4.2 Ergebnis

Wenn man je die drei häufigsten Merkmale von Krone, Stamm und Stammfuß der Umfrage und der Datenaufnahme kombiniert, kommt folgendes heraus:

	Umfrage	Datenaufnahme	Gemeinsame Merkmale
Krone	<ol style="list-style-type: none"> 1. Totholz 2. V-Zwiesel 3. Astungswunden 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Totholz 2. Astungswunden 3. Blattkrankheiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Totholz • Astungswunden
Stamm	<ol style="list-style-type: none"> 1. Astungswunden 2. Rindenverletzungen 3. Stütz-/Reaktionsholz 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Astungswunden 2. Sonnenbrand; Rindenverletzungen 3. Sekundäräste 	<ul style="list-style-type: none"> • Astungswunden • Rindenverletzungen
Stammfuß	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anfahrtschäden; Stockaustrieb 2. Stütz-/Reaktionsholz 3. Pilzbefall 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anfahrtschäden 2. Stockaustrieb 3. Pilzbefall 	<ul style="list-style-type: none"> • Anfahrtschäden • Stockaustrieb • Pilzbefall

Tabelle 4: Ergebnisse zusammengefasst

Es ist zu erkennen, dass sich die Ergebnisse nicht widersprechen. Sie sind nicht genau identisch, aber das war auch nicht zu erwarten. Von 9 möglichen gemeinsamen Merkmalen überlappen sich 7 Merkmale.

4.3 Beurteilung der Methodik

Bei der Auswertung der Umfrage ist aufgefallen, dass in der Krone und am Stamm nach Efeubewuchs gefragt wurde, am Stammfuß hingegen aber nicht. Das ist allerdings sinnlos, denn wenn am Stamm oder auch in der Krone Efeubewuchs zu finden ist, muss er auch am Stammfuß zu finden sein.

Des Weiteren ist beim Vergleich der Ergebnisse von Umfrage und Datenaufnahme aufgefallen, dass für eine bessere Vergleichbarkeit, es bei der Umfrage besser gewesen wäre, nicht so differenzierte Antworten zur Auswahl zu stellen. Besser wären vermutlich nur die Antwortmöglichkeiten „Kommt vor“ und „Kommt nicht vor“ bei den Merkmalen gewesen. So wäre eine Vergleichbarere Aussage möglich gewesen. Allerdings unterscheiden sich die Ergebnisse von Umfrage und Datenaufnahme nicht signifikant und sind sehr ähnlich. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse die Realität widerspiegeln.

Die Bachelorarbeit auf den Deutsche Baumpflegetagen in Augsburg am Stand der Baumgenossen zu präsentieren hat sich als sehr gut herausgestellt. So konnte der Verfasser einen sehr guten Einblick in die Welt der Baumpflegetage bekommen und in persönlichen Gesprächen mit Messebesuchern sowie Ausstellern ein Eindruck von dieser Branche zu bekommen.

5 Ausblick

Während der gesamten Zeit der Bearbeitung der Bachelorarbeit hat sich immer mehr gezeigt, dass es sich bei dem Thema um eine sehr relevante und zukunftssträchtige Thematik handelt. Es steckt viel Potential darin, denn die Menschen beschäftigen sich damit. Das zeigten besonders die Antworten der Frage 42 aus dem Fragebogen, dass so gut wie jeder und jede eine Meinung zu dieser Thematik hat. Für eine zukünftige Zusammenarbeit bietet sich eventuell die Firma Greehill an. Diese Firma bietet an mit hochauflösenden Kameras und verschiedenen Laserscannings, Bäume in urbanem Umfeld zu scannen. So werden präzise Karten, Modelle und Metriken erstellt. Durch KI-Unterstützte Erkennung können Bäume identifiziert und ihre Struktur bestimmt werden (Greehill 2022). Sie zeigte Interesse an einer möglichen Kooperation für die Zukunft.

Abschließend kann gesagt werden, dass ein Anfang gemacht wurde und es sich in jedem Fall lohnt in diesem Themenbereich weiter zu forschen!

6 Literaturverzeichnis

Ballis, Erwin (2022): Baumpfleger werden - MR Deutschland. Aufgaben. Maschinenringe Deutschland GmbH. Online verfügbar unter <https://www.maschinenring.de/leistungen/zuerwerb-einkommen/baumpfleger>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2022, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Besel, Patricia (2022): Die Baumgenossen. Wir über uns. Die Baumgenossen e.G. Online verfügbar unter <https://www.baumgenossen.de/wir-ueber-uns/die-genossenschaft/>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2022, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2018): Entdecke den Wald. Die kleine Waldfibel. Der Deutsche Wald in Zahlen. Berlin.

Deutsche Baumpflegetage Augsburg (2022). Online verfügbar unter <https://www.messeninfo.de/Deutsche+Baumpflegetage-M13115/Augsburg.html>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2022, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (GALK e.V.) (2022): Empfehlungen zur Beurteilung von Stadtbäumen. Online verfügbar unter <https://galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuuebersicht/empfehlungen-zur-beurteilung-von-baeumen-in-der-stadt>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2022, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

FLL (Hg.) (2020): Baumkontrollrichtlinien. Richtlinien für Baumkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit : aus der Arbeit des RWA "Baumkontrollen" in Abstimmung mit dem AK "BaumkontrollenBaumpfleger". Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau. 3. Ausgabe. Bonn: FLL Forschungsges. Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.

Ganzhorn, Philipp (08.01.2018): Experimenteller Einsatz einer Drohne bei Baumuntersuchungen in Anbetracht ihrer praktischen Eignung, einem zeitlichen Vergleich zur Seilklettertechnik sowie Ansätze zu ihrer wirtschaftlichen Verwendung. Göttingen.

Greehill (Hg.) (2022): Technology | greehill. Online verfügbar unter <https://www.greehill.com/technology>, zuletzt aktualisiert am 21.09.2022, zuletzt geprüft am 21.09.2022.

Hoberg, Fabian (2019): Künstliche Intelligenz: Wie schlau werden unsere Autos? In: *Quarks*, 17.06.2019. Online verfügbar unter <https://www.quarks.de/technik/mobilitaet/kuenstliche-intelligenz-wie-schlau-werden-unsere-autos/>, zuletzt geprüft am 18.09.2022.

Humberg, Franz (2022): Straßenbäume in unseren Städten: Eine Bestandsaufnahme. Online verfügbar unter <https://humberg-baumschutz.de/strassenbaeume-in-unseren-staedten>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2022, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Klug, Peter: Infoblatt - Verkehrssicherungspflicht bei Bäumen. Hg. v. Peter Klug. Planungs- und Sachverständigenbüro Klug & Partner. Online verfügbar unter <http://www.galaforst.de/files/Verkehrssicherungspflicht.pdf>, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

Landesbetrieb ForstBW (2014): Leitfaden zur Verkehrssicherungspflicht. Hg. v. Landesbetrieb ForstBW. Online verfügbar unter https://fbz-koenigsbronn.forstbw.de/fileadmin/fbz_koe/pdf/Forstinfos/ForstBW-Praxis_Merkblaetter/ForstBW-PRAXIS_Verkehrssicherungspflicht.pdf, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

Messe Deutsche Baumpflegetage (2022). Online verfügbar unter <https://www.deutsche-baumpflegetage.de/deutsche-baumpflegetage/messe>, zuletzt aktualisiert am 13.09.2022, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

Prang, Christian (2019): Drohnen Einsatzgebiete: Moderne Nutzung fliegender Helfer. droneparts GmbH. Online verfügbar unter <https://droneparts.de/infos/drohnen-einsatzgebiete-moderne-nutzung-fliegender-helfer>, zuletzt aktualisiert am 14.09.2022, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

Scholz, Juliane (2022): Was ist Künstliche Intelligenz? Die Definition des Begriffs KI. WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH. Online verfügbar unter <https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/was-ist-kuenstliche-intelligenz-definition-ki>, zuletzt aktualisiert am 18.09.2022, zuletzt geprüft am 18.09.2022.

SimplyScience (2022): Künstliche Intelligenz – Nützlicher Helfer im Alltag. Online verfügbar unter <https://www.simplyscience.ch/teens/wissen/kunstliche-intelligenz-nuetzlicher-helfer-im-alltag/c/1005/d/4552>, zuletzt aktualisiert am 18.09.2022, zuletzt geprüft am 18.09.2022.

Stobbe, Horst; Kowol, Thomas; Jaskula, Petra; Wilstermann, Dennis; Düsterdiek, Stefan; Wilm, Paul et al. (2020): Verkehrssicherheit und Baumkontrolle. Der Praxisleitfaden zu den FLL-Baumkontrollrichtlinien. 1. Auflage. Braunschweig: Haymarket Media.

Voigt, Mathias (2022): Verkehrssicherheit im Auto, für Radler und Fußgänger. Mathis Ruff Rechtsanwalts-gesellschaft mbH. Online verfügbar unter <https://www.sos-verkehrsrecht.de/c/verkehrssicherheit/>, zuletzt aktualisiert am 08.09.2022, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

von Malek, Johannes; Molitor, Werner; Peßler, Karl; Wawrik, Heinrich (1999): Der Baumpfleger. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.

Wankmüller, Tobias (2022): Drohnen - Aufklärungsunterstützung aus der Luft. Feuerwehr Böblingen. Online verfügbar unter <https://www.feuerwehr-boeblingen.de/161-ueberuns/technik/500-drohnen>, zuletzt aktualisiert am 14.09.2022, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

Wikipedia (Hg.) (2022): Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Forschungsgesellschaft_Landschaftsentwicklung_Landschaftsbau&oldid=221508361, zuletzt aktualisiert am 26.03.2022, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Antworten zu Frage 1	18
Abbildung 2: Antworten zu Frage 2	19
Abbildung 3: Antworten zu Frage 3	19
Abbildung 4: Antworten zu Frage 4	20
Abbildung 5: Antworten zu Frage 5	21
Abbildung 6: Antworten zu Frage 6	22
Abbildung 7: Diagramm zu Frage 39	26
Abbildung 8: Merkmale in der Krone	32
Abbildung 9: Merkmale am Stamm	33
Abbildung 10: Merkmale am Stammfuß	34

8 Anhang

8.1 Fragebogen

Ermittlung verkehrssicherungsrelevanter Merkmale von Bäumen

Hallo,

ich studiere Forstwirtschaft an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, in Baden-Württemberg. In meiner Bachelorarbeit beschäftige ich mit der Idee, in Zukunft Baumkontrollen durch die Zuhilfenahme von Drohnen zu unterstützen oder komplett durchzuführen. Hierfür will ich verkehrssicherungsrelevante Merkmale herausfinden, die als Grundlagen zur Auswahl der Technik, oder ihrer Entwicklung dienen soll.

Der Fragebogen ist anonym und dauert nur wenige Minuten.

- **Was ist ihr Hauptaufgabenfeld?**

- Baumpfleger/in
- Kontrolleur/in
- Schadensgutachter/in
- Lehrbeauftragte/r an Universität, Hochschule
- Sonstiges: _____

- **Aus welchem Bundesland kommen Sie?**

- Baden-Württemberg
- Bayern
- Berlin
- Brandenburg
- Bremen
- Hamburg
- Hessen
- Mecklenburg-Vorpommern
- Niedersachsen
- Nordrhein-Westfalen
- Rheinland-Pfalz
- Saarland
- Sachsen
- Sachsen-Anhalt
- Schleswig-Holstein
- Thüringen

- **Wie lange sind Sie in der Baumpflegebranche schon aktiv?**

- <1 Jahr
- 1-5 Jahre
-
-
-

- 6-10 Jahre
- 11-15 Jahre
- 16-20 Jahre
- 21-25 Jahre
- >25 Jahre

• **Wie viele Bäume kontrollieren Sie ungefähr im Jahr?**

- < 50
- 51-150
- 151-300
- 301-500
- 501-1000
- > 5000

Hauptteil: Bitte beziehen Sie sich bei der Beantwortung der folgenden Fragen auf **eine** Baumart. *Wenn gewünscht kann der Bogen für mehrere Baumarten ausgefüllt werden. Zu Beginn bitte Baumart wählen.*

• **Die folgenden Antworten beziehen sich auf die Baumart:**

- Kiefer
- Fichte
- Buche
- Eiche
- Linde
- Ahorn
- Platane
- Rosskastanie
- Sonstige: _____

• **Wo ist diese Baumart am häufigsten anzutreffen?**

- In Gärten
- In Parks
- In Fußgängerzonen
- An Straßen
- Am Waldrand
- An Forstwegen
- An/Auf Parkplätzen
- Sonstiges: _____

Krone

Wie häufig sind/ist...

	1	2	3	4	5
	(Kommt immer vor)	(Kommt häufig vor)	(Kommt vor)	(Kommt selten vor)	(Kommt nie vor)

...V-Zwiesel					
...U-Zwiesel					

...Astabbrüche					
...asymmetrischer Kronenaufbau					
...Totholz					
...Kappungen					
...lichte Kronen					
...Steiläste					
...Astungswunden					
...Efeubewuchs					
...Blattkrankheiten					
...Pilzbefall					

...Sonstiges:

Stamm

Wie häufig sind/ist...

1	2	3	4	5
(Kommt immer vor)	(Kommt häufig vor)	(Kommt vor)	(Kommt selten vor)	(Kommt nie vor)

...Spechthöhlen					
...Steiläste					
...Rindenverletzungen					
...Schrägstand					
...Stütz-/Reaktionsholz					
...Drehwuchs					
...Sekundäräste					
...Risse					
...Sonnenbrand					
...Astungswunden					
...Efeubewuchs					
...Pilzbefall					

...Sonstiges:

Stammfuß

Wie häufig sind/ist...

	1 (Kommt immer vor)	2 (Kommt häufig vor)	3 (Kommt vor)	4 (Kommt selten vor)	5 (Kommt nie vor)
...Anfahrtschäden					
...Stockaustrieb					
...Stockfäule					
...Stütz- /Reaktionsholz					
...Pilzbefall					

...Sonstiges:

- **Wie nützlich schätzen Sie die Idee der Unterstützung von Baumkontrollen mit Künstlicher Intelligenz ein? Für wie geeignet halten Sie das oben beschriebene Vorgehen?**
 - Sehr geeignet
 - Gut geeignet
 - Geeignet
 - Weniger gut geeignet
 - Völlig ungeeignet

- **Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass man durch ein solches System sinnvoll unterstützt werden kann?**
 - Sehr wahrscheinlich
 - Wahrscheinlich
 - Ich weiß nicht
 - Kaum wahrscheinlich
 - Völlig unwahrscheinlich

- **Für welche Altersphase ist die Kontrolle mit Drohnen Ihrer Meinung nach am besten geeignet?**
 - Jugendphase (Pflanzung - ca. 15 Jahren)
 - Reifephase (ca. 15 – ca. 50 bzw. 80 Jahren)
 - Altersphase (ca. 50 bzw. 80 Jahren - Zerfall)

- **Was halten Sie von der Idee das mit der beschriebenen Methode Bäume in Zukunft kontrolliert/bewertet werden?**

Vielen Dank für Ihre Zeit und Ihre Unterstützung!

8.2 Anschreiben zur Datenaufnahme

Sehr geehrte Damen und Herren,

mein Name ist Kai Groß und ich studiere Forstwirtschaft an der Hochschule für Forstwirtschaft in Rottenburg. In meiner Bachelorarbeit beschäftige ich mich damit, die Verkehrssicherheit von Bäumen zu beurteilen.

Die Idee ist es, dass man in der Zukunft mit Drohnen die Bäume abfliegen kann, diese sind mit Messtechnik ausgestattet, um den Baum zu erfassen und mit KI zu beurteilen. Die Aufgabe meiner Bachelorarbeit ist es verkehrssicherungsrelevante Eigenschaften von Bäumen zu ermitteln die dann als Grundlage für die Auswahl der Messtechnik dienen soll. Ziel ist es die „Top Ten“ Merkmale herauszufinden. Im ersten Schritt geht es nun darum Daten zu erfassen.

Hierfür will ich verschiedene Baumkontrolleure eine Zeit lang begleiten, um herauszufinden was relevante Merkmale sind. Ich würde gerne bei Kontrollen und Begutachtungen mitgehen und dabei Notizen, Bilder, etc. machen. Entweder ein paar Tage am Stück oder an einzelnen Terminen verteilt über die Monate April und Mai dieses Jahres.

Ich würde mich sehr freuen, wenn ich das bei Ihnen machen dürfte und Sie mich so bei der Datenerfassung für meine Bachelorarbeit unterstützen, und ich neue Erkenntnisse bei Ihnen erlangen kann!

Mit freundlichen Grüßen,

Kai Groß

8.3 Aufnahmebogen

Datum:

Ort:

Baumart

Anzahl

Krone

Stamm

Stammfuß

Durchmesser

8.4 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Aidlingen, den 21.09.2022

Kai Groß

(Unterschrift)