

# MISTELUR

Misteln im urbanen Raum als Frühwarnsystem für klimabedingte  
Waldschäden



## Impressum

Projektnehmer:in: Bundesforschungszentrum für Wald (BFW)

Institut für Waldbiodiversität und Naturschutz

Adresse: Seckendorff-Gudentweg 8, 1131 Wien

Autor:innen: Yuliia Bilonozhko, Olha Tokarieva, Berthold Heinze & Andrea Kodym

Projektleiterin: Dr. Andrea Kodym

Tel.: 01 87838-1312

E-Mail: [andrea.kodym@bfw.gv.at](mailto:andrea.kodym@bfw.gv.at)

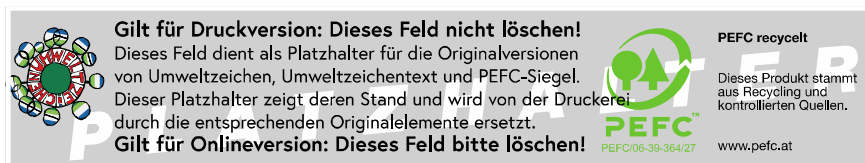
Kooperationspartner:in: Wiener Stadtgärten, Graz Holding

Finanzierungsstelle(n): Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft

Projektlaufzeit: 1.10.2022 – 31.05.2023

(I). Auflage

Fotonachweis: Cover: Yuliia Bilonozhko



Wien, 2022. Stand: 25. Mai 2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
<b>1 EINFÜHRUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2 METHODEN DER FORSCHUNG</b> .....	<b>9</b>
<b>3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 MISTELN IN WIEN</b> .....	<b>11</b>
3.1.1 Wirtsarten .....	11
3.1.2 Standortbezogene Faktoren .....	18
3.1.3 Dichte des Wachstums der Wirtsbäume .....	22
3.1.4 Alter der Bäume .....	23
3.1.5 Baumgröße.....	26
3.1.6 Wirtsvitalität .....	31
3.1.7 Misteln im Botanischen Garten .....	35
3.1.8 Neue Wirte für <i>V. album</i> .....	35
<b>3.2 MISTELN IN GRAZ</b> .....	<b>37</b>
3.2.1 Wirtsarten .....	37
3.2.2 Standortbezogene Faktoren .....	41
3.2.3 Alter der Bäume .....	42
3.2.4 Wirtsvitalität .....	43
3.2.5 Misteln im Botanischen Garten .....	44
3.2.6 Neue Wirte für <i>V. album</i> .....	44
<b>3.3 MISTELN UND DER KLIMAWANDEL</b> .....	<b>44</b>
<b>3.4 MISTELN IN WÄLDERN</b> .....	<b>47</b>
<b>4 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>52</b>
<b>5 LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>57</b>
<b>6 TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>68</b>
<b>7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>69</b>

# 1 EINFÜHRUNG

„Mistel“ ist ein Überbegriff für hemiparasitäre Pflanzen, die zu mehreren Familien gehören. In der Ordnung Santalales umfassen sie Amphorogynaceae, Loranthaceae, Misodendraceae, Santalaceae und Viscaceae (Nickrent et al., 2010; Ahmed and Dutt, 2015). Die Mistelarten in Österreich sind vertreten durch:

- *Viscum album* L. subsp. *album*,
- *Viscum album* L. subsp. *abietis* (WIESB.) ABROM.,
- *Viscum album* L. subsp. *austriacum* (WIESB.) VOLLM. und
- *Loranthus europaeus* L.

Grünflächen sind ein integraler Bestandteil einer Stadt und haben einen positiven Einfluss auf die städtische Umwelt. Im Vergleich zu Bäumen in natürlichen Gebieten wachsen Stadtbäume unter stressigeren Bedingungen, was sie anfälliger für Schädlinge machen kann, insbesondere für Hemiparasiten wie die Mistel (Díaz-Limón et al., 2016). Die Mistel breitet sich derzeit rasch in natürlichen und städtischen Ökosystemen aus. Auch die von der Mistel befallene Waldfläche in Europa hat in den letzten Jahren zugenommen (Iszkuło et al., 2020; Thomas et al., 2022), und es wird erwartet, dass die Intensität des Befalls noch deutlich zunehmen wird (Dobbertin et al., 2005).

In der Stadt Wien geht das höchste Gefährdungspotenzial von *Viscum album* subsp. *album* und *Loranthus europaeus* aus. *V. album* ist immergrün und *L. europaeus* ist eine sommergrüne Art.

Die Mistel geht langfristige (mindestens 20 Jahre andauernde) Beziehungen zu verschiedenen Gehölzarten ein. Die Anzahl der von der Mistel befallenen Wirtsarten ist einer der Schlüsselfaktoren, die sich auf die Prävalenz, Virulenz und allgemeine Verbreitung des Parasiten auswirken. Im Allgemeinen deckt *V. album* ein breites Spektrum an Wirtsbaumarten ab (Zuber and Widmer, 2000; Mellado and Zamora, 2014; Dionicio, 2021). Das Prinzip, nach dem einige Wirtspflanzen stärker befallen werden als andere, ist jedoch nicht endgültig geklärt (Becker, 2000; Lech et al., 2020).

*V. album* wird 30 bis 100 cm groß, ist dichotomisch verzweigt und hat gelbgrüne, gegenständige, riemenförmige, ganzrandige, ledrige Blätter von 2 bis 8 x 0,8 bis 2,5 cm.

Während der Fortpflanzungsphase trägt die Pflanze eingeschlechtliche, von Insekten bestäubte, gelblich-grüne Blüten mit einem Durchmesser von 2 – 3 mm. Die Früchte sind weiße Beeren, die einen (sehr selten mehrere) Samen enthalten, der in das sehr klebrige, schleimige Fruchtfleisch eingebettet ist (Zuber, 2004). Das Verhältnis von männlichen und weiblichen Sträuchern in Mistelbeständen ist oft sehr unterschiedlich, wobei die weiblichen Pflanzen in der Regel überwiegen (über 70 % des Bestandes). In Europa blüht die Mistel im März, reift im November-Dezember, und die Verbreitung der Früchte dauert bis Mai (Zuber, 2004).

Die einzige europäische Art der Gattung *Loranthus*, *L. europaeus* Jacq. ist vom zeitigen Frühjahr bis zum Spätherbst grün, dann verliert sie ihre Blätter und trägt im Winter gelbe Beeren. Die dunkelbraunen oberirdischen Triebe von *L. europaeus* sind sympodial pseudodichotom verzweigt, haben in der Nähe der Basis einen Durchmesser von 1,0 – 5,0 cm und verjüngen sich an den jüngeren Zweigen. Die Blätter haben eine Form von schmal elliptisch bis schmal eiförmig. Die weiblichen Blüten stehen in lockeren Ährchen, die männlichen Blüten in Blütenständen. Sie blühen im März, die Früchte reifen im November und bleiben den Winter über erhalten. Die Samen sind mit einer klebrigen Substanz (Viscin) überzogen. Das Vorkommen dieser sommergrünen Mistel auf Wirtsstämmen oder -zweigen kann aus der Ferne erkannt werden, da sie kugelförmige Büschel mit einem Durchmesser von ca. 60 bis 80 cm bildet, die auf den Wirtszweigen oder -stämmen verstreut sind.

Die Rolle der Mistel in Ökosystemen ist nach wie vor umstritten. Einerseits gilt sie als großer biotischer Stressfaktor für die Wirtsbäume, der zum Absterben von Bäumen oder sogar Beständen führen kann. Andererseits spielt die Mistel eine wichtige ökologische Rolle bei der Erhöhung der Artenvielfalt (Griebel et al., 2017; Krasnylenko et al., 2020). Diese Erfahrung wurde von den Wiener Stadtgärten bis dato nicht gemacht. In jüngster Zeit wurde auch die Rolle der Mistel als Ökosystemingenieur anerkannt (Mathiasen et al., 2008; Maul et al., 2019). Viele Misteln haben eng verbundene Arten, darunter Vögel, wirbellose Tiere und Pilze. Es gibt einige Insekten, die vollständig von der Mistel abhängig sind (Briem et al., 2016; Briggs, 2021). Die Mistel spielt eine Schlüsselrolle bei der Verbesserung der Verfügbarkeit von Bodenressourcen und reguliert die funktionelle Gleichmäßigkeit, die räumliche Verteilung und die Fülle mikrobieller Gemeinschaften im Boden (Mellado et al., 2016). Da Misteln sehr langlebig sind, kann es Jahrzehnte dauern, bis ihre schädlichen Auswirkungen auf den Wirt und ihre rasche Ausbreitung sichtbar werden. Daher ist es notwendig, das Verhalten der Misteln regelmäßig räumlich und zeitlich zu überwachen.

Das Vorhandensein von Misteln, der Grad der Schädigung und der Gesundheitszustand von Bäumen können auf zwei Arten festgestellt werden: durch Bodendiagnose und Fernerkundung. Wissenschaftler haben Methoden entwickelt, um die räumliche Verteilung von Misteln auf befallenen Bäumen über große Flächen mit Hilfe von Fernerkundung und Luftaufnahmen zu bestimmen (Ančić et al, 2014; Barbosa et al, 2016). Die Untersuchung von Bäumen auf Mistelbefall in städtischen Gebieten ist aufgrund der Vielfalt der Baumarten, einschließlich Sträuchern, und ihrer Eigenheiten (Vielfalt der Anordnungsformen) nur durch direkte Bodenbeobachtungen und Messungen möglich.

Im Vergleich zu anderen Baumschädlingen entwickelt und verbreitet sich die Mistel relativ langsam (Hawksworth et al., 1991). In Europa fehlt es an Untersuchungen, die Aufschluss über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Mistel geben, aber die Zunahme ist sehr deutlich. In Brandenburg stieg der Befallsgrad von Kiefern von 1 % (2009) auf 11 % (2015) (Kollas et al., 2018).

Die meisten Studien weisen darauf hin, dass das Vorhandensein von Misteln das Wachstum sowie die Verteidigungs- und Fortpflanzungsfähigkeit von Bäumen negativ beeinflusst. Misteln erhalten Wasser von ihren Wirten und akkumulieren Stickstoff und andere Mineralien aus den Wirten. Da sie in das Phloem eindringen, erhalten sie einen erheblichen Teil ihres Kohlenstoffs von ihren Wirtspflanzen. Misteln haben in der Regel eine hohe Transpirationsrate und können den Wasserhaushalt der infizierten Wirtspflanzen verändern (Aukema, 2003). Aufgrund des verschwenderischen Wasserhaushalts der Mistel sind befallene Bäume in Dürreperioden besonders anfällig für eine Schwächung. Die Mistel akkumuliert die Nährstoffe in ihrer Struktur und verursacht in trockenen Sommern einen starken Trockenstress bei den Bäumen, wodurch sie stark zur Erhöhung ihrer Sterblichkeitsrate beiträgt (Mutlu et al., 2016). Diese Erfahrung wurde von den Wiener Stadtgärten bis dato nicht gemacht. Verschiedene Mistelarten können ein vermindertes Blattwachstum der Wirtsbäume, eine geringere Wachstumsenergie, eine herabgesetzte Langlebigkeit, Ertragseinbußen und eine Verminderung der dekorativen Wirkung ihrer Wirtsbäume verursachen (Catal and Carus, 2011; Barbu, 2012). Die Mistel hat nachweislich negative Auswirkungen auf die Qualität von Zapfen, Sämlingen und Samen von *Pinus sylvestris*. Befallene Bäume haben im Vergleich zu nicht befallenen Bäumen einen geringen Zuwachs und ein geringeres Radialwachstum (Pilichowski, 2018). Der Mistelbefall verstärkt die Entlaubung. Stark befallene Bäume reagieren stärker auf Trockenstress als nicht befallene Bäume (Sanguesa-Barreda, 2013), weil Mistelblätter selbst bei großer Trockenheit hohe Transpirationsraten aufweisen (Escher, 2008) und die

Mistel einen höheren relativen Wassergehalt als ihr Wirt beibehält (Strong and Bannister, 2002).

Die Mistel ist ein Indikator für bestehenden Baumstress (Ančić et al., 2014). Bäume mit einem hohen Grad an Kronenschäden sterben innerhalb von 10 bis 15 Jahren ab.

Es sind 97 Wirbeltierarten bekannt, die sich von Mistelbeeren ernähren, und 58 Vogelfamilien (Watson, 2001). Die wichtigsten Samenverbreiter sind Vögel. Dies kann sehr effektiv sein. Sie schlucken die Früchte im Ganzen und beschädigen die Samen weder mit ihrem Schnabel noch in ihrem Verdauungstrakt (Nechaev, 2008).

In Europa wird die Mistel hauptsächlich von Drosseln (*Turdus iliacus*, *T. merula*, *T. pilaris*, *T. philomelos*, *T. torquatus*, *T. viscivorus*), Meisen (*Cyanistes caeruleus*, *Parus major*, *Periparus ater*), Eichelhäher (*Garrulus glandarius*), Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) und Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) (Tomath, 2022) sowie Seidenschwanz (*Bombycilla garrulus*) (Vergeles, 2009; Mellado and Zamora, 2014) verbreitet. Ein Vogel kann die Samen bis zu 100 km weit tragen. Mistelbeeren sind für Vögel aus mehreren Gründen attraktiv: Sie bleiben lange an der Pflanze und enthalten große Mengen an Kohlenhydraten. Sie sind eine wichtige Nahrungsquelle im Winter. Es wurde eine positive Korrelation zwischen dem Vorkommen von *T. viscivorus* in Polen und Ungarn und der Fruchtbildung von *V. album* festgestellt (Figarski, 2009; Varga et al. 2012). Obwohl der Nährstoff- und Energiegehalt individueller Beeren (und besonders des schleimigen Mantels) gering ist, und die Beeren den Verdauungstrakt von Vögeln außerordentlich schnell durchwandern (Dieberger 1982), stellen sie doch in ihrer Menge im Winter eine bedeutende Nahrungsquelle dar. Dabei wird der Kern meistens unverdaut ausgeschieden und sorgt für die Verbreitung des Hemiparasiten; manche Vogelarten können ihn jedoch „knacken“ und als Nahrungsquelle nutzen.

Der treibende evolutionäre Faktor für eine solche Nahrungspräferenz war wahrscheinlich die Konkurrenz um ihre Hauptnahrungsquelle, die Früchte der Eberesche (*Sorbus aucuparia*), welche die Vögel zwingt, auf winterliche Nahrungsquellen wie *V. album* auszuweichen. Aufgrund des Mangels an ihrer üblichen Nahrung verzehren einige insektenfressende Arten im Winter die Früchte von *V. album* (z. B. Mönchsgrasmücke) (Krasylenko et al., 2020).

Das Vorkommen von Vögeln nimmt häufig mit dem Baumalter und der Höhenlage zu (Kumbasli et al., 2011). Daher wird die Verbreitung der Mistel nicht nur durch das

Vorhandensein von Vögeln in dem Gebiet beeinflusst, die ihre Beeren verzehren, sondern auch durch das Vorhandensein einer ausreichenden Anzahl von Bäumen und Sträuchern, die während der Winterzeit Beeren als alternative Nahrungsquelle tragen.

Die Passage durch den Vogeldarm ist jedoch keine notwendige Bedingung für die Keimung der Samen. So verbreiten Mönchsgrasmücken *V. album* recht aktiv, obwohl sie sie nicht einmal verschlucken. Der Vogel verzehrt nur das Fruchtfleisch und quetscht die klebrigen Samen aus, die am Stamm und an den Ästen des Wirtsbaums zurückbleiben (Mellado and Zamora, 2014). Manchmal bauen Vögel Nester in Mistelbüschen (Cooney, 2006).

Ziel dieser Studie war es, zu ermitteln, welche Mistelarten Bäume befallen, die Intensität der Infektion zu bestimmen und Wirtsarten zu identifizieren, die für Mistelparasitismus anfälliger sind. Die Untersuchung stand im Zusammenhang mit der Untersuchung der Biologie, der Ökologie und möglicher Methoden zur Begrenzung der Ausbreitung der Mistel in städtischen Grünanlagen.

Im Rahmen der Studie wurde die Abhängigkeit des Mistelvorkommens vom Alter, von begleitenden Schädlingen und Schäden, vom Klimawandel usw. festgestellt, auf der Grundlage von Daten der Städte Wien und Graz (Baumkataster). Das Vorhandensein der Mistel steht in engem Zusammenhang mit der Art des Wirtsbaums, dem Standort und der Dichte der Bäume (durchschnittlicher Abstand zwischen den Bäumen) und dem Alter der Bäume.

Anhand der Forschungsergebnisse konnten wir Vorschläge zu prioritären Arten für künftige Anpflanzungen in Grünanlagen formulieren und optimale Entscheidungen bei der Pflege von Bäumen (Beschneidung), der Anreicherung mit Beerenpflanzen und der Bereitstellung von Beeren für Vögel im Winter treffen. Die Bestimmung der Verbreitung der Mistel und des Ausmaßes ihrer Schäden ist für das Grünflächenmanagement in Wien und Graz von großer Bedeutung.



## 2 METHODEN DER FORSCHUNG

Diese Untersuchung basiert auf der Analyse von Baumkatastern der Städte Wien und Graz sowie auf persönlichen Beobachtungen. Die Daten aus Graz wurden von Herrn Robert Grill von der Graz Holding am 3. Januar 2023 und die Daten aus Wien von Herrn Ing. Clemens Weiss von den Wiener Stadtgärten am 2. November 2022 zur Verfügung gestellt.

Die Daten wurden mit den statistischen Funktionen von Excel unter Verwendung der Software Microsoft Office XP und dem Statistical Package for Social Sciences, Version 11.5 (SPSS Inc., Chicago, 2002) ausgewertet.

Zur Bewertung der Intensität des Mistelbefalls wurde der Parameter verwendet, der die Anzahl der durch *V. album* und *L. europaeus* verursachten Schäden pro Baum widerspiegelt. Er wurde anhand der folgenden Formel ermittelt (Lech et al., 2020):

$$F = 100 \frac{n}{N}$$

*F... Koeffizient der Häufigkeit des Auftretens von V. album/L. europaeus;*

*n... Anzahl der durch V. album/L. europaeus verursachten Schäden an Bäumen einer bestimmten Art (oder aller Arten zusammen);*

*N... Gesamtzahl der Bäume einer bestimmten Art (oder aller Arten zusammen).*

Die Formel ermöglicht einen Vergleich zwischen Baumarten in verschiedenen Baum- und Standortkategorien.

Um den Zusammenhang zwischen dem Alter der Bäume und dem Mistelbefall sowie den Größenmerkmalen der Bäume und dem Mistelbefall zu ermitteln, wurde der  $\chi^2$ -Test auf Unabhängigkeit verwendet:  $p_1$  – Signifikanzniveau beim Vergleich der Unterschiede in der Population aller untersuchten Bäume in verschiedenen Altersklassen,  $p$  – ist das Signifikanzniveau in Bezug auf das Alter innerhalb einer Gruppe der gleichen Art (<https://www.statgraphics.com/resources-downloads>).

Diese Studie basiert auch auf einer Analyse von Waldinventurdaten, die von der Österreichischen Waldinventur des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) am 31. März 2023 zur Verfügung gestellt wurden (Dr. Thomas Gschwandtner). Es handelt sich um die Daten für Mistelvorkommen in Österreich für den Zeitraum 2000-2021.

# 3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

## 3.1 MISTELN IN WIEN

Im Baumkataster sind 213.841 Bäume erfasst. Die offizielle Zahl der von Misteln befallenen Bäume beträgt 6.537, das entspricht 3,06 % (Stand 2. November 2022). Von 546 Taxa der Gehölze sind 114 von der Mistel betroffen. Es gibt zwei verschiedene Mistelarten – *L. europaeus* und *Viscum album*.

### 3.1.1 Wirtsarten

Es ist bekannt, dass Mistelarten eine Vielzahl von Mustern der Wirtsspezifität aufweisen, die von sehr eng (nur eine Art) bis breit (Hunderte von Arten) reichen (Barney, 1998; Maul et al. 2019).

Der Literatur zufolge kann *L. europaeus* auf *Quercus spp.* (Fagaceae), *Castanea sativa* (Fagaceae), *Olea europaea* (Oleaceae), *Carpinus betulus* (Betulaceae), *Betula pendula* (Betulaceae), *Acer campestre* (Aceraceae), *Crataegus monogyna* (Rosaceae), *Prunus avium* (Rosaceae) gefunden werden (Krüssmann, 1977; Grazel, 1985; Eliás, 1985; Eliás, 2002; Zebec and Idžojt, 2006; Kumbasli et al., 2011; Saraj et al., 2015; Krasnylenko et al., 2019). In der frühen Veröffentlichung von Tübeuf (1923) wurden mehrere resistente Nicht-Wirtsarten für *L. europaeus* beschrieben, da Versuche, diese Baumarten künstlich zu infizieren, erfolglos waren: *Populus balsamifera*, *Malus domestica* (berichtet als *Pyrus malus*), *Prunus padus* und *Laburnum anagyroides* (berichtet als *Cytisus laburnum*). Die Hauptwirtsbäume gehören jedoch zur Gattung *Quercus* (*Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. cerris*, *Q. pubescens*, *Q. frainetto*, *Q. rubra*, *Q. palustris*, *Q. robur*, *Q. dalechampii*, *Q. virgiliana* (Fagaceae)).

In der Literatur werden etwa 500 Baum – und Straucharten genannt, auf denen *V. album* siedeln kann (Barney et al., 1998; Szmidla et al., 2019; Krasnylenko et al., 2020; Thomas et al., 2022). Fälle, in denen *V. album* auf *Quercus spp.* siedelt, sind im gesamten europäischen Teil des Verbreitungsgebiets dieser Art sehr selten (Brigs, 2021).

Die Ansiedlung von *Viscum album* auf *Loranthus* (Hyperparasitismus) ist ebenfalls ein seltenes Ereignis. Es gibt keine Berichte über Pflanzenparasiten auf *V. album*, abgesehen vom Epiparasitismus durch andere *V. album*-Pflanzen. Dieser Autoparasitismus wird häufig bei der eingehenden Untersuchung von Pflanzen beobachtet. Das Phänomen trägt dazu bei, die Nachteile der Zweihäusigkeit zu verringern, da ein Geschlecht auf dem anderen wachsen kann. Autoparasitismus ist auch bei anderen Mistelarten verbreitet (Krasylenko et al., 2021).

Bezugnehmend auf dem Baumkataster und nach Ergänzung der Bäume im botanischen Garten der Universität Wien, Rennweg zeigte sich, dass in Wien aktuell 6.460 Bäume von Misteln befallen sind. Das sind 3,06 %. Sie kommen an 126 von 546 Taxa vor. Die Daten aus dem Baumkataster wurden um Taxa wie z.B. Ginkgo, manche Platanen Hybriden und manche Arten von Tanne, wo kein Mistelbefall bei Besichtigung festgestellt werden konnte bereinigt.

*Viscum album subsp. album* kommt an der überwiegenden Mehrheit der Wirtsbaumarten vor (97%), *Loranthus europaeus* nur an 3%, *V. album subsp. austriacum* kam in ganz Wien nur an einem Baum vor (Abb. 1)

*L. europaeus* wurde nur auf der Gattung *Quercus* an folgenden Arten gefunden: *Q. cerris*, *Q. macrocarpa*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. robur*, *Q. rubra*.

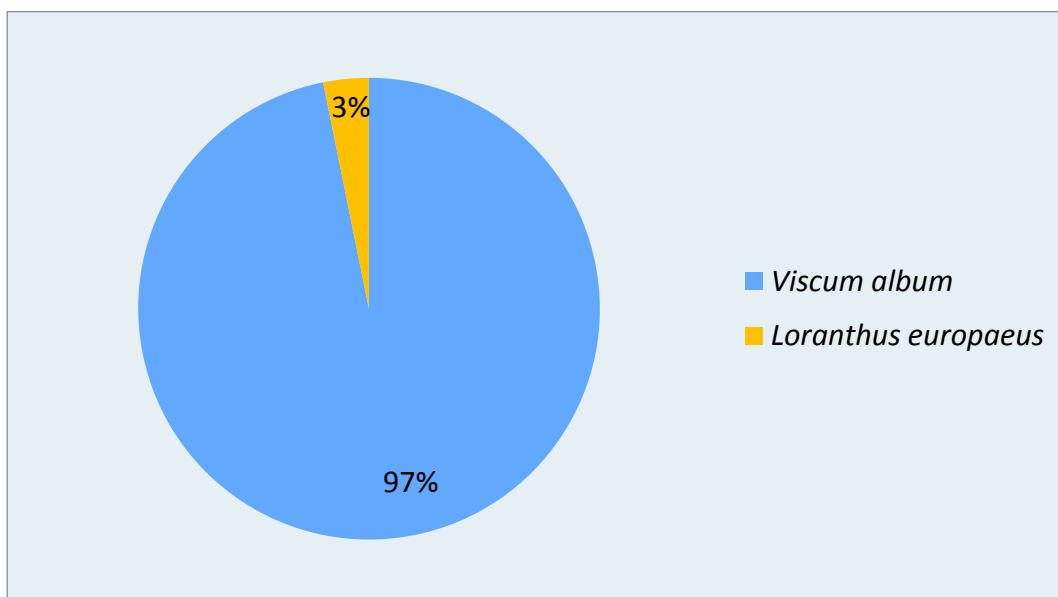


Abbildung 1 Verhältnis der von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* befallenen Bäume

Mindestens 20 Gattungen wurden in Wien als Wirte für *Viscum album* identifiziert (Abb. 2). Etwa 58% aller befallenen Bäume in der Stadt Wien gehören zur Gattung *Acer*. Von den anderen Gattungen waren *Tilia* (17%), *Populus* (12%) und *Robinia* (5%) am häufigsten vertreten. *Fraxinus*, *Juglans* und *Malus* waren mit 1 – 2% vertreten. *Aesculus*, *Alnus*, *Amelanchier*, *Betula*, *Carpinus*, *Celtis*, *Crataegus*, *Maclura*, *Prunus*, *Pyrus*, *Salix*, *Sorbus*, *Tetradium* und *Ulmus* wurden seltener befallen.

Bei den Nadelbäumen war nur die Art *Pinus sylvestris* infiziert, und dort auch nur ein Baum. Auf *Pinus* kommt *V. album subsp. austriacum* vor, mit einer deutlichen Spezialisierung auf die Wirtspflanzenart sowie einigen morphologischen und genetischen Unterschieden (Bilonozhko et al., 2021).

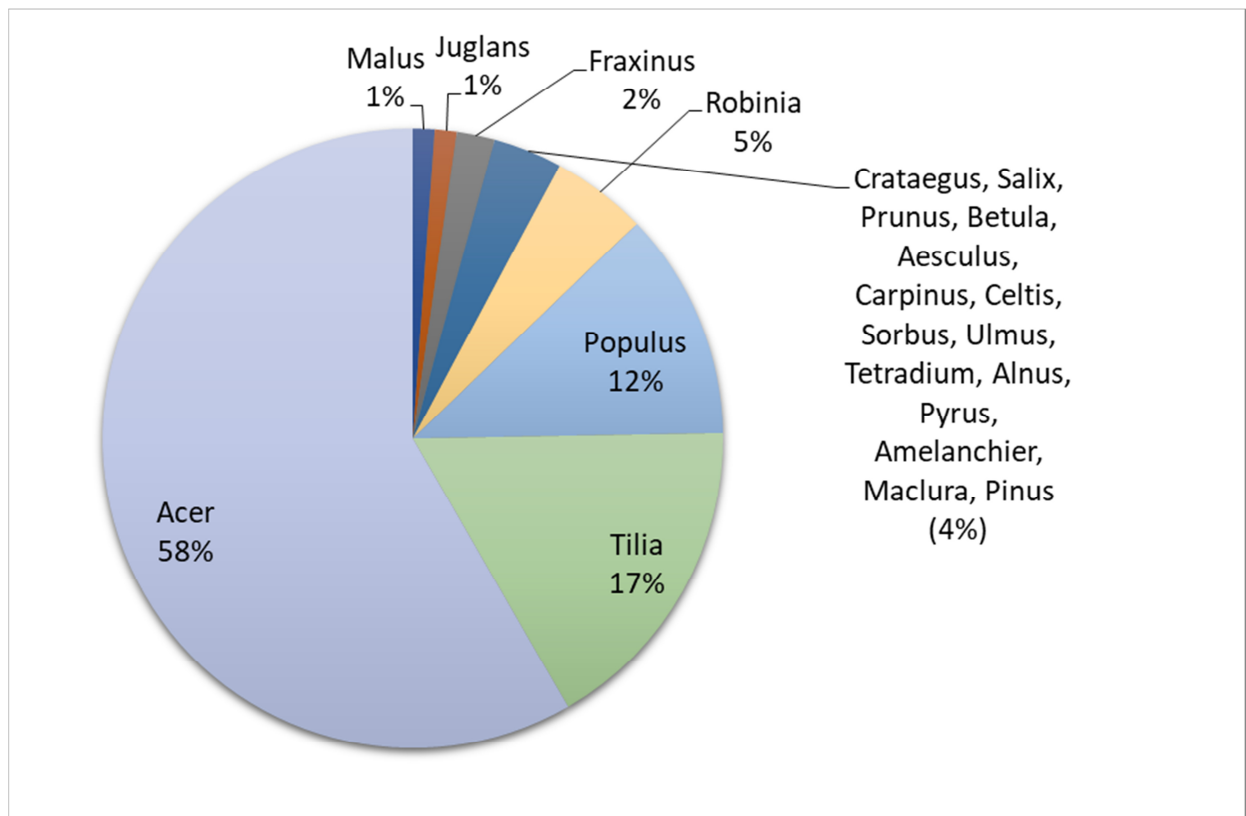


Abbildung 2: Das Spektrum der Wirtspflanzengattungen von *Viscum album* im Stadtgebiet von Wien

Nicht alle Gehölzarten werden von der Mistel befallen. Außerdem ist der Befall bei den verschiedenen Arten unterschiedlich stark ausgeprägt. Es ist wichtig, alle Mistelwirtsarten, mistelresistente Arten und solche mit starkem, mäßigem und leichtem Befall zu identifizieren.

Nach dem Studium der Literatur und unter Berücksichtigung der Merkmale der Infektion von Bäumen, die zu verschiedenen Gattungen und Arten gehören, haben wir in Tabelle 1 fünf Gruppen von Pflanzen identifiziert.

Tabelle 1 Gruppen von Wirtspflanzen von *Viscum album* (Daten aus der Literatur)

<b>Gruppe</b>	<b>Charakteristisch</b>	<b>Art</b>
<b>Hauptwirte</b>	Arten, die am häufigsten im gesamten Wachstumsgebiet infiziert werden	<i>Acer platanoides</i> , <i>Acer saccharinum</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Tilia cordata</i>
<b>sekundäre Wirte</b>	Arten, die häufig, aber mit geringerer Intensität infiziert werden	<i>Betula pendula</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Prunus mahaleb</i> , <i>Sorbus aucuparia</i>
<b>unregelmäßige Wirte</b>	Arten, die nur infiziert werden, wenn ein Komplex von ökologischen und biotischen Bedingungen zusammenkommt	<i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Maclura pomifera</i> , <i>Syringa spp.</i> ***
<b>seltene Wirte</b>	Arten, die nur in Einzelmeldungen als Wirt für <i>V. album</i> genannt werden	<i>Juglans regia</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus pumila</i> ***
<b>Arten, die nicht infiziert sind</b>	Arten, die nicht als Wirt für <i>V. album</i> bekannt sind	<i>Albizia julibrissin</i> , <i>Catalpa ovata</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Gingo biloba</i> , <i>Magnolia kobus</i> ***

\*\*\* die Liste ist nicht vollständig (relevante Beispiele)

Die in den Gruppen 1 und 2 aufgeführten Pflanzen sind als Wirte für das gesamte Verbreitungsgebiet vermerkt und stellen in der Analyse der infizierten Arten in Europa die Mehrheit dar.

Wir haben eine Infektionsskala für Bäume im Stadtgebiet von Wien erstellt (Abb. 3). Sie stuft die Arten von stark gefährdet bis selten infiziert ein.



Abbildung 3: Das Ausmaß der Wirtspflanzeninfektion von *Viscum album* mit Relevanz für Wien

Die Mistel besiedelt sowohl heimische als auch nichtheimische Gehölzarten, die hauptsächlich aus Asien, Nordamerika und den Balkanländern eingeführt wurden. Die Gesamtzahl der infizierten Taxa beträgt 114. Davon sind 67 Arten nichtheimische (59%) und 47 heimische Arten (41%). Das bedeutet, dass die überwiegende Mehrheit der infizierten Arten eingeführt wurde (Abb. 4).

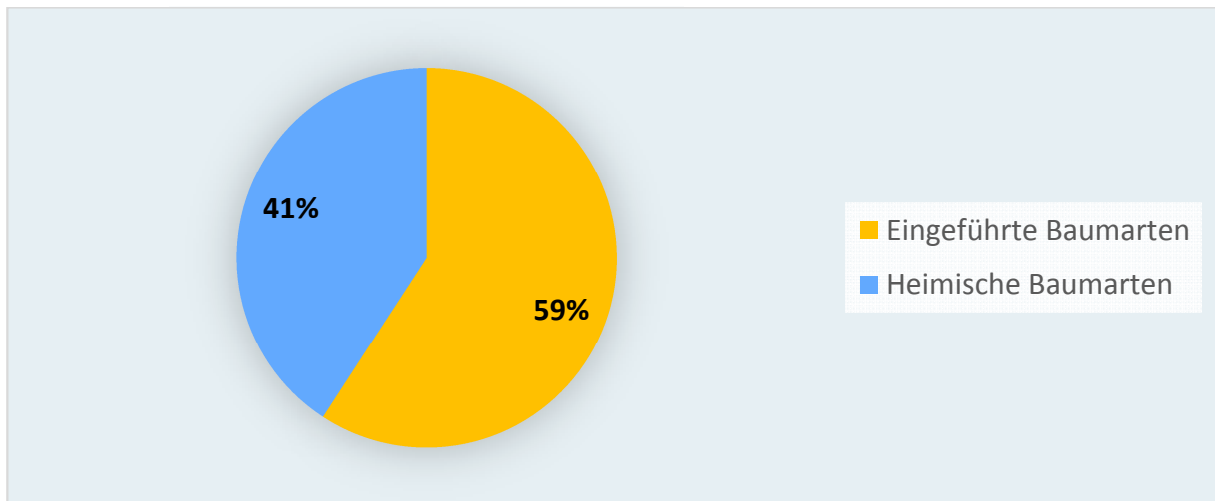


Abbildung 4: Verhältnis zwischen heimischen und nichtheimischen infizierten Arten

Insgesamt sind in Wien 6.460 Bäume befallen. 5.385 Bäume (83%) sind heimisch und 1.075 Bäume (17%) sind nichtheimisch (Abb. 5). Was die Anzahl der infizierten Bäume in der Stadt Wien betrifft, überwiegen die heimischen Arten.

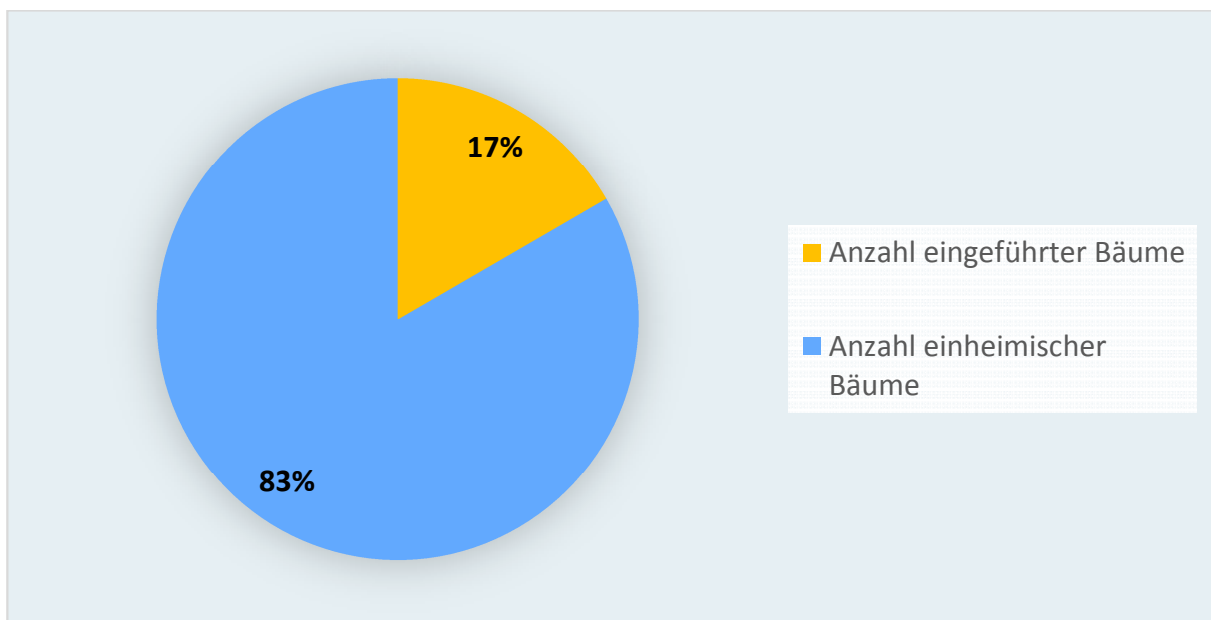


Abbildung 5: Verhältnis der Anzahl an heimischen und nichtheimischen infizierten Bäumen



Vergleicht man die von der Mistel befallenen Arten innerhalb einer Gattung, so zeigt sich eine ausgeprägte Anpassung der heimischen Arten an die Mistel und ein erheblicher Befall bei den eingeführten Arten (Abb. 6). So sind z. B. *Fraxinus excelsior* als heimische Arten weniger stark befallen als die eingeführte Art *F. pennsylvanica*, oder *Acer campestre*, *A. platanoides* und *A. pseudoplatanus* sind weniger stark befallen als *A. saccharinum*.

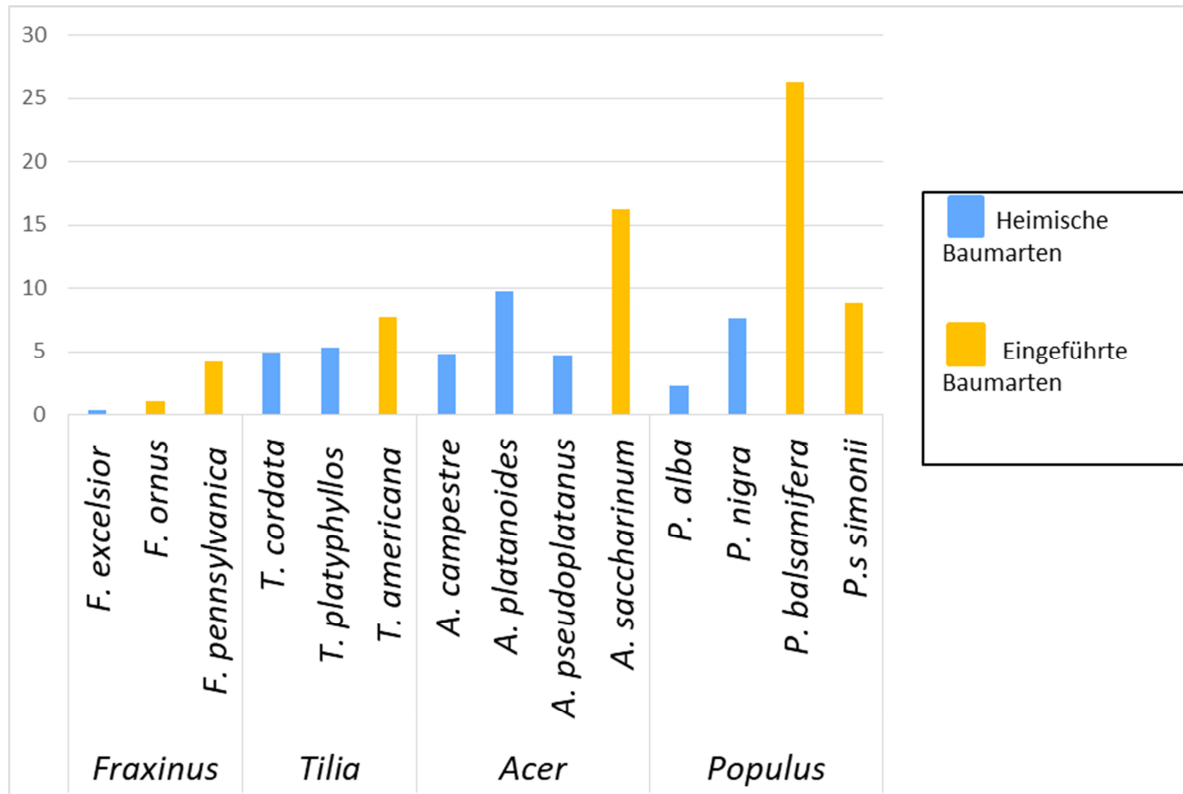


Abbildung 6: Merkmale der Infektion von eingeführten und heimischen Arten innerhalb der Gattung

Die Mistel hat Besonderheiten beim Aufbau von Beziehungen zu Wirtsarten. Die Selektivität der Wirkung der Mistel ist noch nicht geklärt oder validiert. So kann die Mistel innerhalb derselben Familie Arten schwer infizieren, mäßig infizieren oder gar nicht infizieren. Es gibt eine wissenschaftliche Annahme, dass Mistelsamen nur als Reaktion auf chemische Signale der Wirtspflanzen (bzw. deren An- oder Abwesenheit) auf dem Wirt keimen (Ahmed und Dutt, 2015). Dies zeigt sich insbesondere bei der Gattung *Populus*: während die in Europa einheimische Art *P. nigra* „einen hohen Grad an Resistenz“ gegenüber *V. album* aufweist (Cagelli and Lefèvre 1995) und diese nur unter extremen (natürlichen) Standortbedingungen befällt (Varga 1997), sind ihre Hybriden, die weit verbreiteten Hybrid- oder „Kanada-Pappeln“ (*P. x canadensis* syn. *P. x euramericana*)

stärker (EUFORGEN Identification sheet for *Populus nigra*), und Vertreter der Balsampappeln (*Populus sect. Tacamahaca*) besonders stark betroffen. Die „Resistenz“ korreliert mit einem Gehalt an Flavonoiden, die sich ungünstig auf die Keimung und das Eindringen des Mistelsamens in den Wirtsbaum auswirken (El Hariri et al. 1991, Sallé et al. 1993).

In der Familie der Fagaceae kann *Quercus robur* in Wien stark von der Mistel befallen sein, während *Fagus sylvatica* überhaupt nicht betroffen ist. Arten aus der Familie der Fabaceae sind intensiv mit der Mistel (*Robinia pseudoacacia*) infiziert oder haben keine parasitäre Beziehung (*Sophora japonica*). Aus der Familie der Juglandaceae: Die Intensität der Mistelinfection mit *Juglans nigra* erreicht 35%, aber *Juglans regia* ist ziemlich resistent gegen Mistelinfectionen (0,05 %) und *Pterocarya faxinifolia* ist überhaupt nicht infiziert. Einige Arten der Familie der Betulaceae sind anfällig (*Betula pendula*), leicht anfällig (*Alnus glutinosa*) oder nicht anfällig (*Corylus colurna*). In der Gattung *Acer* ist *A. campestre* stark mit Mistel infiziert, *A. negundo* ist leicht infiziert, und *A. buergerianum* ist überhaupt nicht infiziert.

Bei einigen Arten können bestimmte Sorten gegen Mistel resistent sein. Schwach befallen durch Mistel sind z.B.: *Acer platanoides* 'Cleveland', *Fraxinus excelsior* 'Diversifolia', *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', *Fraxinus ornus* 'Obelisk', *Prunus cerasifera* 'Nigra', *Prunus serrulata* 'Kanzan', *Pyrus calleryana* 'Chanticleer' und *Tilia cordata* 'Greenspire'. Einige Cultivars sind überhaupt nicht infiziert: *Acer campestre* 'Elsrijk', *Fraxinus angustifolia* 'Raywood', *Fraxinus excelsior* 'Altena', *Fraxinus excelsior* 'Globosa', *Fraxinus ornus* 'Meczek', *Pyrus calleryana* 'Aristocrat' und *Tilia tomentosa* 'Brabant'.

Daher ist es äußerst wichtig, die möglichen Wirtsarten für bestimmte Regionen zu kennen, um die Ausbreitung der Mistel weiter kontrollieren zu können. In der wissenschaftlichen Literatur sollten Verallgemeinerungen bei der Benennung von Wirtsgattungen oder -familien vermieden werden (wie es häufig der Fall ist). Es lohnt sich, Arten und Sorten anzugeben.

### 3.1.2 Standortbezogene Faktoren

In den verschiedenen Stadtteilen sind die Anzahl der Misteln und die Dynamik ihrer Population sehr unterschiedlich. Dies hängt in der Regel von der Fläche des Bezirks, der Anzahl der Bäume, deren Wuchsdichte, der Artenzusammensetzung der Bäume und der Lage des Bezirks ab.

Es gibt Bezirke in Wien (5 – 8 und 10), in denen bis zu 1 % der Bäume befallen sind, was eine niedrige Rate darstellt (Abb. 7). Der 18. Bezirk ist mit mehr als 9 von 100 Bäumen am stärksten mit Misteln befallen. Die Bezirke 13, 14, 18 und 19 sind überdurchschnittlich stark befallen. In allen anderen Bezirken liegt der Befallsgrad unter dem Wiener Durchschnitt (3.05 %) (Abb. 8).

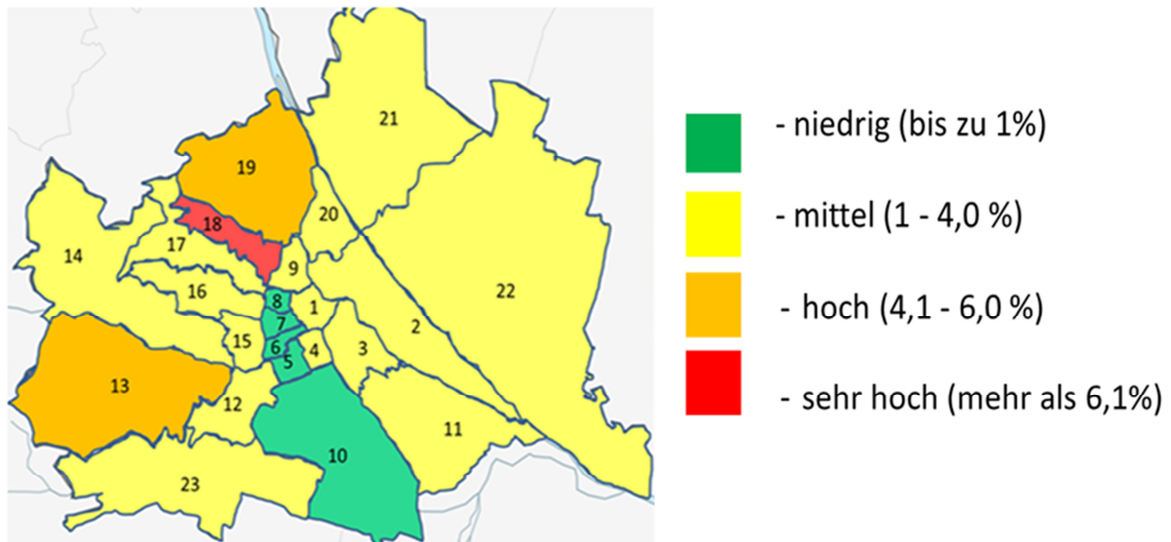


Abbildung 7: Mistelbefall in verschiedenen Bezirken Wiens

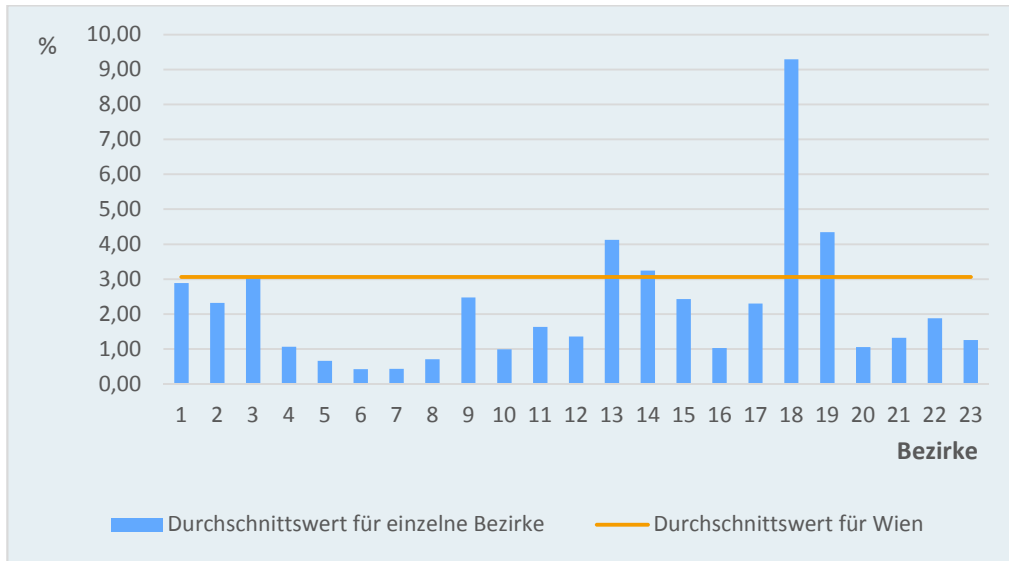


Abbildung 8: A-Durchschnittswerte des Befalls für einzelne Bezirke Wiens

Nach der Analyse der Standorte einzelner mit Misteln befallener Bäume, konnten wir die Orte mit dem höchsten Befallsgrad innerhalb der Stadt identifizieren. Wie in Abb. 9 dargestellt, sind das die Gebiete der großen Grünanlagen Prater, Türkenschanzpark und Pötzleinsdorf.

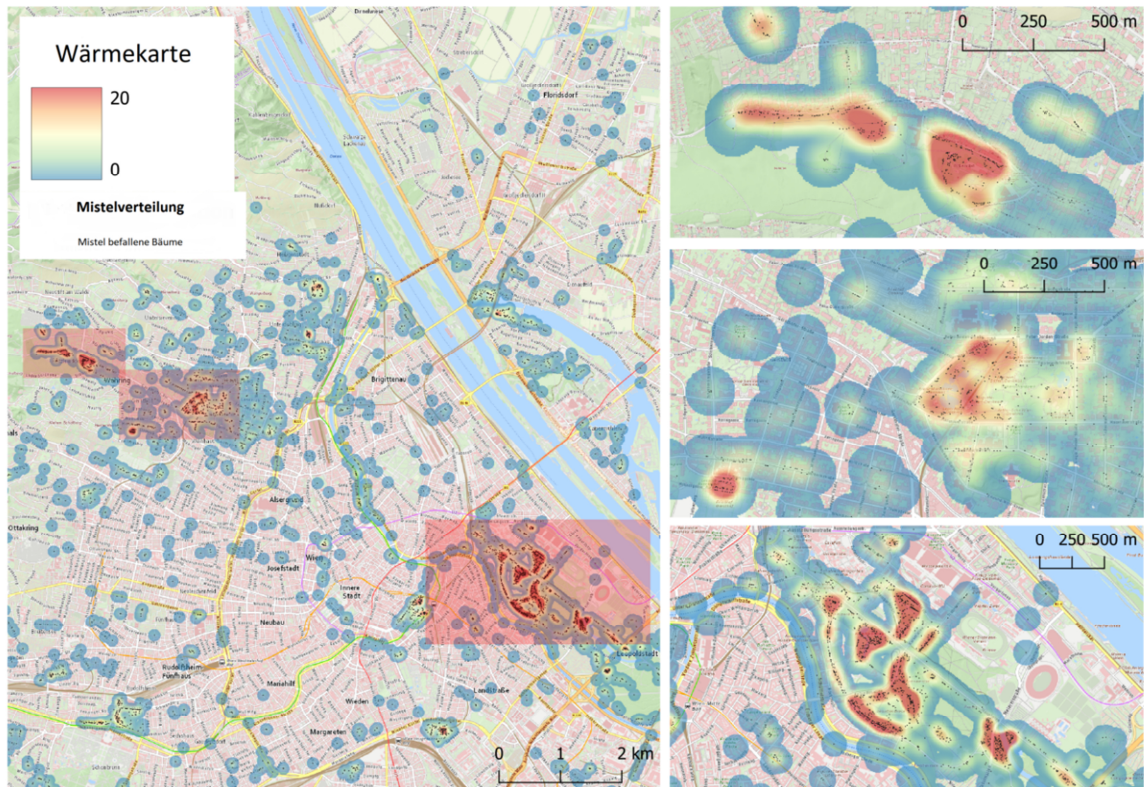


Abbildung 9: Lageplan der am stärksten infizierten Orte in der Stadt

An diesen Orten kommt eine Reihe von Faktoren zusammen, die die Ausbreitung von *V. album* begünstigen. Auf einer begrenzten Fläche wachsen viele Bäume verschiedener Arten, darunter auch viele nichtheimische Arten. Außerdem gibt es Teiche, die Vögel anziehen.

*Loranthus europaeus* ist nicht in allen Bezirken zu finden. Dieser Halbschmarotzer ist in den Bezirken 1, 2, 13 und 14 am häufigsten anzutreffen. Im 13. Bezirk macht er 15% aller befallenen Bäume aus (Abb. 10).

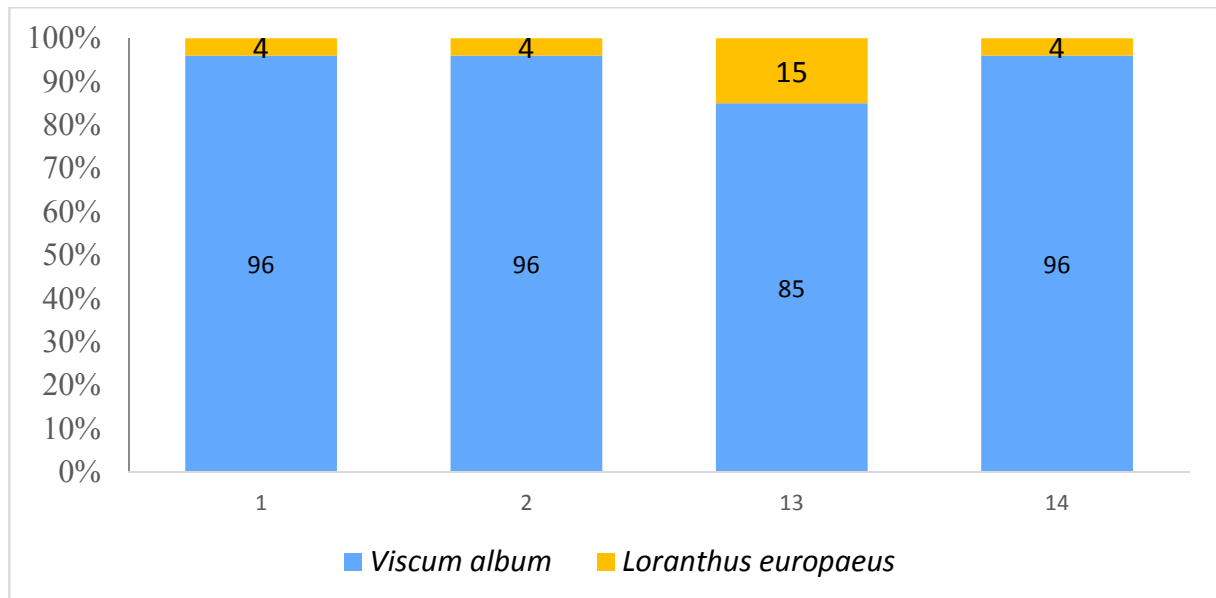


Abbildung 10: Verteilung der Mistelarten in den Wiener Bezirken 1, 2, 13 und 14.

Wir untersuchten 216 Bäume der Gattung *Quercus* (13% der Gesamtzahl der befallenen Bäume der Gattung *Quercus*) genauer. Nur ein Baum war mit *V. album* befallen, alle anderen Bäume waren mit *L. europaeus* befallen. Somit ist der Befall der Gattung *Quercus* durch *V. album* ein seltenes Phänomen in Wien.

In einigen Straßen und Parks im 13. Bezirk (Napoleonwald, Hermesstraße) erreicht der Befallsgrad der Eichen mit *L. europaeus* 86%. Etwa 63% der befallenen Eichen sind als Bäume in gutem Gesundheitszustand zu bezeichnen (gute Degenerationsphase). Von diesen weisen nur 20% Holzschäden in den Ästen der Krone auf. Zu beachten ist auch, dass eine Abhängigkeit vom Alter des Baumes besteht. Etwa 38,2% der Bäume mit *L. europaeus* gehören der Altersgruppe 81 – 120 Jahre an (s.u.).

### 3.1.3 Dichte des Wachstums der Wirtsbäume

Vögel sind nicht der einzige Weg, wie Mistelsamen verbreitet werden. Die Autochorie spielt eine gewisse Rolle bei der Verbreitung der Mistel. Es ist auch möglich, dass die Mistelsträucher mechanisch von Ästen benachbarter Bäume getroffen werden. Es liegt auf der Hand, dass die Wahrscheinlichkeit einer Infektion bei Pflanzen in Gruppen höher ist.

Abb. 11 zeigt, dass die überwiegende Mehrheit der infizierten Pflanzen in Gruppen (54%), in Reihen oder in Alleen wuchs. Einzelne Pflanzen wurden nur in 5% der Fälle infiziert.

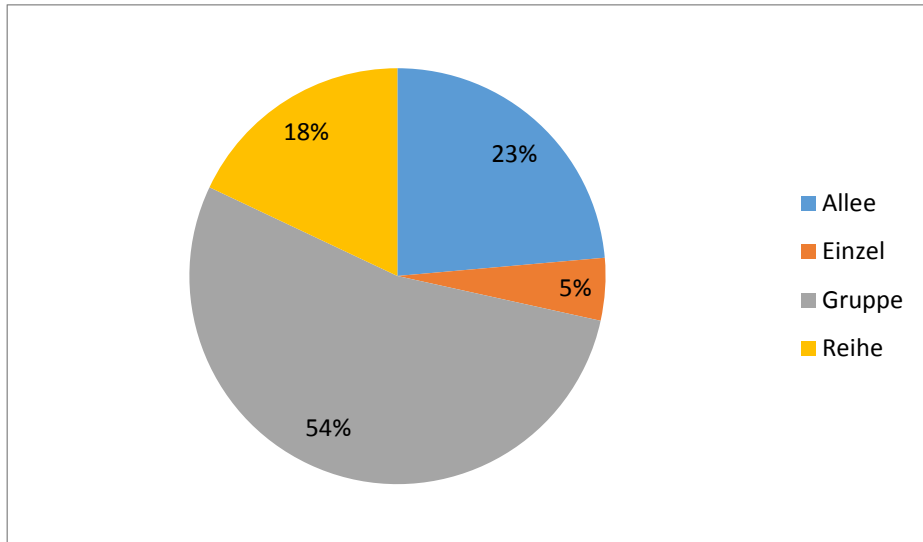


Abbildung 11: Verteilung der mistelbefallenen Bäume in Abhängigkeit von der Art der Straßenbepflanzung

Selbst bei direkter Überlappung der Zweige scheinen sich die Samen von *V. album ssp. album* nicht auf *P. sylvestris* niederzulassen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich die Mistel im Zuge der Spezialisierung auf die Besiedlung von Nadelgehölzen an die Wirkung des ölhaltigen Harzes anpassen musste, dessen Freisetzung als wichtigster Schutzfaktor gegen viele (chemische und mechanische) Krankheitserreger gilt (Ferrenerberg, 2020).

### 3.1.4 Alter der Bäume

Die Analyse der Altersstruktur der Baumpflanzungen in Wien hat gezeigt, dass die überwiegende Mehrheit der in Wien wachsenden Pflanzen zur Kategorie der Bäume bis zu 40 Jahren gehört. Fast 35% aller Bäume in der Stadt sind unter 20 Jahre alt. Etwas weniger Pflanzen (25,5%) sind zwischen 20 und 40 Jahre alt. Befallene Individuen werden in allen Altersgruppen beobachtet, aber die große Mehrheit gehört zur Gruppe der 41 – 60-Jährigen (Abb. 12).

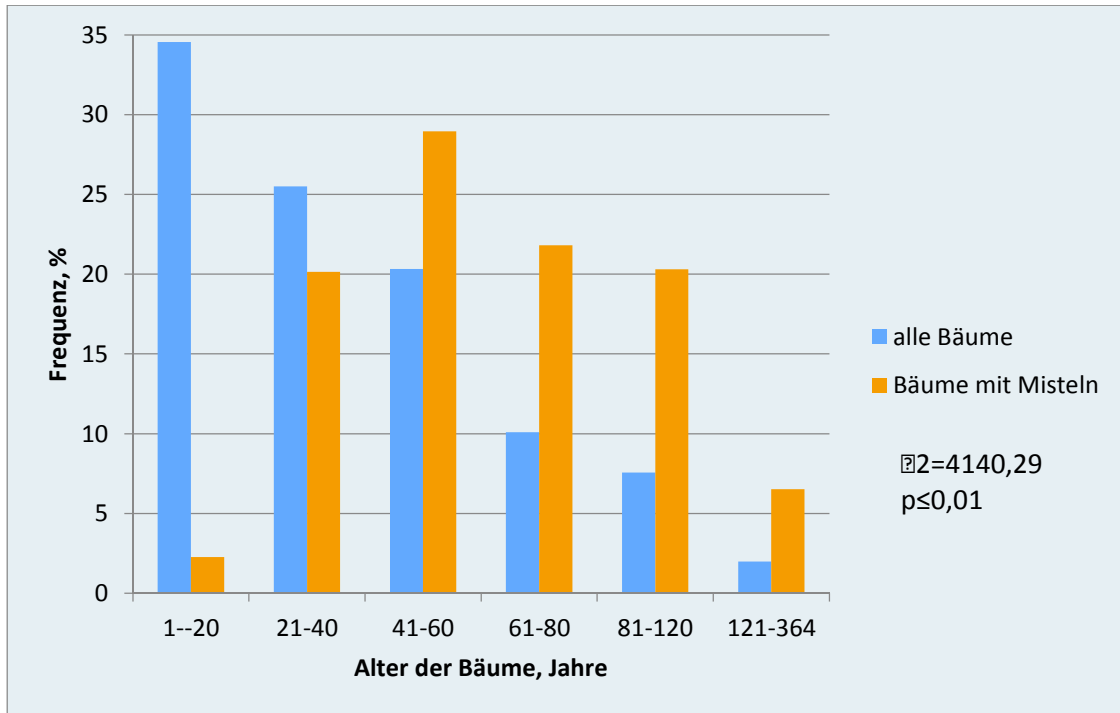


Abbildung 12: Altersstruktur der Bäume in den Anpflanzungen der Stadt Wien

Mit Hilfe des Pearson-Tests ( $\chi^2$ ) wurde ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Pflanzenalter und *V. album*-Infektion festgestellt. Dieses Ergebnis wurde für die verschiedenen Gattungen erhalten, mit Ausnahme von *Prunus*, *Sorbus* und *Aesculus*. Vermutlich ist das Alter bei diesen Gattungen kein Schlüsselfaktor für die Mistelinfection (Abb. 13).

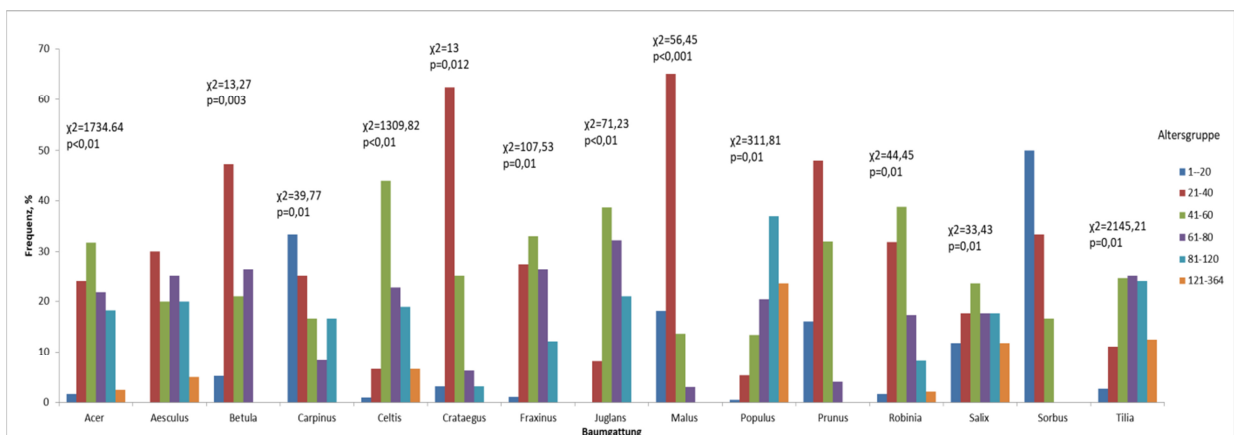


Abbildung 13: Altersstruktur der infizierten Bäume für einzelne Gattungen



Bei getrennter Betrachtung der einzelnen Altersgruppen ist festzustellen, dass die Häufigkeit der Infektion bei jungen Bäumen sehr gering ist (0,2%). In Gruppen von Pflanzen, die älter als 40 Jahre sind, steigt die Zahl der infizierten Bäume auf bis zu 5%, über 80 Jahre auf bis zu 9% und über 120 Jahre auf bis zu 10,8% (Abb. 14).

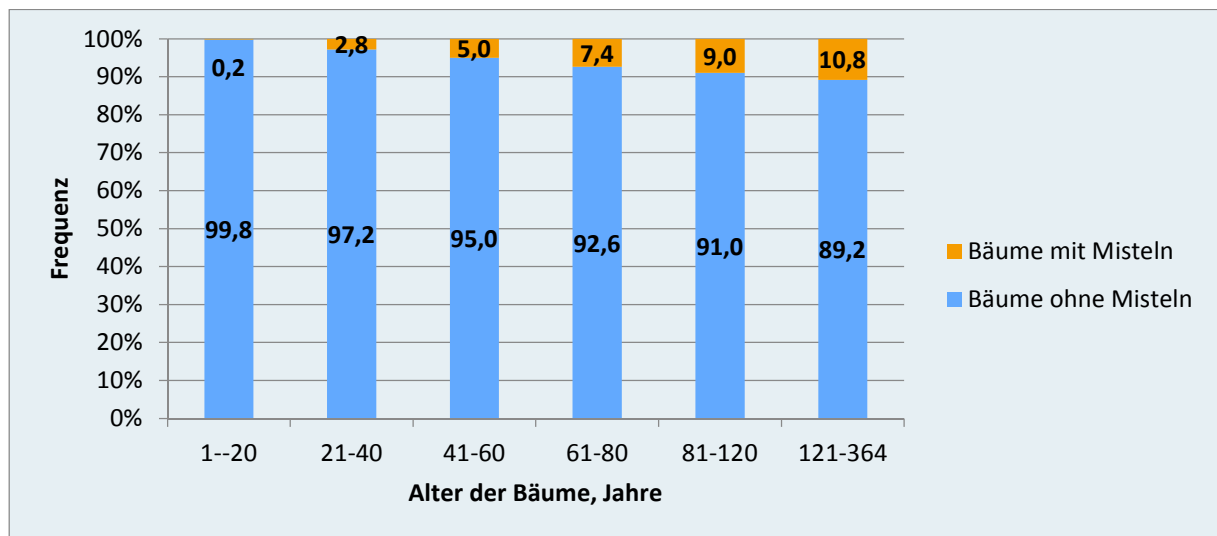


Abbildung 14: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen in verschiedenen Altersgruppen

Ähnliche Ergebnisse wurden in einer Studie über die Abhängigkeit der Infektion von Wirtspflanzen von deren Alter in der Ukraine (Bilonozhko, 2022) und in Polen (Barbu, 2012) erzielt. Der Literatur zufolge wurden ältere Pflanzen stärker infiziert als junge Pflanzen. Dies wurde auch für andere Arten von parasitären Pflanzen gezeigt (González-Elizondo et al., 2018; Ferrenberg, 2020). Andererseits zeigt sich bei der Untersuchung der Schäden an *Pinus aristata*, dass die Mistel *Arceuthobium microcarpum* (Santalaceae) vor allem junge Pflanzen unter 30 Jahren befällt (Scott and Mathiasen, 2012).

Das Alter ist also nicht immer ein entscheidender Faktor für den Befall von Bäumen mit Misteln, auch wenn es einen erheblichen Einfluss hat.

Wir analysierten alle Bäume, die über 100 Jahre alt und von Misteln befallen waren (Abb. 15). Es waren Bäume der Gattungen *Acer* (*A. campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *A. tataricum*), *Populus* (*P. alba*, *P. balsamifera*, *P. nigra*, *P. simonii*, *P. x canadensis*, *P. x canescens*), *Quercus* (*Q. cerrism*, *Q. robur*, *Q. rubra*), *Tilia* (*T. americana*, *T. cordata*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*, *T. x euchlora*, *T. x vulgaris*) und in geringem Umfang *Aesculus hippocastanum*, *Celtis occidentalis*, *Robinia pseudoacacia*. Diese Arten sind nicht nur die häufigsten Wirte der Mistel, sondern auch diejenigen, die am längsten mit der Mistel koexistieren können.

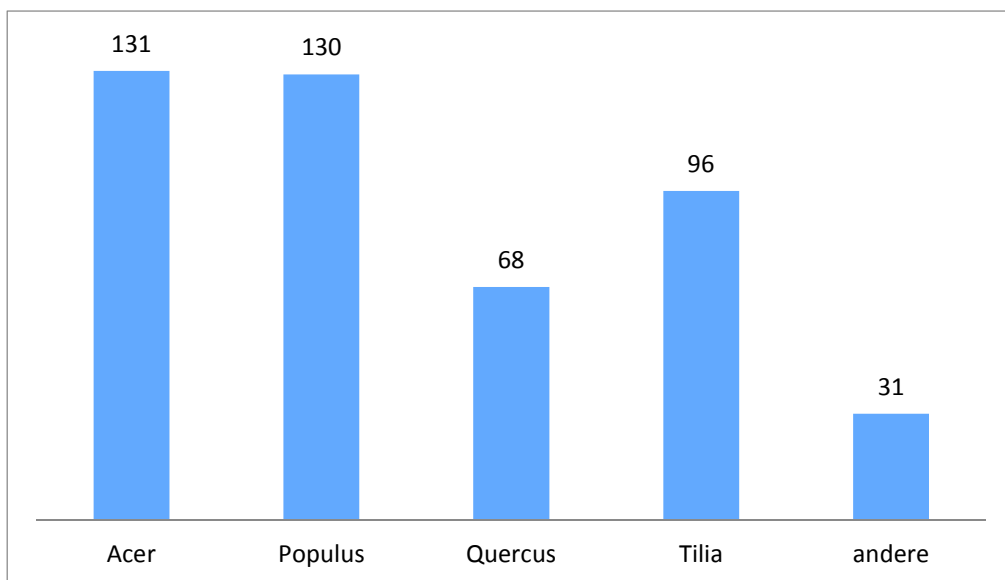


Abbildung 15: Anzahl der über 100 Jahre alten Exemplare mit Mistelbefall in Wien

### 3.1.5 Baumgröße

Einer der Faktoren, der die Intensität der Infektion von Wirtspflanzen beeinflussen kann, ist die Größe der Bäume. Wir analysierten das Kronenvolumen, die Höhe und den Durchmesser der Bäume. Wie Abb. 16 zeigt, sind Bäume mit einem Durchmesser von 101 – 150 cm am häufigsten infiziert (30,5%). Die überwiegende Mehrheit der untersuchten Bäume hat jedoch einen Durchmesser von 1 bis 100 cm.

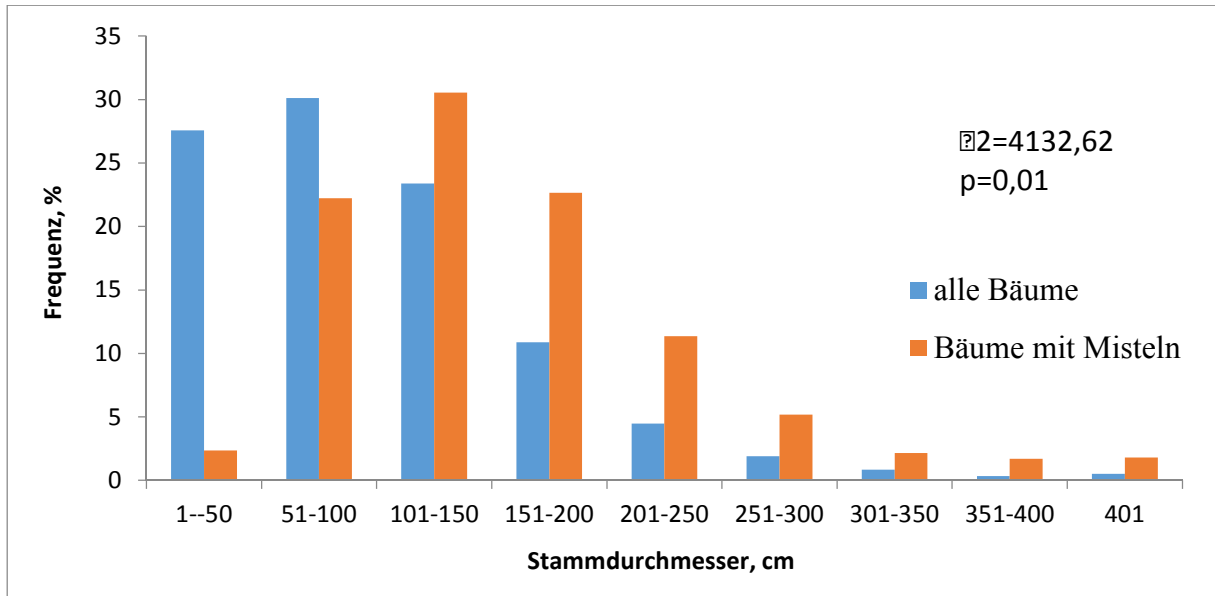


Abbildung 16: Die Größe des Stammdurchmessers von Bäumen im Stadtgebiet von Wien

Man sollte aber auch auf Bäume achten, deren Durchmesser zwischen 350 und 400 cm beträgt. Wie in Abb. 17 zu sehen ist, waren 13,2% (d. h. 111 von 841 Bäumen in dieser Kategorie) mit Misteln befallen.

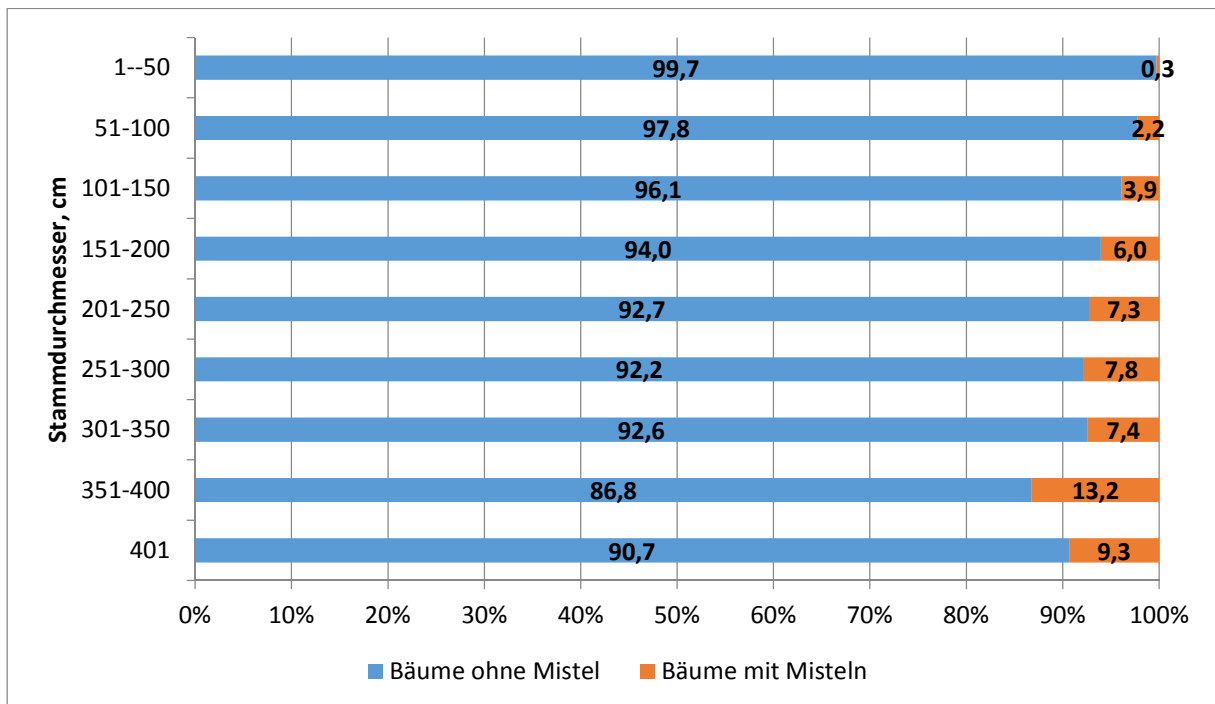


Abbildung 17: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen abhängig vom Stammdurchmesser

Ähnlich verhält es sich mit der Größe der Krone. Die meisten Bäume in Wien lassen sich zwei Gruppen mit Kronengrößen von 0 – 3 m (29,7 %) und 4 – 6 m (31,3 %) zuordnen. Der höchste Prozentsatz der mistelbefallenen Pflanzen (34,5 %) hatte jedoch eine Krone zwischen 7 und 9 m (Abb. 18).

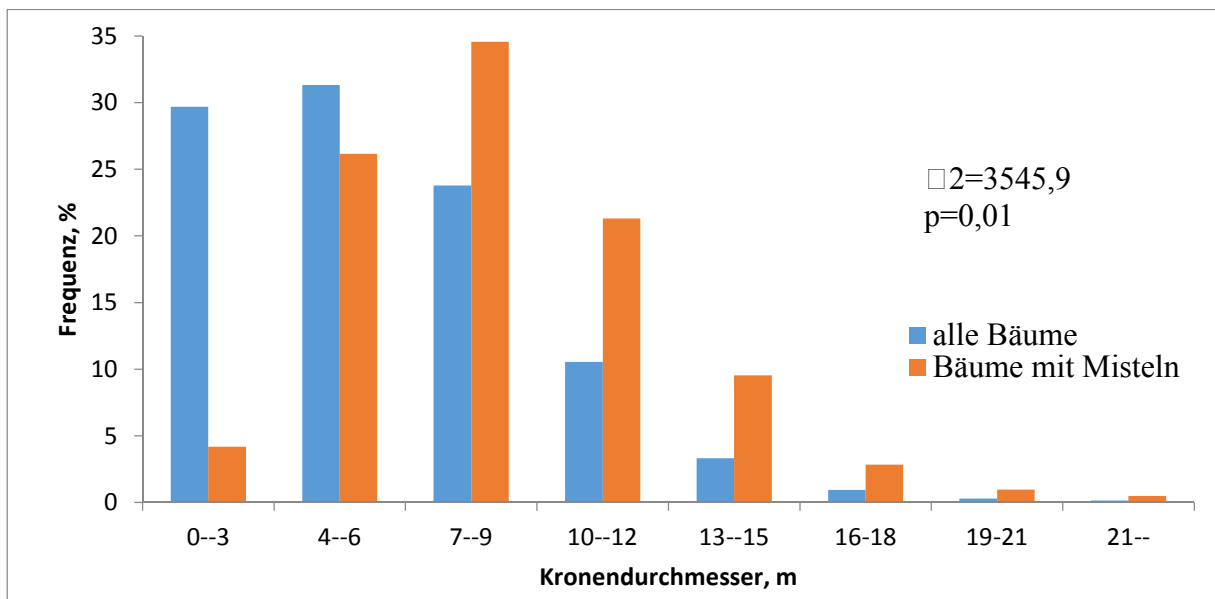


Abbildung 18: Häufigkeit von infizierten Bäumen je nach Kronendurchmesser

Der Prozentsatz befallener Bäume steigt mit zunehmender Kronengröße (Abb. 19).

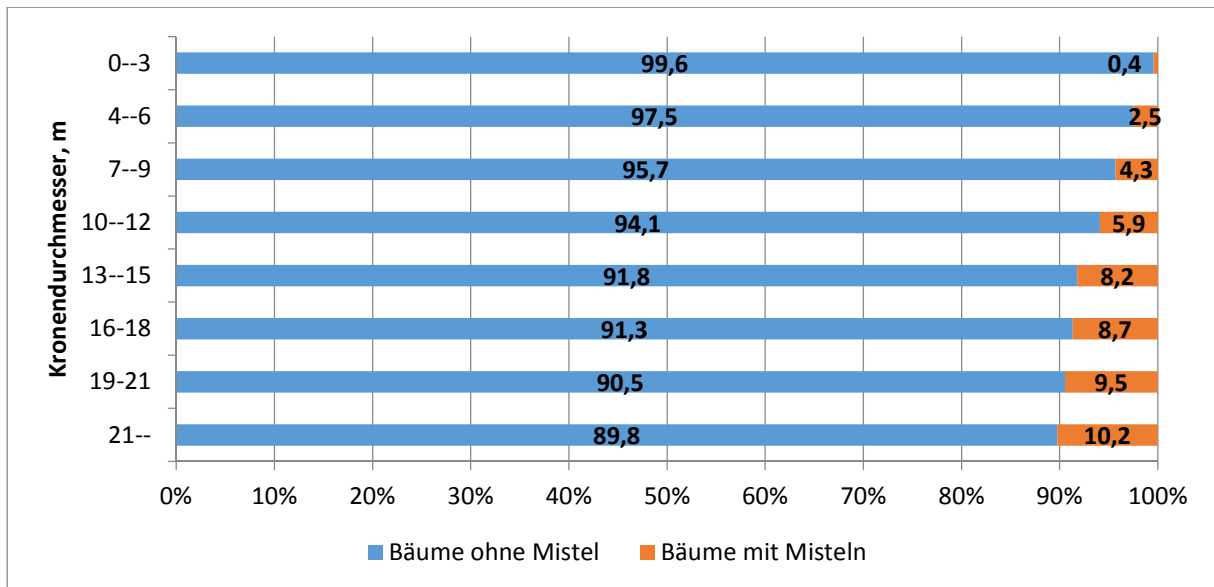


Abbildung 19: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen je nach Kronendurchmesser

Lech (2020) berichtet, dass eine größere Krone für Vögel, die Mistelsamen verbreiten, günstiger ist. Allerdings gibt es unter den stark infizierten Bäumen auch Arten/Sorten, die eine säulenartige Form haben (z. B. *Populus nigra* 'Italica'). Es hat sich auch gezeigt, dass Vögel zum Ausruhen und Übernachten Einzelbäume und Bäume am Waldrand oder in der Nähe eines Gewässers bevorzugen und daher in diesem Bereich intensiver mit *V. album* infiziert sind (Grundmann et al., 2011; Baltazar et al., 2013). Es ist daher wahrscheinlich, dass sich die Vögel bei der Wahl eines Baumes in erster Linie von dessen Standort leiten lassen.

Die Besonderheiten der Mistelansatzhöhe sind bekannt (Zuber, 2004). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Vögel höhere Siedlungs- und Nistplätze bevorzugen (Aukema and Rio, 2002; Kolodziejek et al., 2013; s. a. Lichtbedarf der Misteln weiter hinten). Bei der Untersuchung der befallenen Bäume stellten wir fest, dass 43,5 % eine Höhe von 11 – 15 m erreichen (Abb. 20). Bäume mit einer Höhe von bis zu 5 m eher schwach infiziert. Die statistische Analyse zeigte einen Zusammenhang zwischen Mistelbefall und Baumgröße.

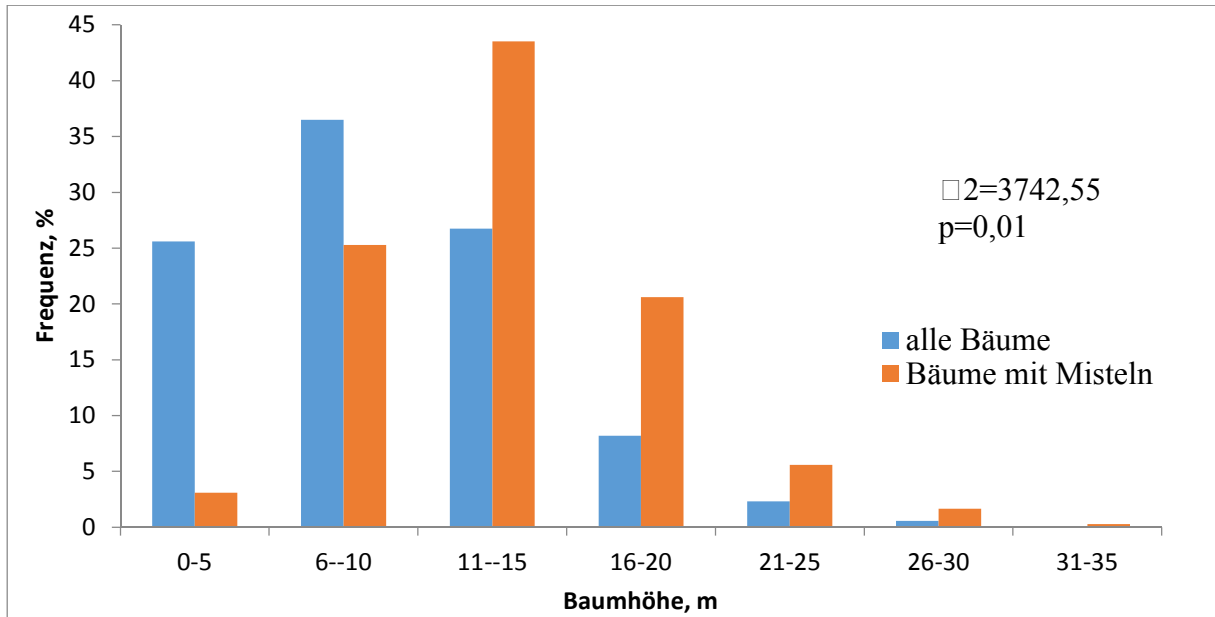


Abbildung 20: Häufigkeit von infizierten Bäumen je nach Baumhöhe

In Wien gibt es nur 19 Bäume, die höher als 30 m sind und von Misteln betroffen sind. Der Infektionsgrad dieser Bäume ist höher als in den anderen Gruppen und beträgt 11,3% (Abb. 21).

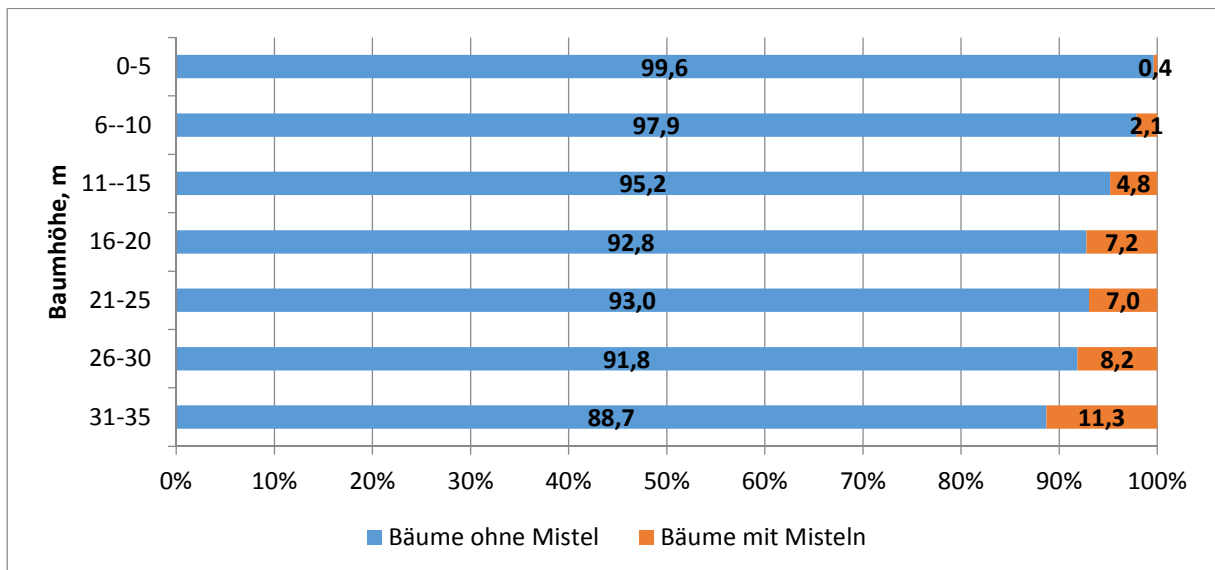


Abbildung 21: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen in verschiedenen Gruppen

In der Literatur wird ein solcher Zusammenhang nicht immer bestätigt. So wurde in einer Studie von Kartoolinejad et al. 2007 gezeigt, dass der Grad des Mistelbefalls nicht von der Höhe des Baumes abhängt.

### 3.1.6 Wirtsvitalität

Etwa 55% der Bäume mit Misteln befinden sich in der ersten (initialen) Lebensphase (Abb. 22). Im Wiener Baumkataster werden die Vitalitätskategorien als sehr gute Explorationsphase, gute Degenerationsphase, mittlere Stagnationsphase, schlechte Resignationsphase und als abgestorben eingeteilt. Die Klassifizierung basiert auf Roloff (2001).

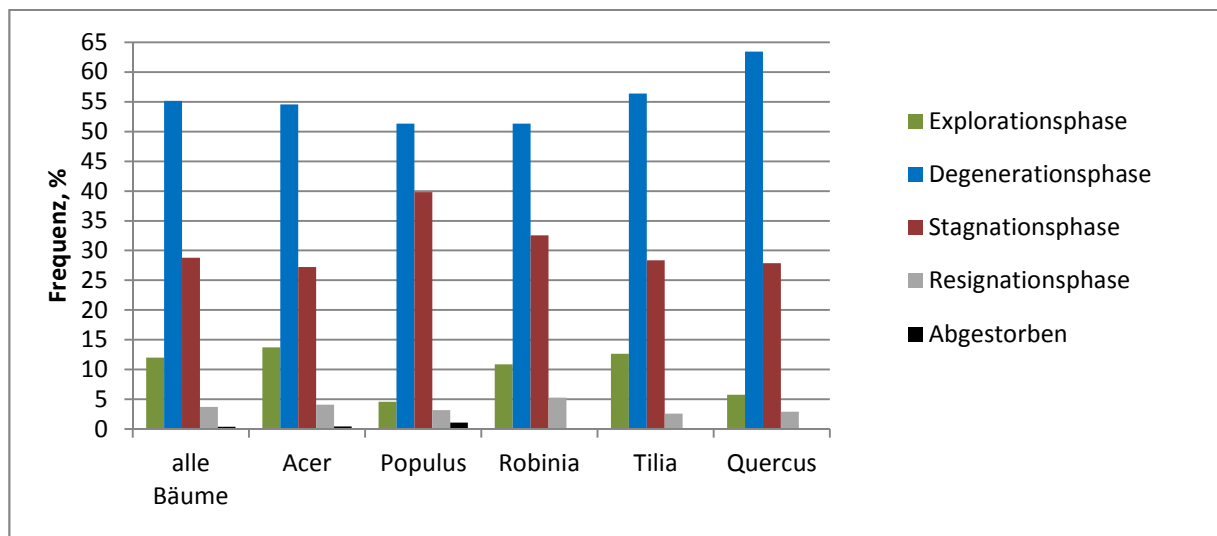


Abbildung 22: Vitalität von Bäumen mit Misteln

Das Vorhandensein von *V. album* kann zu einer verringerten Blattgröße und Vitalität der Bäume, zum Absterben von Trieben in der Nähe der Mistel, zu einer höheren Sterblichkeit sowie zu einer verringerten Blüte und Fruchtbildung und einer erhöhten Anfälligkeit für

Insekten- und Pilzschäden führen (Thomas, 2022). Wir stellten fest, dass Bäume mit Misteln trockene Äste aufwiesen. Mehr als 60 % der Bäume mit *V. album* hatten trockene Äste mit einem Durchmesser von 3 – 5 cm (Schwachast). Fast 29 % der Bäume haben trockene Äste mit einem Durchmesser von 5 – 10 cm (Grobast), und nur bei 8 % der Bäume wurde das Austrocknen großer axialer Äste mit einem Durchmesser über 10 cm (Starkast) festgestellt (Abb. 23).

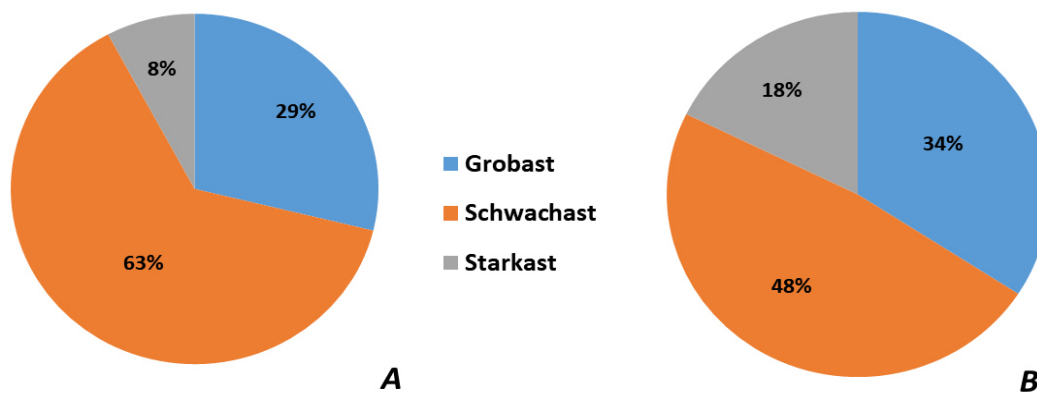


Abbildung 23: Häufigkeit von trockenen Ästen an befallenen Bäumen mit *Viscum album* (A) und *Loranthus europaeus* (B)

Bei den verschiedenen Eichenarten, auf denen *L. europaeus* wächst, ändert sich dieses Verhältnis nicht wesentlich. Es ist jedoch zu beobachten, dass der Anteil der großen trockenen Äste auf 18% ansteigt.

Wir haben die Morbidität und die durch andere Faktoren verursachten Schäden an den von der Mistel besiedelten Bäumen analysiert. Im Baumkataster werden die Indikatoren für Krone, Stamm und Wurzel ebenfalls getrennt erfasst. Die Liste ist in Abb. 24 dargestellt. Etwa 20% der untersuchten Bäume mit Mistelbewuchs wiesen Rindenschäden an den Ästen der Krone auf (Nr. 5 in Abb. 24). Bei Gattungen wie *Fraxinus*, *Betula* und *Crataegus* erreicht dieser Indikator 32 bis 34,9%. Dies könnte auch mit den Besonderheiten der Rinde dieser Bäume zusammenhängen, die wiederum dazu beitragen, dass die Haustorien leichter in das Xylem der Wirtspflanze eindringen können.



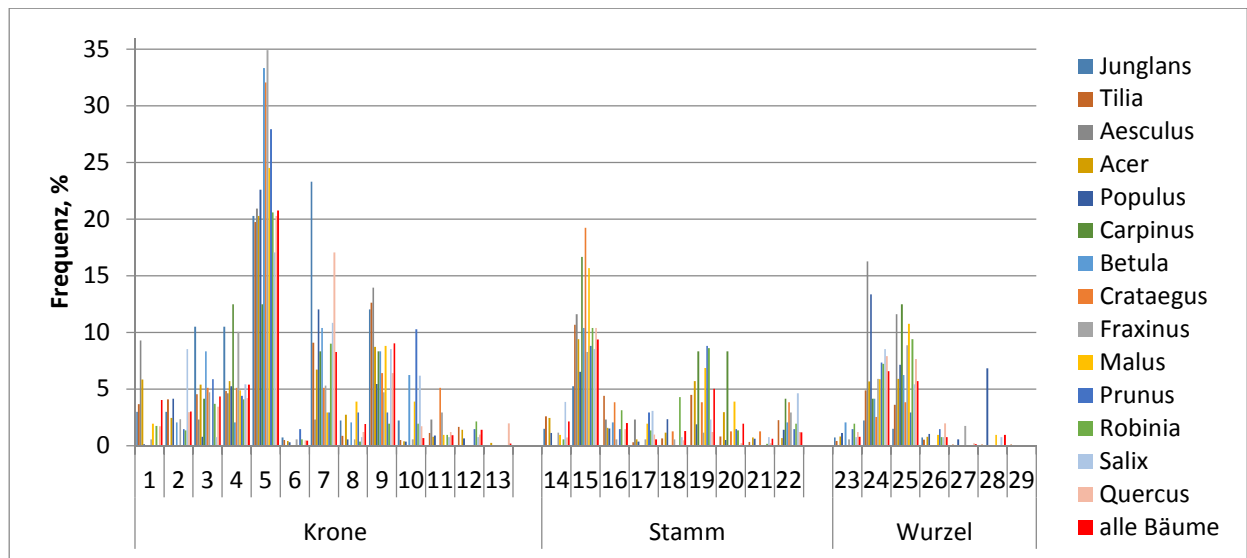


Abbildung 24: Krankheiten und Schäden an Bäumen mit Misteln:

**Krone:** 1 Blattnekrose/Chlorose, 2 Spechtlöcher/Höhlungen, 3 Spitzendürre, 4 Astbrüche, 5 Rinden-/Holzschaden, 6 Krebsbildung, 7 Kappungsstellen, 8 Risse, 9 Faulstelle, 10 Pilzlicher Schaden, 11 Tierische Schädlinge, 12 Reaktionsholz, 13 Blattbewohnende Pilze

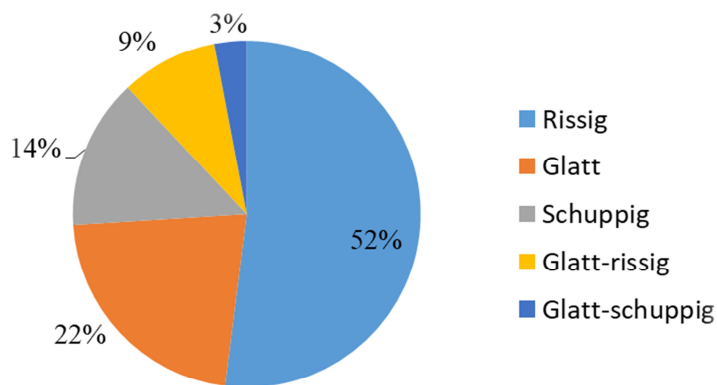
**Stamm:** 14 Höhlung/Spechtloch, 15 Holzschaden/Faulstelle Krebsbildung, 16 Pilzlicher Schaden, 17 Eingeschlüsse, 18 Rinde, 19 Reaktionsholz, 20 Risse, 21 Wassertasche, 22 Tierische Schädlinge

**Wurzel:** 23 Höhlungen, 24 Faulstelle/Holzschaden, 25 Wurzelanlauf beschädigt, 26 Pilzlicher Schaden, 27 Tierische Schädlinge, 28 Bohrlöcher, 29 Bodenrisse

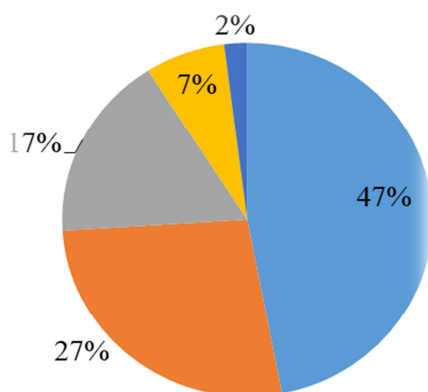
Darüber hinaus treten bei allen untersuchten Baumarten bei einem Anteil von 10% Schäden am Stamm und am Wurzelholz auf (Nr. 15 und 24 in Abb. 24). Unserer Meinung nach könnte dies eine Folge der Schwächung des Baumes durch die Besiedlung mit Misteln sein. Da die Mistel den Wirtsbaum als Mineralstoffquelle nutzt, verändert sie auch mechanisch die Struktur des Holzes, indem sie in das Gewebe des Wirtsbaumes hineinwächst.

Eine rissige (zerklüftete) Rindenstruktur kann einen gut geeigneten Platz für die Samen bieten, wenn diese auf dem Baum landen (Musselman und Press, 1995). Vergleicht man jedoch mistelbefallene und nicht befallene Baumarten, so sind die Ergebnisse in Bezug auf

die Verteilung der Rindenstruktur fast gleich (Abb. 25). Wir haben alle Bäume nach Rindenart wie folgt gruppiert: rissig, glatt, schuppig, glatt-rissig, glatt-schuppig. Glatt-rissig und glatt-schuppig bedeutet, dass die Bäume in der Jugend eine glatte Rinde haben, aber mit zunehmendem Alter wird die Rinde rissig oder schuppig. Der Unterschied zwischen der Rindenstruktur von infizierten und nicht infizierten Arten beträgt 1 – 5%. Der Samen durchdringt die Rinde des Wirtsbaums, unabhängig davon, ob diese glatt (*Carpinus betulus*, *Tetradium daniellii*, *Styrax obassia*) oder rissig (*Acer campestre*, *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia americana*) ist. Es gibt Bäume mit zerklüfteter Rinde (*Sophora japonica*, *Catalpa ovata*, *Liquidambar styraciflua*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Corylus colurna*), in denen sich Mistelsamen ablagern können, aber nicht keimen.



A



B

Abbildung 25: Verteilung infizierter (A) und nicht infizierter Arten (B) nach Baumrindenbeschaffenheit

Es wurde auch vermutet, dass *V. album* Weichholzbäume bevorzugt (Varga et al., 2012). Wir stellten jedoch eine signifikante Häufigkeit des Auftretens von *V. album* auf Arten der Gattung *Acer* fest, die zu Bäumen mit hartem Holz gehören. Dies bestätigt die Ansicht, dass es nicht möglich ist, einen einzigen Faktor zu bestimmen, der für die Wahl des Wirtsbaums von *V. album* ausschlaggebend wäre.

### 3.1.7 Misteln im Botanischen Garten

Der Botanische Garten der Universität Wien beherbergt zahlreiche Arten von Gehölzen, von denen die meisten eingeführt oder selten sind. Die Dichte des Baumbewuchses ist hoch. Wir fanden eine große Anzahl befallener Bäume, darunter *Acer griseum*, *Acer monspessulanum*, *Aesculus x carnea*, *Celtis occidentalis*, *Corylopsis platypetala*, *Davidia involucrata*, *Fontanesia phillyreoides*, *Malus baccata*, *Pseudocydonia sinensis*, *Quercus macrocarpa*, *Styrax obassia*, *Syringa x persica*, *Syringa reticulata*, *Syringa josikaea*, *Tetradium ruticarpum* and *Tilia americana*.

Auch häufigere einheimische Arten sind von der Mistel betroffen: *Acer campestre*, *Betula pendula*, *Crataegus laevigata*, *Crataegus monogyna*, *Laburnum anagyroides*, *Populus nigra*, *Quercus robur*, *Quercus pubescens*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia platyphyllos*. Die meisten Bäume sind stark betroffen, mit mehr als fünf Mistelsträuchern pro Baum.

Die Erhaltung der Pflanzen ist die Hauptaufgabe der botanischen Gärten. Mistelbäume können lange Zeit überleben und wachsen, wobei das eher bei einheimischen Pflanzen der Fall ist. Eingeführte Arten haben naturgemäß oft mehr Anpassungsstress, und so kann die Mistel zu einem schnellen Absterben führen. Botanische Gärten müssen daher spezielle Maßnahmen entwickeln und umsetzen, um die weitere Ausbreitung der Mistel zu verhindern.

### 3.1.8 Neue Wirte für *V. album*

Bei der Erforschung der Mistel stoßen Wissenschaftler auf neue, bisher nicht beschriebene Wirtsarten (Idžojtić, 2006). Als Ergebnis dieser Forschung wurden in Wien neun neue Wirtsbäume von *V. album* identifiziert, die bisher in der wissenschaftlichen Literatur nicht

beschrieben waren. Es handelt sich um *Acer hyrcanum*, *A. griseum*, *Aesculus flava*, *Corylopsis platypetala*, *Fontanesia phillyreoides*, *Styrax obassia*, *Tetradium daniellii*, *Tetradium ruticarpum* und *Tilia x euchlora*. Einige von ihnen sind auf dem Foto zu sehen (Abb. 26).



*Aesculus flava*



*Corylopsis platypetala*



*Fontanesia phillyreoides*



*Styrax obassia*

Abbildung 26: Neue Wirte für *V. album* (Fotos von Olha Tokarieva)

## 3.2 MISTELN IN GRAZ

Im Baumkataster von Graz sind 18.475 Bäume erfasst (Stand: 3. Jänner 2023). Die Anzahl der von Misteln befallenen Bäume beträgt 285 (1,5 %). Von den 223 Taxa der Gehölze sind nur 36 von der Mistel betroffen. Bemerkenswert ist, dass *Quercus* nicht von der Mistel betroffen ist und *Loranthus europaeus* nicht vorkommt.

### 3.2.1 Wirtsarten

Die größte Anzahl von Bäumen mit Misteln trat bei den Gattungen *Tilia* (*T. americana*, *T. cordata*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*, *T. x europaea*), *Acer* (*A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*), *Populus* (*P. alba*, *P. balsamifera*, *P. nigra*, *P. tremula*), *Betula* (*B. pendula*), und *Robinia* (*R. pseudoacacia*) auf. Einzelne Fälle von Misteln wurden an *Abies* sp., *Prunus avium*, *Aesculus hippocastanum*, *Pinus sylvestris*, *Acer rubrum* und *Fraxinus excelsior* beobachtet (Abb. 27 und Abb. 28).

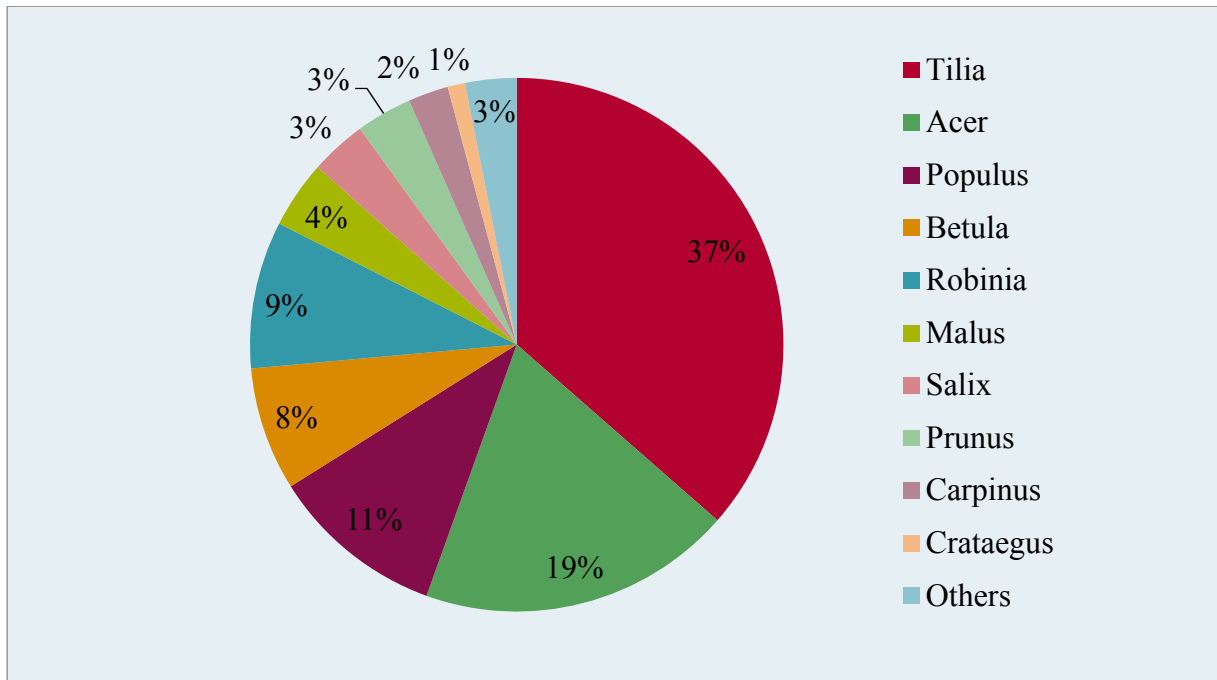


Abbildung 27: Das Spektrum der Wirtspflanzengattungen von *Viscum album* im Stadtgebiet von Graz



Abbildung 28: *Viscum album* auf *Abies* sp. und *Acer rubrum* im Stadtgebiet von Graz (Fotos von Olha Tokarieva)

Die am meisten gefährdeten Arten sind *Populus balsamifera*, *P. nigra*, *Malus floribunda*, *Crataegus monogyna*, *Acer saccharinum*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia x europaea* und *T. cordata*. Die Arten sind in absteigender Reihenfolge ihrer Gefährdung aufgeführt. Die Gefährdungsskala der Arten durch die Mistel ist unten angegeben (Abb. 29).

**Die am stärksten infizierten Arten:**

- *Populus balsamifera*
- *Populus nigra*
- *Malus floribunda*
- *Crataegus monogyna*
- *Acer saccharinum*
- *Sorbus aucuparia*
- *Tilia x europaea*
- *Tilia cordata*

**Mäßig infizierte Arten:**

- *Betula pendula*
- *Robinia pseudoacacia*
- *Malus sylvestris*
- *Juglans nigra*
- *Populus alba*
- *Populus tremula*
- *Salix caprea*

**Schwach infizierte Arten:**

- *Tilia americana*
- *Tilia platyphyllos*
- *Salix alba*
- *Celtis occidentalis*
- *Carpinus betulus*
- *Prunus sp.*
- *Acer platanooides*
- *Acer pseudoplatanus*
- *Acer rubrum*
- *Fraxinus excelsior*

Abbildung 29: Das Ausmaß der Wirtspflanzeninfektion von *Viscum album*



Unter allen Gehölzen, die in Graz wachsen, fanden wir Arten, die von der Mistel nicht betroffen sind und laut Literatur auch nicht betroffen sein sollten. Es gibt auch eine Liste von Bäumen, die potenziell von der Mistel befallen werden kann, aber in Graz wurden keine solche Fälle gefunden.

Es sollte bei der Auswahl von nachhaltigen Baumarten für Graz achtsam vorgegangen werden, denn die empfohlene Liste enthält Arten, die intensiv von der Mistel befallen sind. Dies sind *Populus nigra* (Achtung auf Verwechslungen mit der generell anfälligeren *P. x canadensis*, s.o.) und *Robinia pseudoacacia*. Aus Sicht des unerwünschten Mistelbefalles ist es besser, stattdessen *Fagus sylvatica* 'Dawyck', *Fagus sylvatica* 'Rohan Obelisk' und *Sophora japonica* zu pflanzen. Arten wie *Acer campestre* und *Tilia tomentosa* können betroffen sein, daher empfehlen wir die Verwendung mistelresistenter Sorten: *Acer campestre* 'Elsrijk' und *Tilia tomentosa* 'Brabant'.

### 3.2.2 Standortbezogene Faktoren

Der Anteil der mistelbefallenen Bäume in Graz liegt bei 1,5% (Abb. 30). Dieser Indikator ist niedrig, stellt keine Bedrohung für Bäume dar und erhält gleichzeitig das Gleichgewicht der Biodiversität in der Stadt. Darüber hinaus parasitiert die Mistel nicht an seltenen Arten (z.B. *Acer griseum*, *A. monspessulanum*, *Aesculus flava*, *A. x carnea*, *Davidia involucrata*).

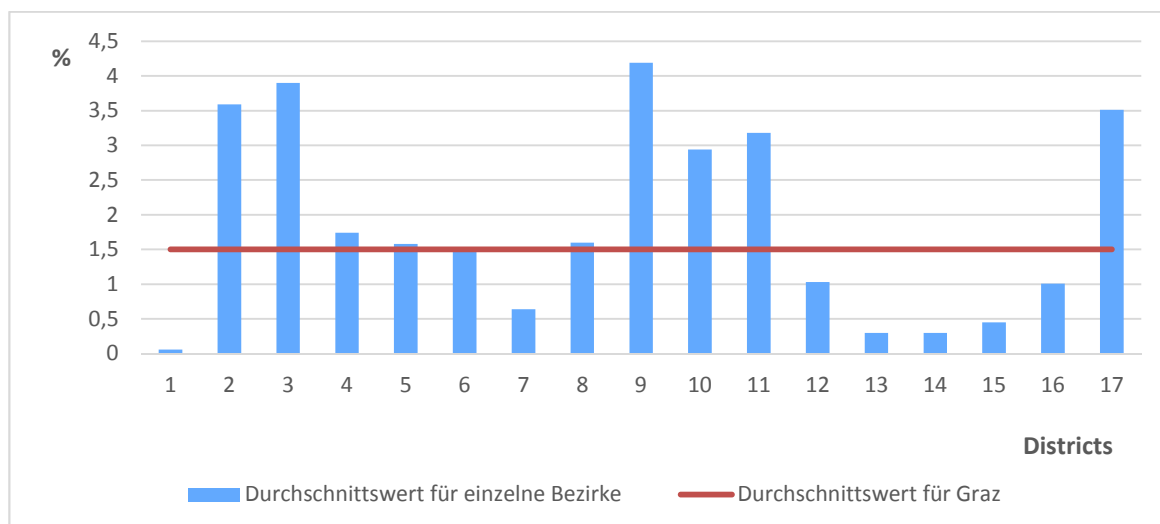


Abbildung 30: Durchschnittswerte des Mistelbefalls für einzelne Grazer Stadtteile

Der Befall der Bäume in Graz variiert von Bezirk zu Bezirk (Abb. 31). Es gibt Bezirke (1, 7, 13, 14, 15), in denen die Zahl der Mistelbäume sehr gering ist. Bezirke mit dem durchschnittlichen Befallsgrad in der Stadt sind 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 16 und 17. Im 9. Bezirk ist die Mistel relativ weit verbreitet. Die Intensität des Befalls hängt in der Regel von der Dichte des Baumwachstums und der vorherrschenden Baumart in dem Gebiet ab.

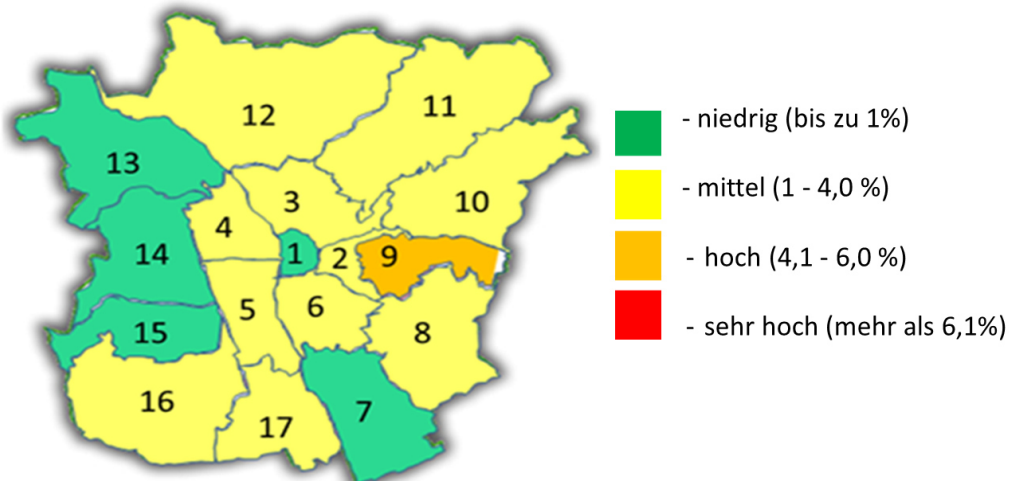


Abbildung 31: Der Grad des Mistelbefalls in verschiedenen Grazer Bezirken

In Gebirgsregionen ist die Höhenlage der wichtigste Faktor für die Verbreitung der Mistel (Bilgili, 2020). Wir haben festgestellt, dass die Anzahl der von der Mistel befallenen Arten in Graz deutlich geringer ist als in Wien. Die Eichenmistel fehlt in Graz völlig. Wien liegt auf 190 m, Graz auf 353 m. Die Verbreitung der Mistel scheint nicht nur von klimatischen, sondern auch von orographischen Faktoren beeinflusst zu werden.

### 3.2.3 Alter der Bäume

Es ist eine Abhängigkeit vom Alter des Baumbefalls zu beobachten. Bäume im reifen und adulten Alter sind am häufigsten befallen (Abb. 32). Junge Bäume sind kaum betroffen.

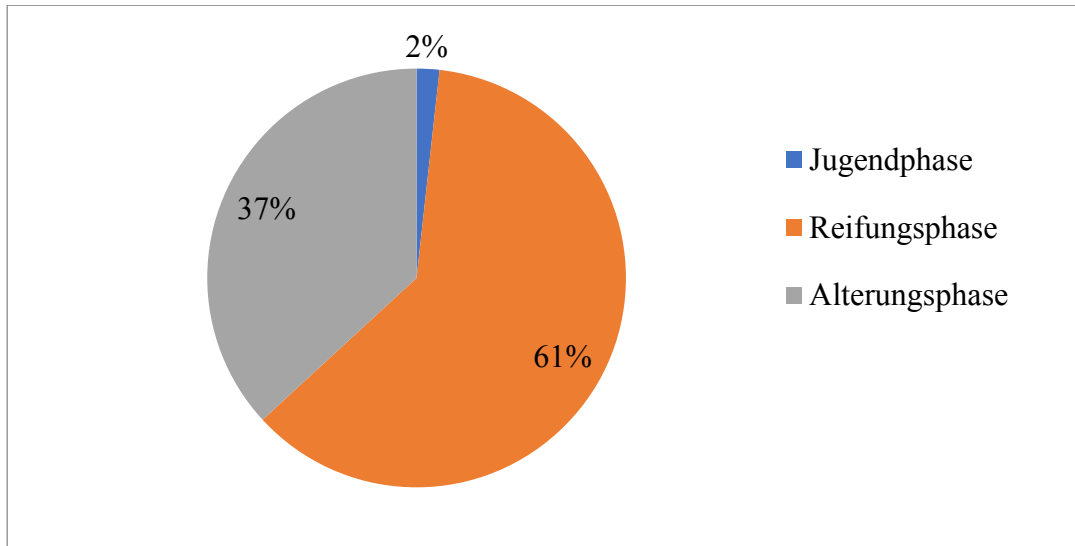


Abbildung 32: Verteilung der infizierten Bäume nach Altersgruppen

### 3.2.4 Wirtsvitalität

Die überwiegende Mehrheit der Mistelbäume befindet sich in der Degenerations- oder Stagnationsphase der Vitalität (Abb. 33). Bäume der Gattung *Betula* verlieren ihre Vitalität am schnellsten. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen den Schäden (Schädlingen) und dem Vorhandensein von Misteln auf den Bäumen gezeigt werden.

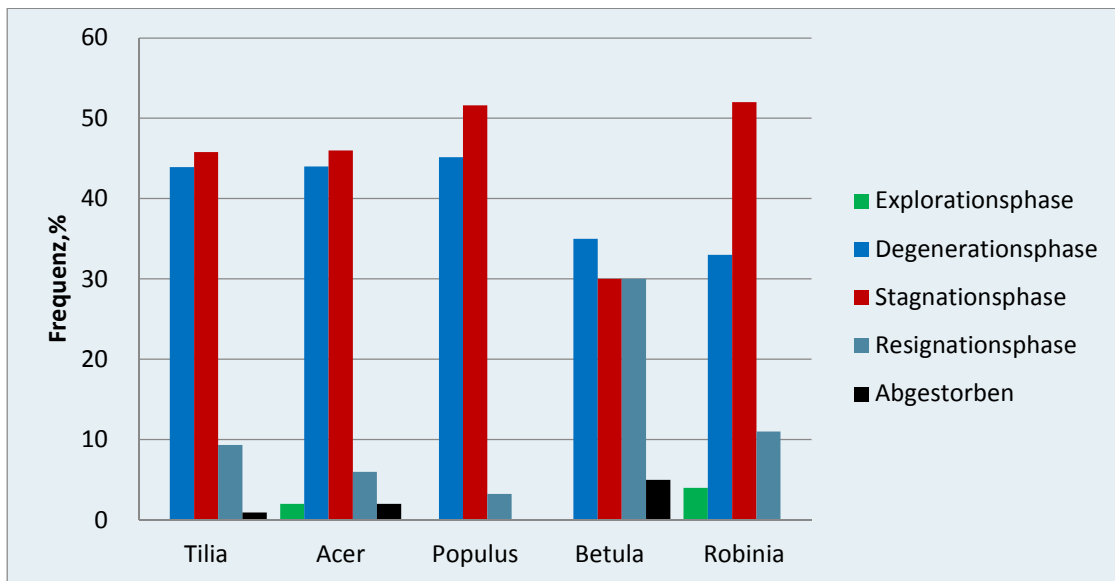


Abbildung 33: Vitalität der befallenen Bäume

Manchmal kommt es zu verschiedenen Schäden (Rindeneinschlüsse, Ohrenbildung) und Schädlingen (*Armillaria mellea*, *Fomes fomentariu*, *Ganoderma adspersum*, *Inonotus hispidus*, Miniermottenbefall, *Oxycarenum lavaterae*, *Phellinus*, *Piptoporus betulinus*, *Stereum*, *Trametes versicolor*) an den von der Mistel befallenen Bäumen. Das Vorhandensein sekundärer Faktoren wie Trockenheit, Insekten und Pilze erhöht die Stressbedingungen für die Bäume (Dobbertin and Ringling, 2006).

### **3.2.5 Misteln im Botanischen Garten**

Im Botanischen Garten der Karl-Franzens-Universität in Graz wurden keine Misteln gefunden.

### **3.2.6 Neue Wirte für *V. album***

Es wurden keine neuen Wirtsarten für *V. album* in Graz gefunden.

## **3.3 MISTELN UND DER KLIMAWANDEL**

Der Klimawandel hat erhebliche Auswirkungen auf alle lebenden Organismen, einschließlich der Bäume, und auch auf die Verbreitung der Mistel. Die Häufigkeit der Misteln nimmt in ihren bisherigen Verbreitungsgebieten zu (Dobbertin and Rigling, 2006; Turner and Smith, 2016). Die massive Vermehrung der Misteln und die Veränderungen in ihrem Verhalten sind wahrscheinlich auf den Klimawandel zurückzuführen, der zum einen zu einer erheblichen Schwächung der Gehölze und zum anderen zur Schaffung günstigerer Bedingungen für Schädlinge, einschließlich hemiparasitischer Pflanzen, geführt hat (Walas et al., 2022; Jeffree and Jeffree, 1996).

Die Mistel ist sehr anpassungsfähig an Veränderungen in der Umwelt, und ihr Verbreitungsgebiet und die Zahl der Wirtsarten nehmen zu (Ivchenko et al., 2014). Es wird prognostiziert, dass der künftige Klimawandel die Wahrscheinlichkeit, Häufigkeit und Dauer von Dürreperioden insbesondere in Städten erhöhen wird. Eine parasitäre Infektion mit der Mistel ist selten tödlich. Allerdings führt eine Kombination mehrerer

Stressfaktoren zum Absterben der Bäume (Griebel et al., 2017; Szmidla et al. 2019). Zunehmender klimatischer Stress für Bäume erhöht die Sterblichkeitsrate von infizierten Bäumen. In einer städtischen Umgebung, in der sich Stressfaktoren kombinieren und gegenseitig verstärken, könnte die Mistel die Entwicklung von städtischen Grünflächen in Richtung einer beschleunigten Degradation lenken (Rybalka, 2012).

Die Zunahme der Zahl der Misteln auf Bäumen, die Einführung neuer Wirtspflanzenarten und die katastrophalen Folgen bestimmter Mistelarten, die bis vor kurzem noch toleriert wurden (Rybalka, 2012), veranlassen Wissenschaftler dazu, nach Wegen zu suchen, die Ausbreitung der Mistel zu kontrollieren, ihre Eigenschaften unter neuen klimatischen Bedingungen zu erforschen und die Beziehung zwischen Mistel und Wirtspflanzen zu untersuchen. Dies gilt insbesondere für wertvolle seltene Anpflanzungen, einzigartige Parkanlagen und botanische Einrichtungen. Chemische Analysen der Mistel liefern Hinweise darauf, dass sie möglicherweise extrem tolerant gegenüber Luftverschmutzung ist (Patykowski and Kołodziejek, 2013).

In den letzten 22 Jahren hat die durchschnittliche Jahrestemperatur in Wien und Graz zugenommen (Abb. 34 und 35). Dies verringert die Widerstandsfähigkeit der Bäume gegenüber verschiedenen negativen Umweltfaktoren, einschließlich biologischer Faktoren. Die Mistel treibt auf eher schwachen Bäumen aus. Der Klimawandel führt zu ökophysiologischem Stress, der die Bäume möglicherweise anfälliger für Mistelbefall macht und die Intensität des Austrocknens der Bäume erhöht. Eine Verschärfung des Klimastresses in Form von langanhaltenden Trockenperioden verstärkt das Austrocknen der Bäume, auch in mistelbefallenen Wäldern.

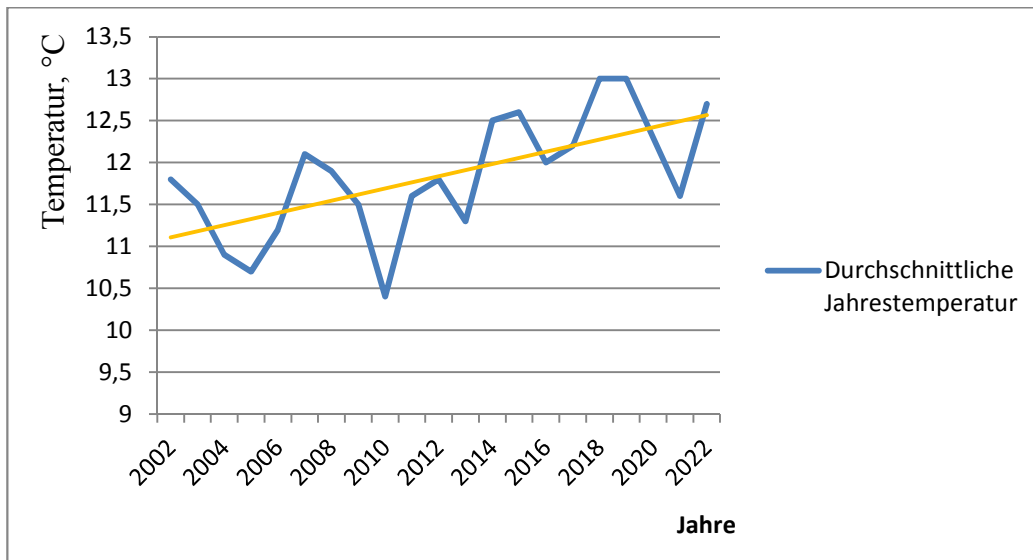


Abbildung 34: Durchschnittliche Jahrestemperatur in Wien (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell>)

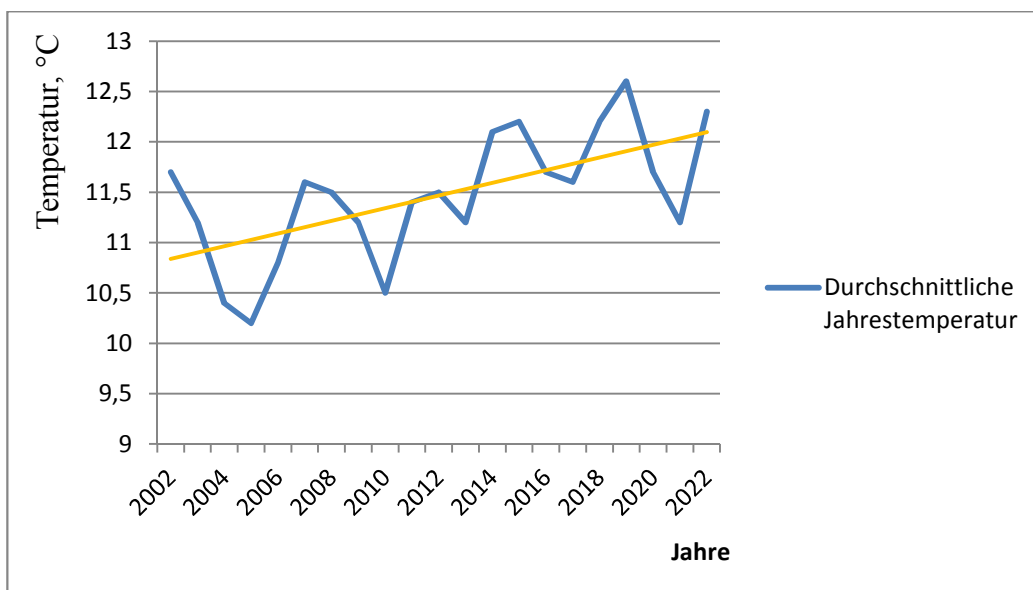


Abbildung 35: Durchschnittliche Jahrestemperatur in Graz (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell>)

### 3.4 MISTELN IN WÄLDERN

Die von der Mistel befallene Waldfläche in Europa hat in den letzten Jahren zugenommen (Iszkuło et al., 2020, Thomas et al., 2022). Außerdem wird erwartet, dass die Intensität des Mistelbefalls erheblich zunimmt (Dobbertin et al., 2005).

Da die Mistel ein Heliophyt (eine ‚Sonnenanbeterin‘) ist, ist ihre Verbreitung im Wald weniger intensiv. Die Mistel ist häufig an Waldrändern zu finden. Vereinzelte Wirtsbäume weisen eine doppelt so hohe Befallsrate auf als Bäume in einem Waldbestand. Eine geringere Baumkronendichte oder die Nähe zum Waldrand ist für die Ausbreitung der Mistel sehr wichtig. Durch die Veränderung der Bestandsstruktur nimmt die Prävalenz der Parasiten mit der Fragmentierung der Wälder zu (Barbosa et al., 2016). Polnische Forscher fanden heraus, dass die wichtigsten Bestandsmerkmale mit der Mistelinfection zusammenhängen (Wójcik and Kędziora, 2020). Dazu gehören die Kraftklasse (I, II, III: Grad der Dominanz der Bäume im Kronendach), die Kronendichte, der Standortindex und die Altersklasse. Auch in polnischen Wäldern stellten sie fest, dass die am stärksten geschädigten Bäume die besten Sonnenbedingungen hatten. Am stärksten infiziert sind die höchsten und ältesten Bäume, die in geringer Dichte wachsen und die größten Kronen haben.

Die spezifischen Auswirkungen der Mistel auf die Waldökosysteme zeigen sich darin, dass sich die Struktur des Bestandes allmählich verändert. Die Schwächung der Bäume führt zu einer Ausdünnung der Kronen und einer Verkürzung der Lebenserwartung der Wirte, was wiederum die Verfügbarkeit von Licht erhöht und die Ausbreitung der Mistel ermöglicht (Mellado and Zamora, 2017). Es wurde festgestellt, dass in infizierten Waldbeständen der Grundflächenzuwachs um 27% in neun Jahren abnehmen kann (Kollas et al., 2018).

Der Mistelbefall in den Wäldern rund um Wien (50 km Radius) liegt in den meisten Gebieten bei bis zu 5%, sehr selten bei bis zu 10%. Wenn im städtischen Raum die Ausbreitung von *Viscum album* zu einem größeren Problem wird, dann sollten wir in den Wäldern Österreichs erwarten, dass *Viscum album subsp. austriacum* und *Loranthus europaeus* in den umliegenden Wäldern häufiger werden. In der Nähe von Wien ist *Viscum album* (einschließlich subsp. austriacum) auf 75 % der befallenen Waldbäume zu finden, und *L. europaeus* wächst auf 25 % der befallenen Bäume (Abb. 36).

Laut BFW-Waldinventur dominieren *Pinus sylvestris* und *P. nigra* die Nadelwälder um Wien. Auf ihnen kommt *Viscum album subsp. austriacum* am häufigsten vor. *Viscum*

*album* ist weniger häufig, und in Wäldern sind ihre Wirte *Acer campestre*, *A. negundo*, *A. pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Populus x canadensis*, *P. incana*, *P. nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix sp.* und *Tilia platyphyllos*. Gelegentlich kommt *Viscum album* *L. subsp. abietis* auf *Abies alba* vor. Der häufigste Wirt für *L. europaeus* ist *Quercus petraea*, seltener wächst *L. europaeus* auf *Q. cerris*, *Q. pubescens*, *Q. robur* und *Q. rubra*.

Auffallend ist, dass die Tannenmistel *V. album subsp. abietis* in Wien praktisch fehlt und in Graz nur sehr selten anzutreffen ist, was mit der Seltenheit von Tannen in den Städten, aber noch mehr in der Umgebung zu tun haben muss. Inwieweit andere Faktoren noch mitspielen, ist ungeklärt.

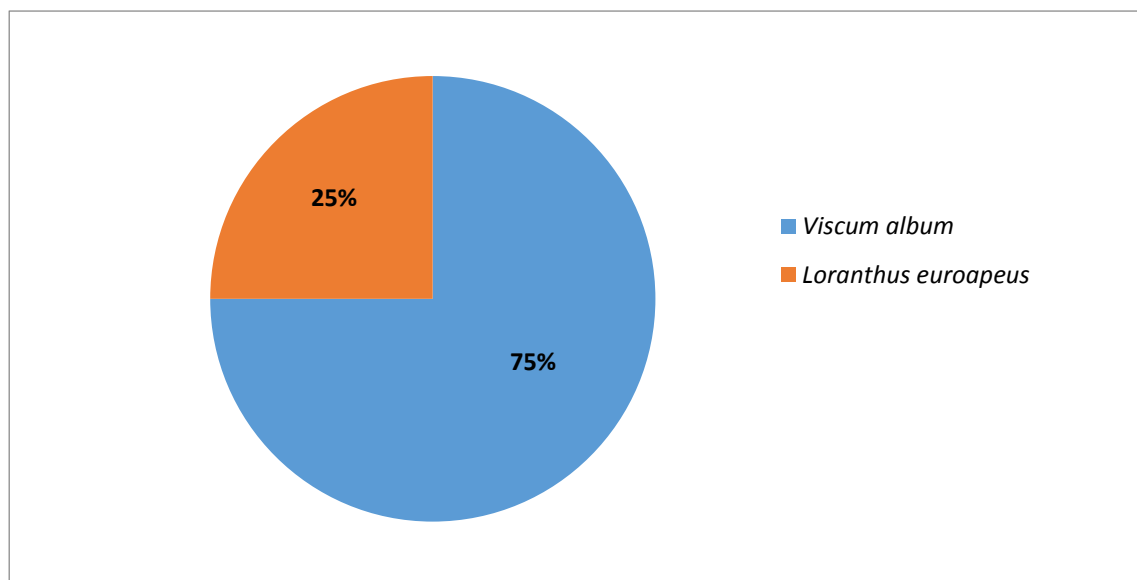


Abbildung 36: Verschiedene Mistelarten auf den Bäumen in den Wäldern bei Wien

Die Abbildungen 37 und 38 zeigen die Verteilung von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* in österreichischen Wäldern.



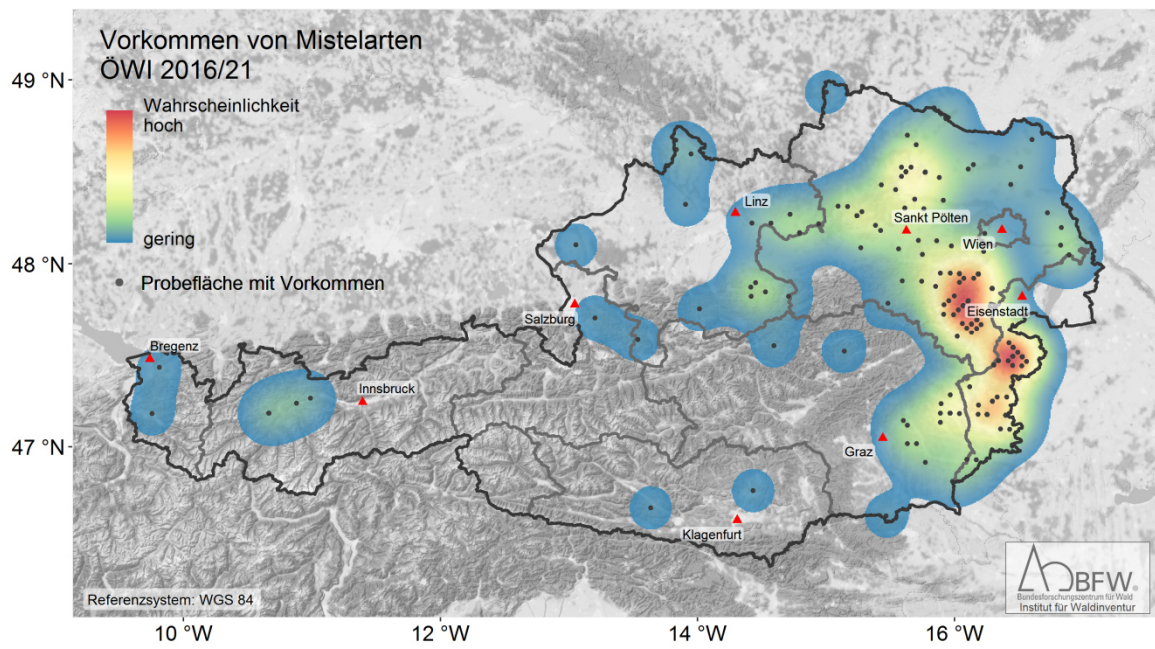


Abbildung 37: *Viscum album* in österreichischen Wäldern

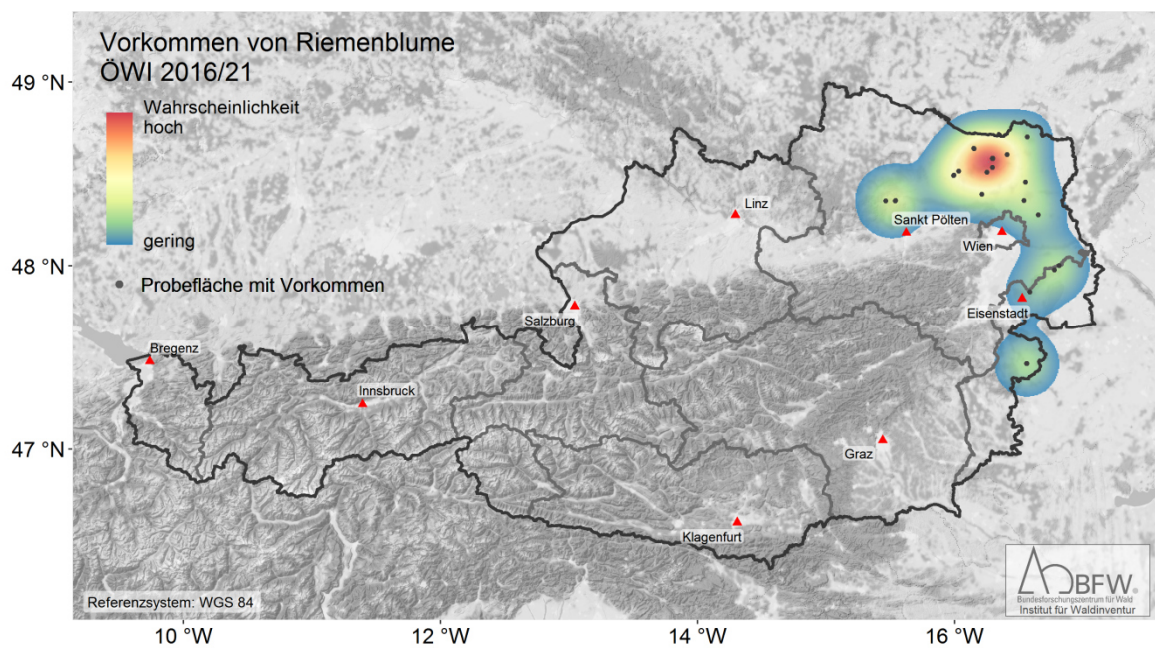


Abbildung 38: *Loranthus europaeus* in österreichischen Wäldern

Die Analyse der Inventurdaten zeigt eine Zunahme der mit Misteln befallenen Waldflächen seit 2002 (Abb. 39).

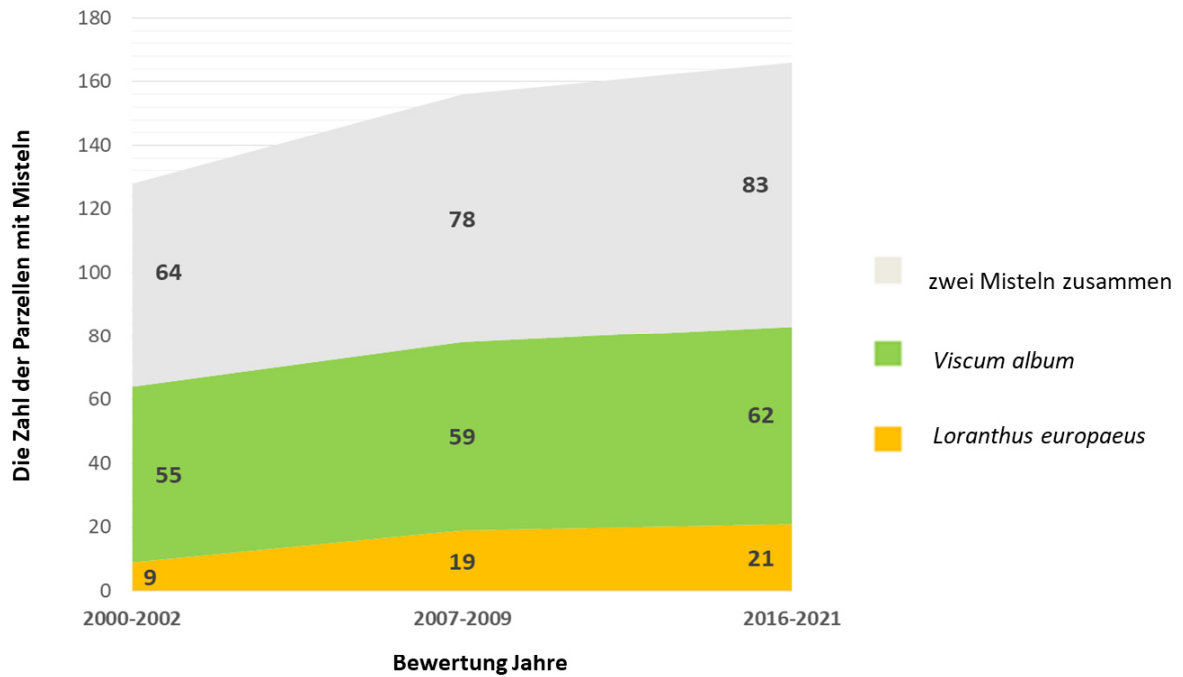


Abbildung 39: Von der Mistel befallene Waldflächen in den Jahren 2000 bis 2021

Das Alter der von der Mistel befallenen Bestände liegt häufig über 21 Jahren. Es ist der Mistel möglich, sich in verschiedenen Deckungsschichten anzusiedeln, wobei der Standort der Mistel in den ersten Deckungsschichten (d.h. an der Sonne) meist überwiegt (Abb. 40).

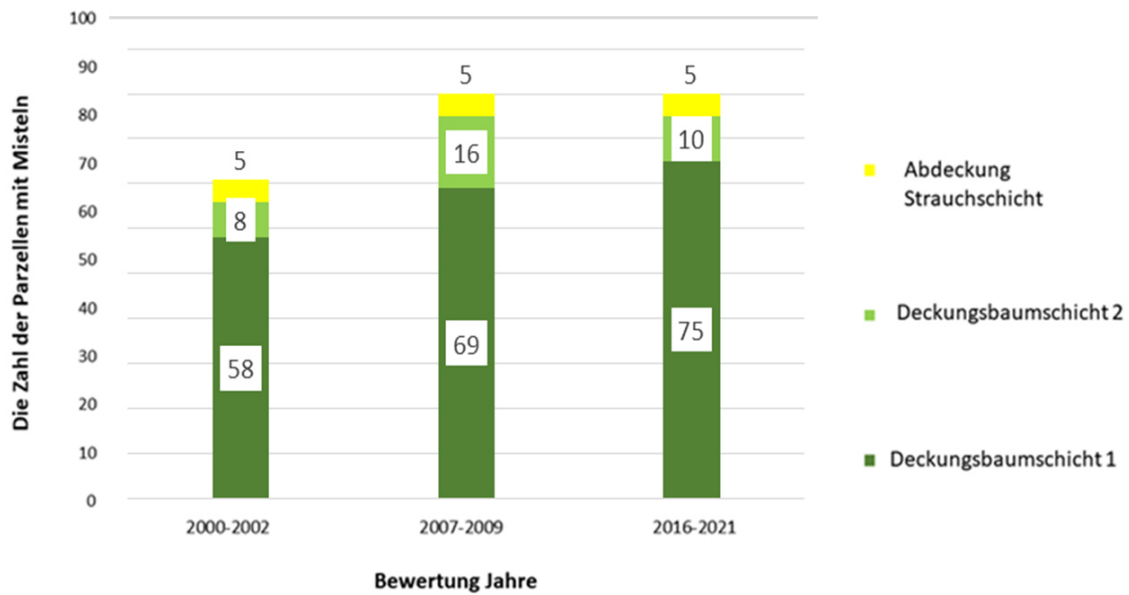


Abbildung 40: Verteilung der Misteln in verschiedenen Deckungsschichten im Zeitraum 2000-2021

Im Allgemeinen besteht die Tendenz, dass die Zahl der befallenen Bäume und die Fläche, auf der die Mistel vorkommt, im Laufe der Jahre zunehmen. Interessanterweise ist die Artenzusammensetzung der Wirtsbäume in der Stadt und außerhalb der Stadt unterschiedlich. Daher sind Überwachungsstudien erforderlich, die ein besonderes Augenmerk auf Parks und Grünflächen in unmittelbarer Nähe von Waldgebieten legen. Die ausgedehnten Buchenwälder rund um Wien könnten so beispielsweise den Wald vom stärkeren Mistelbefall in der Stadt „abschirmen“, da *Fagus sylvatica* nicht befallen wird; dies müsste noch eingehender untersucht werden.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Unserer Meinung nach ist es nicht möglich, einen oder den Hauptgrund für die Intensität des Mistelbefalls von Bäumen zu bestimmen. Die wichtigsten Faktoren für die Ausbreitung der Mistel sind: Wirtsart, klimatische Faktoren, Baumdichte, Größe und Alter. Die Struktur der Rinde und das Vorhandensein von Schäden oder Schädlingen sind keine entscheidenden Faktoren für das Auftreten der Mistel. Ein wichtiger Faktor ist auch der Standort des Baumes selbst und die ökologischen Bedingungen in diesem Gebiet.

Die Bäume sollten auf einen frühzeitigen Befall mit Misteln überwacht werden. Es ist nicht möglich, Misteln zu bekämpfen, ohne den Kontext ihres Ökosystems zu berücksichtigen (Norton and Reid, 1997). Bei den Empfehlungen zur Bekämpfung der Ausbreitung sollten die Faktoren der Mistelausbreitung berücksichtigt werden. Durch die Bewertung des Komplexes von Faktoren, die das Auftreten und die Ausbreitung der Mistel beeinflussen können, ist es möglich, die Ausbreitung zu verhindern oder deutlich zu verlangsamen und damit die Schadensfläche zu verringern.

Es ist notwendig, Strategien für die Bewirtschaftung von mit Misteln befallenen Beständen zu entwickeln. Es gibt Fälle, in denen *Viscum album* vollständig entfernt wurde und seit langem nicht mehr zu sehen ist (Kope, 2020) oder ihre Anzahl deutlich zurückgegangen ist (Cupedo, 1985). Wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass die Mistel ein Teil des Ökosystems ist, und die Entfernung der Mistel die biologische Vielfalt verringert. Es ist nicht ratsam, die Mistel vollständig auszurotten. *Viscum album* ist nicht nur ein Halbschmarotzer, der die Bäume, auf denen er sich niederlässt, schädigt. Die Art gehört zu einer ganzen Reihe von ökologischen Gruppen und geht Verbindungen mit Pilzen, Insekten und Vögeln ein. *V. album* ist Lebensraum und Nahrungsquelle (Pollen, Nektar, Beeren, Blätter) für eine große Anzahl von Lebewesen (Mathiensen et al., 2008; Baltazar et al., 2013; Briem et al., 2016). Bei der Entfernung von Misteln wurde ein signifikanter Rückgang des Artenreichtums beobachtet (Watson and Herring, 2012). Drei Jahre nach der Entfernung von Misteln aus dem Kronendach von Wäldern ging die Zahl der Vögel um bis zu 37% zurück (Watson, 2015).

Der Einsatz von Chemikalien ist aus Umweltsicht eine unerwünschte Bekämpfungsmethode, die in großen Höhen nur schwer anzuwenden ist und Forschungsergebnissen zufolge keine Ergebnisse bringt (Adams et al, 1993; Baker et al, 1989).

Einige Pilzarten wie *Botryosphaeria dothidea*, *Gibberidia visci*, *Nectria cinnabarina*, *Phaeobotryosphaeria visci* und *Sphaeropsis visci* werden derzeit für den Einsatz in der Biokontrolle von Misteln untersucht (Karadžić and Lazarov, 2005; Varga, 2012; Kotan 2013).

Die Verhinderung der Ausbreitung der Mistel ist offensichtlich ein komplexes Thema, das in wissenschaftlichen Veröffentlichungen nur selten diskutiert wird. Die Kontrolle der Mistelausbreitung ist in städtischen Gebieten eine akzeptable Lösung, insbesondere für botanische Gärten, in denen die Wahrscheinlichkeit einer Infektion seltener, wertvoller, eingeführter Arten hoch ist. Die mechanische Entfernung von Mistelbüschen im Sommer und Herbst ist in botanischen Gärten, aber auch in kleinen Parks am wirksamsten. Bei Bäumen, die von der Mistel befreit wurden, ist eine erneute Kontrolle nach 3 bis 5 Jahren erforderlich. Der Schnitt tötet den Halbschmarotzer nicht ab, da er tief mit dem Leitungssystem des Wirtsbaums im äußerlich „gesunden Holz“ verbunden ist. Der beste Zeitpunkt für den Rückschnitt ist vor der Beerenreife, also zwischen Juni und Oktober.

Angesichts des Ausmaßes der Mistelverbreitung, der Anzahl der Büsche auf den Bäumen und der oft schwierigen Zugänglichkeit kann der Rückschnitt jedoch nicht als geeignete Maßnahme für große Gebiete angesehen werden.

Die indirekte negative Auswirkung der Mistel besteht darin, dass sie die Möglichkeit von Windbruch erhöht, was bei starkem Wind oder Schneefall gefährlich ist.

Die Mistel ist sehr wählerisch, was ihre Wirtspflanzen betrifft. Die Auswahl eines Sortiments von Bäumen, die nicht oder nur wenig anfällig für Misteln sind, ist die wichtigste Methode, um die Ausbreitung der Mistel im städtischen Umfeld zu verhindern. Basierend auf der Analyse infizierter und nicht infizierter Arten sowie der Liste der Arten, die in Europa infiziert werden können, schlagen wir Arten oder Hybriden vor, die in Wien und Graz gepflanzt werden könnten. Eine beträchtliche Anzahl der mistelresistenten Arten sind Nadelbäume, daher schlagen wir vor, auch Nadelbäume zu pflanzen. Es lohnt sich auch, Arten in Betracht zu ziehen, die unter den Bedingungen von Wien und Graz nur schwach oder gar nicht befallen werden, obwohl sie laut Literatur Wirtsbäume sind.

Wichtig ist auch, keine Baumarten mit hohem Mistelbefall zu pflanzen, um eine rasche Ausbreitung zu verhindern.

Tabelle 2: Einteilung der Bäume im Hinblick auf den Mistelbefall

Sehr empfehlenswert	Schwach oder nicht betroffen	Nicht geeignet
LAUBBÄUME		
Acer buergerianum, A. x freemanii, Albizia julibrissin, Alnus cordata, A. spaethii, Broussonetia papyrifera, Catalpa ovata, Celtis julianae, Cercidiphyllum japonicum, Cercis canadensis, C. siliquastrum, Cladrastis lutea, Eucommia ulmoides, Ficus carica, Gymnocladus dioicus, Koelreuteria paniculata, Magnolia grandiflora, M. kobus, M. x soulangiana, M. stellate, Metasequoia glyptostroboides, Nyssa sylvatica, Paulownia tomentosa, Platanus x acerifolia, Quercus x hispanica,	Acer negundo, Acer palmatum, Alnus glutinosa, A. incana, Aesculus x carnea, A. hippocastanum, Betula papyrifera, Buxus sempervirens, Carpinus betulus, Castanea sativa, Catalpa bignonioides, Cedrus atlantica, C. libani, Cornus mas, C. sanguinea, Corylus avellana, C. colurna, Cydonia oblonga, Fagus sylvatica, Gleditsia triacanthos, Hippophae rhamnoides, Ilex aquifolium, Laburnum anagyroides, Liriodendron tulipifera, Magnolia tripetala, Morus alba, M. nigra, Ostrya carpinifolia, Parrotia persica, Phellodendron amurense, Platanus occidentalis, Pterocarya fraxinifolia, Salix babylonica, Sambucus nigra, Sophora japonica,	Acer platanooides, A. pseudoplatanus, A. saccharinum, Celtis occidentalis, Crataegus monogyna, Juglans nigra, Populus balsamifera, P. nigra, Robinia pseudoacacia, Salix alba, Tilia cordata, T. americana.

Q. macranthera, Ulmus x hollandica.	<i>Sorbus domestica.</i>	
NADELBÄUME		
Cedrus deodara, Cephalotaxus harringtonia, Chamaecyparis lawsoniana, C. nootkatensis, C. pisifera, Cupressus sempervirens, Juniperus communis, Larix decidua, Picea omorica, P. orientalis, P. pungens, Pinus leucodermis, P. parviflora, P. ponderosa, P. wallichiana, Pseudotsuga menziesii, Sequoiadendron giganteum, Thuja occidentalis, T. plicata, Tsuga canadensis.	<i>Larix kaempferii</i> <i>Picea abies,</i> <i>Pinus cembra,</i> <i>P. nigra,</i> <i>Taxus baccata.</i>	

Studien haben bestätigt, dass es möglich ist, nicht resistente Arten je nach den Aufkommen von Misteln zu pflanzen.

In der Literatur wird die Bedeutung der Wirtsbäume betont (Aukema, 2003). In Wien wurde die Besiedlung neuer Wirtspflanzenarten durch die Mistel und ihr Auftreten auf zuvor resistenten Gehölzarten festgestellt. Daher ist es notwendig, das Auftreten neuer Wirtsbäume und Mistelarten regelmäßig zu kontrollieren und das Ausmaß der Mistelschäden zu überwachen.

Es ist wichtig, die Mistel als wichtigen Bestandteil der biologischen Vielfalt in sicherer Quantität zu erhalten. Im Winter dienen die Mistelbeeren nicht nur als Nahrung, sondern

auch als Getränk für Vögel. Während die Zahl der Mistelbüsche durch Schutzmaßnahmen reduziert wird, ist es notwendig, den Vögeln im Winter Beeren als Nahrung anzubieten. Dies kann durch die Anpflanzung von Arten erreicht werden, die im Winter Beeren liefern: *Berberis spp.*, *Callicarpa spp.*, *Cornus spp.*, *Cotoneaster spp.*, *Crataegus spp.*, *Euonymus spp.*, *Hedera spp.*, *Hippophae rhamnoides*, *Ilex spp.*, *Ligustrum vulgare*, *Mahonia spp.*, *Prunus spinosa*, *Pyracantha spp.*, *Pyrus calleryana*, *Rosa canina*, *Sambucus spp.*, *Sorbus spp.*, *Symphoricarpos spp.*, *Taxus baccata* and *Viburnum spp.*

Wir haben Vorschläge und Anregungen formuliert. Das Ziel es ist, die Qualität der Informationen und die Nutzung der Daten über Misteln in der Stadt in der Praxis und Wissenschaft zu verbessern:

- Unterscheidung der beiden Mistelarten (*Viscum album* und *Loranthus europaeus*) in der Datenaufnahme
- Durchführung von Erhebungen über das Vorhandensein von Misteln in der Zeit von November bis April (leichteres Auffinden und Unterscheiden der Arten)
- wiederholte Untersuchungen nach 3 bis 5 Jahren nach Entfernung der Misteln
- genauere Erfassung im Baumkataster (manche Datensätze waren fehlerhaft und nicht zur Gänze erfasst)
- Datensätze in einer Form erfassen, in der sie leicht sortiert und ausgewertet werden können
- besondere Beachtung von Misteln an Nadelbäumen, da *Viscum album subsp. austriacum* in Wien derzeit nur vereinzelt vorkommt und *V. album subsp. abietis* gar nicht, sich die Stadt aber ohne Überwachung in Zukunft für die erstere Subspecies zu einem Epizentrum der Ausbreitung entwickeln könnte.



## 5. LITERATURVERZEICHNIS

Adams, D.H., Frankel, S.J., Lichter, J.M., 1993. Considerations when using ethephon for suppressing dwarf and leafy mistletoe infestations in ornamental landscapes. *Arboriculture & Urban Forestry* 19 (6), 351–357.

Ahmed, Z., Dutt, H.C., 2015. Restriction of *Viscum album* to few phorophytes in a habitat with diverse type of tree species. *Austin Journal of Plant Biology* 1 (2), 101–105.

Alvarado-Rosales, D., Saavedra-Romero, L., 2021. Tree damage and mistletoe impact on urban green areas. *Revista Árvore* 45 (1), 4530. <https://doi.org/10.1590/1806-908820210000030>.

Ančić, M., Pernar, R., Bajić, M., Seletković, A., Kolić, J., 2014. Detecting mistletoe infestation on silver fir using hyperspectral images. *iForest* 7, 85–91.

Aukema, J.E., 2003. Vectors, viscin, and Viscaceae: mistletoes as parasites, mutualists, and resources. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1 (4), 212–219. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2003\)001\[0212:VVAVMA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2003)001[0212:VVAVMA]2.0.CO;2).

Aukema, J.E., Rio, C.M.D., 2002. Variation in mistletoe seed deposition: Effects of intra- and interspecific host characteristics. *Ecography* 25, 139–144. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2002.250202.x>.

Baker, F.A., Knowles, K., Meyer, T.R., French, D.W., 1989. Aerial applications of ethylene-releasing chemicals fail to promote abscission of dwarf mistletoe aerial shoots on jack pine. *Forestry Chronicle* 65 (3), 194–195.

Baltazár, T., Pejchal, M., Varga, I., 2013. Evaluation of european mistletoe (*Viscum album* L.) infection in the castle park in Lednice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 61 (6), 1565–1574. <http://doi.org/10.11118/actaun201361061565>.

Barbosa, J.M., Sebastián-González, E., Asner, G.P., Knapp, D.E., Anderson, C. Martin, R.E., Dirzo, R., 2016. Hemiparasite–host plant interactions in a fragmented landscape assessed

via imaging spectroscopy and LiDAR. *Ecological Applications* 26, 55–66.  
<https://doi.org/10.1890/14-2429>.

Barbu, C.O., 2012. Impact of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) infection on needles and crown morphology of silver fir (*Abies alba* Mill.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj- napoca* 40, 152–158. <https://doi.org/10.15835/NBHA4027906>.

Barney, C.W., Hawksworth, F.G., Geils, B.W., 1998. Hosts of *Viscum album*. *Eur. J. Forest Pathology* 28, 187–208.

Becker, H., 2000. European mistletoe: Taxonomy, host trees, parts used, physiology. In: Büssing A editor(s). *Mistletoe: The Genus Viscum*. Hardwood Academic Publishers: Amsterdam, The Netherlands. 31–44. <https://doi.org/10.1201/9780203304716>.

Bilgili, E., Kadir Coskuner, A., and Baysal, I., 2020. The distribution of pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) in Scots pine (*Pinus sylvestris*) forests: from stand to tree level. *Scandinavian Journal of Forest Research* 35 (1–2), 20–28.  
<https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1729402>.

Bilonozhko, Y.u.O., Ponomarenko, L.O., Rabokon, A.M., Postovoi tova, A.S., Kalafat, L.O., Privalikhin, S.M., Blume, Y.B., Pirko, Y.V., 2019. Distribution of mistletoe (*Viscum album* L.), which parasitizes different woody plants species, in Kyiv and its genetic characteristics. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv* 25, 106–110.  
<https://doi.org/10.7124/FEE0.v25.1148>.

Bilonozhko Yu.O., Rabokon A.M., Postovoi tova A.S., Kalafat L.O., Pryvalikhin S.M., Demkovich A.Ye., Blume Ya.B., Pirko Ya.V., 2021. Intraspecific differentiation in white mistletoe (*Viscum album* L.) using the analysis of intron length polymorphism of  $\beta$ -tubulin genes and the SSR analysis. *Cytology and Genetics* 55 (1), 1–9.  
<https://doi.org/10.3103/S0095452721010035>.

Bilonozhko, Yu.O., Kalafat, L.O., Rabokon, A.M., Postovoi tova, A.S., Privalikhin, S.M., Demkovich, A.E., Pirko, Ya.V. 2022. Some characteristics of woody plants inhabited by *Viscum album* (Santalaceae). *Ukrainian Botanical Journal*, 79(6): 000–000. [In Ukrainian].  
<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.06.000>.

Briem F., Eben A., Gross J., Vogt H., 2016. An invader supported by a parasite: Mistletoe berries as a host for food and reproduction of Spotted Wing Drosophila in early spring. *Journal of Pest Science* 89 (3), 749–759. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0739-6>

Briggs, J., 2021. Mistletoe, *Viscum album* (Santalaceae), in Britain and Ireland; a discussion and review of current status and trends. *British & Irish Botany* 3 (4), 419–454.

Cagelli L., Lefevre F. 1995. The conservation of *Populus nigra* L. and gene flow with cultivated poplars in Europe. *Forest Genetics* 2(3), 135-144.  
[https://kf.tuzvo.sk/sites/default/files/FG02-3\\_135-144.pdf](https://kf.tuzvo.sk/sites/default/files/FG02-3_135-144.pdf)

Catal, Y., Carus, S., 2011. Effect of pine mistletoe on radial growth of Crimean pine (*Pinus nigra*) in Turkey. *Journal of Environmental Biology* 32, 263.

Cooney, S.J.N., Watson, D.M., Young, J., 2006. Mistletoe nesting in Australian birds: a review. *Emu – Austral Ornithology* 106 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1071/MU04018>.

Cupedo, F., 1985. Maretakken (*Viscum album* L.) in de noordelijke helft van Zuid-Limburg: onzeker toekomst. *Natuurhistorisch Maandblad* 74 (10), 163–171.

Díaz-Limón, M.P., Cano-Santana, Z., & Queijeiro-Bolaños, M.E., 2016. Mistletoe infection in an urban forest in Mexico City. *Urban Forestry & Urban Greening* 17 (1), 126–134.  
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.004>.

Dieberger J. 1982. Zoologische Komponente bei der Infektion und Verbreitung der Eichenmistel – vorläufige Ergebnisse. S. 3-32 in: Mayer H. 1982. Der Eichenmistelbefall im Weinviertel. Inst. f. Waldbau Boku/ Öst. Agrarverlag, Wien.

Dobbertin, M., Hilker, N., Rebetz, M., Zimmermann, N., Wohlgemuth, T., and Rigling, A., 2005. The upward shift in altitude of pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) in Switzerland – the result of climate warming? *International Journal of Biometeorology* 50, 40–47.

Dobbertin, M., Rigling, A., 2006. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of Switzerland. *Forest Pathology* 36, 309–322.

El Hariri B., Sallé G., Andary C. 1991. Involvement of flavonoids in the resistance of two poplar cultivars to mistletoe (*Viscum album* L.). *Protoplasma* 162(1), 20-26.  
<https://doi.org/10.1007/BF01403897>

Eliás, P., 2002. Host woody species of mistletoes (Loranthaceae) in Slovakia. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, Bratislava, 24, 175–180.

Eliás, P. 1985. K výskytu imelovcovitých (Loranthaceae) na Slovensku. *Zprávy České botanické společnosti*, 20: 128–132.

Escher, P. Peuke, A.D., Bannister, P., Fink, S., Hartung, W., Jiang, F., Rennenberg, H. 2008. Transpiration, CO<sub>2</sub> assimilation, WUE, and stomatal aperture in leaves of *Viscum album* L: Effect of abscisic acid (ABA) in the xylem sap of its host. *Plant physiology and biochemistry* 46, 64–70.

EUFORGEN Identification sheet for *Populus nigra*: accessible at  
[https://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Other\\_PDFs/Pop\\_nigra\\_IdSheets/English.pdf](https://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Other_PDFs/Pop_nigra_IdSheets/English.pdf) (28 April 2023).

Ferrenberg, S. 2020. Dwarf mistletoe infection interacts with tree growth rate to produce opposing direct and indirect effects on resin duct defenses in Lodgepole pine. *Forests*, 11: 222. <https://doi.org/10.3390/f11020222>.

Figarski, T. 2009. Selected aspects of wintering of Mistle Thrush *Turdus viscivorus* in the Kozienice Forest. *Kulon*, 14: 1–7. [In Polish].

Glatzel, G., Geils, B.W., 2008. Mistletoe ecophysiology: host–parasite interactions. *Botany* 87 (1), 10–15.

Glatzel, G., Richter, H., Devkota, M.P., Amico, G., Lee, S., Lin, R., Grabner, M., Barlow, B.A., 2016. Foliar habit in mistletoe-host associations. *Botany* 95 (3), 219–229.  
<https://doi.org/10.1139/cjb-2016-0161>.

Grazi, V. G., Urech, K., 1985. Hyperparasitismus von *Viscum album* auf *Loranthus europeaeus* als mögliches Bekämpfungsmittel gegen die Eichenmistelplage. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, 60: 467–474.

Griebel, A., Watson, D., Pendall, E., 2017. Mistletoe, friend and foe: synthesizing ecosystem implications of mistletoe infection. *Environmental Research Letters* 12. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8fff>.

González-Elizondo, M., Flores-Villegas, M.Y., Álvarez-Zagoya, R., González-Elizondo, M.S., Márquez-Linares, M.A., Quiñonez-Barraza, S., Mathiasen, R.L., 2018. Effects of Mexican dwarf mistletoe (*Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*) on the growth of *Pinus cooperi* in Durango, Mexico—A case study. *Forest Pathology*, 49: e12473. <https://doi.org/10.1111/efp.12473>.

Grundmann, B., Pietzarka, U., Roloff, A., 2011: *Viscum album* L. s.l., 1753. In: Schütt et al.: *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. 1. Aufl. Landsberg am Lech: Ecomed, 59. Erg. Lfg. 11/11, 1–18.

Hawksworth, F.G., Scharpf, R.F., Marosy, M., 1991. European mistletoe continues to spread in Sonoma County. *California Agriculture* 45, 39–40.

Idžojić, M., Kogelnik, M., Franjić, J., Škvorc, Ž., 2006. Hosts and distribution of *Viscum album* L. ssp. *album* in Croatia and Slovenia. *Plant Biosystems* 140, 50–55.

Izskuło, G., Armatys, L., Dering, M., Ksepko, M., Tomaszewski, D., Ważna, A., Giertych, M.J., 2020. Jemioła jako zagrożenie dla zdrowotności drzewostanów iglastych. *Sylvan* 164 (3), 226–236.

Ivchenko, A.I., Bozhok, O.P., Paczura, I.M., Kolyada, L.B., Bozhok, V.O., 2014. Features of the organization of effective struggle against mistletoe. *Scientific Bulletin of UNFU* 24 (5), 12–18. from: ([http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2014/24\\_5/4.pdf](http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2014/24_5/4.pdf)). [In Ukrainian].

Jeffree, C.E., Jeffree, E.P., 1996. Redistribution of the potential geographical ranges of mistletoe and colorado beetle in Europe in response to the temperature component of climate change. *Functional Ecology* 10, 562–577. [https://doi.org/10.1016/0959-2688\(96\)00016-6](https://doi.org/10.1016/0959-2688(96)00016-6).

Karadžić, D., and Lazarov, V., 2005. The most significant parasite and saprophyte fungi on mistletoe (*Viscum album* L.) and possibilities of their usage in bio-control. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 3, 35–46. [In Serbian].

- Kartoolinejad, D., Hosseini, S.M., Mirnia, S.K., Akbarinia M., Shayanmehr F., 2007. The relationship among infection intensity of *Viscum album* with some ecological parameters of host trees. *International Journal of Environmental Research*, 1 (2), 143–149.
- Kollas, C., Gutsch, M., Hommel, R., Lasch-Born, P., Suckow, F., 2018. Mistletoe-induced growth reductions at the forest stand scale. *Tree Physiology* 38 (5), 735–744. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx150>.
- Kolodziejek, J., Patykowski, J., Kolodziejek, R., 2013. Distribution, frequency and host patterns of European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in the major city of Lodz. *Biologia* 68 (1), 55–64. <https://doi.org/10.2478/s11756-012-0128-4>.
- Kope, H.H., 2020. European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in Victoria, British Columbia, Canada: an eradication follow-up. *Canadian Plant Disease Survey* 100, 158–161.
- Kotan, R., Okutucu, A., Görmez, A.A., Karagoz, K., Dadasoglu, F., Karaman, İ., Hasanekoglu, İ., Kordali, Ş., 2013. Parasitic bacteria and fungi on common mistletoe (*Viscum album* L.) and their potential application in biocontrol. *J. Phytopathology* 161, 165–171.
- Krasylenko, Y., Sosnovsky, Y., Atamas, N., Popov G., Leonenko V., Janošíková K., Sytschak, N., Rydlo, K., Sytnyk, D., 2020. The European mistletoe (*Viscum album* L.): distribution, host range, biotic interactions, and management worldwide with special emphasis on Ukraine. *Botany* 98 (9), 499–516. <https://doi.org/10.1139/cjb-2020-0037>.
- Krasylenko, Yu.A., Gleb, R.Yu., Volutsa, O.D., 2019. *Loranthus europaeus* (Loranthaceae) in Ukraine: an overview of distribution patterns and hosts. *Ukrainian Botanical Journal* 76 (5), 406–417.
- Krasylenko, Y., J. Těšitel, G. Ceccantini, M. Oliveira-daSilva, V. Dvořák, D. Steele, Y. Sosnovsky, R. Piwowarczyk, et al. 2021. Parasites on parasites: hyper-, epi-, and autoparasitism among flowering plants. *American Journal of Botany* 108 (1), 1–14. [doi:10.1002/ajb2.1590](https://doi.org/10.1002/ajb2.1590).
- Krüssmann, G. 1977. *Handbuch der Laubgehölze*. Band II. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey, 66 p.

Kumbasli, M., Keten, A., Beskardes, V. Makineci, E., Özdemir, E.T., Yılmaz, E., Zengin, H., Sevgi, O., Yılmaz, H.A., & Çalışkan, S., 2011. Hosts and distribution of yellow mistletoe (*Loranthus europaeus* Jacq. (Loranthaceae)) on Northern Strandjas Oak Forests-Turkey. *Scientific Research and Essays* 6 (14), 2970–2975. <https://doi.org/10.5897/SRE10.1178>.

Lech, P., Żółciak, A., Hildebrand, R., 2020. Occurrence of European mistletoe (*Viscum album* L.) on forest trees in Poland and its dynamics of spread in the period 2008–2018. *Forests* 11, 83. <https://doi.org/10.3390/f11010083>.

Mathiasen, R.L., Nickrent, D.L., Shaw, D.C., Watson, D.M., 2008. Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. *Plant Disease* 92 (7), 988–1006. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-0988>.

Mathiasen, R.L., Nickrent, D.L., Shaw, D.C., Watson, D.M. 2008. Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. *Plant Disease* 92 (7), 988–1006. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-0988>.

Maul, K., Krug, M., Nickrent, D.L., Müller, K.F., Quandt, D., Wicke, S., 2019. Morphology, geographic distribution, and host preferences are poor predictors of phylogenetic relatedness in the mistletoe genus *Viscum* L. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 131, 106–115.

Mellado, A., Morillas, L., Gallardo, A., Zamora, R., 2016. Temporal dynamic of parasite-mediated linkages between the forest canopy and soil processes and the microbial community. *New Phytologist* 211, 1382–1392.

Mellado, A. Zamora, R., 2014. Generalist birds govern the seed dispersal of a parasitic plant with strong recruitment constraints. *Oecologia* 176, 139–147. <https://doi.org/10.1007/s00442-014-3013-8>.

Mellado, A., Zamora, R., 2014. Linking safe sites for recruitment with host-canopy heterogeneity: The case of a parasitic plant, *Viscum album* subsp. *austriacum* (Viscaceae). *American journal of botany* 101, 957–964.

Mellado, A., Zamora, R., 2017. Parasites structuring ecological communities: The mistletoe footprint in Mediterranean pine forests. *Functional Ecology* 31 (11), 2167–2176. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12907>.

Mutlu, S., Osma, E., Ilhan, V., Turkoglu, H.I., Atici, O., 2016. Mistletoe (*Viscum album*) reduces the growth of the Scots pine by accumulating essential nutrient elements in its structure as a trap. *Trees* 30, 815–824.

Nechaev, V.A., 2008. Ecological relationships between the birds and *Viscum coloratum* at Primorye and Priamurye (Russian Far East). *Russian Journal of Ornithology* 17 (408), 443–447. [In Russian].

Nickrent, D.L., Malécot, V., Vidal-Russell, R., and Der, J.P. 2010. A revised classification of Santalales. *Taxon* 59 (2), 538–558. doi:10.1002/tax.592019.

Norton, D.A., Reid, N., 1997. Lessons in ecosystem management from management of threatened and pest Loranthaceous mistletoes in New Zealand and Australia. *Conservation Biology* 11, 759–769.

Patykowski, J., Kołodziejek, J., 2013. Comparative analysis of antioxidant activity in leaves of different hosts infected by mistletoe (*Viscum album* L. subsp. *album*). *Archives of Biological Sciences* 65 (3), 851–861.

Pilichowski, S., Filip, R., Koscielska, A., Zaroffe, G., Zyzniewska, A., Iszkulo, G., 2018. Wpływ *Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm. na przyrost radialny *Pinus sylvestris* L. *Sylwan* 162, 452–459. [In Polish].

Roloff, A., 2001. Baumkronen – Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verlag E. Ulmer, Stuttgart, 164.

Rybalka, I.O., and Vergeles, Yu.I. 2012. Influence of environmental factors on the distribution of mistletoe white (*Viscum album* L.) in urbanized landscapes in the city of Kharkiv. *Bulletin of KhNAU*, 11: 153–161. [In Russian]

Sallé G., El Hariri B., Andary C. 1993. Bases structurales et biochimiques de la résistance au gui dans le genre *Populus* [In French with English abstract]. *Acta Botanica Gallica*, 140(6), 633–648. <https://doi.org/10.1080/12538078.1993.10515643>

Sanguesa-Barreda, G., Linares, J.C., Camarero, J.J., 2013. Drought and mistletoe reduce growth and water-use efficiency of Scots pine. *Forest Ecology and Management* 296, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.01.028>.



Sangüesa-Barreda, G., Linares, J.C. Camarero, J.J., 2012. Mistletoe effects on Scots pine decline following drought events: Insights from within-tree spatial patterns, growth and carbohydrates. *Tree Physiology* 32, 585–598.

Saraj, B.S., Kiadaliri, H., Akhavan, R., Kafaki, S.B. 2015. Spatial variation and dispersion pattern of European yellow mistletoe (*Loranthus europaeus*) affected forests in Zagros area, a case study of Ilam forests. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research* 12 (2), Pe94-Pe106 ref.35

Scott, J.M., Mathiasen, R.L., 2012. Assessing growth and mortality of bristlecone pine infected by dwarf mistletoe using dendrochronology. *Forest. Science.* 58, 366–376. <https://doi.org/10.5849/forsci.10-142>

Shaw, D.C., Chen, J., Freeman, E.A., David, M., 2005. Braun Spatial and population characteristics of dwarf mistletoe infected trees in an old-growth Douglas-fir – western hemlock forest. *Canadian Journal of Forest Research* 35, 990–1001. <https://doi.org/10.1139/x05-022>.

Silva, F.P., Fadini, R.F., 2017. Observational and experimental evaluation of hemiparasite resistance in trees in the urban afforestation of Santarém, Pará, Brazil. *Acta Amazonica* 47 (4), 311–320. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201700033>.

Stanton, S.M., 2007. Effects of dwarf mistletoe on climate response of mature Ponderosa pine trees. *Tree-ring research* 63 (2), 69–80.

Skrypnik, L., Maslennikov, P., Feduraev, P., Pungin, A., Belov, N., 2020. Ecological and Landscape Factors Affecting the Spread of European Mistletoe (*Viscum album* L.) in Urban Areas (A Case Study of the Kaliningrad City, Russia). *Plants* 9 (394). <https://doi:10.3390/plants9030394>.

Strong, G.L., Bannister, P., 2002. Water relations of temperate mistletoes on various hosts. *Functional Plant Biology* 29 (1), 89–96. <https://doi:10.1071/PP00159>.

Szmidla, H., Tkaczyk, M., Plewa, R., Tarwacki, G., Sierota, Z., 2019. Impact of common mistletoe (*Viscum album* L.) on Scots pine forests – a call for action. *Forests* 10 (847), 1–15. <https://doi:10.3390/f10100847>.

- Thomas, P.A., Dering, M., Giertych, M.J., Iszkuło, G., Tomaszewski, D., Briggs, J., 2022. Biological Flora of Britain and Ireland: *Viscum album*. *Journal of Ecology* 303, 1–39. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14036>.
- Tsopelas, P., Angelopoulos, A., Economou, A., Soulioti, N., 2004. Mistletoe (*Viscum album*) in the fir forest of Mount Parnis, Greece. *Forest Ecology Management* 202, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.06.032>.
- Turner, R.J. Smith, P., 2016. Mistletoes increasing in eucalypt forest near Eden, New South Wales. *Australian Journal of Botany* 64, 171–179. <https://doi.org/10.1071/BT15253>.
- Valle, A.C.V., Carvalho, A.C., Andrade, R.V., 2021. *Viscum album* – literature review. *International Journal of Science and Research* 10, 63–71.
- Varga, I., Taller, J., Baltazár, T., Hyvönen, J., Poczai, P., 2012. Leaf-spot disease on European mistletoe (*Viscum album*) caused by *Phaeobotryosphaeria visci*: a potential candidate for biological control. *Biotechnology Letters* 34 (6), 1059–1065.
- Varga L. 1997. Preservation and reproduction of black poplar in Slovakia. S. 41-43 in: Turok J., F. Lefevre, S. de Vries and B. Tóth, compilers. 1997. *Populus nigra* Network. Report of the third meeting, 5-7 October 1996, Sarvar, Hungary. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. ISBN 92-9043-325-6 ([https://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Network\\_Reports/179\\_Populus\\_nigra\\_network.PN\\_03.pdf#page=46](https://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Network_Reports/179_Populus_nigra_network.PN_03.pdf#page=46); 28.4.2023)
- Vergeles, Yu.I. 2009. Evaluation of abundance and long-term birds dynamic at seasonal ranges on example of waxwing (*Bombycilla garrulus*) in Kharkiv city and Kharkiv Region. In *Materials of scientific readings dedicated to the 80th anniversary of Prof. A.P. Krapivny. Kharkiv, 4–5 December 2009*. Edited by V.A. Tokarskiy. 108–113. [In Russian].
- Walas, Ł., Kędziora, W., Ksepko M., Rabska M., Tomaszewski D., Thomas P.A., Wójcik, R., Iszkuło, G., 2022. The future of *Viscum album* L. in Europe will be shaped by temperature and host availability. *Scientific Reports* 12, 17072. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21532-6>.

Watson, D.M., Herring, M., 2012. Mistletoe as a keystone resource: an experimental test. *Proceedings of the Royal Society Series B* 279, 3853–3860.  
<https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0856>.

Watson, D.M., 2015. Disproportionate Declines in Ground-Foraging Insectivorous Birds after Mistletoe Removal. *PLoS ONE* 10 (12), e0142992.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142992>.

Watson, D.M., 2001. Mistletoe – a keystone resource in forests and woodlands worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32 (1), 219–249.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114024>.

Wójcik, R., Kędziora, W., 2020. Abundance of *Viscum* in central Poland: Results from a large-scale mistletoe inventory. *Environmental Sciences Proceedings* 3 (98).

Zebec M., Idžojtić M. 2006. Hosts and distribution of yellow mistletoe, *Loranthus europaeus* Jacq. in Croatia. *Hladnikia* 2 (19), 41–46.

Zuber, D., 2004. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*, 199: 181–203.

Zuber, D., Widmer, A., 2000. Genetic evidence for host specificity in the hemi-parasitic *Viscum album* L. (Viscaceae). *Molecular Ecology* 9, 1069–1073.

# 6. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Gruppen von Wirtspflanzen von <i>Viscum album</i> (Daten aus der Literatur).....	14
Tabelle 2: Einteilung der Bäume im Hinblick auf den Mistelbefall .....	54

# 7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Verhältnis der von <i>Viscum album</i> und <i>Loranthus europaeus</i> befallenen Bäume	12
Abbildung 2: Das Spektrum der Wirtspflanzengattungen von <i>Viscum album</i> im Stadtgebiet von Wien.....	13
Abbildung 3: Das Ausmaß der Wirtspflanzeninfektion von <i>Viscum album</i> mit Relevanz für Wien .....	15
Abbildung 4: Verhältnis zwischen heimischen und nichtheimischen infizierten Arten.....	16
Abbildung 5: Verhältnis der Anzahl an heimischen und nichtheimischen infizierten Bäumen	16
Abbildung 6: Merkmale der Infektion von einführenden und einheimischen Arten innerhalb der Gattung .....	17
Abbildung 7: Mistelbefall in verschiedenen Bezirken Wiens.....	19
Abbildung 8: A-Durchschnittswerte des Befalls für einzelne Bezirke Wiens.....	20
Abbildung 9: Lageplan der am stärksten infizierten Orte in der Stadt .....	21
Abbildung 10: Verteilung der Mistelarten in den Wiener Bezirken 1, 2, 13 und 14.....	22
Abbildung 11: Verteilung der mistelbefallenen Bäume in Abhängigkeit von der Art der Straßenbepflanzung .....	23
Abbildung 12: Altersstruktur der Bäume in den Anpflanzungen der Stadt Wien.....	24
Abbildung 13: Altersstruktur der infizierten Bäume für einzelne Gattungen.....	24
Abbildung 14: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen in verschiedenen Altersgruppen.....	25
Abbildung 15: Anzahl der über 100 Jahre alten Exemplare mit Mistelbefall in Wien.....	26
Abbildung 16: Die Größe des Stammdurchmessers von Bäumen im Stadtgebiet von Wien	27
Abbildung 17: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen abhängig vom Stammdurchmesser .....	27
Abbildung 18: Häufigkeit von infizierten Bäumen je nach Kronendurchmesser.....	28
Abbildung 19: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen je nach Kronendurchmesser .....	29
Abbildung 20: Häufigkeit von infizierten Bäumen je nach Baumhöhe .....	30
Abbildung 21: Verhältnis von infizierten und nicht infizierten Bäumen in verschiedenen Gruppen.....	30
Abbildung 22: Vitalität von Bäumen mit Misteln.....	31
Abbildung 23: Häufigkeit von trockenen Ästen an befallenen Bäumen mit <i>Viscum album</i> (A) und <i>Loranthus europaeus</i> (B) .....	32
Abbildung 24: Krankheiten und Schäden an Bäumen mit Misteln: .....	33

Abbildung 25: Verteilung infizierter (A) und nicht infizierter Arten (B) nach Baumrindenbeschaffenheit.....	34
Abbildung 26: Neue Wirte für <i>V. album</i> (Fotos von Olha Tokarieva) .....	37
Abbildung 27: Das Spektrum der Wirtspflanzengattungen von <i>Viscum album</i> im Stadtgebiet von Graz .....	38
Abbildung 28: <i>Viscum album</i> auf <i>Abies sp.</i> und <i>Acer rubrum</i> im Stadtgebiet von Graz (Fotos von Olha Tokarieva).....	38
Abbildung 29: Das Ausmaß der Wirtspflanzeninfektion von <i>Viscum album</i> .....	40
Abbildung 30: Durchschnittswerte des Mistelbefalls für einzelne Grazer Stadtteile.....	41
Abbildung 31: Der Grad des Mistelbefalls in verschiedenen Grazer Bezirken .....	42
Abbildung 32: Verteilung der infizierten Bäume nach Altersgruppen.....	43
Abbildung 33: Vitalität der befallenen Bäume.....	43
Abbildung 34: Durchschnittliche Jahrestemperatur in Wien ( <a href="https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell">https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell</a> ) .....	46
Abbildung 35: Durchschnittliche Jahrestemperatur in Graz ( <a href="https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell">https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell</a> ) .....	46
Abbildung 36: Verschiedene Mistelarten auf den Bäumen in den Wäldern bei Wien.....	48
Abbildung 37: <i>Viscum album</i> in österreichischen Wäldern .....	49
Abbildung 38: <i>Loranthus europaeus</i> in österreichischen Wäldern.....	49
Abbildung 39: Von der Mistel befallene Waldflächen in den Jahren 2000 bis 2021 .....	50
Abbildung 40: Verteilung der Misteln in verschiedenen Deckungsschichten im Zeitraum 2000-2021.....	51

## **DANKSAGUNG**

Vielen Dank an Johanna Hoffmann und Thomas Gschwantner vom BFW für die Bereitstellung von Daten und Graphiken. Ebenso herzlichen Dank an Herrn Rainhard Hagen für den Informationsaustausch. Besonderen Dank auch an die Graz Holding und die Wiener Stadtgärten, hier besonders an Herrn Robert Grill und Herrn Clemens Weiss für die Bereitstellung der Daten und die professionelle Zusammenarbeit.

b

**Bundesforschungszentrum für Wald (BFW)**

Seckendorff-Gudent Weg 18

1131 Wien

[www.bfw.gv.at](http://www.bfw.gv.at)