
Biodiversitätsindex 2021 für Stadtbäume im Klimawandel



STADTÖKOLOGIE
WILDTIERFORSCHUNG
KOMMUNIKATION



Schlussbericht
Dezember 2021

Auftraggeber:
Grün Stadt Zürich
Beatenplatz 2
8001 Zürich



Auftragnehmerin:
SWILD
Stadtökologie,
Wildtierforschung,
Kommunikation
Wuhrstrasse 12
8003 Zürich



Auftraggeber:

Grün Stadt Zürich
Beatenplatz 2
8001 Zürich

Kontaktpersonen:

Michael Fuchs und Max Ruckstuhl

—

Finanzierung:

Das Projekt wird von Grün Stadt Zürich finanziert, mit einem Beitrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU

Schlussbericht

Dezember 2021

© SWILD. Verwendung auch von Auszügen nur nach schriftlicher Abmachung

Auftragnehmerin:

SWILD
Stadtökologie,
Wildtierforschung,
Kommunikation

Wuhrstrasse 12
8003 Zürich

+41 44 450 68 10
inbox@swild.ch
swild.ch

Projektleitung:

Dr. Sandra Gloor, Anouk Taucher, Katja Rauchenstein

—

+41 (0)44 450 68 07
sandra.gloor@swild.ch

Beigezogene Expert*innen für die Bewertung der Baumarten:**Moose**

Dr. Ariel Bergamini (WSL), Markus Meier (UZH), Dr. Norbert Schnyder (FUB AG), Dr. Thomas Kiebacher (UZH), Dr. Edi Urmi (UZH)

Flechten

Prof. Dr. Christoph Scheidegger, Dr. Mathias Vust (beide WSL)

Wildbienen

Dr. Andreas Müller (Natur Umwelt Wissen),
Dr. Antonia Zurbuchen (Naturzentrum Pfäffikersee)

Käfer

Adrienne Frei, dipl. Forsting. ETH (selbst. Käferspezialistin, Zürich), Roman Graf (Schweizerische Vogelwarte Sempach)

Schmetterlinge

Thomas Kissling (selbst. Schmetterlingspezialist, Zürich)

Vögel

Dr. Thomas Sattler, Petra Horch, Roman Graf
(Schweizerische Vogelwarte Sempach)

Säugetiere

Dr. Fabio Bontadina (SWILD Zürich)

Bildnachweis Titelbilder:

Sandra Gloor

Zitat:

Gloor S., Taucher, A., Rauchenstein, K. 2021. Biodiversitätsindex 2021 für Stadtbäume im Klimawandel. SWILD Zürich. Grün Stadt Zürich, interner Bericht, 58 Seiten.

Dank

Die Autorinnen danken den zahlreichen Fachleuten, die sich für Diskussionen zur Erweiterung des Biodiversitätsindex 2021 zur Verfügung gestellt haben. Sie alle haben wichtige Beiträge dafür geleistet, dass der Biodiversitätsindex 2021 weiterentwickelt werden konnte. Wir danken der Arbeitsgruppe von Grün Stadt Zürich, welche das Projekt begleitet hat: Margrith Hofbauer Göldi, Michael Fuchs, Janis Willuweit, Ingitta Scapozza, Max Ruckstuhl und Hans-Jürg Bosshard.

Ein herzliches Dankeschön geht an alle Expert*innen für die Bewertung der Baumarten: Dr. Ariel Bergamini (WSL), Markus Meier (UZH), Dr. Norbert Schnyder (FUB AG), Dr. Thomas Kiebacher (UZH) und Dr. Edi Urmi (UZH) für die Moose; Prof. Dr. Christoph Scheidegger und Dr. Mathias Vust (beide WSL) für die Flechten; Dr. Andreas Müller (Natur Umwelt Wissen) und Dr. Antonia Zurbuchen (Naturzentrum Pfäffikersee) für die Wildbienen; Adrienne Frei, dipl. Forsting. ETH (selbst. Käferspezialistin, Zürich) und Roman Graf (Schweizerische Vogelwarte Sempach) für die Käfer; Thomas Kissling (selbst. Schmetterlingspezialist, Zürich) für die Schmetterlinge; Dr. Thomas Sattler, Petra Horch und Roman Graf (Schweizerische Vogelwarte Sempach) für die Vögel und Dr. Fabio Bontadina (SWILD) für die Säugetiere.

Vielmals danken wir Prof. Dr. Marcel van der Heijden (Agroscope, Univ. Zürich), Dr. Martina Peter (WSL), Antje Lichtenauer (Baumsachverständige, Baumbüro, Zürich), Dr. Susanne Böll (Projektleiterin Stadtgrün 21, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau LWG), Dr. Dieter Mahsberg (Univ. Würzburg) und Andrea Gion Saluz (ZHAW) für den interessanten Austausch. Den Baumexperten der Städte Basel, Bern, Genf und Schaffhausen danken wir für das Bereitstellen ihrer Baumartenlisten, Fritz Bächle (Luzern) für das Kommentieren der Baumartenliste.

Ein herzliches Dankeschön geht an Grün Stadt Zürich und das Bundesamt für Umwelt BAFU (Gabriella Silvestri, Leitung der Sektion, Ökologische Infrastruktur, Programmpolitik Naturschutz, Internationales) für die Finanzierung des Projekts.

1	Ausgangslage: Der Biodiversitätsindex 2014	6
1.1	Weshalb ein Biodiversitätsindex für Bäume im urbanen Raum?	6
1.2	Entwicklung des Biodiversitätsindex 2014	7
1.3	Sechs Empfehlungen für die Förderung der urbanen Biodiversität mit Bäumen	8
2	Aktualisieren und Erweitern des Biodiversitätsindex	9
2.1	Gründe für eine Aktualisierung	9
2.2	Aktualisieren der Artenliste anhand des Baumkatasters der Stadt Zürich	10
2.3	Baumartenliste aus Basel, Bern, Genf, Schaffhausen und Zürich	11
3	Ergänzen der Baumartenliste mit Klimabäumen	13
3.1	Klimaprognosen für das Schweizer Mittelland	13
3.2	Einfluss des Klimawandels auf Baumartenzusammensetzung in Mitteleuropa	14
3.3	Empfohlene Klimabäume in Mitteleuropa	15
4	Die neue Baumartenliste für den Biodiversitätsindex	16
5	Prüfen weiterer funktioneller Organismengruppen als Leitgruppen	20
5.1	Die Wahl zusätzlicher Organismengruppen	20
5.2	Moose	20
5.3	Flechten	21
5.4	Mykorrhizapilze	22
6	Einbezug des Kronenvolumens, der Blattmasse und des Baumalters	23
6.1	Einfluss des Kronenvolumens auf die Biodiversität	23
6.2	Einfluss der Blattmasse auf die Biodiversität: fehlende Angaben	26
6.3	Einfluss des Baumalters auf die Biodiversität	27
7	Der neue Biodiversitätsindex unter Einbezug neuer Faktoren	28
7.1	Die Bewertung der Bäume für sieben Organismengruppen	28
7.2	Die Berechnung des Biodiversitätsindex 2021 von Strassenbäumen	28
7.3	Die Berechnung des Biodiversitätsindex 2021 von Parkbäumen	29
7.4	Der Biodiversitätsindex 2021 im Überblick	30
7.5	Herkunft der Baumarten und ihr Biodiversitätsindex	37
8	Biodiversitätsindex von Einzelbäumen	39
8.1	Kriterien für eine Einzelbaumbewertung	39
8.2	Bewertung von Einzelbäumen: Bedarf nach einer standardisierten Methodik	40
8.3	Einzelbaumbewertung, Beispiele	41
9	Sechs Empfehlungen für die Baumartenwahl	46
10	Ausblick	47
11	Literatur	48
12	Anhang	52

Bäume und ihre Schlüsselrolle für die Biodiversität im Siedlungsraum

Bäume spielen für die Biodiversität im Siedlungsraum eine entscheidende Rolle. Ein Baum ist Lebensraum und Rückzugsort, bietet Schutz und Nahrungsgrundlage für die verschiedensten Organismengruppen. Bäume sind zudem ein wichtiger Teil der Ökologischen Infrastruktur im Siedlungsraum. Trotz ihrer wichtigen Funktionen geraten Bäume in der heutigen Siedlungsentwicklung aufgrund der regen Bautätigkeiten und der baulichen Verdichtung stark unter Druck. Zwar erhalten Bäume, besonders wegen ihrer positiven Eigenschaften im Zusammenhang mit dem Klimawandel, bei Planungsprozessen vermehrt Beachtung, doch bei der Wahl der Baumart steht meist die Belastbarkeit der Baumart und ihre Ökosystemleistungen bezüglich eines verbesserten Lokalklimas und nicht die Biodiversität im Vordergrund.

Biodiversitätsindex 2014 für Stadtbäume

Damit die Biodiversität bei der Planung von Stadtbäumen einbezogen werden kann, wurde 2014 der Biodiversitätsindex für Stadtbäume entwickelt und fünf Empfehlungen erarbeitet. Der Biodiversitätsindex basiert auf einer Experten-Bewertung der 70 häufigsten Baumarten der Stadt Zürich bezüglich ihres Werts für die fünf Tiergruppen Käfer, Schmetterlinge, Wildbienen, Vögel und Säugetiere. Die fünf Empfehlungen wurden aufgrund der aktuellen wissenschaftlichen Literatur entwickelt.

Erweiterter Biodiversitätsindex 2021 für Stadtbäume im Klimawandel

Für den Biodiversitätsindex 2021 wurde die Baumartenliste mit den häufigsten Baumarten weiterer Schweizer Städte erweitert und mit sogenannten Zukunftsbaumarten ergänzt, welche bezüglich des Klimawandels als tolerant eingestuft werden. Die Liste der Baumarten umfasst neu 105 Baumarten / Baumsorten. Ausserdem wurden weitere Organismengruppen geprüft, welche zusätzlich zu den fünf Tiergruppen für die Bewertung der Baumarten einbezogen werden könnten. Schliesslich wurden Moose und Flechten berücksichtigt.

Als quantitatives Kriterium wurde der Einbezug des Kronenvolumens in den Biodiversitätsindex diskutiert. Bäume bilden jedoch je nach Standortbedingungen unterschiedlich grosse Kronen aus. Deshalb fliesst neu das potentielle Kronenvolumen in den **Biodiversitätsindex von Bäumen in Grünanlagen und Gärten** ein, nicht aber in den **Biodiversitätsindex von Strassenbäumen**, da diese das potentiell mögliche Baumvolumen wegen erschwelter Lebensbedingungen kaum je erreichen.

Sechs Empfehlungen für die Planung von Stadtbäumen für die Förderung der Biodiversität

Angesichts der Schlüsselrolle der Bäume für die Biodiversität im Siedlungsraum sollte das Kriterium Biodiversität bei der Baumartenwahl und Baumplanung - wo immer möglich und sinnvoll - einfließen, insbesondere an geeigneten Baumstandorten. Der Biodiversitätsindex kann bei der Baumartenwahl, zusammen mit den fünf weiteren Empfehlungen, als Entscheidungshilfe dienen. Die Empfehlungen umfassen folgende Themen: (1) Die grosse Bedeutung alter Bäume, (2) das Pflanzen von Wildformen, (3) das Vermeiden von invasiven Neophyten, (4) das Anstreben einer gezielten Baumartenvielfalt auf Arealen und in Alleen und (5) eine vielfältige und naturnahe Bepflanzung der Baumscheiben und der Umgebung der Bäume.

In einem **Ausblick** werden mögliche nächste Schritte aufgeführt, die eine Anwendung in der Praxis der vorliegenden Grundlagen ermöglichen. Ausserdem wird angeregt, die Entwicklung einer Standardmethode für die Bewertung von Einzelbäumen bezüglich ihres Werts für die Biodiversität zu prüfen.

1 Ausgangslage: Der Biodiversitätsindex 2014

1.1 Weshalb ein Biodiversitätsindex für Bäume im urbanen Raum?

Bäume spielen für die Biodiversität im Siedlungsraum eine entscheidende Rolle, wie zahlreiche internationale Studien belegen (z.B. Wood & Esaian, 2020, O'Sullivan et al. 2017, Threlfall et al. 2017, Baldock et al. 2015, Obrist et al. 2012). Keine andere Pflanzenform ist so vielfältig wie der Baum und bietet so unterschiedliche ökologische Nischen. Er ist Lebensraum, Rückzugsort, bietet Schutz und Nahrungsgrundlage.

Bäume geraten in der heutigen Städteplanung, bei der Themen wie Verdichtung und eine hohe Dynamik in der Bautätigkeit im Vordergrund stehen, stark unter Druck. Zwar erhalten Bäume und ihre Eigenschaft als natürliche Klimaanlage im Zusammenhang mit Massnahmen zur Hitzeminderung wieder mehr Beachtung in Planungsprozessen (Dickhaut & Eschenbach 2019, BAFU 2018, Stadt Zürich 2020). Dabei wird jedoch die Wahl der Baumarten vor allem bezüglich deren Wirkung auf Ökosystemleistungen diskutiert. Den Einfluss der Baumartenwahl auf die Biodiversität steht meist nicht Vordergrund.

Die Anforderungen und Auswahlkriterien für Stadtbäume sind aufgrund von Belastungsfaktoren im Siedlungsraum je nach Standort zahlreich (Roloff 2013) und in vielen Fällen wird deshalb die Biodiversität als zusätzliches Kriterium ausser Acht gelassen. Tatsächlich überleben an viel befahrenen Strassen oder in innerstädtischen, stark versiegelten Gebieten mit beengten Platzverhältnissen und verdichteten Böden nur wenige, sehr robuste, widerstandsfähige Baumarten. Viele einheimische Baumarten sind für solche Extremstandorte nicht geeignet.

Nicht jeder Standort im Siedlungsraum ist jedoch so stark belastet wie Innenstädte oder Hauptverkehrsachsen. Es gibt auch in Städten geeignete Baumstandorte, etwa Park- und Friedhofanlagen, Grünanlagen von Wohnsiedlungen und Schulareale und Gärten. Auch Baumstandorte im Strassenraum von Wohnquartieren mit wenig Verkehr können geeignete Standorte bieten. Um der wichtigen Rolle von Stadtbäumen für die Biodiversität Rechnung zu tragen, ist es gerade an solchen guten Baumstandorten besonders wichtig, dass bei der Baumartenwahl die Biodiversität als wichtiges Kriterium mit einbezogen wird.

Der Wert von Baumarten für die Biodiversität ist jedoch nicht einfach zu beurteilen. Begriffe wie «einheimisch» und «exotisch» sind nur beschränkt hilfreich und werden dem Thema nicht gerecht. Baumarten sind für verschiedene Organismengruppen unterschiedlich wertvoll, was sowohl für einheimische als auch für nicht heimische Arten gilt.

Mit dem Biodiversitätsindex für Stadtbäume wollen wir einen Richtwert entwickeln, der es ermöglicht, die Biodiversität als Kriterien bei der Baumartenwahl einzubeziehen oder verschiedene Baumarten miteinander zu vergleichen. Die Ziele für Empfehlungen zur Baumartenwahl und die Entwicklung eines Biodiversitätsindex für Stadtbäume waren die folgenden:

-
1. Empfehlungen für die Praxis, mit welchen Massnahmen bei der Planung und der Pflege von Stadtbäumen die Biodiversität im Siedlungsraum gefördert werden kann.
 2. Grundlagen für praxistaugliche Instrumente, welche die Bedeutung der in der Stadt gepflanzten Baumarten für die Biodiversität von verschiedenen Wildtiergruppen bewerten.
-

Die Organismengruppen wurden für die Bewertung der Baumarten / Baumarten aufgrund folgender Kriterien ausgewählt:

SWILD – Dezember 2021

1. Die Organismengruppen sind für den Siedlungsraum relevant.
2. Die Organismengruppen nutzen unterschiedliche Ökosystemfunktionen der Bäume, z.B. nutzen sie die Bäume als Nahrungslieferanten (z.B. Pollen, Nektar, Nüsse, Früchte), Schlaf- und Ruheplatz, Nist- oder Quartierstandort.
3. Die Organismengruppen sind repräsentativ für die Organismen, welche Bäume auf dieselbe Art nutzen. Wildbienen sind z.B. repräsentativ für Organismen, welche Bäume als Pollen- und Nektarlieferanten oder das Holz von Bäumen als Niststandort nutzen.
4. Die Anzahl Organismengruppen, welche pro Baumart bewertet werden, soll soweit beschränkt werden, dass diese in einem praxistauglichen Instrument zur Anwendung kommen können.
5. Die Organismengruppen sollen sogenannte "attraktive" Arten (Flagship Arten) umfassen, deren Förderungswürdigkeit auch für Laien nachvollziehbar ist.

Biodiversitätsindex 2021 für
 Stadtbäume im Klimawandel

Aufgrund dieser Kriterien wurden 2014 folgende fünf Wildtiergruppen ausgewählt, die Bäume oder Teile davon unterschiedlich nutzen:

- **Wildbienen:** Bäume als Nektar- und Pollenlieferanten, Holz / Rinde als Nistort, Blätter als Baumaterial (Blattschneiderbienen) etc.
- **Käfer:** Bäume als Nahrungslieferanten in Form von Pollen, Blättern, Rinde, Holz. Ort für Eiablage und Larvenentwicklung. Totholz für xylobionte Käfer als Ort für die Larvenentwicklung und als Nahrung.
- **Schmetterlinge:** Stamm, Borke (z.B. für Eiablage), Blätter und Blüten als Nahrung für Raupen, Blüten als Nektarquelle, Baumsäfte und Früchte, Holzteile für holzbewohnende Arten (z.B. Holzborer und Glasflügler).
- **Vögel:** Bäume als Nahrungslieferanten von Trieben, Knospen, Früchten, Nüssen, Zapfen, als Ort, wo Nahrungstiere wie Insekten leben, Niststandort in Baumhöhlen oder auf Ästen etc., Ort, um im Schatten / vor Witterung / vor Feinden geschützt zu ruhen, etc.
- **Säugetiere:** Bäume als Nahrungslieferanten von Trieben, Knospen, Früchten, Nüssen, Zapfen, als Ort, wo Nahrungstiere wie Insekten leben, Quartierstandorte in Baumhöhlen (z.B. Fledermäuse, Baumrarder) oder auf Ästen (z.B. Kobel von Eichhörnchen), Ort, um im Schatten / vor Witterung / vor Feinden geschützt zu ruhen, etc.

Die Expertinnen und Experten beurteilten erstens die Bedeutung der Bäume für die Biodiversität der jeweiligen Organismengruppe im Allgemeinen und zweitens die Bedeutung der häufigsten Baumarten im Siedlungsraum semiquantitativ mit 1 (nicht wertvoll) bis 5 (sehr wertvoll) Punkten. Die Bewertung der Baumarten durch die Experten wurde mit Angaben aus der Literatur ergänzt. Bei fehlendem Wissen wurde die Baumart nicht bewertet (keine Punktzahl).

Folgende sieben Expert*innen wurden in einem Interview zu ihrer Organismengruppe befragt:

Wildbienen:	Dr. Andreas Müller, Wissenschaftlicher Kurator Entomologische Sammlung, ETH Zürich
	Dr. Antonia Zurbuchen, Pro Natura St. Gallen
Käfer:	Adrienne Frei, dipl. Forsting., ETH Zürich
	Matthias Vögeli, BAFU
Schmetterlinge:	Thomas Kissling, Zürich
Vögel:	Dr. Thomas Sattler, Schweizerische Vogelwarte Sempach
Säugetiere:	Dr. Fabio Bontadina, SWILD Zürich

Neben der Entwicklung des Biodiversitätsindex wurden Empfehlungen ausgearbeitet, die für die Förderung der Biodiversität im Siedlungsraum mit Bäumen berücksichtigt werden sollten (Gloor & Göldi Hofbauer 2018):

1. Einheimische Baumarten oder nicht-einheimische Arten mit hohem ökologischem Wert pflanzen

Zur Förderung der Biodiversität sollen wo immer möglich einheimische Baumarten gepflanzt werden. Nicht-einheimische Baumarten sollten so gewählt werden, dass sie einen möglichst hohen ökologischen Wert aufweisen.

2. Alte Bäume erhalten, Ersatzpflanzungen planen

Pflege und Unterhalt sind wo immer möglich so auszurichten, dass die alten Bäume möglichst lange erhalten bleiben. Baumpflanzungen und Baumpflege sollten so geplant werden, dass rechtzeitig Ersatz für alte Bäume nachwachsen kann.

3. Baumartenvielfalt gezielt fördern

Aus Sicht der Biodiversität und der Pflanzengesundheit ist zu empfehlen, an einem Standort verschiedene Laub- und Nadelholzbäume gemischt zu pflanzen und damit einen vielfältigen Baumbestand auf einem Areal anzustreben.

4. Wildformen verwenden

Für die gezielte Förderung der Biodiversität sollten bevorzugt die Wildformen der einheimischen Baumarten gepflanzt werden.

5. Baumumgebung naturnah planen und pflegen

Eine naturnahe Planung und Pflege sowohl der unmittelbaren Baumumgebung als auch des weiteren Umfelds eines Baumes steigern die Biodiversität eines Standorts und wirken sich gleichzeitig positiv auf die Baumgesundheit aus.

6. Keine invasiven Neophyten auf privaten Arealen und in Grünanlagen pflanzen

Invasive Neophyten können Probleme verursachen und sollten auf privaten Arealen und in Parkanlagen nicht gepflanzt werden.



Abb. 1: Spitzahorn (*Acer platanoides*) im Strassenraum, Stadt Zürich (Grün Stadt Zürich).

2 Aktualisieren und Erweitern des Biodiversitätsindex

2.1 Gründe für eine Aktualisierung

Der Biodiversitätsindex der Stadtbäume stösst seit seiner Entwicklung 2014 auf ein steigendes Interesse, v.a. von Seiten der für Grünräume zuständigen Verwaltungen und Planungsfachleuten der Städteplanung und Landschaftsarchitektur. Sowohl in städtischen Verwaltungen und bei Planungsfachleuten, als auch in der Bevölkerung scheint eine zunehmende Sensibilisierung für Biodiversität im Siedlungsraum stattzufinden, gepaart mit dem Bewusstsein, dass Bäume dabei eine zentrale Rolle spielen.

So legten etwa in 2018 an der nationalen Tagung «Stadtnatur im Dichtestress – Warum wir jetzt handeln müssen» Fachexperten*innen und Vertreterinnen und Vertreter von neun Schweizer Städten konzentriert dar, welche Bedeutung Stadtnatur hat und wie sie erhalten und gefördert werden kann. In Initiativen wie dem Stadtzürcher Projekt «Mehr als Grün» oder der Kampagne «Natur findet Stadt» in St.Gallen und Baden wird in zahlreichen Städten angestrebt, trotz reger Bautätigkeit, den Anteil ökologisch wertvoller Flächen und damit auch die Biodiversität im Siedlungsgebiet zu fördern.

Neben dem Rückgang der Biodiversität gilt der Klimawandel als eine der drängendsten Herausforderungen unserer Zeit. Die biologische Vielfalt und das Klima sind eng miteinander verbunden und beeinflussen einander gegenseitig. Als ganz besonders relevant erweist sich dies in Siedlungsgebieten. Sowohl der Bericht des BAFU «Hitze in Städten», der Grundlage für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung (BAFU 2018) als auch die Fachplanung Hitzeminderung der Stadt Zürich (Stadt Zürich 2020) setzen sich damit auseinander, wie sich Städte an die klimatischen Veränderungen anpassen können. Auch hier stehen Bäume im Zentrum. So werden etwa Bäume als wichtigstes stadtklimatisches Element von Strassen und Plätzen im öffentlichen Raum genannt (Stadt Zürich 2020).

Damit der zentralen Bedeutung von Bäumen für die Biodiversität und den Klimawandel Rechnung getragen werden kann, braucht es Instrumente, damit der Wert der Bäume in Bezug auf die Biodiversität in die Planung einbezogen werden kann. Der Biodiversitätsindex soll dazu einen Beitrag leisten.

In den Diskussionen über den 2014 entwickelte Biodiversitätsindex kristallisierten sich eine Reihe von Themen heraus, wie der Index erweitert und ergänzt werden könnte. Ziel des Projekts «Erweiterter Biodiversitätsindex für Stadtbäume im Klimawandel» war es, diese Themen aufzuarbeiten, Wege für einen Einbezug in den Biodiversitätsindex zu prüfen und gegebenenfalls umzusetzen.

Folgende Themen sollten neu beurteilt werden:

1. Erweiterte Baumartenliste

- a. Die erste, mit dem Index bewertete Baumartenliste basierte auf dem Baumkataster der Stadt Zürich. Neu sollten die Baumartenlisten weiterer Städte berücksichtigt werden.
 - b. Die Dringlichkeit nimmt laufend zu, den Klimawandel bei der Baumartenwahl zu berücksichtigen. Die Veränderung der klimatischen Bedingungen in den Städten führt bereits heute dazu, dass vermehrt sogenannte Klimabaumarten gepflanzt werden, welche etwa speziell trocken tolerant, winterhart und spätfrost tolerant sind. In der bewerteten Baumartenliste sollten deshalb die am häufigsten gepflanzten Klimabaumarten einbezogen werden.
-

2. Zusätzlich Organismengruppen für die Bewertung

- a. Neben Faunavertretern sollten zwei weitere Organismengruppen geprüft werden, welche auf Bäumen leben: Flechten und Moose.
- b. Um den Einfluss des Wurzelraums der Bäume in den Index miteinzubeziehen prüften wir den Einbezug von Mykorrhizapilzen.

3. Einbezug des Baumkronenvolumens, der Blattmasse und des Baumalters

- a. Das Kronenvolumen spielt für die Biodiversität vor allem quantitativ eine wichtige Rolle. Dabei bieten grosse, grosskronige Bäume naturgemäss viel mehr Lebensraum als kleinwüchsige, kleinkronige Bäume.
- b. Das Baumalter spielt für den Biodiversitätswert eine wichtige Rolle, da viele Baumarten ihr Potential erst nach einem gewissen Alter erreichen. Allgemein gelten alte Bäume als speziell wertvoll für die Biodiversität. Bäume weisen je nach Art und Alter ein unterschiedliches Baumwachstum auf.
- c. Die Blattmasse ist ein weiterer quantitativer Aspekt, welcher die Biodiversität beeinflussen dürfte, zumal es zwischen unterschiedlichen Baumarten erhebliche Unterschiede bezüglich der Blattmasse gibt.

2.2 Aktualisieren der Artenliste anhand des Baumkatasters der Stadt Zürich

Die **Baumartenliste**, welche 2014 den Expertinnen und Experten vorgelegt wurde, basierte auf dem Baumkataster der Stadt Zürich (Stand Juni 2013), in welchem 70'590 Bäume erfasst waren. Als Basis für den erweiterten Biodiversitätsindex wollten wir die aktuellen Baumdaten der Stadt beziehen. Die neue Baumartenliste, für deren Baumarten der Biodiversitätsindex neu berechnet werden sollte, wurde durch eine erneute Auswertung des Baumkatasters von Zürich aktualisiert, in welchem mittlerweile 88'944 Bäume erfasst waren (Stand Sept. 2019).

Im Baumkataster der Stadt Zürich sind die Strassenbäume vollständig erfasst, die übrigen Baumtypen jedoch nur teilweise.

Für die Bewertung haben wir Bäume mit folgenden Statustypen ausgewählt (Stand Sept. 2019):

1. Strassenbäume: 22'166 Bäume (2013: 21'639 Bäume)
2. Bäume in Grünanlagen und auf Schularealen: 35'378 Bäume (2013: 24'057 Bäume)
3. Bäume auf privaten Arealen (Baumkataster und Kartierung von Schwamendingen, nur Privatbäume): 20'736 Bäume (2013: 16'448 Bäume)

Für die Artenliste wurden für jeden der drei Statustypen die 30 am häufigsten gepflanzten Arten ausgewählt (Anhang A1, A2, A3). Die Sorten von derselben Art wurden zusammengefasst. Die drei Baumartenlisten ergaben eine Liste von 51 Baumarten, welche 73 % aller Bäume, die in diesen drei Baumkatasterlisten aufgeführt sind, umfassen.

Nach der Zusammenführung der Listen des Baumkatasters und dem Abgleich mit der Liste von 2014 wurden die zwei neue Arten *Prunus domestica* und *Tilia platyphyllos* der Baumartenliste für den Biodiversitätswert hinzugefügt, die zu den 30 häufigsten Arten in mindestens einer der Kategorien zählten (Tab. 1).

Tab. 1: Ergänzung der Baumartenliste durch zwei neue Arten.

Artnamen lateinisch	Artnamen deutsch	Quelle
<i>Prunus domestica</i>	Kultur-Pflaume	Liste häufigste Privatbäume Zürich
<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommerlinde	Liste häufigste Grünanlagenbäume Zürich

Aus der bisherigen Liste wurden alle Bezeichnungen im Baumkataster mit dem Vermerk „sp“ für *species* entfernt, da aufgrund der Bezeichnung nicht auf die Art geschlossen werden kann. Dies umfasste die folgenden sechs Baumbezeichnungen: *Crataegus* sp., *Magnolia* sp., *Populus* sp., *Prunus* sp. (Pflaumen), *Prunus* sp. (Kirschen exotisch) und *Quercus* sp.

In der Liste gelassen wurden *Malus* sp. und *Pyrus* sp. Bei diesen zwei Bezeichnungen wurde für die Bewertung der Expert*innen von einem durchschnittlichen Hochstammobstbaum eines Apfelbaums bzw. eines Birnbaums ausgegangen.

2.3 Baumartenliste aus Basel, Bern, Genf, Schaffhausen und Zürich

Die bestehende Baumartenliste aus der Stadt Zürich von 2014 wurde basierend auf dem Baumkataster von 2019 aktualisiert und anschliessend mit Arten ergänzt, die in den vier Schweizer Städten Basel, Bern, Genf und Schaffhausen häufig wachsen. Dazu wurden Baumkataster und Baumartenlisten dieser Städte beigezogen und jeweils die 30 häufigsten Arten/Sorten mit der bestehenden Liste aus Zürich verglichen. Die 30 häufigsten Arten/Sorten umfassen in Bern 83.5%, in Genf 72.7% und in Schaffhausen 66.8% aller gelisteten Arten/Sorten. Für Basel wurden die 30 häufigsten Strassenbaum-Arten/Sorten und die 30 häufigsten Grünflächen-Arten/Sorten separat analysiert. Diese machten 75.8% respektive 69.5% aller Einträge in der jeweiligen Kategorie aus. Tabelle 3 zeigt die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung zwischen den fünf Städten auf.

Es wurden keine Arten aus der Baumartenliste von 2014 entfernt, sondern nur neue Arten ergänzt.

Tab. 2: Baumartenlisten aus den Städten Basel, Bern, Genf, Schaffhausen und Zürich.

Stadt	Art der Liste	Anzahl Einträge	Inhalt / Einteilung	Stand
Basel	Kataster	26'904	Öffentliche Grünflächen; Strassenbäume; Schulanlagen; Privatbäume gepflegt durch STG	August 2019
Bern	Kataster	22'601	11 Kategorien vor allem auf Bäume von öffentlichen Flächen	August 2019
Genf	Artenliste der häufigsten Arten	19'268	Keine Einteilung; Kataster enthält Einzelbäume (Strassen- und Parkbäume)	Oktober 2018
Schaffhausen	Artenliste	5'695	Keine Einteilung; Kataster enthält Bäume entlang von Strassen und in Grünräumen	2017
Zürich	Baumkataster	78'280	Strassenbäume; Bäume in Grünanlagen und Schulen; Privatbäume aus dem Quartier Schwamendingen	September 2019

Tab. 3: Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung der 30 häufigsten Baumarten in den fünf Städten.

Für Zürich und Basel wurden für diese Tabelle die verschiedenen Kategorien (Strassenbäume, Parkbäume und Privatbäume) zusammengelegt. Diese zwei Städte enthalten also mehr als 30 Arten, weshalb die Übereinstimmung mit anderen Städten entsprechend kleiner ist. Verglichen wurden dabei die Artenlisten und nicht die Häufigkeit der Artenvorkommen.

	Basel	Bern	Genf	Schaffhausen	Zürich
Basel	100%	68%	58%	65%	45%
Bern		100%	71%	86%	60%
Genf			100%	68%	54%
Schaffhausen				100%	60%
Zürich					100%

Ergänzung der Baumartenliste durch neue Arten

Folgende Arten, die in den vier Städten zu den 30 häufigsten Arten/Sorten gehören und noch nicht in der Liste für den Biodiversitätsindex 2014 aufgeführt waren, werden neu in die Baumartenliste aufgenommen werden (Tab. 4).

Tab. 4: Ergänzung der Baumartenliste anhand der Artenlisten aus den Städten Basel, Bern, Genf und Schaffhausen.

Artnamen deutsch	Artnamen lateinisch	Quelle
Weiss-Esche	<i>Fraxinus americana</i>	Liste häufigste Strassenbäume Basel
Kanada-Pappel	<i>Populus x canadensis</i>	Liste häufigste Strassenbäume Basel
Silberlinde	<i>Tilia tomentosa</i>	Liste häufigste Arten Genf; Liste häufigste Strassenbäume Basel

Zusätzlich zu den häufigen Arten der fünf Schweizer Städte wurde die **Traubeneiche (*Quercus petraea*)** in die Liste für den Biodiversitätsindex aufgenommen. Sie ist in Mitteleuropa eine häufige und beliebte Stadtbaumart, die in der GALK-Baumartenliste als geeignet für die Verwendbarkeit als Strassenbaum eingestuft wird und von Roloff auch unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels als geeignete Strassenbaumart und u.a. als salz- und immissionstolerant beurteilt wird (Roloff 2013).

Folgende vier Arten, die in jeweils einer Stadt zu den 30 häufigsten Arten gehörten, wurden nicht in die Liste aufgenommen, da sie laut Expertenmeinungen eher lokale Spezialitäten sind:

- Purpur-Esche (*Fraxinus angustifolia*)
- Nutka-Scheinzypresse (*Xanthocyparis nootkatensis*)
- Japanischer Pagodenbaum (*Stypholobium japonicum*)
- Feldulme (*Ulmus minor*)

Der Leder-Weissdorn (*Crataegus x lavalleyi*) und der Gewöhnliche Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) wurden nicht in die Liste aufgenommen, da sie eher Strauchgewächse sind.

3 Ergänzen der Baumartenliste mit Klimabäumen

3.1 Klimaprognosen für das Schweizer Mittelland

Die Klimaerwärmung findet statt und wird weiter zunehmen

In der Schweiz ist es seit Jahrzehnten immer wärmer geworden und spätestens der Hitzesommer 2018 rückte die Folgen des Klimawandels ins Bewusstsein der Bevölkerung. Seit Messbeginn im Jahr 1864 ist die Jahresdurchschnittstemperatur in der Schweiz um 2° C gestiegen. Diese Zunahme ist doppelt so hoch wie das weltweite Mittel der Erwärmung von 0,9° C (Allgaier Leuch et al., 2017). Auf der Alpennordseite hat die Häufigkeit aussergewöhnlich warmer Monate, welche über dem langjährigen Durchschnitt liegen, um rund 70% zugenommen (Stadt Zürich, 2020). Steigt der Treibhausgasausstoss ungebremst weiter, ist im Schweizer Mittelland mit einer Zunahme der Jahresmitteltemperatur bis Mitte dieses Jahrhunderts um weitere 2-3° C gegenüber der Normperiode 1981-2010 zu rechnen. Gelingt hingegen eine rasche und weltweite Senkung des Treibhausgasausstosses, kann die zusätzliche Erwärmung wahrscheinlich auf 0,6-1,8° C begrenzt werden (Fischer, 2018). In jedem Fall müssen wir also mit einer weiteren Klimaerwärmung rechnen (OcCC, & ProClim. 2007).

Städte als Wärmeinseln besonders stark von Klimaerwärmung betroffen

Die zunehmende Urbanisierung und die steigende Versiegelung der Oberflächen führen zusätzlich zu einer immer stärkeren Aufheizung der innerstädtischen Bereiche, auch „urban heat island“-Effekt genannt (Collier, 2006). Dabei erwärmen sich Städte tagsüber überdurchschnittlich und kühlen in der Nacht unterdurchschnittlich ab. Die mittlere Lufttemperatur liegt in Schweizer Innenstädten um 1 bis 3° C über den Werten des Umlands. Während windschwachen Sommernächten mit wolkenlosem Himmel kann dieser Unterschied vom Stadtrand zum Stadtzentrum in der Stadt Zürich sogar mehr als 10° C betragen.

Die heisseren Temperaturen widerspiegeln sich in der Zunahme an Hitzetagen (Lufttemperatur von mind. 30°C) und Tropennächten (Nächte mit einer Lufttemperatur nicht unter 20° C). So werden gemäss aktuellen Klimaszenarien in der Kernstadt von Zürich im Zeitrahmen von 2021 bis 2040 eine Verdoppelung auf 44 Hitzetage und 50 Tropennächte erwartet. In peripheren Siedlungen, welche stärker begrünt sind, erwartet man hingegen weniger als 20 Hitzetage und 10 Tropennächten (Stadt Zürich, 2020). Auch wenn die Anzahl Frosttage bis 2100 wahrscheinlich stark abnehmen wird, muss in Zukunft trotzdem mit bis zu 50 Frosttagen im Höhenband zwischen 500 und 800m gerechnet werden (Remund et al., 2016).

Grünräume und grosse Bäume als natürliche Klimaanlage in Städten

Mit begrünten Flächen und unversiegelten Böden kann den städtischen Wärmeinseln entgegengewirkt werden. Insbesondere die Bepflanzung mit grosskronigen Bäumen wirkt sich als räumliches Element positiv auf das lokale Klima der Stadt- und Strassenräume aus (BAFU, 2018). Grünräume wärmen sich nicht so schnell auf und bewirken durch die Verdunstung von Wasser zusätzlich eine Kühlung der Luft. Neben der biologischen Vielfalt dienen Grünräume auch der Luftreinigung, liefern kühlere Luft in benachbarte Gebiete, ermöglichen Regenwasserversickerung, tragen zur Grundwasserneubildung bei und übernehmen eine Reihe weiterer Ökodieleistungen.

Auswirkungen des Klimawandels auf Stadtbäume

Die steigenden Temperaturen begünstigen die physiologische Aktivität der Bäume und beschleunigen in gewissem Rahmen die phänologische Entwicklung im Frühjahr. Jedoch wirkt eine erhöhte Temperatur auf den Baum indirekt durch eine verstärkte Verdunstung und verschärft damit die Wirkung von Trockenheit. Wiederkehrende Trockenheit und steigende Temperaturen

Trockenheit und Starkregenereignisse, Spätfrost im Frühling

Die Trockenheit während der Vegetationsperiode wird in Zukunft ein zunehmendes Problem darstellen. Ohne wirksame Massnahmen gegen die Klimaerwärmung werden die Sommerniederschläge zurückgehen (Modellrechnungen: von +3% bis -26%) und durch die höheren Temperaturen ist mit einer erhöhten Verdunstung zu rechnen. Trotz sinkender Niederschlagsmengen nehmen Starkregenereignisse wahrscheinlich in Häufigkeit und Intensität zu. In der kalten Jahreszeit werden die Niederschläge zunehmen, Klimamodelle zeigen bis Mitte des Jahrhunderts einen Anstieg von 5 bis 31% in den Monaten Dezember bis Februar (Fischer, 2018).

Wachstum, Transpiration und Photosynthese sind Beispiele physiologischer Leistungen, die durch Trockenheit stark beeinträchtigt werden. Bei starker Trockenheit kommt es zudem zur Kavitation des wasserleitenden Gewebes und zu einem hydraulischen Versagen des Baumes. Dies kann zu Mortalität führen, wobei es grosse Unterschiede in der Sensibilität einzelner Baumarten gibt (Arend et al., 2016). Aufgrund der höheren Temperaturen wird sich die Vegetationsdauer verlängern, wobei besonders der frühere Beginn problematisch sein kann, wenn Anfang Jahr trotz höheren Temperaturen Spätfrostereignisse auftreten können (Arbeitsgemeinschaft Ecoplan/SigmaPlan, 2007).

3.2 Der Einfluss des Klimawandels auf die Baumartenzusammensetzung in Mitteleuropa

Damit Stadtbäume ihre positiven Auswirkungen auf das Stadtklima wie Luftreinigung, Kühleffekt und Wasserspeicherung entfalten können, müssen Bäume vital sein. Die städtische Umwelt setzt Bäume jedoch oft harschen Bedingungen wie Überhitzung, Umweltverschmutzung, schadstoffbelastete Luft, begrenzte Wasserverfügbarkeit, Salzkontamination und schlechte Bodenqualität aus. Wurzeln und Baumkronen können sich im dicht bebauten städtischen Umfeld nur selten voll entwickeln. So erreichen Stadtbäume oft nur 50% der potentiellen Altersspanne, Strassenbäume sogar nur 25% (Roloff et al., 2009). Dazu kommt, dass Auswirkungen des Klimawandels den Hitze- und Trockenstress für städtische Bäume zusätzlich erhöhen. Heute gepflanzte Bäume müssen somit mit den Umweltbedingungen von morgen klarkommen, damit sie die positiven Leistungen erbringen können, die im Hinblick auf den Klimawandel immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Trockenheit als entscheidender Faktor

Angesichts des Klimawandels und der begrenzten Wasserverfügbarkeit im urbanen Umfeld wird die Trocken-Toleranz ein entscheidender Faktor hinsichtlich des Überlebens einer Baumart darstellen. Eine gewisse Plastizität von jungen - auch einheimischen - Gehölzen an Trockenheit und Temperatur ist jedoch möglich: Ihr Stoffwechsel kann auch nach starker Trockenheit wieder in Gang kommen und je nach Bedingungen kann Grösse und Gestalt der Blätter sowie das Verhältnis von Spross-Wurzelwachstum angepasst werden, um Wasserverlust zu minimieren und Stoffwechselprozesse aufrecht zu erhalten (Günthardt-Goerg et al., 2013, Bachmann, 2019).

Doch obwohl es gesamthaft weniger Frosttage geben wird, sind Spätfrostschäden besonders zum Frühlingsbeginn zu befürchten. Die verlängerte Vegetationsperiode und das frühere Beenden der Winterruhe der Bäume, kann zu einem Verlust der Frosthärte führen (Gu et al., 2008). Eine einzelne Frostnacht kann so verheerende Folgen für die Vegetation haben, denn bereits Temperaturen knapp unter dem Gefrierpunkt reichen aus, um Frostschäden zu verursachen (Körner et al., 2016).

Mittelmeer vs. Balkanregion

Baumarten aus dem Mittelmeerraum wären an die wärmeren Temperaturen angepasst und somit zwar trockenresistent, aber oft nicht winterhart. Deshalb eignen sich Baumarten aus kontinentalen Gebieten mit sowohl sommerlichen Trockenheitsphasen als auch Winterkälte besser für Siedlungsstandorte. Baumarten aus der kontinentalen Balkanregion wie Kroatien oder Bosnien-Herzegowina könnten dem prognostizierten Klima in der Schweiz um 2060 gewachsen sein (Hallegatte et al., 2007), aber auch Vorderasien oder Teile Nordamerikas können geeignet sein (Roloff, 2010). Baumarten aus der Balkanregion sind beispielsweise Zerr-Eiche (*Quercus cerris*),

Im Wettlauf gegen Schadorganismen: Vielfältige Baumbestände minimieren Risiken

Der Klimawandel beeinflusst jedoch nicht nur die Baumarten direkt, sondern auch die auf ihnen vorkommenden Schadorganismen und Krankheiten. Die höheren Temperaturen und das Ausbleiben von längeren Kälteperioden begünstigen das Vorkommen, die Vermehrung und die Etablierung von Schädlingspopulationen (Kehr & Rust, 2007). Sind die Bäume durch schlechte Umweltbedingungen geschwächt, nimmt die Anfälligkeit auf Krankheiten und Schadorganismen zu. Eine vielfältige Bepflanzung von verschiedenen Baumarten ist somit zu bevorzugen, da dies die Verbreitung der meist artspezifischen Schädlinge und Krankheiten verlangsamt und sich diese nicht flächendeckend ausbreiten können. Weiter minimiert eine breite Auswahl an Baumarten Risiken und die Verletzlichkeit des Baumbestandes bei klimatischen Veränderungen wie Trockenperioden und Spätfrosttagen und bietet eine Vielfalt an unterschiedlichen Ökosystemdienstleistungen.

3.3 Empfohlene Klimabäume in Mitteleuropa

Als Basis für die Auswahl der Klimabaumarten dienten drei Quellen:

-
- **Strassenbaumliste – empfohlene Baumarten von Grün Stadt Zürich**, Stand 2019: Aus dieser Liste wurden die Arten berücksichtigt, die als "klimatolerant" eingestuft wurden. Dies entspricht 33 Arten/Sorten (Anhang A4). Fünf Baumarten sind bereits in der Baumartenliste des Biodiversitätsindex 2014 enthalten.
 - Versuchsbaumartenliste aus dem Forschungs- und Innovationsprojekt "**Stadtgrün 2021: Neue Bäume braucht das Land!**" der Bayrischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Böll et al. 2019): Aus dieser Liste wurden alle Baumarten/Sorten berücksichtigt. Die Liste enthält 30 Arten/Sorten (Anhang A4). Sieben Baumarten sind bereits in der Baumartenliste des Biodiversitätsindex 2014 enthalten.
 - **GALK-Strassenbaumliste** (Abfrage vom 8.8.19 von <https://strassenbaumliste.galk.de>): Aus dieser Liste der Deutschen Gartenbauamtsleiterkonferenz GALK wurden alle Arten/Sorten berücksichtigt, die als "geeignet" oder "gut geeignet" für die Verwendung im Strassenraum eingestuft wurden. Diese Auswahl enthält 47 Arten/Sorten (Anhang A5). Sechs Baumarten sind bereits in der Baumartenliste des Biodiversitätsindex 2014 enthalten.
-

Die Schnittmenge dieser drei Quellen ergab 77 Baumarten / Baumsorten. In dieser Liste wurden bewusst Sorten oder Züchtungen aufgenommen, da oft gezielt auf Merkmale gezüchtet wird, die für künftige Klimabäume wichtig sind. Beispielsweise zeigt die Sorte *Sorbus latifolia* `Henk Vink` im Vergleich zur Wildform eine schmal-pyramidale Krone und ein schnelleres Wachstum. Die Sorte *Tilia americana* `Redmond` ist trockenstresstolerant und gilt weitgehend als schädlings- sowie krankheitsfrei.

Der Einfluss der Züchtung auf den Wert der Baumart für die Biodiversität ist allerdings schwierig abzuschätzen, da dazu Untersuchungen weitgehend fehlen.

4 Die neue Baumartenliste für den Biodiversitätsindex

Die definitive, neue Baumartenliste umfasst neu 105 Baumarten / Baumsorten, 66 Baumarten / Baumsorten wurden bereits im Biodiversitätsindex 2014 bewertet, 39 Baumarten / Baumsorten sind neu dazugekommen.

Die Liste basiert auf folgenden Grundlagen:

1. Die häufigsten Baumarten / Baumsorten der Städte Basel, Bern, Genf, Schaffhausen und Zürich.
2. Strassenbaumliste der empfohlenen Baumarten von Grün Stadt Zürich, die als klimatolerant eingestuft wurden, Stand 2019.
3. Versuchsbaumartenliste aus dem Forschungs- und Innovationsprojekt "Stadtgrün 2021: Neue Bäume braucht das Land!" der Bayrischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Böll et al. 2019).
4. GALK-Strassenbaumliste (Abfrage vom 8.8.19 von <https://strassenbaumliste.galk.de>), wobei alle Arten / Sorten berücksichtigt wurden, die als "geeignet" oder "gut geeignet" für die Verwendung im Strassenraum eingestuft wurden.

Beschreibung der Liste:

- 105 Baumarten: 14 dieser Baumarten/sorten gehören zu den 30 häufigsten Arten in allen fünf Städten, 6 zu den häufigsten in vier Städten, 7 in drei Städten, 14 in zwei Städten, 17 in einer Stadt und 47 der Arten/Sorten sind in keiner der 5 Städte auf der Liste der häufigsten Arten zu finden.
 - Die 30 häufigsten Arten/Sorten umfassen in Bern 83.5%, in Genf 72.7% und in Schaffhausen 66.8% aller gelisteten Arten/Sorten. Für Basel wurden die 30 häufigsten Strassenbaum-Arten/Sorten und die 30 häufigsten Grünflächen-Arten/Sorten separat betrachtet. Diese machten 75.8% respektive 69.5% aller Einträge in der jeweiligen Kategorie aus. In den Baumkatastern sind mehrheitlich Bäume auf öffentlichem Grund (Strassenbäume, Bäume von öffentlichen Grünräumen etc.) enthalten (mehr dazu im Abschnitt 2.3).
 - 43 Arten/Sorten sind sogenannte Klimabaumarten.
 - 28 (27 %) der Arten/Sorten kommen aus Europa, 26 kommen je aus Eurasien und aus Asien (je 25 %), 19 (18 %) aus Nordamerika, 1 aus Afrika und 5 sind Züchtungen aus Arten von zwei Kontinenten.
-

Tab. 5: Baumartenliste für den Biodiversitätsindex 2021

Die Baumartenliste für den Biodiversitätsindex 2021 umfasst 105 Arten/Sorten, die häufigsten Arten/Sorten aus den Städten Basel, Bern, Genf, Schaffhausen, Zürich u. Klimabaumarten (S. 16-18).

SWILD – Dezember 2021

Biodiversitätsindex 2021 für
Stadtbäume im Klimawandel

Gattung Art	Sorte / Züchtung	Baumname Deutsch	Basel	Bern	Genf	Schaffhausen	Zürich	Klimabaum
<i>Acer buergerianum</i>	/	Dreizahn-Ahorn						1
<i>Acer campestre</i>	/	Feldahorn	1	1	1	1	1	
<i>Acer cappadocicum</i>	/	Kolchischer Ahorn					1	
<i>Acer monspessulanum</i>	/	Französischer Ahorn						1
<i>Acer opalus</i>	/	Schneeball- blättriger Ahorn						1
<i>Acer palmatum</i>	/	Fächer Ahorn					1	
<i>Acer platanoides</i>	/	Spitz-Ahorn	1	1	1	1	1	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	/	Bergahorn	1	1	1	1	1	
<i>Acer rubrum</i>	'Scanlon'	Schmalkroniger Rotahorn						1
<i>Acer rubrum</i>	'Somerset'	Rot-Ahorn 'Somerset'						1
<i>Acer saccharinum</i>	/	Silber-Ahorn	1				1	
<i>Acer x freemanii</i>	'Autumn Blaze'	Flammen-Ahorn						1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	/	Rosskastanie	1	1	1	1	1	
<i>Aesculus x carnea</i>	/	Scharlach Rosskastanie	1	1			1	
<i>Ailanthus altissima</i>	/	Götterbaum						
<i>Alnus glutinosa</i>	/	Schwarz-Erle	1				1	
<i>Alnus incana</i>	/	Grau-Erle, Weiss- Erle						
<i>Alnus x spaethii</i>	/	Purpur-Erle					1	1
<i>Betula pendula</i>	/	Birken	1	1	1	1	1	
<i>Carpinus betulus</i>	/	Hainbuche, Weissbuche	1	1	1	1	1	
<i>Carpinus betulus</i>	'Frans Fontaine'	Hainbuche	1					1
<i>Catalpa bignonioides</i>	/	Gewöhnlicher Trompetenbaum						
<i>Cedrus atlantica</i>	/	Atlas-Zeder						
<i>Celtis australis</i>	/	Zürgelbaum	1	1	1		1	1
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	/	Japanischer Kuchenbaum						
<i>Cercis siliquastrum</i>	/	Gewöhnlicher Judasbaum						
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	/	Lawsons Scheinzypresse			1		1	
<i>Corylus colurna</i>	/	Baumhasel	1	1		1	1	
<i>Eucommia ulmoides</i>	/	Chinesischer Guttaperchabaum						1
<i>Fagus sylvatica</i>	/	Rotbuche	1	1	1		1	
<i>Fraxinus americana</i>	/	Weiss-Esche	1					
<i>Fraxinus excelsior</i>	/	Esche	1	1	1	1	1	
<i>Fraxinus ornus</i>	/	Blumen-Esche	1				1	1

Gattung Art	Sorte / Züchtung	Baumname Deutsch	Basel	Bern	Genf	Schaffhausen	Zürich	Klimabaum
Fraxinus pennsylvanica	'Summit'	Nordamerikanische Rotesche						1
Ginkgo biloba	'Fastigiata Blagon'	Ginkgo 'Fastigiata Blagon'						1
Ginkgo biloba	/	Ginkgo	1		1			1
Gleditsia triacanthos	'Skyline'	Lederhülsenbaum						1
Gleditsia triacanthos	/	Gleditschien (Gleditsia)		1			1	
Ilex aquifolium	/	Stechpalme					1	
Juglans nigra	/	Schwarznuss						1
Juglans regia	/	Baumnuss	1			1	1	
Larix decidua	/	gemeine Lärche		1		1	1	
Liquidambar styraciflua	'Worplesdon'	Amerikanischer Amberbaum						1
Liquidambar styraciflua	/	Amberbaum			1		1	1
Liriodendron tulipifera	/	Tulpenbaum	1	1				
Magnolia kobus	/	Kobushi-Magnolie					1	1
Malus sp.*	/	Äpfel		1		1	1	
Malus tschonoskii	/	Woll-Apfel						1
Metasequoia glyptostroboides	/	Urweltmammutbaum						
Ostrya carpinifolia	/	Hopfen-Buche	1					1
Parrotia persica	'Vanessa'	Parrotie						1
Parrotia persica	/	Persischer Eisenholzbaum	1				1	1
Paulownia tomentosa	/	Blauglockenbaum					1	
Picea abies	/	Fichte		1	1	1	1	
Picea omorika	/	Serbische Fichte					1	
Picea pungens	/	Stech-Fichte					1	
Pinus nigra	/	Schwarzföhre	1	1	1	1	1	
Pinus sylvestris	/	Föhre	1	1	1	1	1	
Platanus orientalis	'Minarette'	Platanen						1
Platanus orientalis	/	Morgenländische Platane						1
Platanus x hispanica	/	Ahornblättrige Platane	1	1	1	1	1	
Populus nigra	/	Schwarzpappel		1			1	
Populus tremula	/	Zitterpappel						
Populus x canadensis	/	Kanada-Pappel	1					
Prunus avium	/	Vogelkirsche, Süßkirsche	1		1		1	
Prunus cerasifera	/	Kirschlorbeer					1	
Prunus domestica	/	Kultur-Pflaume					1	
Prunus serrulata	/	Japanische Blütenkirsche					1	
Pterocarya fraxinifolia	/	Kaukasische Flügelnuss						

Gattung Art	Sorte / Züchtung	Baumname Deutsch	Basel	Bern	Genf	Schaffhausen	Zürich	Klimabaum
Pyrus sp.*	/	Birnen				1	1	
Quercus cerris	/	Zerr-Eiche, exotisch	1					1
Quercus frainetto	'Trump'	Ungarische Eiche						1
Quercus robur	/	Stiel-Eiche, einheimisch	1	1	1	1	1	
Quercus rubra	/	Amerikanische Spitzeiche	1	1		1		
Quercus petraea	/	Traubeneiche						
Quercus x hispanica	'Wageningen'	Spanische Eiche						1
Robinia pseudoacacia	/	Robinie	1	1	1	1	1	1
Salix alba	/	Weiss-Weide, Silber-Weide		1			1	
Salix caprea	/	Sal-Weide, Kätzchenweide						
Salix sepulcralis "Tristis"	/	Trauerweide						
Sequoiadendron giganteum	/	Riesenmammutba um						
Sophora japonica	'Regent'	Perlschnur- oder Honigbaum						1
Styphnolobium japonicum	/	Japanischer Schnurbaum			1		1	
Sorbus aria	/	Echte Mehlbeere						
Sorbus aucuparia	/	Vogelbeere, Eberesche						
Sorbus intermedia	/	Schwedische Mehlbeere					1	
Sorbus latifolia	'Henk Vink'	Breitblättrige Mehlbeere						1
Taxus baccata	/	gemeine Eibe	1	1	1	1	1	
Tilia americana	'Redmond'	Amerikanische Linde						1
Tilia cordata	/	Winterlinde	1	1	1		1	
Tilia x euchlora	/	Krimlinde	1	1				
Tilia henryana	/	Henrys Linde						1
Tilia mongolica	/	Mongolische Linde						1
Tilia platyphyllos	/	Sommerlinde	1	1	1	1	1	
Tilia tomentosa	'Brabant'	Silberlinde						1
Tilia tomentosa	/	Silberlinde	1		1			
Tilia x europaea	/	Holländische Linde	1	1			1	1
Tilia x flavescens	'Glenleven'	Kegel-Linde 'Glenleven'						1
Ulmus glabra	/	Bergulme						
Ulmus x hollandica	'Lobel'	Lobel-Ulme						1
Ulmus-Hybride	'New Horizon'	Ulmensorte 'New Horizon'						1
Ulmus-Hybride	'Rebona'	Ulmensorte 'Rebona'						1
Ulmus-Hybride	'Columella'	Ulmensorte 'Columella'						1
Zelkova serrata	'Green Vase'	Zelkove						1
Zelkova serrata	/	Japanische Zelkove						1

5 Prüfen weiterer funktioneller Organismengruppen als Leitgruppen

5.1 Die Wahl zusätzlicher Organismengruppen

Die Auswahlkriterien für die fünf bisher ausgewählten Organismengruppen sind in Abschnitt 1.2 beschrieben. Die Überarbeitung des Biodiversitätsindex bot die Gelegenheit, die ausgewählten Organismengruppen zu prüfen und zu diskutieren, ob für eine umfassende Abstützung des Biodiversitätsindex der Stadtbäume sinnvollerweise weitere Organismengruppen hinzugezogen werden sollten.

In der Diskussion wurden zwei Bereiche identifiziert, die bisher nicht einbezogen worden waren:

-
1. Bäume als Standort für Epiphyten
 2. Der Wurzelraum von Bäumen und ihr Einfluss auf Bodenorganismen
-

Epiphyten sind Pflanzen, die auf anderen Pflanzen wachsen. Bäume dienen diesen Pflanzen als Substrat. In Europa wachsen vor allem Algen, Moose, Flechten und Farne auf Bäumen. Gemäss den in Abschnitt 1.2 definierten Kriterien wurden für urbane Lebensräume **Moose** und **Flechten** als relevant beurteilt.

Im Wurzelraum von Bäumen leben eigene, reiche Lebensgemeinschaften, welche unter anderem für die Fruchtbarkeit des Bodens und für den Abbau von Abfallstoffen von grosser Bedeutung sind. Welche Rolle diese Lebensgemeinschaften für den städtischen Raum haben, wo Böden in vielerlei Hinsicht durch den Menschen verändert und beeinflusst werden, ist erst wenig untersucht. Gemäss den in Abschnitt 1.2 definierten Kriterien wurden für urbane Lebensräume **Mykorrhizapilze** als relevant bestimmt, die mit Bäumen bzw. deren Wurzeln Symbiosen eingehen können.

5.2 Moose

Moose sind im Vergleich zu Gefässpflanzen konkurrenzschwach und weichen deshalb auf schwierig zu besiedelnde und nährstoffarme Standorte wie Steine oder Baumrinden aus. Besonders die stein- und baumbewohnenden Moose sind, anders als andere Moosarten, resistenter gegen Austrocknung. Durch die Nährstoffaufnahme über den Niederschlag bringen Moose Nährstoffe aus der Atmosphäre ins Ökosystem und können Niederschlag speichern. Sie sind somit wichtige Akteure im Nährstoff- und Wasserkreislauf, bieten aber auch Lebensraum für die Kleintierwelt und ein Keimbett für Blütenpflanzen (Frahm, 2001).

Die Gattung, der Standort und das Alter der Bäume sind ausschlaggebend, ob und welche Moose wachsen. So bietet die raue Borke einer alten Linde bessere Möglichkeiten für Moose, sich festzusetzen, als die glatte Rinde einer Birke. Bei der Anzahl Moosarten auf einem Baum spielt die Sukzession eine Rolle: junge Bäume bieten vielfach Lebensraum für wenige Moosarten. Mit zunehmendem Baumalter nimmt die Zahl der Moosarten sowohl am Stamm, als auch in der Baumkrone zu.

Auch im Siedlungsraum und in der Stadt findet man Moose. Eine Studie in London zeigte, wie Moose nach einem enormen Rückgang - aufgrund schlechter Luftqualität durch erhöhte Russ- und Schwefeldioxidbelastung - sich mit verbesserter Luftqualität wieder stark ausbreiteten (Duckett and Pressel, 2019). Moose können somit auch als Zeigerpflanzen fungieren. Aufgrund der wichtigen Ökosystemdienstleistungen wurden Moose im erweiterten Biodiversitätsindex berücksichtigt.

Ein Expertenteam bestehend aus Dr. Ariel Bergamini (WSL), Markus Meier (UZH), Dr. Norbert Schnyder (FUB), Dr. Thomas Kiebacher (UZH) und Dr. Edi Urmi (UZH) bewertete die Bäume anhand des Potentials, als Lebensraum für Moose zu dienen.



Abb. 2: Flechten und Moose auf einem Baumstamm eines Stadtbiums.

5.3 Flechten

Eine Flechte ist eine symbiotische Lebensgemeinschaft zwischen Pilzen (Mykobionten) und Photosynthese betreibenden Photobionten wie Grünalgen oder Cyanobakterien. Flechten wachsen auf den unterschiedlichsten Untergründen wie Steinen, Bäumen oder Hauswänden und können an vielbefahrenen Strassen vorkommen. Viele Flechten wachsen nur sehr langsam, meist nur wenige Millimeter im Jahr, und haben bei extremen Lebensbedingungen Vorteile gegenüber den sonst konkurrenzstärkeren Moosen (Henssen et al., 1974).

Gleich wie Moose nehmen Flechten Nährstoffe aus Niederschlag oder der Luft auf und sind wichtige Bioindikatoren, da sie sehr empfindlich auf Schadstoffe und Luftverschmutzung reagieren. Wobei früher die Schwefeldioxidbelastung für den Rückgang der Flechten verantwortlich war, setzt heute im Schweizer Mittelland die hohe Stickstoffbelastung den Flechten zu (Reckel et al., 1999).

Flechten, welche auf Bäumen wachsen, sind keine Parasiten und haben keine negativen Auswirkungen auf den Baum. Wie bei Moosen, spielen der Standort und das Alter des Baumes eine Rolle, wobei alte Bäume im Allgemeinen eine höhere Artenzahl an Flechten aufweisen. Alte Bäume enthalten eine Vielzahl an Mikrohabitaten auf und haben oft eine porösere Rinde, welche das Wasser sammelt und für Flechten gute Bedingungen bereithält. Rinde, welche wie bei Platanen oder Rosskastanien abblättert, ist für die langsam wachsenden Flechten ungeeignet.

Wichtig für Flechten ist ausserdem der pH-Wert der Baumrinde, wobei beispielsweise Eichen mit einer leicht säurehaltigen Rinde einen guten Lebensraum für viele Flechten darstellen, aber auch basische Rinden, wie die eines Bergahorns, für bestimmte Arten günstig sind. Da Flechten empfindlich auf Luftschadstoffe reagieren, können sie als Umweltgütezeiger für die Luftqualität genutzt werden (Frahm et al., 2010).

Flechten können auf bestimmte Baumarten spezialisiert sein, wohingegen Moose eher auf Gattungsebene spezialisiert sind und innerhalb einer Gattung keine bevorzugten Baumarten ersichtlich sind. Sie bieten Tieren nebst Nahrung auch Lebensraum und Tarnung vor Fressfeinden. So dienen Flechten unter anderem vielen Larven von Schmetterlingen, Schnecken und Milben eine Nahrungsgrundlage. Verschiedene Nachtfalter tarnen sich mit Flechtenstücken und Vögel verwenden Flechten für den Nestbau.

5.4 Mykorrhizapilze

Als Mykorrhiza wird eine Form der Symbiose zwischen Pilzen und Pflanzen bezeichnet, wobei Mykorrhizapilze der Pflanze Nährstoffe wie Phosphat, Nitrat und Wasser liefern und im Gegenzug von der Pflanze Photosyntheseprodukte wie Zucker erhalten. Der Austausch erfolgt über ein Feinwurzelsystem: Ektomykorrhizapilze ummanteln die Wurzelzellen der Pflanzen, Endomykorrhiza (davon ein Grossteil arbuskuläre Mykorrhiza) dringen in die Wurzelzellen ein.

Symbiosen zwischen Bäumen und Mykorrhizapilzen sind häufig. Meist geht eine Baumart spezifisch Symbiosen mit entweder Endomykorrhiza (auch bis 20 verschiedene Endomykorrhiza-Arten) oder mit Ektomykorrhiza (teilweise 60 – 100 verschiedene Ektomykorrhiza-Arten) ein, manchmal können Bäume aber auch Verbindungen zu Endo- als auch Ektomykorrhiza eingehen.

Bei den Mykorrhizapilzen gibt es Spezialisten, welche nur bei einer bestimmten Baumart vorkommen, beispielsweise der Lärchenröhrling bei der Lärche (Bruns et al., 2002). Nadelbäume gehen meist mehr spezifische Symbiosen mit Mykorrhizapilzen ein als Laubbäume, wobei die Mykorrhizapilze sich meist generell auf Nadelbäume statt Laubbäume spezialisierten und weniger auf eine bestimmte Baumart. Neuste Studien zeigen aber, dass die Baumart einen wichtigen Einfluss auf die Mykorrhiza-Zusammensetzung hat und es mehr Spezialisten gibt, als bisher angenommen (Wijk et al., 2018).

Trotzdem sind Mykorrhizapilze in der Regel Wirtsgeneralisten, welche stark auf Umweltgradienten reagieren: so entscheiden beispielsweise das Stickstoff-Phosphat-Verhältnis, der pH-Wert des Bodens und die Jahresdurchschnittstemperatur über die Verbreitung und das Artvorkommen von Mykorrhizapilzen (Wijk et al., 2018). Dies zeigte auch eine breit angelegte Studie, welche erstmals grossflächig die Diversität und Verteilung von unterirdischen Baumsymbionten der Klimaregion Europa und der dort am häufigsten vorkommenden Baumarten untersuchte, dass Boden, atmosphärische Deposition und Klimavariablen die Artenverteilung der Ektomykorrhiza-Gemeinschaft steuern (Wijk et al., 2018).

Da die meisten Mykorrhizapilze mit verschiedenen Baumarten Symbiosen eingehen und die Baumart, im Vergleich zu Umweltparametern, eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint, ist nach dem heutigen Wissensstand eine Bewertung des Einflusses einzelner Baumarten auf das Vorkommen von Mykorrhizapilzen nur in wenigen Fällen möglich. Aus diesen Gründen wurden Mykorrhiza nicht in die Organismengruppen für den erweiterten Biodiversitätsindex aufgenommen.

6 Einbezug des Kronenvolumens, der Blattmasse und des Baumalters

6.1 Einfluss des Kronenvolumens auf die Biodiversität

6.1.1 Baumarten und ihr Kronenvolumen

Mit dem Zuwachs des Kronenvolumens eines Baums nehmen auch die Ökosystemleistungen zu, die ein Baum erbringen kann, er verdunstet z.B. mit zunehmendem Kronenvolumen mehr Wasser oder produziert mehr Sauerstoff. Auch die Bedeutung für die Biodiversität nimmt mit dem Volumen der Baumkrone zu. So nimmt beispielsweise die Anzahl Blüten eines Baums oder die Anzahl Früchte oder Zapfen, die er trägt, zu, oder die potentiellen Brutplätze oder Ruheplätze werden zahlreicher.

Allerdings erreicht nicht jede Art/Sorte im ausgewachsenen Stadium das gleiche Kronenvolumen. Der Feldahorn gehört beispielsweise zu den Arten mit einem eher kleinen Kronenvolumen, während der Spitzahorn eine viel grössere Krone ausbilden kann. Der Unterschied kann dabei beträchtlich sein. Das Kronenvolumen eines ausgewachsenen, durchschnittlichen Spitzahorns kann das Fünffache des Kronenvolumens eines ausgewachsenen, durchschnittlichen Feldahorns ausmachen (Tab. 6).

Tab. 6: Durchschnittliche Masse der beiden Baumarten Feldahorn und Spitzahorn

Masse	Feldahorn	Spitzahorn
Durchschnittliche Höhe	10 bis 15 m	20 bis 30 m
Durchschnittliche Kronenbreite (Durchmesser)	10 bis 16 m	15 bis 22 m
Durchschnittliches Volumen	777 m ³	3942 m ³
Maximales Kronenvolumen	2000 m ³	6800 m ³

Die Berechnung des Kronenvolumens

Das Kronenvolumen des Baumes wurde aufgrund von Literaturwerten berechnet. Wo möglich wurden die Werte aus der GALK-Liste verwendet. Wo diese fehlten, wurden Massangaben von Baumschulen beigezogen.

Liste der Quellen von welchen die Baummasse für die Berechnung der Baumkronenvolumen und zur Bestimmung der Wuchsgeschwindigkeit (siehe Hinweis auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Baumarten) beigezogen wurde, falls in der GALK-Liste keine Werte enthalten waren:

- Die Forst-Pflanze.de, <https://www.die-forstpflanze.de>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Ebben – trees since 1862, <https://www.ebben.nl/de>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Handbuch der Ulmengewächse, <https://www.ulmen-handbuch.de>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Hausgarten.net, <https://www.hausgarten.net>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Mein schöner Garten, <https://www.mein-schoener-garten.de>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Lorenz von Ehren – die Baumschule seit 1865, <https://shop.lve-baumschule.de>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Pflanz mich, <https://www.pflanzmich.ch>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Resista, <https://resista-ulmen.com>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Safro Milan Havlis, <https://www.havlis.cz>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21

- Wikipedia, <https://de.wikipedia.org>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21
- Van den Berk Baumschulen, <https://www.vdberk.de>, zuletzt aufgerufen: 9.4.21

Da die meisten Bäume in der Stadt ihr mögliches Potential nicht erreichen können, haben wir jeweils mit den Durchschnittswerten gerechnet. Wir gehen damit von einem 100-jährigen, gesunden, durchschnittlichen Baum an einem guten Standort aus.

Für die Berechnung des Volumens wurde für die Form der Baumkrone vereinfachend ein Ellipsoid angenommen. Die beiden Ellipsoiddurchmesser ergaben sich durch die Baumhöhe minus 3 Meter für den Stamm und die Kronenbreite.

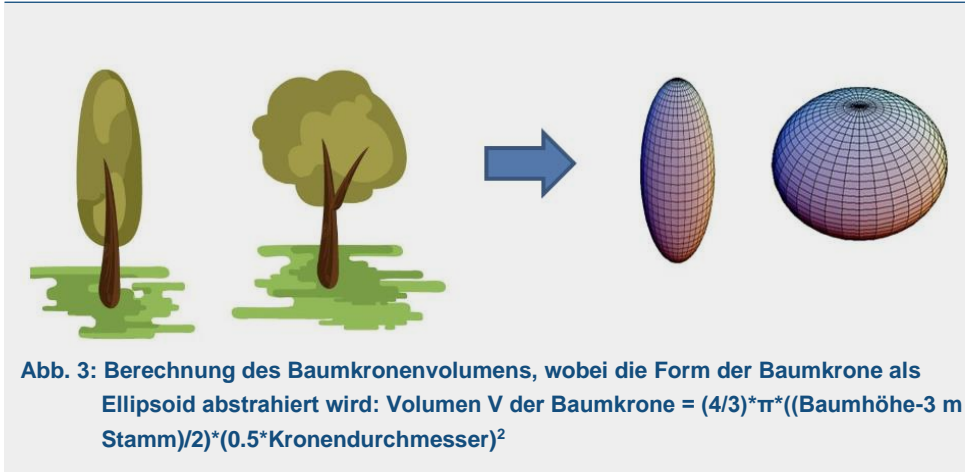


Abb. 3: Berechnung des Baumkronenvolumens, wobei die Form der Baumkrone als Ellipsoid abstrahiert wird: Volumen V der Baumkrone = $(4/3) \cdot \pi \cdot ((\text{Baumhöhe} - 3 \text{ m Stamm})/2) \cdot (0.5 \cdot \text{Kronendurchmesser})^2$

Wachstumsgeschwindigkeit und Baumalter

Das Geschwindigkeit, mit der das Kronenvolumen erreicht wird, unterscheidet sich ebenfalls von Art zu Art. Roloff (2013) unterscheidet vier Baumarten-Typen, die im Verlauf der Sukzession eines Waldes vom Beginn der Besiedlung einer Freifläche bis zum Klimaxstadium typischerweise bei den Baumarten dominieren oder vorkommen können (Tab. 7). Neben unterschiedlichen Eigenschaften weisen diese Baumarten-Typen im Verlauf ihres Lebens vom Jungbaum bis zum Lebensende ein unterschiedliches Baumwachstum auf.

Einbezug des Kronenvolumens in den Biodiversitätsindex?

Anhand der Angaben zu den Bäumen im Baumkataster der Stadt Zürich können Wachstumskurven von Baumarten berechnet werden. Die Berechnungen zeigen, dass diese Wachstumskurven nicht den idealisierten Wachstumskurven der Baumarten-Typen nach Roloff entsprechen. Dies hat u.a. damit zu tun, dass die Wachstumsbedingungen an vielen Standorten im städtischen Raum und insbesondere im Strassenraum alles andere als ideal sind und sich auch zwischen den Standorten sehr stark unterscheiden können. Hinzu kommt, dass unterschiedliche Baumarten verschieden auf nicht ideale Bedingungen reagieren und sich dies unterschiedlich auf das Baumwachstum und Kronenvolumen auswirkt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass Bäume im ländlichen Raum tendenziell ein größeres Volumen erreichen, auch wenn städtische Bäume eine höhere Wachstumsgeschwindigkeit erreichen können (Quigley, 2004). Oft ist letzteres bei städtischen Bäumen jedoch mit einer viel früheren Mortalität verbunden (Smith, Dearborn, & Hutyra, 2019).

Kein Einbezug des potentiellen Kronenvolumens im Biodiversitätsindex von Strassenbäumen

Anhand dieser Überlegungen kamen wir zum Schluss, dass ein Einbezug des Kronenvolumens beim Biodiversitätsindex an belasteten Standorten, z.B. im Strassenraum, nicht sinnvoll ist. Die Bäume können an diesen Standorten ihr Potential nicht ausschöpfen und oft auch ihr mögliches Lebensalter nicht erreichen, bei welchem sich erst unterschiedliche Kronenvolumina von Baumarten zeigen würden und die Biodiversität positiv beeinflusst werden könnte.

Tab. 7: Baumartentypen nach Roloff (2013), Eigenschaften und typische Vertreter.

Baumartentypen	Eigenschaften	Wachstum	Typische Vertreter
Pionierbaumart	Wachsen auf Freiflächen als erste, hoher Lichtbedarf, unempfindlich gegen Frost und Hitze, Wasser und Nährstoffmangel etc.	schnelles Jugendwachstum, das bald nachlässt, geringe Lebenserwartung: bis ca. 100 Jahre	Silberbirke (<i>Betula pendula</i>) Silberweide (<i>Salix alba</i>)
Übergangsbaumart	Treten im Übergang von der Pionier- zur Klimaxphase auf	rel. schnelles Jungenwachstum, geringere Lebenserwartung als Klimaxbaumarten	Apfelbaum (<i>Malus domestica</i>) Sommerlinde (<i>Tilia platyphyllos</i>)
Klimaxbaumart	Baumtyp des Klimaxstadiums, spätes Erlangen der Blühreife (z.T. erst mit 50 Jahren), Produktion schwerer Früchte, Schattenbaumarten	mässiges Jugendwachstum, hält bis ins Alter an, Lebenserwartung: 300 Jahre und mehr	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>) Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)
Dauerbaumart	Können von der Pionier- bis zum Schlusstadium dominieren (je nach Standort)	Stetes, langsames Wachstum	Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>) Europäische Eibe (<i>Taxus baccata</i>)

Einbezug des potentiellen Kronenvolumens im Biodiversitätsindex bei Bäumen an geeigneten Baumstandorten

Der Einbezug des Durchschnittsvolumens in den Biodiversitätsindex von Bäumen, die an geeigneten Standorten wachsen, macht jedoch Sinn, denn hier können die Bäume ihr Wachstumspotential erreichen und Unterschiede zwischen den Baumarten ausbilden. Bei Bäumen in Parkanlagen, Grünanlagen oder Gärten soll das Volumen also in den Index einfließen. Ein Spitzahorn kann z.B. nach 100 Jahren eine ungleich grössere Krone aufweisen als ein Feldahorn und deshalb quantitativ gesehen einen grösseren Beitrag an die Biodiversität leisten.

Wir gehen beim Einbezug des Durchschnittsvolumens in den Index wie folgt vor:

1. Berechnung des Durchschnittsvolumens der 105 Baumarten der Baumartenliste: 1354 m³
2. Bäume, die ein grösseres Volumen als der Durchschnitt der Baumartenliste erreichen, erhalten aufgrund des grossen Volumenpotentials einen leicht höheren Index.
3. Um die grosse Spannweite der Volumina der 105 Baumarten (von 1 m³ bis 12'600 m³) in eine vergleichbare Skala zu bringen, werden die Volumina logarithmiert. Dies ergibt Werte zwischen 0 und 4,1.
4. Damit die Erhöhung des Index aufgrund des Volumens eine Indexsteigerung von maximal einer Klasse nicht übersteigt und damit das Volumen nicht zu stark gewichtet wird, wird der Umkehrbruch des logarithmierten Volumens gerechnet. Die skalierten Werte liegen dadurch zwischen 0 und 1.

5. Da jedoch durch den Umkehrbruch grosse Volumenwerte eine tiefe Dezimalzahl und kleine Volumenwerte eine hohe Dezimalzahl erhalten, wird das logarithmierte Volumen zuvor noch von 5 subtrahiert. Dadurch bleibt das Verhältnis der Zahlen gleich, die grossen Volumen ergeben nach der Berechnung nun grosse Dezimalzahlen, kleine Volumen ergeben kleine Dezimalzahlen. Der Biodiversitätsindex wird somit stärker erhöht, wenn der Baum ein grosses Volumen aufweist.
6. Zusammengefasst: Ist das Durchschnittsvolumen eines Baumes $> 1354 \text{ m}^3$, so wird zum Biodiversitätsindex das Kronenvolumen als $1/(5-\log(v))$ dazugerechnet, wobei v für das Volumen des Baums steht.

Hinweis auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Baumarten

Gemäss der Beschreibung der Baumarten-Typen weisen die verschiedenen Baumarten unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten auf und unterscheiden sich auch beträchtlich in ihrer Lebenserwartung. Je nach Baumstandort und Ansprüchen an die Bäume und ihren Ökosystemleistungen kann es deshalb Sinn machen, einen Baum zu pflanzen, der ein schnelles Jugendwachstum aufweist und schnell ein möglichst grosses Kronenvolumen erreicht (z.B. an einer Strasse oder auf einem Schulareal). An einem anderen Standort kann es angebracht sein, einen Baum zu pflanzen, der langsam wächst und ein hohes Alter erreichen kann (z.B. in einem Park oder einem Garten).

Die Zusatzinformation, ob eine Baumart langsam- oder schellwachsend ist, wurde somit bei allen Baumarten mit Angaben aus der GALK-Liste ergänzt. Arten, die in der GALK-Liste nicht aufgeführt sind, wurden mittels weiterer Angaben von Roloff (2013), Baumschulen und Gartenbauunternehmen (Liste Abschnitt 6.1.1) oder aufgrund von Expertenmeinungen eingeteilt.

6.2 Einfluss der Blattmasse auf die Biodiversität: fehlende Angaben

Die Blattmasse wäre eine interessante Ergänzung zum Baumkronenvolumen, als Mass für das Angebot an Lebensraum und Nahrung, die ein Baum zur Verfügung stellt. Zwischen den Baumarten gibt es beträchtliche Unterschiede bei ihren Blattmassen. So weisen oft Pionierbaumarten wie z.B. die Birke (*Betula pendula*) oder Zitterpappel (*Populus tremula*) eher eine lockere Blattanordnung auf, während viele Klimaxbaumarten wie z.B. der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) oder die Winterlinde (*Tilia cordata*) eine dichte Blattanordnung aufweisen (Roloff 2013).

Um Daten zur Blattmasse der 105 Baumarten zu erhalten, suchten wir in der Datenbank „TRY“ nach den entsprechenden Angaben. Die Datenbank „TRY“ bietet einen freien Zugang zu globalen Pflanzendaten. Über 11 Millionen Messwerte von 2'100 Pflanzenvariablen und 160'000 verschiedenen Pflanzenarten sind in der Datenbank, welche von Future Earth, dem Max-Planck-Institut für Biogeochemie und dem Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) geleitet wird, vorhanden. Die Abfrage der Datenblätter zeigte jedoch, dass systematische Untersuchungen zur Blattmasse von Bäumen fehlen. In einem Datenblatt von der Datenbank „TRY“ stimmten von 353 Pflanzenarten mit Angaben zur Blattmasse nur acht Arten mit unserer Baumartenliste überein.

Eine andere Möglichkeit, die Blattmasse zu berechnen, wäre, das Kronenvolumen von Bäumen zu modellieren (z.B. wie in Abschnitt 6.1.1 mit der Volumenformel für ein Ellipsoid) und dann mit artspezifischen Blattmassenkonstanten (z.B. mit experimentell ermittelten Blattmasse-Volumen-Verhältnissen) zu multiplizieren. Karlik & Winer (1999) haben in ihrer Studie die Genauigkeit dieses rechnerischen Ansatzes für Bäume im Siedlungsraum überprüft. So wurde einerseits das Kronenvolumen mit einer baumartenspezifischen Blattmassenkonstanten (LMA, Blattmasse pro Volumen) multipliziert, um die Gesamtblattmasse zu schätzen. Diese Werte wurden dann mit einer direkten Auszählung der Blattmasse einzelner Bäume verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass Schätzungen der Gesamtblattmasse innerhalb von 50% der tatsächlichen Werte liegen können. Bei den 21 Bäumen in dieser Studie lagen die Abweichungen der Summen der Blattmassenschätzungen innerhalb von 20% der Summe der gemessenen Blattmassen.

Die fehlenden Daten für die meisten Baumarten der Artenliste für den Biodiversitätsindex und die ungenauen Schätzmethode für Stadtbäume führten dazu, dass wir uns gegen den Einbezug dieses Masses in den Biodiversitätsindex entschieden.

Das Alter eines Baums ist ein weiterer Faktor, welcher seine Bedeutung für die Biodiversität massgeblich beeinflusst, wobei der Wert für die Biodiversität im Allgemeinen mit zunehmendem Alter zunimmt. Alte Bäume weisen neben einem grossen Kronenvolumen auch eine Vielzahl von Strukturen auf, die bei einem jungen Baum noch nicht ausgebildet sind, etwa Hohlräume, Stammhöhlen, abgebrochene Äste und Totholz, Strukturen, welche vor allem bei den ältesten Bäumen zu finden sind (Juillerat & Vögeli, 2006), und die für Tausende von Tier- und Pflanzenarten und sowie für Pilz-, Moos- und Flechten-Arten enorm wertvoll sind (www.totholz.ch).

Im Siedlungsraum eröffnet sich im Zusammenhang mit Alt- und Totholz ein Spannungsfeld zwischen Sicherheitsbedürfnissen und Haftungsrisiken einerseits (Muff 2012) und dem grossen ökologischen Stellenwert von alten Bäumen und Totholz andererseits. Sicherheitsvorschriften bei Strassenbäumen und bei der Pflege der Bäume entlang von Wegen selbst in Waldgebieten lassen hier oft wenig Spielraum. Auf den ersten Blick scheinen deshalb Alt- und Totholz im Siedlungsraum nicht die gleiche Rolle spielen zu können wie im Wald.

Möller (2012) nennt jedoch gerade historische Parkanlagen und Alleen als häufige Relikt- und Refugialstandorte der gefährdeten Baumhöhlenfauna, weil hier die Ausschöpfung des natürlichen Wuchspotentials, anders als im Wirtschaftswald, aus gestalterischen Gründen kontinuierlich gefördert worden ist. Alte Bäume sind zudem Repräsentanten einer früheren Zeit, in der die Verbreitung bestimmter Tier- und Pflanzenarten noch häufiger war. Heute können etwa alte Parkbäume letzte Rückzugsorte von Tieren oder Pflanzen sein, die im umgebenden Siedlungsraum ausgestorben sind. Werden diese alten Bäume gefällt, gehen mit ihnen unwiederbringlich die letzten Vorkommen dieser Tiere verloren (Juillerat & Vögeli, 2006). Unter diesem Gesichtspunkt sind deshalb nicht nur alte Bäume allgemein für die Biodiversität sehr wichtig, sondern es ist auch jeder einzelne alte Baum wichtig und nach Möglichkeit zu erhalten.

Alte Bäume sind also für die Biodiversität enorm wichtig und wertvoll. Vitale alte Bäume im Siedlungsraum haben zudem bewiesen, dass sie auch bei den sich stark verändernden Bedingungen der letzten 50 bis 100 Jahre behaupten konnten und sehr anpassungsfähig sind. Auch dies ein wichtiger Grund für ihre hohe Erhaltungswürdigkeit.

Wenn man Bedeutung und Zukunftsaussichten von Bäumen betrachtet, müssen «vitale Strassenbäume schon ab einem Alter von 40 Jahren als besonders schützenswert gelten, denn diese Bäume haben damit bereits ihre Zukunftsfähigkeit aufgezeigt. Knapp die Hälfte der Hamburger Straßenbäume ist über 40 Jahre alt und besitzt das Potenzial, zunehmende Probleme mit Baumkrankheiten, Baumschädlingen, Schadstoffen und den sich abzeichnenden Folgen des Klimawandels zu bewältigen. Der Schutz dieses bereits etablierten Baumbestands ist deshalb ein zentraler Aspekt nachhaltiger Stadtentwicklung, die Umwelt-, Grün-, Sozial- und Gesundheitspolitik verknüpfen muss.» (Zitat aus dem Entwicklungskonzept Stadtbäume des Hamburger Projekts «Stadtbäume im Klimawandel», Dickhaut & Eschenbach (2019).

Das Baumalter ist also ein relevanter Faktor für den Wert, den ein Baum für die Biodiversität bedeutet. Gleichzeitig ist der Einfluss des Alters auf den Wert für die Biodiversität vom Baumindividuum abhängig und je nach Standortsituation wieder anders zu beurteilen. Im allgemeinen Biodiversitätsindex fliesst das Baumalter als Faktor für einen typischen Baum an einem geeigneten Standort in Form des Baumkronenvolumens ein und muss also nicht zusätzlich einbezogen werden.

7 Der neue Biodiversitätsindex unter Einbezug neuer Faktoren

7.1 Die Bewertung der Bäume für sieben Organismengruppen

Der neue Biodiversitätsindex basiert auf der Bewertung der sieben Organismengruppen Moose, Flechten, Wildbienen, Käfer, Schmetterlinge, Vögel und Säugetiere. Die Experten der fünf Organismengruppen, welche die Bäume im Biodiversitätsindex 2014 bewertet hatten, wurden mehrheitlich auch für die Bewertung der Bäume für den Biodiversitätsindex 2021 beigezogen. Neue Experten kamen für die Moose und Flechten hinzu, ebenso für die Vögel.

Tab. 8: Organismengruppen, für welche die Baumarten von Expert*innen bewertet wurden.

Organismengruppen	Expert*innen Biodiversitätsindex 2021
Moose	Dr. Ariel Bergamini (WSL)* Markus Meier (UZH)* Dr. Norbert Schnyder (FUB AG)* Dr. Thomas Kiebacher (UZH)* Dr. Edi Urmi (UZH)*
Flechten	Prof. Dr. Christoph Scheidegger (WSL)* Dr. Mathias Vust (WSL)*
Wildbienen	Dr. Andreas Müller (Natur Umwelt Wissen) Dr. Antonia Zurbuchen (Leiterin Naturzentrum Pfäffikersee)
Käfer	Adrienne Frei, dipl. Forsting. ETH (selbst. Käferspezialistin, Zürich) Roman Graf (Schweizerische Vogelwarte Sempach)
Schmetterlinge	Thomas Kissling (selbst. Schmetterlingspezialist, Zürich)
Vögel	Dr. Thomas Sattler (Schweizerische Vogelwarte Sempach) Petra Horch (Schweizerische Vogelwarte Sempach) Roman Graf (Schweizerische Vogelwarte Sempach)
Säugetiere	Dr. Fabio Bontadina (SWILD Zürich)*

* Abkürzungen:

WSL: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf

UZH: Universität Zürich

FUB: Forschungsstelle für Umweltbeobachtung AG, Rapperswil

SWILD: Forschungs- u. Beratungsgemeinschaft SWILD, Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation, Zürich

7.2 Die Berechnung des Biodiversitätsindex 2021 von Strassenbäumen

Bei der Berechnung des Biodiversitätsindex werden die Baumwerte für die 7 Organismengruppen einbezogen. Bei jeder Baumart wird zusätzlich die Information zu ihrem Baumwachstum angefügt.

1. Bewertung der Baumart bezüglich ihres Werts für die 7 Organismengruppe mit Werten von 1 (nicht wertvoll) bis 5 (sehr wertvoll). Falls mehrere Expert*innen eine Organismengruppe beurteilt haben und die Beurteilungen voneinander abweichen, wurde mit dem Durchschnittswert der Beurteilungen gerechnet.
 2. Berechnung des Durchschnitts der Bewertungen für die sieben Organismengruppen.
 3. Zuweisung der Werte in 4 Klassen (Werte zwischen 1-1,9: orange, 2-2,9: gelb, 3-3,9: hellgrün, 4-5: mittelgrün).
-

7.3 Die Berechnung des Biodiversitätsindex 2021 von Parkbäumen

Bei der Berechnung des Biodiversitätsindex für Bäume in Grünanlagen und Gärten werden die Baumwerte für 7 Organismengruppen und zusätzlich das potentielle Kronenvolumen der Bäume mit einbezogen. Bei jeder Baumart wird zusätzlich die Information zu ihrem Baumwachstum angefügt.

Vorgehen bei der Berechnung:

1. Bewertung der Baumart bezüglich ihres Werts für die 7 Organismengruppe mit Werten von 1 (nicht wertvoll) bis 5 (sehr wertvoll). Falls mehrere Expert*innen eine Organismengruppe beurteilt haben und die Beurteilungen voneinander abweichen, wurde mit dem Durchschnittswert der Beurteilungen gerechnet.
 2. Berechnung des Durchschnitts der Bewertungen für die sieben Organismengruppen.
 3. Ist das Durchschnittsvolumen eines Baumes $> 1354 \text{ m}^3$, so wird zur Expertenbewertung das Kronenvolumen als $1/(5-\log(v))$ dazugerechnet. Eine Erklärung dieser Formel ist unter 6.1.1 (Einbezug des potentiellen Kronenvolumens im Biodiversitätsindex bei Bäumen an geeigneten Baumstandorten) nachzulesen.
 4. Zuweisung der Werte in 5 Klassen (Werte zwischen 1-1,9: orange, 2-2,9: gelb, 3-3,9: hellgrün, 4-4,9: mittelgrün, 5-6: dunkelgrün).
-

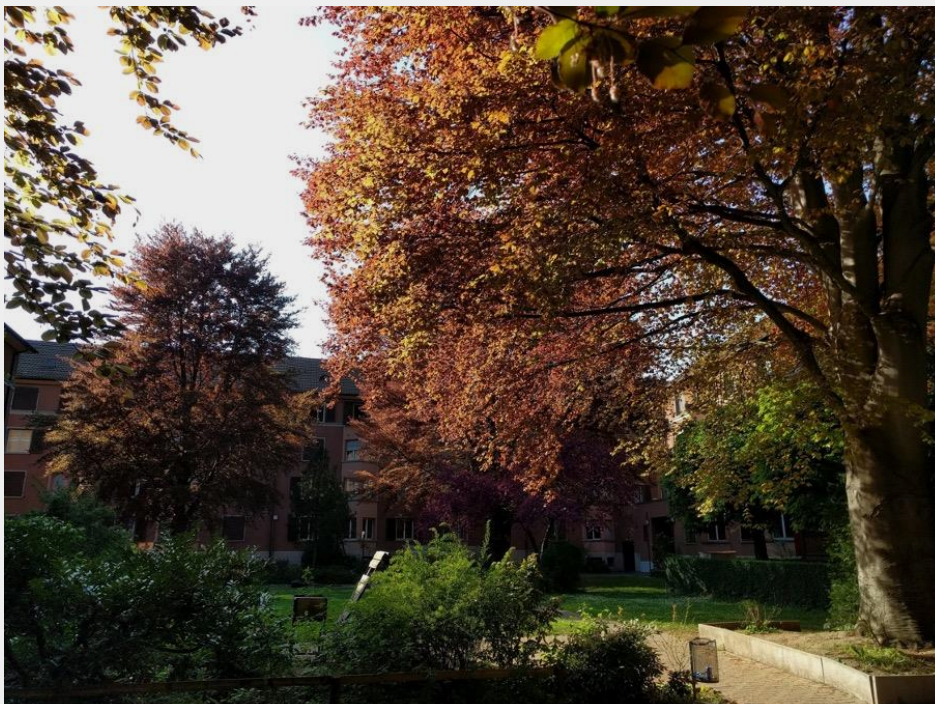


Abb. 4: Innenhof mit alten Stadtbäumen in Zürich (Kreis 4).

Tab. 9: Die neue Baumartenliste für den Biodiversitätsindex 2021 umfasst 105**Baumarten / Baumsorten.**

Die Bewertung der Baumarten für die sieben Organismengruppen liegt zwischen 1 (nicht wertvoll) und 5 (sehr wertvoll), beim Index für Parkbäume zwischen 1 (nicht wertvoll) und 6 (sehr wertvoll). Konnte eine Baumart für eine Organismengruppe nicht eingeschätzt werden, ist der Ausdruck „NA“ für „not available“ vermerkt. Bäume, die in der Jugend schnell, danach langsam wachsen, sind in der Tabelle als S/L angegeben. Da sich im Verlauf des Lebens die Wachstumsgeschwindigkeiten einer Baumart verändern kann, sollte dies im Einzelfall nochmal kontrolliert werden.

Gattung, Art	Sorte/ Züchtung	Moose	Flechte	Wildbienen	Schmetterlinge	Käfer	Vögel	Säugetiere	Volumen	Biodiv. Index Strassenbäume	Biodiv. Index Parkbäume	Wachstum langsam / schnell
Acer buergerianum	/	5	4	5	1	2	1	2	183	2,9	2,9	L
Acer campestre	/	5	5	5	4	4	4	3	777	4,3	4,3	L
Acer cappadocicum	/	4	4	5	1	2	2	2	436	2,9	2,9	L
Acer monspessulanum	/	4	4	5	2	4	3	3	55	3,6	3,6	L
Acer opalus	/	4	5	5	2	4	3	3	133	3,7	3,7	L
Acer palmatum	/	5	4	5	1	3	1	2	132	3	3	L
Acer platanoides	/	4	4	5	3	4	3	3	3942	3,7	4,4	S
Acer pseudoplatanus	/	5	5	5	4	4	4	3	3929	4,3	5	S
Acer rubrum	'Scanlon'	4	4	5	1	2	1	2	61	2,7	2,7	S
Acer rubrum	'Somerset'	4	2	5	1	2	2	2	155	2,6	2,6	S
Acer saccharinum	/	4	4	5	1	2	2	2	6494	2,9	3,7	S
Acer x freemanii	'Autumn Blaze'	5	3	5	1	2	1	2	1384	2,7	3,3	S
Aesculus hippocastanum	/	4	3	2	2	2	3	5	3528	3	3,7	S
Aesculus x carnea	/	3	3	2	2	2	2	5	497	2,7	2,7	L
Ailanthus altissima	/	2	2	1	1	1	1	1	1595	1,3	1,8	S
Alnus glutinosa	/	3	3	1	4	3	3	3	890	2,9	2,9	S
Alnus incana	/	3	4	1	4	0	2	3	179	2,8	2,8	S
Alnus x spaethii	/	2	4	1	1	2	2	1	509	1,9	1,9	S
Betula pendula	/	2	3	1	5	4	3	4	1514	3,1	3,7	S
Carpinus betulus	/	3	3	1	5	4	3	4	449	3,3	3,3	S
Carpinus betulus	'Frans Fontaine'	3	5	1	3	4	2	4	101	3,2	3,2	L
Catalpa bignonioides	/	1	3	NA	1	1	2	3	318	1,8	1,8	S
Cedrus atlantica	/	1	2	NA	2	1	2	2	392	1,7	1,7	S
Celtis australis	/	3	4	NA	1	1	2	2	982	2,2	2,2	S
Cercidiphyllum japonicum	/	3	3	NA	1	1	1	1	118	1,7	1,7	S

SWILD – Dezember 2021

Biodiversitätsindex 2021 für
Stadtbäume im Klimawandel

Gattung, Art	Sorte/ Züchtung	Moose	Flechte	Wildbienen	Schmetterlinge	Käfer	Vögel	Säugetiere	Volumen	Biodiv. Index Strassenbäume	Biodiv. Index Parkbäume	Wachstum langsam / schnell
<i>Cercis siliquastrum</i>	/	3	3	2	1	1	1	1	79	1,7	1,7	L
<i>Chamaecyparis lawasoniana</i>	/	1	2	NA	1	1	2	2	104	1,5	1,5	S
<i>Corylus colurna</i>	/	3	3	1	3	1	3	3	785	2,4	2,4	L
<i>Eucommia ulmoides</i>	/	NA	1	1	1	1	2	2	6	1,4	1,4	S
<i>Fagus sylvatica</i>	/	4	4	2	5	4	4	4	12671	3,9	5	S
<i>Fraxinus americana</i>	/	4	5	1	1	1	2	3	288	2,4	2,4	S
<i>Fraxinus excelsior</i>	/	4	5	1	4	2	3	4	7157	3,3	4,2	S
<i>Fraxinus ornus</i>	/	4	4	1	3	2	2	2	180	2,3	2,3	L
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	'Summit'	4	4	1	1	1	2	0	245	2,2	2,2	S
<i>Ginkgo biloba</i>	'Fatigiata Blagon'	2	4	1	1	1	1	1	190	1,6	1,6	L
<i>Ginkgo biloba</i>	/	2	2	1	1	1	2	1	1595	1,4	2	L
<i>Gleditsia triacanthos</i>	'Skyline'	2	3	2	1	1	2	2	777	1,9	1,9	S
<i>Gleditsia triacanthos</i>	/	2	2	1	1	1	2	1	1186	1,4	1,4	S
<i>Ilex aquifolium</i>	/	1	2	1	1	1	3	1	80	1,4	1,4	
<i>Juglans nigra</i>	/	3	4	2	2	1	2	2	7199	2,3	3,2	S
<i>Juglans regia</i>	/	3	5	2	2	1	2	4	2209	2,7	3,3	S
<i>Larix decidua</i>	/	1	4	1	2	2	2	3	1870	2,1	2,7	S
<i>Liquidambar styraciflua</i>	'Worplesdon'	3	2	1	1	1	1	1	403	1,4	1,4	L
<i>Liquidambar styraciflua</i>	/	2	4	1	1	1	2	1	509	1,7	1,7	S
<i>Liriodendron tulipifera</i>	/	2	4	2	1	1	2	2	3929	2	2,7	S
<i>Magnolia kobus</i>	/	2	3	1	1	1	2	2	151	1,7	1,7	L
<i>Malus sp.*</i>	/	3	4	5	4	4	4	4	57	4	4	S
<i>Malus tschonoskii</i>	/	3	4	5	1	3	2	2	33	2,9	2,9	S
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	/	1	2	NA	1	1	2	2	1116	1,5	1,5	S
<i>Ostrya carpinifolia</i>	/	3	3	1	3	2	2	3	497	2,4	2,4	S
<i>Parrotia persica</i>	'Vanessa'	2	3	1	1	1	1	2	53	1,6	1,6	L
<i>Parrotia persica</i>	/	2	2	NA	1	1	2	1	132	1,5	1,5	L

Gattung, Art	Sorte/ Züchtung	Moose	Flechte	Wildbienen	Schmetterlinge	Käfer	Vögel	Säugetiere	Volumen	Biodiv. Index Strassenbäume	Biodiv. Index Parkbäume	Wachstum langsam / schnell
Paulownia tomentosa	/	2	4	2	1	1	2	2	1039	2	2	S
Picea abies	/	1	2	1	3	2	3	4	821	2,3	2,3	S
Picea omorika	/	1	2	1	1	1	3	2	108	1,6	1,6	L
Picea pungens	/	1	2	1	1	1	3	2	500	1,6	1,6	S
Pinus nigra	/	1	3	1	1	3	3	3	353	2,1	2,1	S
Pinus sylvestris	/	1	3	1	3	3	4	4	597	2,7	2,7	S
Platanus orientalis	'Minarette'	1	2	1	1	1	1	2	74	1,3	1,3	S
Platanus orientalis	/	1	1	1	1	1	1	4	4330	1,4	2,2	S
Platanus x hispanica	/	1	2	1	1	1	1	4	5655	1,6	2,4	S
Populus nigra	/	3	5	1	5	5	4	5	5655	4	4,8	S
Populus tremula	/	3	4	1	5	5	3	4	643	3,6	3,6	S
Populus x canadensis	/	3	4	1	4	5	3	4	1559	3,4	4	S
Prunus avium	/	2	5	5	3	4	5	5	1186	4,1	4,1	S
Prunus cerasifera	/	2	3	5	3	4	4	4	46	3,6	3,6	S
Prunus domestica	/	3	4	5	4	4	4	4	16	4	4	S
Prunus serrulata	/	2	3	5	1	3	2	2	122	2,6	2,6	S
Pterocarva fraxinifolia	/	Na	3	NA	1	1	2	2	1414	1,8	2,3	S
Pyrus sp.*	/	3	4	5	4	3	4	4	308	3,9	3,9	S
Quercus cerris	/	2	4	4	2	4	3	3	1800	3,1	3,7	L
Quercus frainetto	'Trump'	3	4	4	3	4	3	5	2297	3,7	4,3	L
Quercus robur	/	3	5	5	5	5	5	5	4330	4,7	5,4	S/L
Quercus rubra	/	3	4	4	2	4	3	3	2297	3,3	3,9	S
Quercus petraea	/	2	5	4	5	5	5	5	3528	4,4	5,1	S/L
Quercus x hispanica	'Wageningen'	3	4	4	2	4	3	3	180	3,3	3,3	L
Robinia pseudoacacia	/	2	2	2	1	1	2	4	2297	2	2,6	S
Salix alba	/	3	4	5	5	4	5	4	1186	4,3	4,3	S
Salix caprea	/	3	4	5	5	4	4	4	59	4,1	4,1	S
Salix sepulcralis 'Tristis'	/	3	3	5	1	4	3	3	1414	3,1	3,7	S

Gattung, Art	Sorte/ Züchtung	Biodiversitätsindex								Volumen	Biodiv. Index Strassenbäume	Biodiv. Index Parkbäume	Wachstum langsam / schnell
		Moose	Flechte	Wildbienen	Schmetterlinge	Käfer	Vögel	Säugetiere					
Sequoiadendron giganteum	/	1	2	NA	1	1	2	2		2344	1,5	2,1	S
Sophora japonica	'Regent'	2	3	2	1	1	2	1		1186	1,7	1,7	S
Styphnolobium japonicum	/	2	1	2	1	1	2	1		1708	1,4	2	S
Sorbus aria	/	3	3	5	2	3	3	3		95	3,1	3,1	L
Sorbus aucuparia	/	3	3	5	4	3	3	3		79	3,4	3,4	L
Sorbus intermedia	/	3	3	5	3	3	4	3		179	3,4	3,4	L
Sorbus latifolia	'Henk Vink'	3	3	5	1	3	3	4		92	3,1	3,1	L
Taxus baccata	/	1	1	1	1	1	3	3		265	1,6	1,6	L
Tilia americana	'Redmond'	4	4	5	2	1	3	3		721	3,1	3,1	S
Tilia cordata	/	4	5	5	5	3	5	4		1622	4,4	5	S
Tilia x euchlora	/	4	4	5	5	1	2	3		919	3,4	3,4	S
Tilia henryana	/	4	4	5	1	1	3	2		403	2,9	2,9	L
Tilia mongolica	/	4	4	5	1	1	3	3		132	3	3	L
Tilia platyphyllos	/	4	5	5	5	3	5	4		7140	4,4	5,3	S
Tilia tomentosa	'Brabant'	4	4	5	3	2	3	3		2297	3,4	4	S
Tilia tomentosa	/	4	4	5	3	2	4	3		3929	3,6	4,3	S
Tilia x europaea	/	4	4	5	5	2	4	4		4330	4	4,7	S
Tilia x flavescens	'Glenleven'	4	4	5	3	2	3	3		1384	3,4	4	S
Ulmus glabra	/	3	5	NA	4	4	3	4		4330	3,8	4,6	S
Ulmus x hollandica	'Lobel'	3	4	1	2	3	3	3		127	2,7	2,7	S
Ulmus-Hybride	'New Horizon'	3	4	1	2	2	2	2		309	2,3	2,3	S
Ulmus-Hybride	'Rebona'	3	2	1	2	2	2	2		1186	2	2	S
Ulmus-Hybride	'Columella'	3	2	1	2	3	2	2		427	2,1	2,1	S
Zelkova serrata	'Green Vase'	NA	3	1	1	2	2	2		1018	1,8	1,8	S
Zelkova serrata	/	NA	2	NA	1	1	2	2		4084	1,6	2,3	S/L

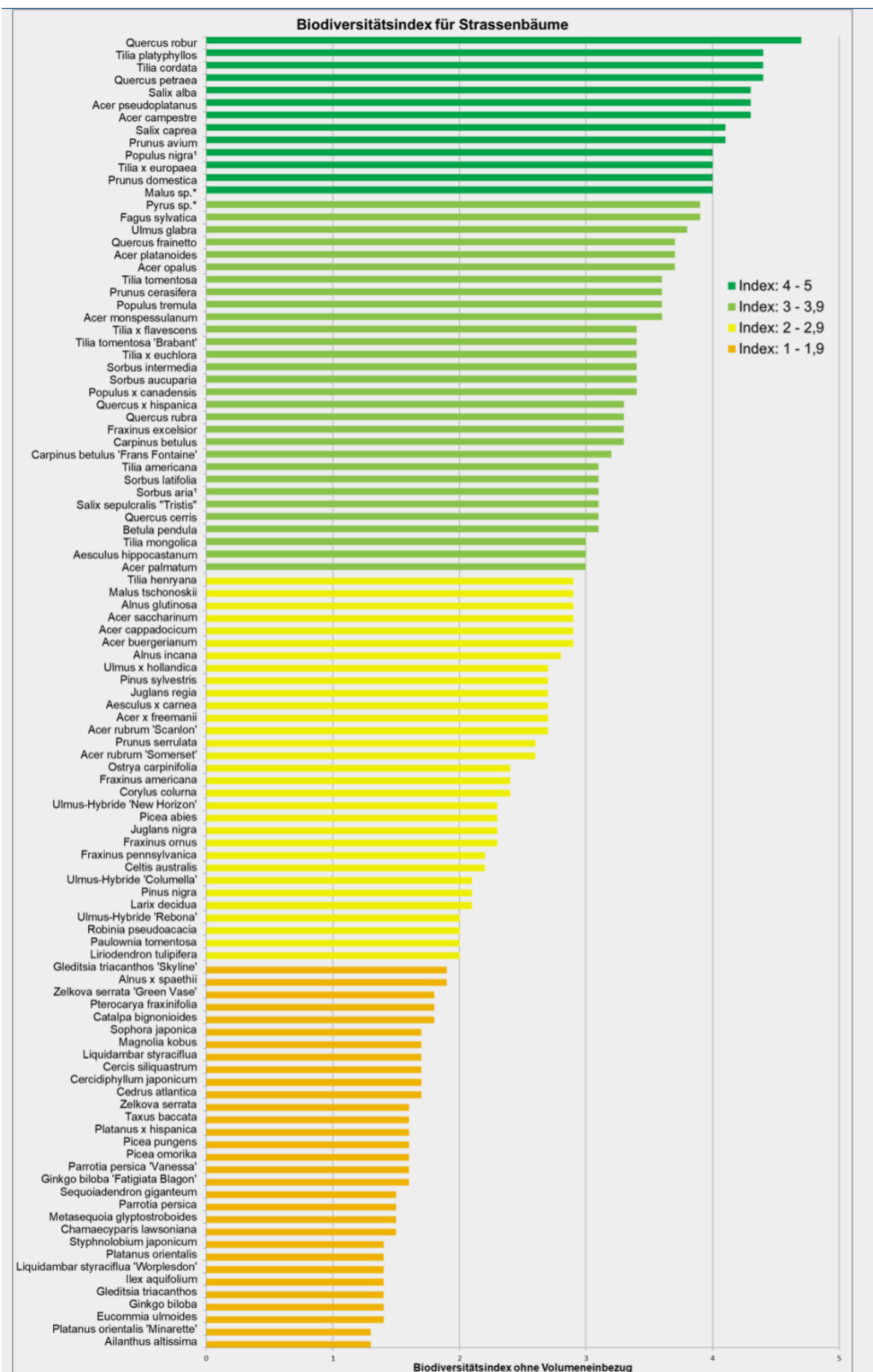


Abb. 5: Biodiversitätsindex 2021 für Strassenbäume

Bewertet sind 105 Baumarten im Siedlungsraum, sortiert nach dem Biodiversitätsindex für Strassenbäume (ohne Volumeneinbezug). Der Biodiversitätsindex ist der Durchschnittswert aus den Bewertungen bezüglich der sieben Tiergruppen.

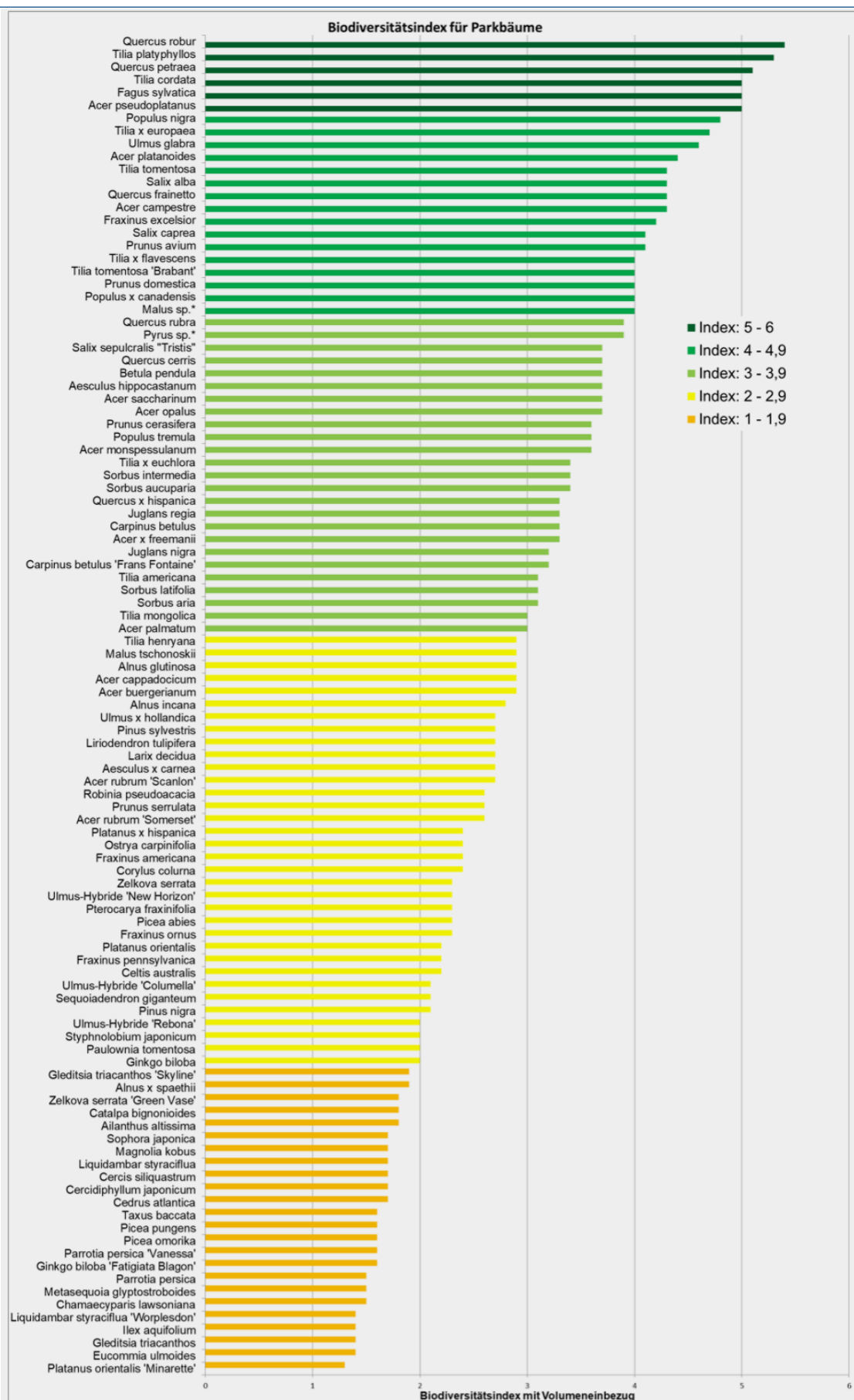


Abb. 6: Biodiversitätsindex 2021 für Parkbäume

Bewertet sind 105 Baumarten im Siedlungsraum, sortiert nach dem Biodiversitätsindex für Parkbäume (mit Volumeneinbezug). Der Biodiversitätsindex ist der Durchschnittswert aus den Bewertungen bezüglich der sieben Tiergruppen.

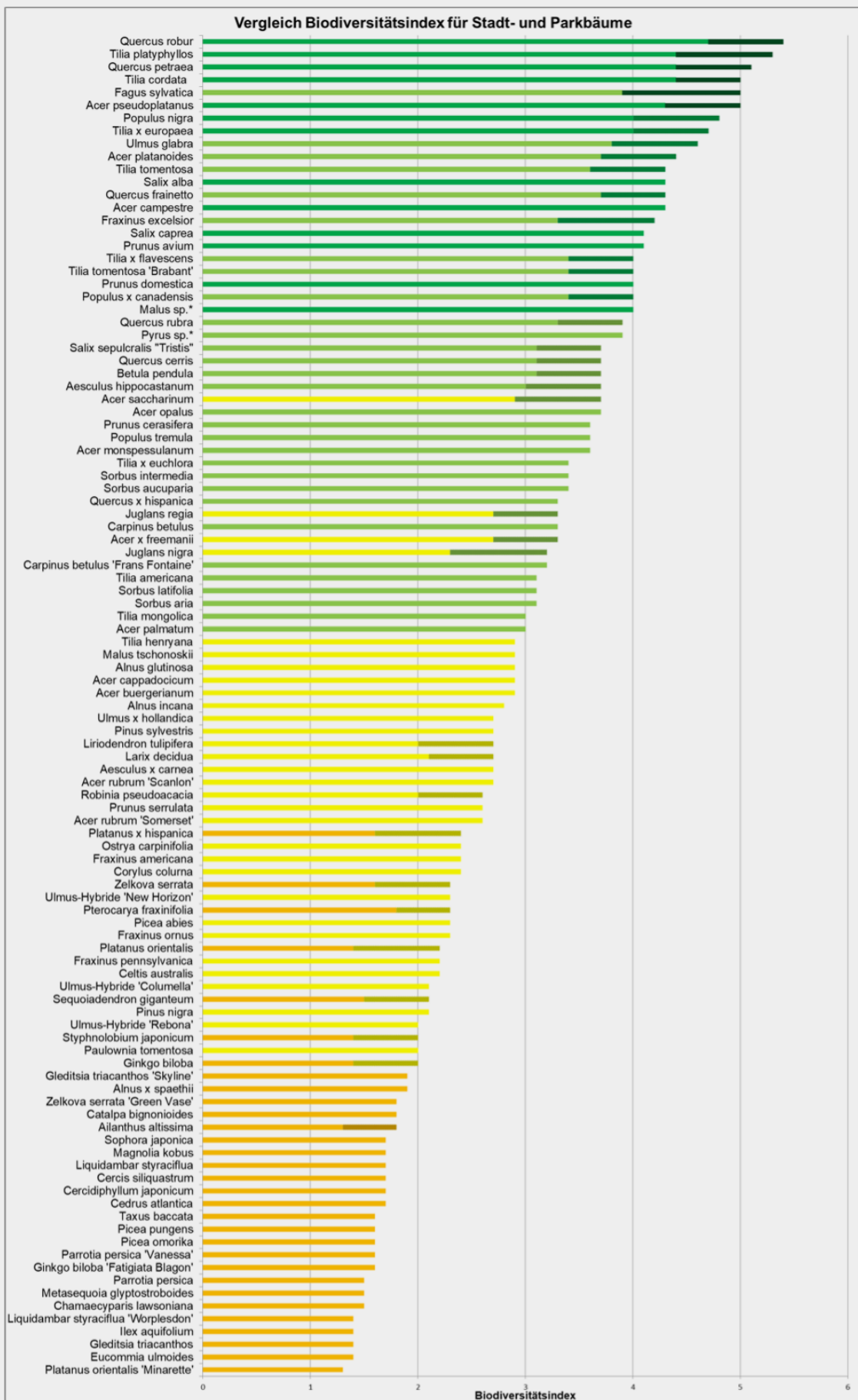


Abb. 7: Vergleich Biodiversitätsindex für Stadt- und Parkbäume

Bewertet sind 105 Baumarten im Siedlungsraum, sortiert nach dem Biodiversitätsindex für Parkbäume. Die schwarze Schraffierung (welche die Farbe dunkler erscheinen lässt) zeigt die Indexerhöhung, wenn das Volumen miteinbezogen wird.

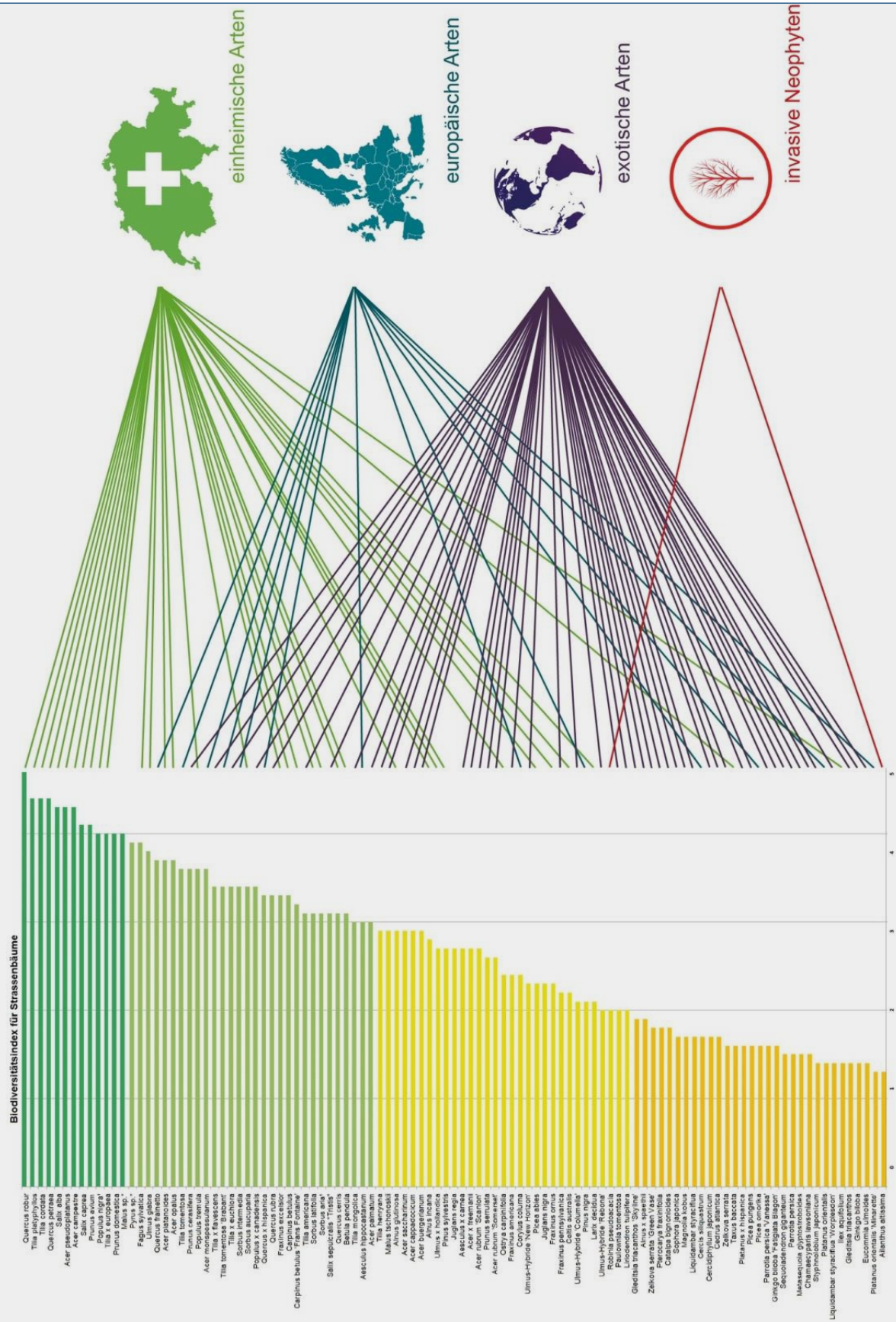


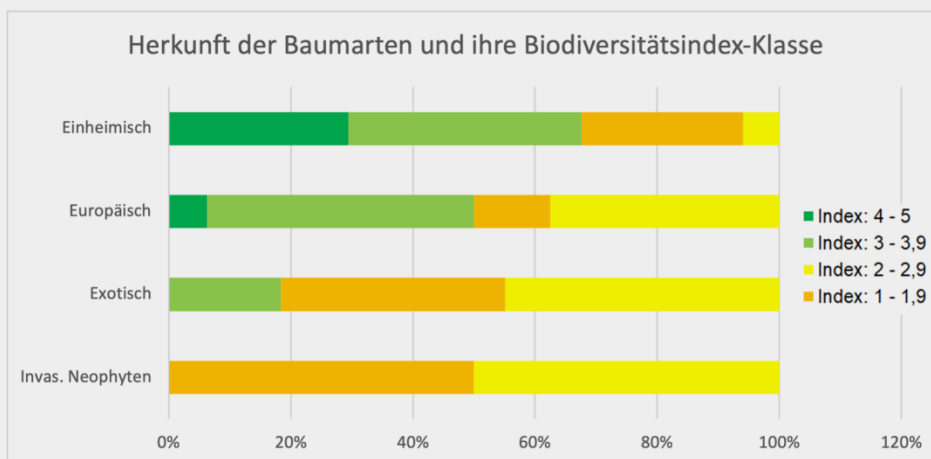
Abb. 8: Herkunft der Baumarten mit dem Biodiversitätsindex für Strassenbäume (dunkelgrün 4-5, hellgrün 3-3.9, gelb 2-2.9, orange 1-1.9).

Einheimische Arten: im Schweizer Mittelland, nördlich der Alpen vor dem Jahr 1492 im Freiland vorkommend; europäische Arten: in Europa, jedoch nicht in der Schweiz ursprünglich vorkommend; exotische Arten: ausschliesslich ausserhalb Europas ursprünglich vorkommend, invasive Arten: nicht-einheimische Pflanzen, aus fremden Gebieten eingeführt, Vermehrung in freier Natur, Ausbreitung auf Kosten einheimischer Arten (Def. Info Flora, 2014). ¹ Einheimisch, enthalten indigene und neophytische Taxa (Info Flora). Baumarten ohne Herkunftslinien: Ursprung ungewiss.

In der Abbildung 8 sind die Baumarten anhand ihres Biodiversitätsindex für Strassenbäume sortiert und die Herkunft der Baumarten ist grafisch dargestellt. Es wird ersichtlich, dass einheimische Baumarten tendenziell einen höheren Biodiversitätsindex haben. Dies wird auch in Tabelle 10 deutlich, da einheimische Arten mit knapp 30% den grössten Anteil an Baumarten mit einem Biodiversitätsindex von 4-5 enthalten.

Jedoch sind nicht alle einheimischen Arten wertvoll für die Biodiversität und nicht alle exotischen Arten haben einen tiefen Biodiversitätsindex. So können europäische oder exotische Arten durchaus wertvoll für die Biodiversität sein. Die Baumarten unterscheiden sich unabhängig von ihrer Herkunft stark in ihrem Wert für die Biodiversität.

Tab. 10: Die Herkunft der Baumarten (einheimisch, europäisch, exotisch, invasive Neophyten) und der prozentuale Anteil der vier Biodiversitätsindexstufen (dunkelgrün, hellgrün, orange, gelb)



8 Biodiversitätsindex von Einzelbäumen

8.1 Kriterien für eine Einzelbaumbewertung

Der Wert eines Einzelbaumes für die Biodiversität hängt von vielfältigen Kriterien ab. Folgende Kriterien spielen bei der Beurteilung eines Einzelbaums bezüglich seines Werts für die Biodiversität eine entscheidende Rolle (Meier, 2009; Bütler et al. 2020):

-
1. Baumart
 2. Alter bzw. Baumkronenvolumen und Stammvolumen des Baums
 3. Mikrohabitate: ökologische Strukturen am Baum
 4. Standort und Baumumfeld (Vernetzung, Isolation)
 5. Funktion im Rahmen der Ökologischen Infrastruktur
-

Wie die Beispiele in Abschnitt 8.3 bis 8.6 zeigen, spielen bei Einzelbaumbewertungen neben der Baumart auch weitere Kriterien für die Bewertungen eines Baums eine wichtige Rolle. Es können beispielsweise auch Einzelbäume, welche aufgrund des Baumartenbiodiversitätswerts nicht hoch bewertet werden, einen beachtlichen Wert für die lokale Biodiversität bedeuten, wenn der Baum z.B. ein grosses Kronenvolumen und eine Anzahl von Mikrohabitaten aufweist.

Die Baumart

Für die Bewertung der Baumart kann der Biodiversitätsindex für Stadtbaumarten beigezogen werden. Bei Baumindividuen sollte der Index für Strassenbäume, also ohne das Kronenvolumen beigezogen werden, da das reale Kronenvolumen für die Baumbewertung relevant ist.

Mass = Biodiversitätsindex

Das Alter

Das Alter eines Baums ist wichtig, denn erst ab einem gewissen Alter kann ein Baum das Volumen und die vielfältigen ökologischen Nischen ausbilden, die seinen Wert ausmachen. Damit ein Baum sein Potential ausnutzen kann, braucht er jedoch einen guten Standort. Ist der Standort nicht geeignet, kann auch ein alter Baum sehr klein und für die Biodiversität wenig wertvoll sein. Um ein Baumindividuum zu beurteilen, ist deshalb in einem ersten Schritt vor allem sein Volumen relevant, da dies gemessen werden kann.

Mass 1 = Kronenvolumen

Mass 2 = BHD (Brusthöhendurchmesser auf 130 cm)

Alter, falls Kenntnisse über das Alter vorhanden sind, als Zusatzinformation

Mikrohabitate: Ökologische Strukturen an einem Baum

Je nach Alter und Art eines Baums, aber auch abhängig vom Standort, entstehen auf Bäumen eine Vielzahl an Strukturen, die eigene Lebensräume, sogenannte Mikrohabitaten bilden, die für eine grosse Zahl von Lebewesen wichtig oder sogar unentbehrlich sind (Bütler et al. 2020). Solche Strukturen sind z.B. tote Äste (Masse, besonnt / nicht besonnt), Baumhöhlen, Rindentaschen, Risse und Spalten, Efeubewuchs, Moosbewuchs, Flechtenbewuchs, Vogelnester, Kobel (Abb. 9).

Mikrohabitate können beispielsweise durch eine Verletzung am Baum, einen Blitzschlag oder einen Specht entstehen. Mikrohabitate können jedoch auch Strukturen sein, für welche der Baum lediglich als Stütze dient, etwa für Efeubewuchs oder Vogelnester.

Da Mikrohabitate die Anzahl Organismenarten, die ganz oder teilweise in ihnen leben, stark beeinflussen, können sie für die Bewertung eines Einzelbaumes beigezogen werden. Als Mass für ihren Wert können z.B. die Anzahl verschiedener Mikrohabitats oder die absolute Anzahl Mikrohabitats an einem Baumindividuum dienen. Dabei geht man davon aus, dass eine grosse

Vielfalt an vorkommenden Organismenarten viele ökologische Funktionen wie Bestäubung, Holzabbau oder Regulierung von Arten mit grosser Populationsdynamik erfüllen können. Kümern sich viele Arten um dieselbe Funktion, kommt dies einer Versicherung gleich: Fällt eine Art zeitweise aus, kann eine andere einspringen und die Funktion übernehmen (Yachi und Loreau 1999).

Larrieu et al. (2018) haben diese Strukturen für besonders wertvolle Bäume im Wald, sogenannte Habitatbäume, untersucht und eine systematische Erfassungsmethodik für Mikrohabitate und Habitatbäume erarbeitet. Mit der Anzahl Mikrohabitate pro Hektare können z.B. verschiedene Waldtypen oder Bewirtschaftungsformen von Wäldern miteinander verglichen werden.

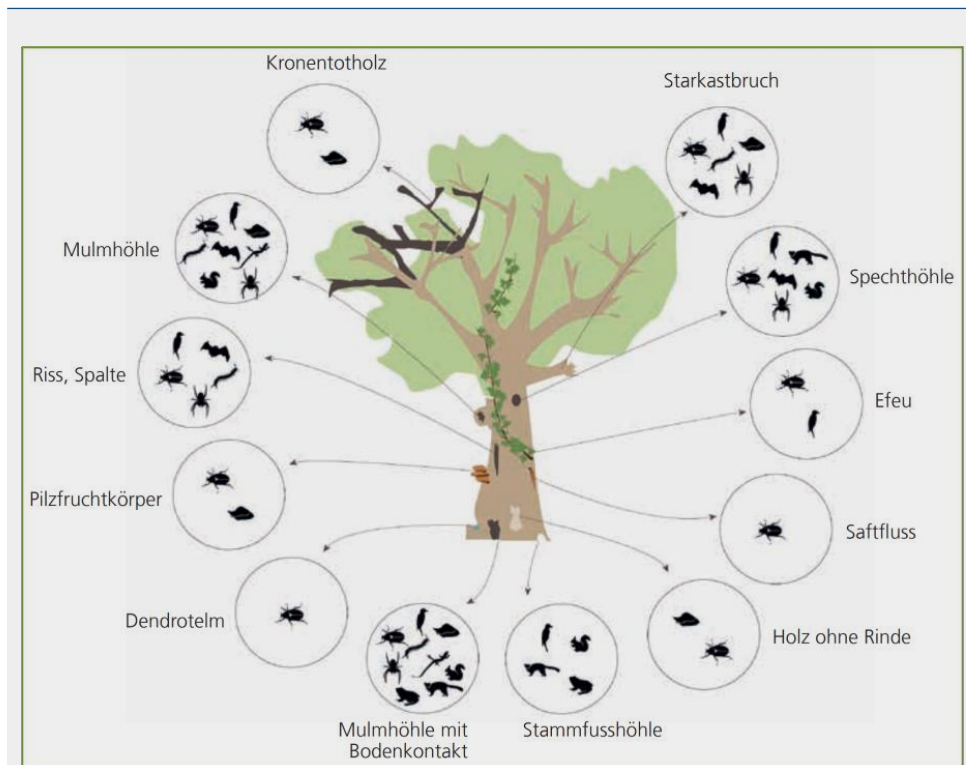


Abb. 9: Ein Habitatbaum trägt verschiedene Baummikrohabitate, die zum Schutz sowie als Brut-, Überwinterungs- und Nahrungsplätze dienen und manchmal gar für den gesamten Lebenszyklus der jeweiligen Art nötig sind (aus Bütler et al. 2020 nach Emberger et al. 2016, verändert). Dendrotelme sind wassergefüllte Hohlräume.

Der Standort

Der Standort eines Baums ist massgeblich dafür verantwortlich, wie sich ein Baum entwickeln und entfalten kann. Eine naturnahe Bepflanzung des Stammfusses bzw. der Baumscheibe wirkt sich positiv auf die Biodiversität aus, da positive Wechselwirkungen zwischen Baum und Baumscheibenvegetation entstehen können, z.B. wenn Wildbienen in Totholz eines Baums nisten und in der Vegetation nach Futtersuche gehen können.

Funktion im Rahmen der Ökologischen Infrastruktur

Einzelbäume sind ein wichtiger Bestandteil der ökologischen Infrastruktur einer Stadt. Bei der Bewertung eines Baumindividuums gehört demnach immer auch die Bewertung seiner Funktion in einem grösseren Umfeld dazu. Relevant für die Beurteilung können folgende Faktoren sein: Steht der Baum alleine, in einer Gruppe? Vernetzung im Umfeld von 20 und 50 Metern? Ist der Baum Teil eines grünen Korridors? Wie sieht es mit der Grünraumversorgung in der Umgebung des Baums aus? Steht der Baum in einer Hitzeinsel?

8.2 Bewertung von Einzelbäumen: Bedarf nach einer standardisierten Methodik

Für den Siedlungsraum fehlen standardisierte Methoden, wie sie für Waldhabitatbäume erarbeitet wurden. Angesichts der zentralen Rolle von Bäumen für die Biodiversität im Siedlungsraum wäre es sinnvoll, wenn bei Einzelbaumbewertungen auch deren Wert für die Bio-

diversität einbezogen würde. Zur Beurteilung des Werts eines Einzelbaums für die Biodiversität genügt das Wissen über den Wert der Baumart alleine nicht.

Einzelbaumbewertungen werden heute in verschiedenen Situationen vorgenommen, etwa wenn beurteilt werden muss, ob ein Einzelbaum als Schutzobjekt inventarisiert werden soll oder welche Vorgaben für Ersatzpflanzungen gemacht werden. Die Beurteilung erfolgt heute anhand verschiedener Kriterien wie der Vitalität und der statischen Situation des Baums. Eine detaillierte Methode, wie der Wert für die Biodiversität zu beurteilen ist, fehlt.

Eine standardisierte Methodik würde es neben der Einzelbaumbewertung auch ermöglichen, den Wert von Bäumen zu vergleichen, einen ganzen Bestand, z.B. in einem Park zu bewerten, verschiedene Bestände miteinander zu vergleichen oder über einen Zeitraum ein Monitoring durchzuführen.

8.3 Einzelbaumbewertung, Beispiele

8.3.1 Kirschbaum (*Prunus avies*)



Ort des Baums: Hauptstrasse 42,
Reinach (AG)

Datum der Beurteilung: 8.4.2021

1. Baumart:

Kirschbaum (*Prunus avies*)
Biodiversitätsindex: 4

**2. Alter, Kronenvolumen,
Stammvolumen**

Baumhöhe: 7 m
Stammdurchm.: 0.25 m
Kronendurchm.: 5 m
Stammvolumen geschätzt:
 $0.25 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 0.078 \text{ m}^3$
Baumkronenvolumen geschätzt:
5 m

Kronenvolumen = 98 m^3

3. Mikrohabitate

Teilweise mit Flechten bewachsen

4. Standort

Guter Baumstandort in einem Garten. Nähere Umgebung nur Richtung Strasse versiegelt, sonst unversiegelt, Wiesenfläche.

5. Ökologische Infrastruktur

In einem Garten mit Wiesenfläche direkt an der Hauptstrasse inmitten von Häusern. Keine Bäume im Umkreis von 50 Metern, Standort kann als Trittstein genutzt werden. Nahrungsquelle im Frühjahr für Insekten und Vögel, wenn sonst noch nicht viel wächst / blüht.



SWILD – Dezember 2021

Biodiversitätsindex 2021 für
 Stadtbäume im Klimawandel**Ort des Baums:** Kreuzung Hauptstrasse-Sandgasse, Reinach (AG)**Bewertungsdatum:** 8. April 2021

1. Baumart:Robinie (*Robinia pseudoacacia*)

Biodiversitätsindex: 3 (bzw. 2 als Strassenbaum)

2. Alter, Kronenvolumen, Stammvolumen

Baumhöhe: 15 m

Stammdurchmesser: 0.4 m

Kronendurchmesser: 7 m

Stammvolumen geschätzt: $0.4 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 4 \text{ m}^3$ Baumkronenvolumen geschätzt: 307 m^3 **3. Mikrohabitate**

Der Grossteil des Stammes ist dicht mit Efeu bewachsen. Schöne Nistmöglichkeiten für Vögel.

4. Standort

Geeigneter Baumstandort, Wiesenfläche, um Umkreis von 10 Metern nicht versiegelt. Boden durch Parknutzung teilweise verdichtet.

5. Ökologische Infrastruktur

In einem Park mit noch drei weiteren, grösseren Bäumen (z.B. Rosskastanie) und einer grossen Rasenfläche. Baum kann wertvoll sein für Vögel, als Versteckmöglichkeit im sonst eher zubetonierten Ort.



SWILD – Dezember 2021

Biodiversitätsindex 2021 für
 Stadtbäume im Klimawandel

Ort des Baums: Obere Stumpfenbachstrasse 10, Reinach (AG)

Bewertungsdatum: 8. April 2021

1. Baumart:

Platane (*Platanus orientalis*)

Biodiversitätsindex: 1

2. Alter, Kronenvolumen, Stammvolumen

Baumhöhe: 4 m

Stammdurchmesser: 0.2 m

Kronendurchmesser: 3 m

Stammvolumen geschätzt: $0.2 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 0.8 \text{ m}^3$

Baumkronenvolumen geschätzt: 4.7 m^3

Wird im Sommer Kronenvolumen nach Ausschlag der Triebe / Äste stark vergrössern.

3. Mikrohabitate

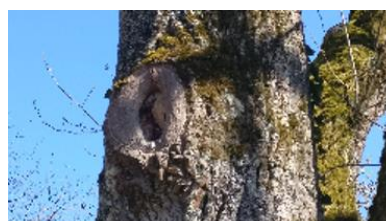
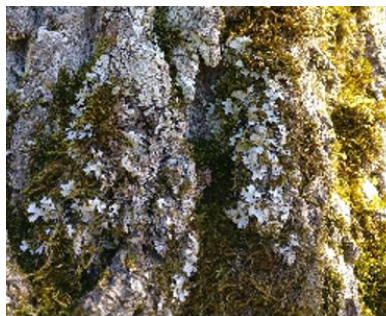
Nein

4. Standort

Schwieriger Baumstandort: mehrheitlich versiegelt, Parkplatz, unmittelbar neben Gebäude.

5. Ökologische Infrastruktur

Auf einem Parkplatz neben grossen Ladengeschäften und einer Tiefgarage. In etwa 10 m Abstand steht erneut eine Platane in derselben Grösse. Hitzeinsel im Sommer, kühlende Wirkung des Baums.



Ort des Baums: Friedhof Albisrieden, Zürich

Bewertungsdatum: 8. April 2021

1. **Art:** *Liriodendron tulpifera*
Typ: Parkbaum
Biodiversitätsindex: 3

2. **Alter, Pflanzjahr:** 1950
Stammumfang: 4.15 m
Kronendurchmesser: 15.1 m x 10 m
Volumen: 785 m³

3. **Mikrohabitate:** 5 verschiedene Typen
 Efeu, Moos, Flechten, 2 Stammabbrüche mit
 Möglichkeit zur Bildung von Mulmhöhlen, andere
 Pflanzen wachsen auf dem Baum

4. **Standort:** Baum an Weg gelegen, nähere Umge-
 bung: Kies und Wiese, Friedhof

5. **Ökologische Infrastruktur:** Baum ist Teil einer
 Friedhofanlage mit altem Baumbestand.
 Grünkorridor / Vernetzungsachse vom Albisrieder
 Wald Richtung Albisrieden Zentrum.

SWILD – Dezember 2021

Biodiversitätsindex 2021 für
 Stadtbäume im Klimawandel



SWILD – Dezember 2021

Biodiversitätsindex 2021 für
 Stadtbäume im Klimawandel**Ort des Baums:** Ecke Gotthelfstrasse – Wuhrstrasse, Zürich**Datum der Bewertung:** 9. April 2021**1. Art:** *Acer platanoides***Typ:** Strassenbaum**Biodiversitätsindex:** 4**2. Alter, Kronenvolumen, Stammvolumen**

Pflanzjahr: 2014

Stammumfang: 53 cm

Kronendurchmesser: 3 m

Kronenvolumen: 24 m²**3. Mikrohabitate:**

Moos- und Flechtenbewuchs, Risse und Spalten in der Rinde, sichtbare Nutzung durch Insekten (Ameisen und Bienen)

4. Standort:

Direkt an der Strasse auf Trottoir, Baumscheibe mit Erde, Gras, Wiese.

5. Ökologische Infrastruktur:

Einzelbaum, nächster Baum ca. 8m entfernt. Umgebung im Umkreis von 50 m mehrheitlich versiegelt. Standort in einer Hitzeinsel (Fachplanung Hitzeminderung der Stadt Zürich). Verbindungselement zu den zwei Alleen an der Zurlindenstrasse und der parallel verlaufenden Wuhrstrasse.

9 Sechs Empfehlungen für die Baumartenwahl unter Berücksichtigung der Biodiversität

Bei der Baumartenwahl sollte vermehrt das Thema Biodiversität als Kriterium geprüft werden, insbesondere an geeigneten Baumstandorten. Der Biodiversitätsindex kann dabei, zusammen mit fünf weiteren Empfehlungen, eine Entscheidungshilfe bieten. Je nach Standort und Situation können einzelne Empfehlungen stärker gewichtet werden.

1. Baumarten mit hohem Biodiversitätsindex pflanzen

Zur Förderung der Biodiversität sollen wo immer möglich Baumarten gepflanzt werden, die einen hohen Biodiversitätsindex aufweisen. Es stehen zwei Biodiversitätsindices zur Verfügung, ein **Index für Strassenbäume**, bei dem das potentielle Baumvolumen nicht einbezogen wird und ein **Index für Parkbäume**, bei welchem das potentielle Baumvolumen in den Index einbezogen wird.

2. Alte Bäume erhalten, Ersatzpflanzungen planen

Pflege und Unterhalt sind wo immer möglich so auszurichten, dass die alten Bäume möglichst lange erhalten bleiben. Baumpflanzungen und Baumpflege sollten so geplant werden, dass rechtzeitig Ersatz für alte Bäume nachwachsen kann.

3. Keine invasiven Neophyten pflanzen

Invasive Neophyten können Probleme (u.a. starke Verbreitung, Verdrängung standortheimischer Arten) verursachen und sollten daher nicht gepflanzt werden, insbesondere, da sich das Problem im Zug des Klimawandels weiter verschärfen dürfte.

4. Wildformen verwenden

Für die gezielte Förderung der Biodiversität sollten bevorzugt die Wildformen der einheimischen Baumarten gepflanzt werden.

5. Baumartenvielfalt gezielt fördern

Aus Sicht der Biodiversität und der Pflanzengesundheit ist zu empfehlen, an einem Standort verschiedene Laub- und Nadelholzbäume gemischt zu pflanzen und damit einen vielfältigen Baumbestand auf einem Areal anzustreben. Dabei sollten möglichst unterschiedliche Baumarten gewählt werden, so dass für verschiedene Nutzergruppen eine optimale Baumart vorhanden ist.

6. Baumumgebung naturnah planen und pflegen

Eine naturnahe Planung und Pflege sowohl der unmittelbaren Baumumgebung als auch des weiteren Umfelds eines Baumes steigern die Biodiversität eines Standorts und wirken sich gleichzeitig positiv auf die Baumgesundheit aus.

Die Grundlagen für die Berücksichtigung der Biodiversität bei der Baumartenwahl sind erarbeitet. Damit diese Grundlagen zur Anwendung kommen können, braucht es weitere Schritte:

1. **Merkblätter für die Praxis**

Bei der Umsetzung können zielgruppenspezifische Merkblätter oder Leitfäden für die Praxis helfen, welche den Index und die damit zusammenhängenden Empfehlungen erklären und einfach zugänglich machen. Zielgruppen sind etwa Baumfachleute in der Verwaltung, Fachleute der Landschafts- und Gartenplanung, Privatleute.

2. **Sensibilisierung der Bevölkerung**

Verschiedene Instrumente können Privatpersonen für das Thema sensibilisieren, z.B. Verkaufsetiketten (analog Engerietikette für Elektrogeräte), Baumquartett, Empfehlungen für die Baumartenwahl in Gärten etc.

3. **Öffentlichkeitsarbeit**

Bekanntmachen des Biodiversitätsindex für Stadtbäume mit Publikationen, Vorträgen, Diskussionen, Publikation des Index in geeigneten Fachzeitschriften.

4. **Baumartenwahl unter Einbezug der Biodiversität und des Klimawandels**

Leitfaden für das Vorgehen bei der Baumartenwahl im Zeichen des Klimawandels und unter Einbezug des Biodiversitätsindex. Analyse der aktuellen Forschung.

5. **Entwicklung einer Standardmethode für die Bewertung von Einzelbäumen bezüglich ihres Werts für die Biodiversität**

Bedarf nach einer standardisierten Methodik für Bäume im Siedlungsraum, analog der Methodik für Habitatbäume im Wald.



Abb. 10: Bäume in einem Wohnquartier

-
- Allgaier Leuch, B., Streit, K., Brang, P., 2017. **Der Schweizer Wald im Klimawandel: Welche Entwicklungen kommen auf uns zu?** WSL Merkblatt für die Praxis, 59, 1–12.
- Arbeitsgemeinschaft Ecoplan/Sigmaplan, 2007. **Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse).** Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Energie, BFE.
- Arend, M., Braun, S., Buttler, A., Siegwolf, R.T.W., Signarbieux, C., Körner, C., 2016. **Ökophysiologie: Reaktionen von Waldbäumen auf Klimaänderungen.** Wald Im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern & Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf, 77–91.
- Bachmann, O.A., 2019. **Sind Eichen Klimawandel gerecht?** Bachelor-Thesis. Wädenswil: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, 67 Seiten.
- BAFU, 2018. **Hitze in Städten. Grundlage für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung.** Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen, Nr. 1812: 108 Seiten.
- Baldock, K.C.R., Goddard, M.A., Hicks, D.M., Kunin, W.E., Mitschunas, N., Osgathorpe, L.M., Potts, S.G., Robertson, K.M., Scott, A.V., Stone, G.N., Vaughan, I.P., Memmott, J., 2015: **Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects.** Proc. R. Soc. B 282, doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.2849>
- Blaser, J., Gardi, O., Kern, M., Mack, S., Wiedemar, M., Remund, J., 2016. **Schlussbericht Urban Green & Climate Bern - Die Rolle und Bewirtschaftung von Bäumen in einer klimaangepassten Stadtentwicklung.** Bericht, 62 Seiten.
- Böll, S., Mahsberg, D., Albrecht, R., Peters, M.K., 2019. **Urbane Artenvielfalt fördern - Arthropodenvielfalt auf heimischen und gebietsfremden Stadtbäumen.** Naturschutz und Landschaftsplanung, 51 (12), 576-583.
- Bütler, R., Lachat, T., Krumm, F., Kraus, D., Larrieu, L., 2020. **Habitatbäume kennen, schützen und fördern.** Merkblatt für die Praxis, 64. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 12 Seiten.
- Bruns, T.D., Bidartondo, M.I., Taylor, D.L., 2002. **Host Specificity in Ectomycorrhizal Communities: What Do the Exceptions Tell Us?** Integrative and Comparative Biology, 42(2), 352-359. doi: <https://doi.org/10.1093/icb/42.2.352>
- Collier, C.G., 2016. **The impact of urban areas on weather.** Q. J. R. Meteorological Soc. 132, 1–25. doi: <https://doi.org/10.1256/qj.05.199>
- Dickhaut, E., Eschenbach, A., 2019. **Entwicklungskonzept Stadtbäume. Anpassungsstrategien an sich verändernde urbane und klimatische Rahmenbedingungen.** Interner Bericht. HafenCity Universität Hamburg, ISBN: 978-3-941722-83-5. 112 Seiten.

- Duckett, J., Pressel, S., 2019. **The epiphyte flora of roadside trees in the London conurbation with a North American perspective on its possible future.** *FieldBryology* 122, 35–51.
- Emberger, C., Larrieu, L., Gonin, P., 2016. **Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP).** Paris, Institut pour le développement forestier. 58 Seiten.
- Fischer, A., 2018. **Klimaszenarien für das Schweizer Mittelland.** National Center for Climate Services NCCS. Letzte Onlineabfrage am 9.4.2021.
- Frahm, J.P., 2001. **Biologie der Moose.** Springer Verlag GmbH Deutschland. doi:10.1007/978-3-662-57607-6
- Frahm, J.P., Schumm, F., Stapper, N.J., 2010. **Epiphytische Flechten als Umweltgütezeiger: eine Bestimmungshilfe.** BoD–Books on Demand. ISBN: 978-3839152997
- Gloor, S., Göldi Hofbauer, M. 2018. **Der ökologische Wert von Stadtbäumen bezüglich der Biodiversität - The ecological value of urban trees with respect to biodiversity.** *Jahrbuch der Baumpflege*, 22, 33-48.
- Gu, L., Hanson, P.J., Mac Post, W., Kaiser, D.P., Yang, B., Nemani, R., Pallardy, S.G., Meyers, T., 2008. **The 2007 eastern US spring freeze: Increased cold damage in a warming world?** *Bioscience* 58, 253–262. doi:10.1641/B580311
- Günthardt-Goerg, M.S., Kuster, T.M., Arend, M., Vollenweider, P., 2013. **Foliage response of young central European oaks to air warming, drought and soil type.** *Plant Biol.* 15, 185–197. doi:10.1111/j.1438-8677.2012.00665.x
- Hallegatte, S., Hourcade, J.C., Ambrosi, P., 2007. **Using climate analogues for assessing climate change economic impacts in urban areas.** *Clim. Change* 82, 47–60. doi:10.1007/s10584-006-9161-z
- Henssen, A., Jahns, H.M., Santesson, J., 1974. **Lichenes: eine Einführung in die Flechtenkunde.** Georg Thieme Verlag, Stuttgart. ISBN: 978-3134966015
- Info Flora, 2014. **Schwarze Liste** (pdf), Abfrage vom 9.4.2021. www.infoflora.ch
- Juillerat, L., Vögeli, M., 2006. **Pflege alter Bäume zum Erhalt der Totholzkäfer im Stadtgebiet.** Bericht, Centre Suisse de Cartographie de la Faune CSCF, Neuchâtel, 20 Seiten.
- Karlik, J.F., Winer, A.M., 1999. **Comparison of calculated and measured leaf masses of urban trees.** *Ecological Applications*, 9(4), 1168–1176. doi:10.1890/1051-0761(1999)009[1168:cocaml]2.0.co;2
- Kehr, R., Rust, S., 2007. **Auswirkungen der Klima-Erwärmung auf die Baumphysiologie und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen.** *Pro Baum* 4, 2–10.
- Körner, C., Basler, D., Hoch, G., Kollas, C., Lenz, A., Randin, C.F., Vitasse, Y., Zimmermann, N.E., 2016. **Where, why and how? Explaining the low-temperature range limits of temperate tree species.** *J. Ecol.* 104, 1076–1088. doi:10.1111/1365-2745.12574
- Larrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Büttler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A.K., Regnery, B., Vanderkerkhove, K., 2018. **Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: a hierarchical typology for inventory standardization.** *Ecological Indicators*, 84, 194–207.

- Meier, S., 2009. **Beurteilung des ökologischen und ökonomischen Wertes von Habitatbäumen in Wirtschaftswäldern am Beispiel des Forstbetriebs Baden.** Masterarbeit an der ETH Zürich, Departement Umweltwissenschaften, Institut für Terrestrische Ökosysteme. 107 Seiten.
- Möller, G. 2012. **Habitatbäume und Baumpflege. Erkennung, Erhalt und Entwicklung der Lebensräume rechtlich geschützter Käferarten.** Jahrbuch der Baumpflege 2012, Dujesiefken, D. (Hrsg.), 68-80.
- Muff, F., 2012. **Keine Bäume mehr am Strassenrand?** Umweltpraxis Nr. 69, Juli 2012, www.umweltschutz.zh.ch, 2 Seiten.
- Obrist, M.K., Sattler, T., Home, R., Gloor, S., Bontadina, F., Nobis, M., Braaker, S., Duelli, P., Bauer, N., Della Bruna, P., Hunziker, M., Moretti, M., 2012. **Biodiversität in der Stadt - für Mensch und Natur.** Merkblatt für die Praxis, 48. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 12 Seiten.
- OcCC, & ProClim, 2007. **Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.** Bern, Bericht. 168 Seiten.
- O'Sullivan, O.S., Holt, A.R., Warren, P.H., Evans, K.L., 2017. **Optimising UK urban road verge contributions to biodiversity and ecosystem services with cost-effective management.** Journal of Environmental Management, 191, 162-171.
- Quigley, M.F., 2004. **Street trees and rural conspecifics: Will long-lived trees reach full size in urban conditions?** Urban Ecosystems, 7(1), 29–39. <https://doi.org/10.1023/b:ueco.0000020170.58404.e9>
- Reckel, S., Aöschner, M., Stock, M., 1999. **Flechten als Anzeiger der Luftqualität,** in: GmbH, W.V. (Ed.), Biologie in Unserer Zeit, 364–370, doi:10.1002/biuz.960290608
- Remund, J., von Arx, G., Gallien, L., Rebetez, M., Huber, B., Zimmermann, N.E., 2016. **Klimawandel in der Schweiz - Entwicklung walddrelevanter Klimagrößen.** In A. R. Pluess, S. Augustin, P. Brang, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, & Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf (Eds.), Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien, pp. 23-37. Haupt Verlag.
- Roloff, A., 2010. **Urbane Baumartenwahl im Klimawandel.** 17. Kasseler Gartenbautage, 1–16.
- Roloff, A., 2013. **Bäume in der Stadt.** Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 255 Seiten.
- Roloff, A., Korn, S., Gillner, S., 2009. **The Climate-Species-Matrix to select tree species for urban habitats considering climate change.** Urban For. Urban Green, 8, 295–308, doi:10.1016/j.ufug.2009.08.002
- Smith, I.A., Dearborn, V.K., Hutyra, L.R., 2019. **Live fast, die young: Accelerated growth, mortality, and turnover in street trees.** PLoS ONE, 14(5), 1–17, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215846>
- Stadt Zürich (Hrsg), 2020. **Fachplanung Hitzeminderung.** Stadt Zürich. 213 Seiten. Download: <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/planung-und-bau/fachplanung-hitzeminderung.html>
- Threlfall, C.G., Mata, L., Mackie, J.A., Hahs, A.K., Stork, N.E., Williams, N.S.G., Livesley, S.J. 2017. **Increasing biodiversity in urban green spaces through simple vegetation interventions.** Journal of Applied Ecology, 54(6), 1874–1883.

Wijk, S., Gehrmann, J., van der Linde, S., Lech, P., Grebenc, T., Pavlenda, P., Dietrich, H.P., Thimonier, A., Merila, P., Vesterdal, L., Manninger, M., Jacob, F., Zhang, Y., Meesenburg, H., Nicolas, M., Schrock, H.W., Carroll, C., Titeux, H., Kristofel, F., Cools, N., Waldner, P., Verstraeten, A., Benham, S., Martin, J., Vanguelova, E., Gweon, H.S., Žlindra, D., Andreae, H., Thomsen, I.M., Atkinson, B., Suz, L.M., Bidartondo, M.I., Asi, E., Šramek, V., Schaub, M., Eichhorn, J., Rautio, P., Seidling, W., Orme, C.D.L., Hansen, K., De Vos, B., Cox, F., 2018. **Environment and host as large-scale controls of ectomycorrhizal fungi.** *Nature* 561, E42–E42.

Wood, E.M., Esaian, S., 2020. **The importance of street trees to urban avifauna.** *Ecological Applications* 30(7), doi: <https://doi.org/10.1002/eap.2149>

Yachi, S., Loreau, M., 1999. **Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis.** *P. Natl. Acad. Sci. USA* 96, 4, 1463–1468.

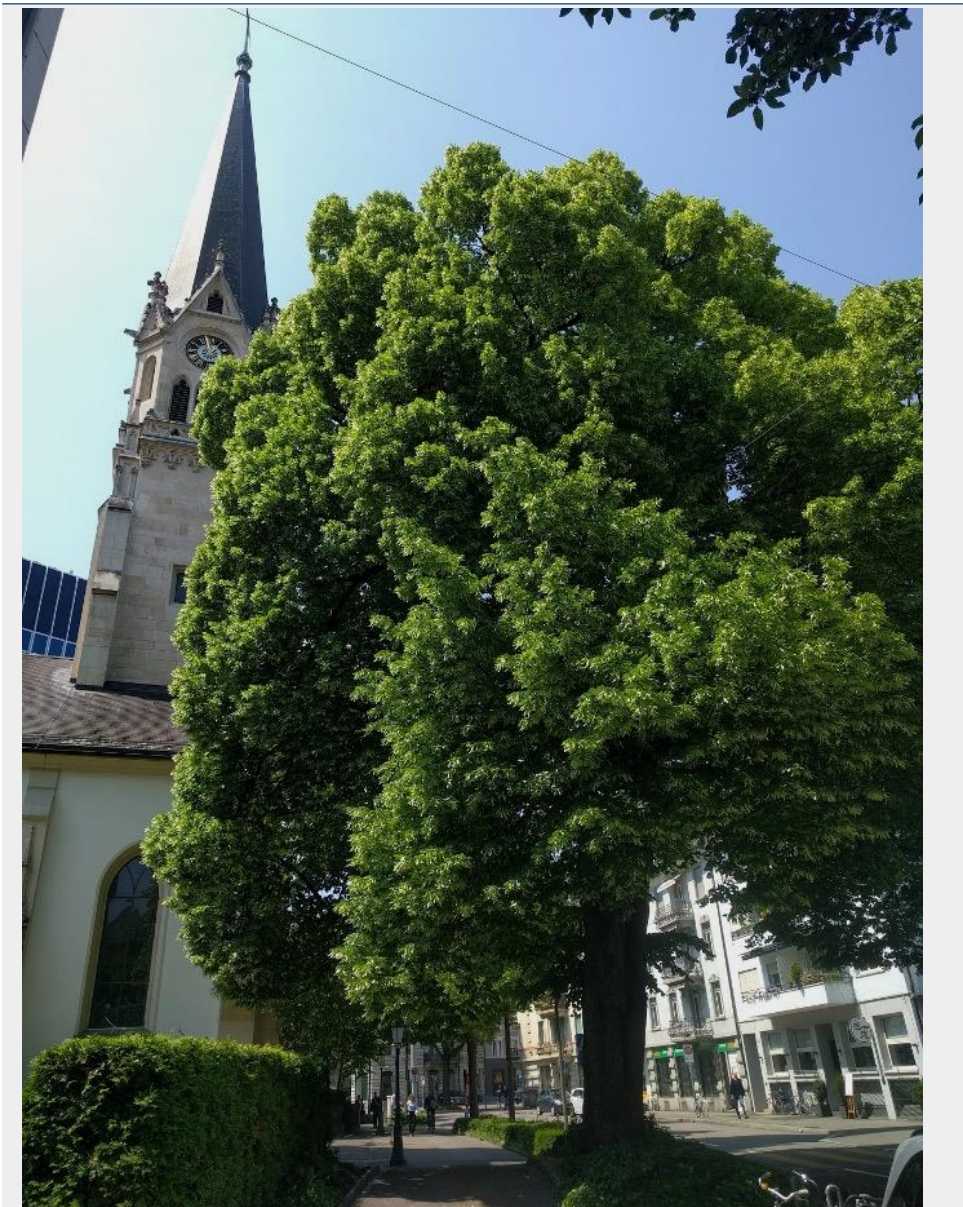


Abb. 11: Markanter Solitär bei der Kirche St.Peter und Paul in Zürich.

Tab. A1: Die 30 häufigsten Baumarten der Strassenbäume der Stadt Zürich (Baumkataster der Stadt Zürich, Stand September 2019).

Die Sorten der gleichen Baumart wurden unter dieser zusammengefasst.

	Gattung	Art	Baumname Deutsch	Anzahl von Art	Prozent von Art
1	Acer	platanoides	Spitz-Ahorn	2603	11.74%
2	Platanus	x hispanica	Ahornblättrige Platane	1834	8.27%
3	Aesculus	hippocastanum	Rosskastanie	1447	6.53%
4	Robinia	pseudoacacia	Robinie	1170	5.28%
5	Betula	pendula	Birken	985	4.44%
6	Tilia	x europaea	Holländische Linde	968	4.37%
7	Acer	campestre	Feldahorn	928	4.19%
8	Populus	nigra	Schwarzpappel	752	3.39%
9	Prunus	sp.	Pflaumen	674	3.04%
10	Tilia	cordata	Winterlinde	631	2.85%
11	Styphnolobium	japonicum	Japanischer Schnurbaum	618	2.79%
12	Acer	pseudoplatanus	Bergahorn	530	2.39%
13	Prunus	serrulata	Japanische Blütenkirsche	491	2.22%
14	Carpinus	betulus	Hainbuch, Weissbuche	489	2.21%
15	Fraxinus	excelsior	Esche	424	1.91%
16	Celtis	australis	Zürgelbaum	401	1.81%
17	Corylus	colurna	Baumhasel	351	1.58%
18	Gleditsia	triacanthos	Gleditschien	286	1.29%
19	Alnus	x spaethii	Purpur-Erle	284	1.28%
20	Prunus	avium	Vogelkirsche, Süsskirsche	231	1.04%
21	Prunus	cerasifera	Kirschpflaumen	228	1.03%
22	Fraxinus	ornus	Blumen-Esche	227	1.02%
23	Pinus	sylvestris	Föhre	188	0.85%
24	Aesculus	x carnea	Scharlach Rosskastanie	187	0.84%
25	Paulownia	tomentosa	Blauglockenbaum	174	0.78%
26	Sorbus	intermedia	Schwedische Mehlbeere	158	0.71%
27	Acer	cappadocicum	Kolchischer Ahorn	142	0.64%
28	Liquidamber	styraciflua	Amberbaum	138	0.62%
29	Magnolia	kobus	Kobushi-Magnolie	120	0.54%
30	Quercus	robur	Stiel-Eiche	117	0.53%
				17776	80.19%

Tab. A2: Die 30 häufigsten Baumarten der Bäume in Grünanlagen und auf Schulhausarealen der Stadt Zürich (Baumkataster der Stadt Zürich, Stand September 2019).

Die Sorten der gleichen Baumart wurden unter dieser zusammengefasst.

	Gattung	Art	Baumname Deutsch	Anzahl von Art	Prozent von Art
1	Carpinus	betulus	Hainbuche, Weissbuche	2936	8.30%
2	Taxus	baccata	gemeine Eibe	2018	5.70%
3	Pinus	sylvestris	Föhre	1587	4.49%
4	Betula	pendula	Birken	1566	4.43%
5	Picea	abies	Fichte	1386	3.92%
6	Fraxinus	excelsior	Esche	1366	3.86%
7	Acer	campestre	Feldahorn	1358	3.84%
8	Acer	platanoides	Spitz-Ahorn	1168	3.30%
9	Acer	pseudoplatanus	Bergahorn	989	2.80%
10	Platanus	x hispanica	Ahornblättrige Plantane	977	2.76%
11	Quercus	robur	Stiel-Eiche	973	2.75%
12	Fagus	sylvatica	Rotbuche	881	2.49%
13	Aesculus	hippocastanum	Rosskastanie	670	1.89%
14	Tilia	cordata	Winterlinde	503	1.42%
15	Prunus	avium	Vogelkirsche, Süsskirsche	457	1.29%
16	Alnus	glutinosa	Schwarz-Erle	440	1.24%
17	Pinus	nigra	Schwarzföhre	420	1.19%
18	Salix	alba	Weiss-, Weide-, Silber-Weide	408	1.15%
19	Robinia	pseudoacacia	Robinie	401	1.13%
20	Larix	decidua	gemeine Lärche	339	0.96%
21	Chamaecyparis	lawsoniana	Lawsons Scheinzypresse	336	0.95%
22	Populus	nigra	Schwarzpappel	322	0.91%
23	Tilia	x europaea	Holländische Linde	286	0.81%
24	Tilia	platyphyllos	Sommerlinde	268	0.76%
25	Parrotia	persica	Persischer Eisenholzbaum	260	0.73%
26	Juglans	regia	Baumnuss	246	0.70%
27	Ilex	aquifolium	Stechpalme	233	0.66%
28	Gleditsia	triacanthos	Gleditschien	226	0.64%
29	Picea	omorika	Serbische Fichte	226	0.64%
30	Acer	palmatum	Fächer Ahorn	217	0.61%
				23463	66.32%

Tab. A3: Die 30 häufigsten Baumarten der Bäume auf privaten Arealen in der Stadt Zürich (Baumkataster der Stadt Zürich und Baumkartierung Schwamendingen, Stand September 2019).

Die Sorten der gleichen Baumart wurden unter dieser zusammengefasst.

	Gattung	Art	Baumname Deutsch	Anzahl von Art	Prozent von Art
1	Picea	abies	Rottanne, Fichste	1629	7.86%
2	Carpinus	betulus	Hainbuche, Weissbuche	1613	7.78%
3	Betula	pendula	Birken	1456	7.02%
4	Taxus	baccata	gemeine Eibe	1081	5.21%
5	Chamaecyparis	lawsoniana	Scheinzypresse	883	4.26%
6	Acer	pseudoplatanus	Bergahorn	817	3.94%
7	Pinus	sylvestris	Föhre	810	3.91%
8	Malus	domestica	Äpfel	639	3.08%
9	Acer	campestre	Feldahorn	630	3.04%
10	Pinus	nigra	Schwarzföhre	606	2.92%
11	Acer	platanooides	Spitz-Ahorn	565	2.72%
12	Fraxinus	excelsior	Esche	531	2.56%
13	Platanus	x hispanica	Ahornblättrige Plantane	485	2.34%
14	Picea	omorika	Serbische Fichte	436	2.10%
15	Fagus	sylvatica	Buche	376	1.81%
16	Aesculus	hippocastanum	Rosskastanie	348	1.68%
17	Prunus	domestica	Kultur-Pflaume	290	1.40%
18	Prunus	avium	Vogelkirsche, Süsskirsche	556	2.68%
19	Robinia	pseudoacacia	Robinie	252	1.22%
20	Larix	decidua	gemeine Lärche	250	1.21%
21	Prunus	serrulata	Japanische Blütenkirsche	229	1.10%
22	Acer	palmatum	Fächer Ahorn	221	1.07%
23	Quercus	robur	Stiel-Eiche	193	0.93%
24	Acer	saccharinum	Silber-Ahorn	170	0.82%
25	Picea	pungens	Stech-Fichte	149	0.72%
26	Juglans	regia	Baumnuss	132	0.64%
27	Tilia	spec.	Linde	132	0.64%
28	Magnolia	spec.	Magnolie	126	0.61%
29	Populus	nigra	Schwarzpappel	117	0.56%
30	Pyrus	communis	Birnen	115	0.55%
				15'837	76.37%

Tab. A4: Die Liste der 30 Arten/Sorten aus dem Projekt „Stadtgrün 2021: Neue Bäume braucht das Land!“ (Böll 2021) und alle als „klimatolerant“ eingestuften Arten/Sorten aus der „Strassenbaumliste – empfohlene Baumarten von Grün Stadt Zürich“ (Grün Stadt Zürich).

Die Sorten der gleichen Baumart werden hier separat aufgeführt.

Gattung Art	Sorte / Züchtung	Baumname Deutsch	Böll 2021	Grün Stadt Zürich	Liste von 2014
Acer buergerianum	/	Dreizahn-Ahorn	x	x	
Acer monspessulanum	/	Französischer Ahorn	x	x	
Acer opalus	/	Schneeballblättriger Ahorn	x	x	
Acer rubrum	'Scanlon'	Schmalkroniger Rotahorn		x	
Acer rubrum	'Somerset'	Rot-Ahorn 'Somerset'	x	x	
Acer x freemanii	'Autumn Blaze'	Flammen-Ahorn		x	
Alnus x spaethii	/	Purpur-Erle	x		x
Carpinus betulus	'Frans Fontaine'	Hainbuche	x		
Celtis australis	/	Zügelbaum	x	x	x
Eucommia ulmoides	/	Chinesischer Guttaperchabaum	x	x	
Fraxinus ornus	/	Blumen-Esche	x	x	x
Fraxinus pennsylvanica	'Summit'	Nordamerikanische Rotesche	x	x	
Ginkgo biloba	'Fastigiata Blagon'	Ginkgo 'Fastigiata Blagon'		x	
Ginkgo biloba	/	Ginkgo	x	x	x
Gleditsia triacanthos	'Skyline'	Lederhülsenbaum	x	x	
Juglans nigra	/	Schwarznuss	x		
Liquidambar styraciflua	'Worplesdon'	Amerikanischer Amberbaum		x	
Liquidambar styraciflua	/	Amberbaum	x	x	x
Magnolia kobus	/	Kobushi-Magnolie	x		
Malus tschonoskii	/	Woll-Apfel	x	x	
Ostrya carpinifolia	/	Hopfen-Buche	x		
Parrotia persica	'Vanessa'	Parrotie		x	
Parrotia persica	/	Persischer Eisenholzbaum	x		x
Platanus orientalis	'Minarette'	Plantane		x	
Platanus orientalis	/	Morgenländische Platane	x		
Quercus cerris	/	Zerr-Eiche, exotisch	x	x	x
Quercus frainetto	'Trump'	Ungarische Eiche	x	x	
Quercus x hispanica	'Wageningen'	Spanische Eiche	x	x	
Sophora japonica	'Regent'	Perlschnur- oder Honigbaum	x	x	

Tab. A4, 2. Teil.

Gattung Art	Sorte / Züchtung	Baumname Deutsch	Böll 2021	Grün Stadt Zürich	Liste von 2014
Sorbus latifolia	'Henk Vink'	Breitblättrige Mehlebeere	x	x	
Tilia americana	'Redmond'	Amerikanische Linde	x	x	
Tilia henryana	/	Henrys Linde		x	
Tilia mongolica	/	Mongolische Linde	x	x	
Tilia tomentosa	'Brabant'	Silber-Linde	x	x	
Tilia x flavescens	'Glenleven'	Kegel-Linde 'Glenleven'		x	
Ulmus x hollandica	'Lobel'	Lobel-Ulme	1	1	
Ulmus-Hybride	'New Horizon'	Ulmensorte 'New Horizon'		1	
Ulmus-Hybride	'Rebona'	Ulmensorte 'Rebona'	1	1	
Ulmus-Hybride	'Columella'	Ulmensorte 'Columella'		1	
Zelkova serrata	'Green Vase'	Zelkove	1	1	

Tab. A5: (auf zwei Seiten): Die Liste der 47 Arten/Sorten, die in der GALK Strassenbaumliste als „geeignet“ oder „gut geeignet“ bezüglich ihrer Verwendbarkeit als Strassenbaum eingeordnet wurden.

Die Sorten der gleichen Baumart werden hier separat aufgeführt. Abfrage strassenbaumliste.galk.de vom Dez. 2020.

Gattung Art	Sorte / Züchtung	Baumname Deutsch	Liste von 2014
Acer campestre	'Elsrijk'	Feldahorn	
Acer platanoides	'Allershhausen'	Spitzahorn	
Acer platanoides	'Cleveland'	Kegelförmiger Spitzahorn	
Acer platanoides	'Columnare'	Säulenförmiger Spitzahorn	
Acer platanoides	'Globosum'	Kugelspitzahorn	
Acer platanoides	'Olmsted'	Spitzahorn	
Alnus x spaethii	/	Purpur-Erle	
Amelanchier arborea	'Robin Hill'	Felsenbirne	
Carpinus betulus	'Fastigiata'	Pyramiden-Hainbuche	
Fraxinus excelsior	'Geessink'	Esche	
Fraxinus excelsior	'Globosa'	Kugelesche	
Fraxinus excelsior	'Westhof's Glorie'	Nichtfruchtende Strassenesche	
Fraxinus ornus	/	Blumen-Esche / Manna-Esche	x
Fraxinus ornus	'Rotterdam'	Blumen-Esche / Manna-Esche	
Gleditsia triacanthos	'Inermis'	Dornenlose Gleditschie	
Gleditsia triacanthos	'Shademaster'	Dornenlose Gleditschie	
Gleditsia triacanthos	'Skyline'	Lederhülsenbaum	
Liquidambar styraciflua	/	Amberbaum	x
Liquidambar styraciflua	'Paarl'	Amberbaum	
Malus tschonoskii	/	Woll-Apfel	
Ostrya carpinifolia	/	Hopfen-Buche	
Populus nigra	'Italica'	Pyramidenpappel	
Prunus padus	'Schloss Tiefurt'	Traubenkirsche	
Prunus x schmittii		Zierkirsche	
Quercus cerris	/	Zerr-Eiche	x
Quercus petraea		Traubeneiche	
Quercus robur	'Fastigiata'	Stielsäuleneiche	
Quercus robur	'Fastigiata Koster'	Schmale Pyramideneiche	
Robinia pseudoacacia	/	Robinie	x
Robinia pseudoacacia	'Bessoniana'	Kegelakazie	
Robinia pseudoacacia	'Nyirsegi'	Robinie	
Robinia pseudoacacia	'Sandraudiga'	Robinie	
Robinia pseudoacacia	'Semperflorens'	Robinie	
Robinia pseudoacacia	'Umraculifera'	Kugelakazie	
Sorbus aria	'Magnifica'	Mehlbeere	
Sorbus intermedia	'Brouwers'	Schwedische Mehlbeere	
Sorbus x thuringiaca	'Fastigiata'	Thüringische Säulen-Mehlbeere	
Tilia americana	'Nova'	Amerikanische Linde	
Tilia cordata	'Erecta'	Dichtkronige Winterlinde	
Tilia cordata	'Greenspire'	Amerikanische Stadtlinde	

Tab. A5, 2. Teil.

Gattung Art	Sorte / Züchtung	Baumname Deutsch	Liste von 2014
Tilia cordata	'Rancho'	Amerikanische Stadtlinde	
Tilia cordata	'Roelvo'	Winterlinde	
Tilia tomentosa	'Brabant'	Silber-Linde	
Tilia x euchlora	/	Krimlinde	
Tilia x europaea	/	Holländische Linde	x
Tilia x flavescens	'Glenleven'	Kegellinde	
Tilia x europaea	'Pallida'	Kaiser-Linde	



Abb. 12: Bäume auf dem Dach der Hochschule der Künste, Toni-Areal, Zürich.