

URBANE WÄLDER

Ökologische Stadterneuerung durch Anlage urbaner Waldflächen
auf innerstädtischen Flächen im Nutzungswandel

Ein Beitrag zur Stadtentwicklung

Modul Flora

Kartierung auf dem Gebiet Stadtgärtnerei Holz in Leipzig zur Erfassung
der Zuwächse der Gehölze und Prognose über die zukünftige Entwick-
lung



Autoren:	Prof. Dr. Andreas Roloff M. Sc. Melanie Forker
Förderträger:	Bundesamt für Naturschutz
Fachbetreuung:	Bundesamt für Naturschutz, FG II 4.1, Jens Schiller
Hauptvorhaben:	Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau
Wissenschaftliche Begleitung:	<i>Koordination und Leitung:</i> TU Dresden, Institut für Landschaftsarchitektur, Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung <i>Beteiligte Partner:</i> TU Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Professur für Forstbotanik TU Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Professur für Meteorologie; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Department Stadt- und Umweltsoziologie; Naturschutzzentrum Region Leipzig e.V.
Projektlaufzeit:	2009 - 2019
Bearbeitungsstand	2019
Zitiervorschlag:	Forker, M. und Heemann, S. (2019): Modul Flora. Kartierung auf dem Gebiet Stadtgärtnerei Holz in Leipzig zur Erfassung der Zuwächse der Gehölze und Prognose über die zukünftige Entwicklung. Wissenschaftliche Begleitforschung zum Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben der Stadt Leipzig „Urbane Wälder“ im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Dresden 2019.



Inhalt

1	Einführung.....	4
1.1	Ziel und Untersuchungsfläche.....	4
1.2	Trockener Sommer 2018 – Besonderheiten.....	4
1.3	Methodik.....	5
2	Ergebnisse 2018.....	6
2.1	Artzusammensetzung und Naturverjüngung.....	6
2.2	Größenparameter: Mittelwerte, Maxima, Verteilung und Zuwachs.....	7
2.3	Darstellung Fläche 1.....	8
2.4	Darstellung Fläche 2.....	9
2.5	Erfassung der Jahreszuwächse für vier Baumarten.....	10
3	Prognosen.....	14
3.1	Grundlagen für die Prognosen: Erfahrung aus Waldbau und Sukzession.....	14
3.2	Berechnung der Prognosen.....	14
3.3	Ergebnisse der Prognose für 2030.....	15
4	Zusammenfassung.....	17
5	Verzeichnisse.....	18
5.1	Abbildungsverzeichnis.....	18
5.2	Tabellenverzeichnis.....	18
5.3	Quellenverzeichnis.....	18



1 Einführung

1.1 Ziel und Untersuchungsfläche

Im Folgenden werden Ergebnisse zweier Untersuchungen 2017 und 2018 aus dem sogenannten „Stadtgärtnerei Holz“ in Leipzig Anger-Crottendorf (Heemann 2016) zusammengefasst. Ziel dieser Untersuchung war es, den Zuwachs von 690 erfassten Individuen auf zwei Teilflächen des Eichen-Hainbuchen-Linden-Waldes positionsgenau zu dokumentieren. Auf Grundlage der so gewonnenen Daten soll eine Prognose zur Flächenentwicklung in den nächsten 10-20 Jahren möglich sein.

Die Pflanzabstände waren auf beiden Flächen identisch (2m zwischen den Reihen, 50cm in der Reihe), die Pflanzung sah eine Stammzahl von rund 8300 Bäumen pro Hektar vor. Die Teilflächen unterschieden sich visuell durch lockeren Bewuchs auf der westlichen Teilfläche (Fläche 2, 480m²) im Vergleich zu dichtem Bewuchs auf der östlichen Teilfläche (Fläche 1, 564m²). Diese Unterscheidung wurde vor der Erfassung im Jahr 2017 vorgenommen. Im Ergebnis der Messungen von Inventur und Jahreszuwachsen lässt sich eine Unterscheidung der Flächen nicht aufrechterhalten (Abb. 1). Das Aufkommen von Jungwuchs von Feld- und Bergahorn (*Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*) und weiteren Arten war auf beiden Flächen zu beobachten.

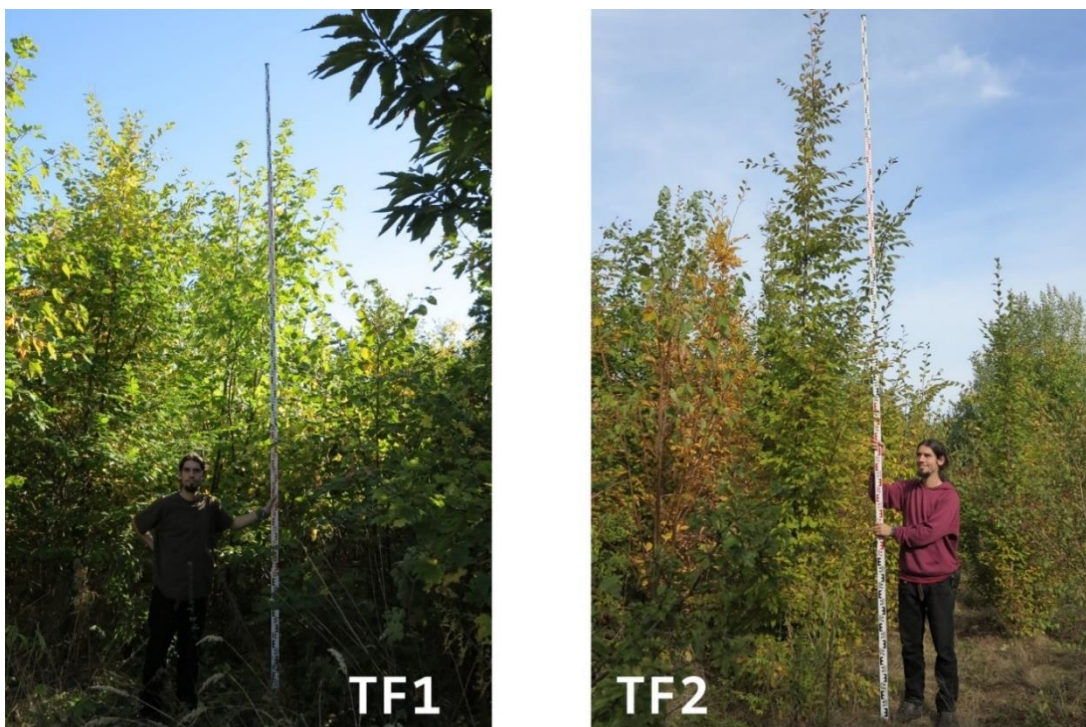


Abb. 1: Beide Teilflächen, TF 1 und TF 2 im Jahr 2018. Baumart Hainbuche, Höhe 5m (Foto: Melanie Forker)

1.2 Trockener Sommer 2018 – Besonderheiten

2018 ist das wärmste Jahr und eines der drei trockensten Jahre in Deutschland seit Messbeginn 1881. Wie die Monatsmittel der Niederschläge für die Stadt Leipzig zeigen (Abb. 2, rechts), liegen diese für



die Monate April bis November 2018 weit unter dem Klimamittel, meist sogar abzüglich der Standardabweichung. Daraus resultierte ein starker Wassermangel für die Vegetation. Die Temperaturkurve belegt zusätzlich die überdurchschnittliche Hitze, die an den meisten Tagen oft um 5 Grad über dem Klimamittel lag (Abb. 2, links). Die Spätfolgen dieses Jahrhundertssommers werden vor allem in den kommenden Jahren zu beobachten sein.

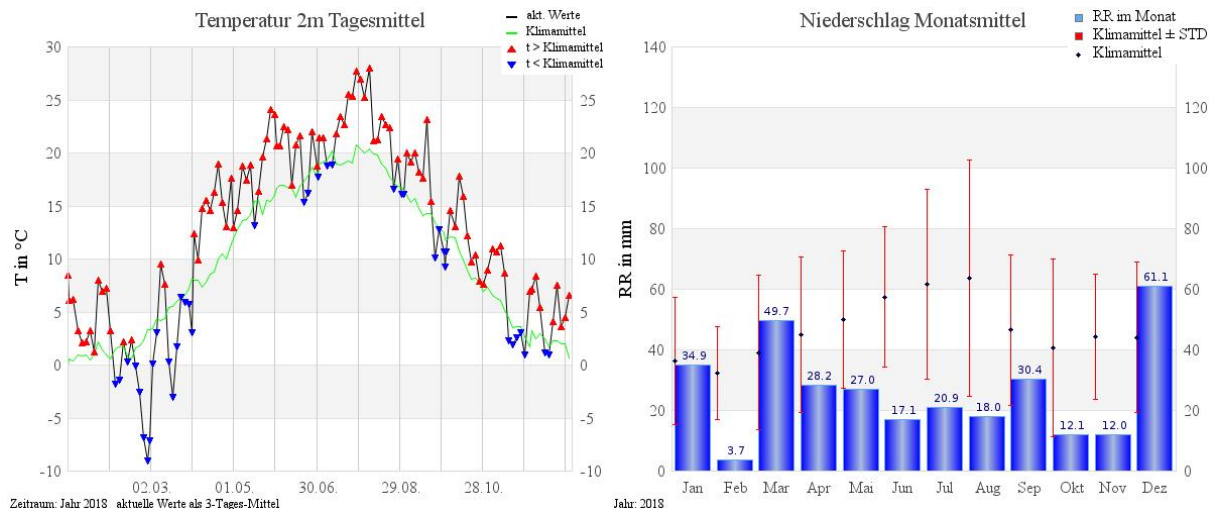


Abb. 2: Temperatur (3-Tages-Mittel) und Leipziger Niederschläge (Monatsmittel). Messort: Collmburg, Turm des LIM-Institutsgebäudes (LIM 2018)

1.3 Methodik

Im Jahr 2017 wurden je sechs Baumreihen der Teilflächen eingemessen, d.h. der Aufwuchs von Bäumen auf einer Breite von 12 m vollständig erfasst. Die Inventur im Herbst 2018 war eine Wiederholungsmessung aller Bäume. Sie erfolgte in der 39. Kalenderwoche. Das Auffinden der Reihen wurde durch die 2017 erfassten GPS-Koordinaten und die Lagebeschreibung ermöglicht. Das Pflanzmuster: In der Mitte aller der Reihen ist Stieleiche (*Quercus robur*) gepflanzt, randlich wechseln sich Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Winterlinde (*Tilia cordata*) aller drei Reihen ab.

Für jeden Baum wurden folgende Parameter erneut erfasst: Baumart, BHD (ab 2 cm), Höhe und Anzahl der Stämme. Dabei wurden auch die Bäume erfasst, die sich von selbst angesiedelt haben. Naturverjüngung aus 2018 wurde neu in die Positionstabelle aufgenommen, mit Baumart und Höhe. Abgestorbene Bäume wurden ebenfalls mit ihrer Position u. Baumart vermerkt und vermessen.

Betrag der BHD unter 2 cm wurde für jeden Baum pauschal 1 cm vermerkt. Kleine Bäume erreichten oft nicht die 1,30 m Wuchshöhe um den BHD zu messen. Bäume mit 1 cm BHD laut Tabelle können in der Realität aber auch 1,8 oder 1,9 cm BHD aufweisen.



2 Ergebnisse 2018

2.1 Artzusammensetzung und Naturverjüngung

Die Artzusammensetzung wurde grundlegend im Jahr 2017 erfasst und hat sich bis 2018 kaum geändert. 2017 wurden insgesamt 690 Individuen erfasst. Davon sind nur rund 557 Individuen angepflanzt worden, das entspricht 80 % des erfassten Bestandes. Ein Fünftel der etablierten Bäume und Sträucher haben sich also von selbst angesiedelt oder waren noch Restbestand der Fläche (Abb. 3). Häufige Bäume sind dabei vor allem Berg-Ahorn und Feld-Ahorn, sowie Esche und Sal-Weide. Auch Kiefer und Birke sind ab und zu vertreten. Andere Arten, wie Walnuss, Pappel oder Eberesche treten nur vereinzelt auf. Der Weißdorn zählt zur Randbepflanzung und ist daher nicht spontan aufgetreten.

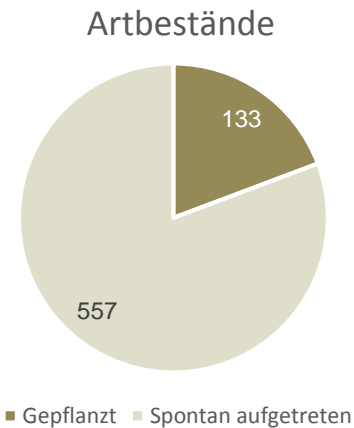


Abb. 3: Zahl der gepflanzten oder spontan auftretenden Gehölze 2018 (EIGENE DARSTELLUNG)

Tab. 1: Auflistung der Baumarten nach Häufigkeit in den Flächen (ohne Naturverjüngung, s. Tab. 2), aktuelle Werte 2018 (EIGENE DARSTELLUNG)

Artname	TF1	TF2	Summe
<i>Quercus robur</i>	171	128	299
<i>Tilia cordata</i>	58	79	137
<i>Carpinus betulus</i>	43	78	121
<i>Acer pseudoplatanus</i>	47	3	50
<i>Acer campestre</i>	19	12	31
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	0	10
<i>Salix caprea</i>	7	3	10
<i>Pinus sylvestris</i>	0	9	9
<i>Betula pendula</i>	5	2	7
...
Summe < 4 Individuen: <i>Crataegus spec.</i> , <i>Cotoneaster</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Ribes spec.</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Sorbus aucuparia</i>			
Gesamtanzahl:	358	321	690

Tab. 2: Naturverjüngung in beiden Flächen 2018 mit Angabe der max. Höhe (EIGENE DARSTELLUNG)

Art (Naturverjüngung)	TF1	TF2	Summe	max. Höhe [m]
<i>Acer campestre</i>	1	10	11	1,20
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	1	2	0,45
<i>Carpinus betulus</i>		1	1	0,65
<i>Fraxinus excelsior</i>	2		2	0,50
<i>Pinus sylvestris</i>		2	2	0,60
<i>Quercus robur</i>	2		2	1,10
Gesamtanzahl:	6	14	20	



Die Naturverjüngung oder auch fortgesetzte spontane Ansamung von Gehölzen beträgt auf beiden Flächen zusammen rund 3 %, die Mortalität liegt bei rund 1,5 %. Tab. 2 zeigt, dass allein *Acer campestre* auf der Fläche 2 die Hälfte zu diesem Prozentsatz beiträgt. Fläche 1 zeigt einen geringeren Aufwuchs von neuen Gehölzen im Jahr 2018. Die Naturverjüngung trägt zu einer Diversifizierung der Fläche und der Bildung einer Unterschicht bei. Vor allem der Feld-Ahorn füllt derzeit die Lücke einer nicht vorhandenen Strauchschicht.

2.2 Größenparameter: Mittelwerte, Maxima, Verteilung und Zuwachs

Ähnlich wie im Jahr 2017 sind auch 2018 die größten Bäume der Fläche nicht die angepflanzten, sondern bereits zuvor auf der Fläche vorhanden gewesene Bäume, allen voran einige Salweiden. Die Dichte von TF1 beträgt 4.823 Bäume pro Hektar (77 % der geplanten Bestandsdichte). Bei TF2 sind es mit einer Individuenzahl von insgesamt 6812 / ha immerhin 82 % der geplanten Bestandsdichte. Die Stammzahl beträgt 126 % bzw. 122 % der Individuenzahl (für Fläche 1 und 2).

Der Zuwachs an den gepflanzten Bäumen ließ sich dennoch deutlich feststellen. So ist im Mittel eine Zunahme des BHD um 5 mm, bei den Eichen sogar um 7 mm festzustellen. Der mittlere Höhenzuwachs liegt bei den gepflanzten Baumarten zwischen 65 und 72 cm. Die Maximalwerte zeigen eine Zunahme um fast das Doppelte: die Durchmesser der gepflanzten Arten haben maximal 9 bis 15 mm zugenommen, in der Höhe wurde ein Zuwachs von 80 bis 135 cm erreicht.

Die Abb. 4 stellt die Durchmesserklassenverteilung getrennt für die drei gepflanzten Baumarten dar. Die Linden zeigen noch die typische Durchmesserklassenverteilung eines sehr jungen Bestandes. Die Hainbuchen splitten sich in eine Kohorte, deren Kurve schon etwas fortgeschritten ist, mit einem leichten Peak in den Klassen zwischen 3,5 und 4,5 cm, und einer annähernden Glockenform nach beiden Seiten; sowie einer kleineren Gruppe von ca. einem Fünftel der verbleibenden Hainbuchen, die mit ihrem BHD noch unterhalb der Kluppschwelle von 2 cm liegen. Die Durchmesserverteilung der Eichen ist bereits abgeflacht, d.h. der Bestand ist ins Dickenwachstum eingetreten.



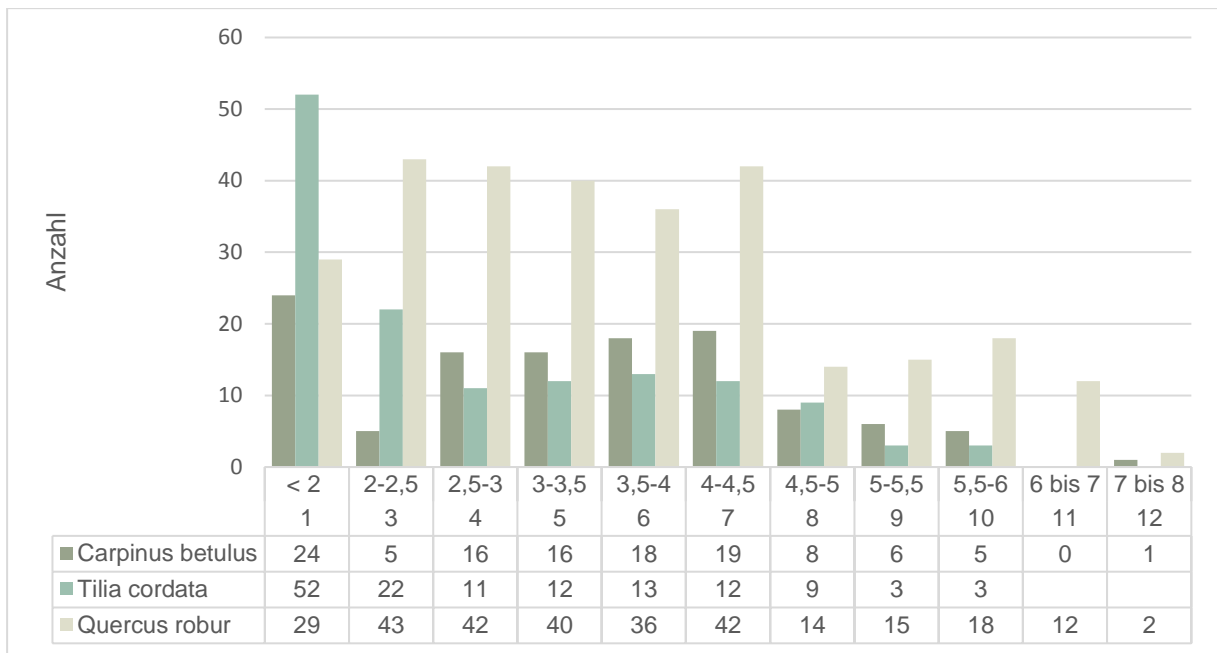


Abb. 4: Durchmesserklassenverteilung nach Baumarten getrennt: Histogramm BHD für Hainbuche, Winterlinde und Eiche (EIGENE DARSTELLUNG)

2.3 Darstellung Fläche 1

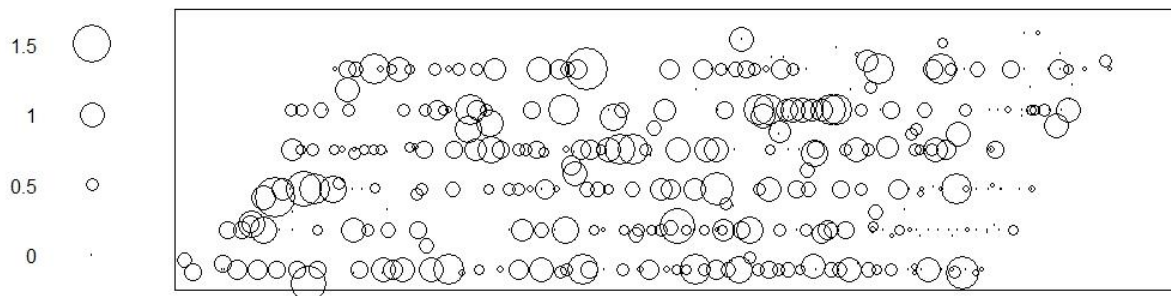


Abb. 5 Zuwachsleistung BHD auf Teilfläche 1 (EIGENE DARSTELLUNG)

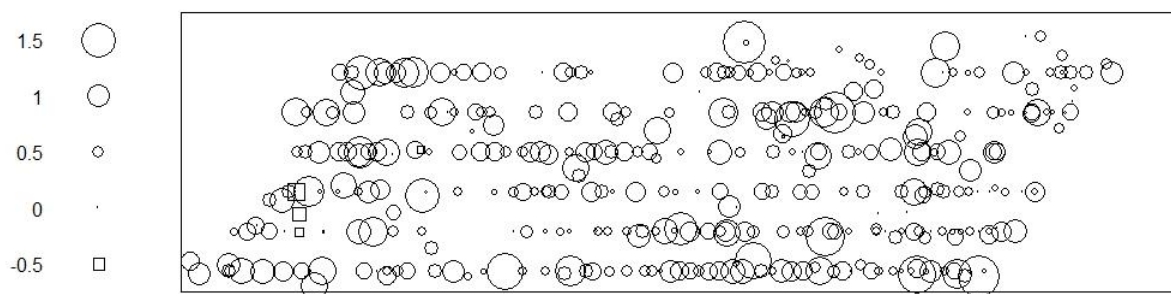


Abb. 6: Zuwachsleistung Höhe auf Teilfläche 1 (EIGENE DARSTELLUNG)



Tab. 3: Mittelwerte von Höhe, BHD und Zuwachs 2018 für die häufigsten Baumarten auf TF1 (EIGENE DARSTELLUNG)

Art	n	BHD 2017	BHD 2018	Höhe 2017	Höhe 2018	Zuwachs BHD	Zuwachs Höhe
<i>Quercus robur</i>	170	2,7	3,3	3,39	3,98	0,6	0,59
<i>Tilia cordata</i>	58	1,8	2,1	2,42	2,87	0,3	0,45
<i>Acer pseudoplatanus</i>	47	3,1	3,7	4,15	5,01	0,6	0,86
<i>Carpinus betulus</i>	42	2,8	3,2	3,68	4,43	0,4	0,75
<i>Acer campestre</i>	18	1,6	1,9	2,81	3,26	0,3	0,45
<i>Fraxinus excelsior</i>	8	1,6	1,9	2,42	2,79	0,3	0,37
<i>Salix caprea</i>	6	9,6	10,3	7,08	7,80	0,7	0,72
<i>Betula pendula</i>	4	5,0	5,6	5,31	6,34	0,6	1,03
[...] (<i>Juglans regia</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Prunus cerasifera</i>)							
Gesamtergebnis	358	2,7	3,2	3,40	4,02	0,5	0,62

Die Zuwächse an BHD und Höhe auf Teilfläche 1 werden jeweils in einem eigenen Diagramm dargestellt (Abb. 5 und 6). Hier zeigt sich eine große Heterogenität der Zuwächse im vergangenen Jahr. Vor allem die randlich gepflanzten Linden und Hainbuchen waren durch das Aufkommen von Brombeeren, Hopfen und Waldrebe beeinträchtigt. Die negativen Höhenzuwächse in Abb. 6 resultieren aus niedergedrückten Leittrieben der Linden. Aus den Abbildungen geht auch hervor, was statistisch errechnet wurde: dass es für die inventarisierten Individuen keinen Zusammenhang zwischen Dicken- und Höhenwachstum in dem Jahresschritt 2017 - 2018 gibt.

2.4 Darstellung Fläche 2

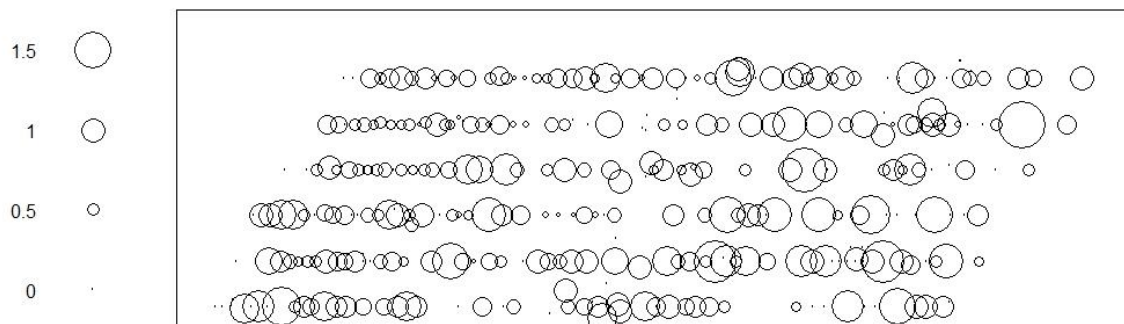


Abb. 7: Zuwachsleistung BHD auf Teilfläche 2 (EIGENE DARSTELLUNG)

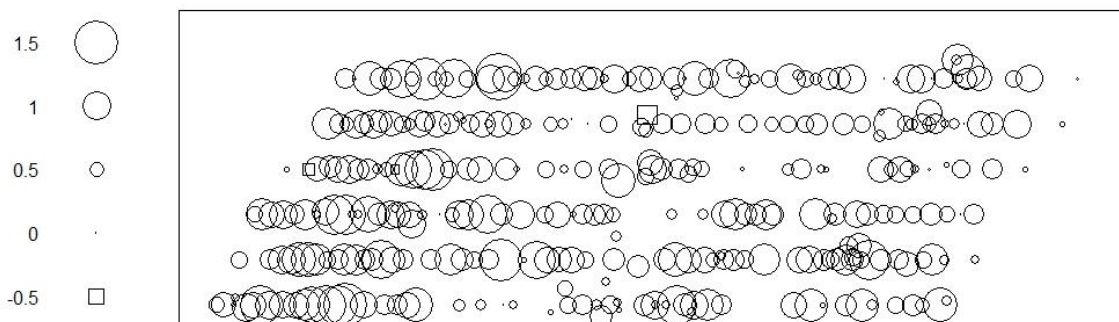


Abb. 8: Zuwachsleistung Höhe auf Teilfläche 2 (EIGENE DARSTELLUNG)



Tab. 4: Mittelwerte von Höhe, BHD und Zuwachs 2018 für die häufigsten Baumarten auf TF2 (EIGENE DARSTELLUNG)

Art	n	BHD 2017	BHD 2018	Höhe 2017	Höhe 2018	Zuwachs BHD	Zuwachs Höhe
<i>Quercus robur</i>	124	2,9	3,6	3,48	4,21	0,7	0,73
<i>Tilia cordata</i>	79	2,1	2,8	2,62	3,48	0,6	0,86
<i>Carpinus betulus</i>	76	2,7	3,2	3,74	4,45	0,5	0,70
<i>Acer campestre</i>	12	1,0	1,0	1,21	1,62	0,0	0,40
<i>Pinus sylvestris</i>	9	1,3	1,7	1,28	1,68	0,5	0,39
<i>Acer pseudoplatanus</i>	4	1,0	1,0	1,14	1,89	0,0	0,75
<i>Salix caprea</i>	2	4,0	4,7	4,85	6,15	0,7	1,30
<i>Betula pendula</i>	2	5,5	6,5	6,05	7,05	1,1	1,00
[...] (<i>Acer platanoides</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Cotoneaster</i> , <i>Crataegus spec.</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>P. tremula</i>)							
Gesamtergebnis	320	2,5	3,1	3,14	3,86	0,6	0,72

Auf der Fläche 2 dominieren die Höhenzuwächse am nördlichen Rand der Fläche (linker Rand der Abb. 8), also dort, wo der breite Spazierweg an die Fläche grenzt. Hier steht mehr Licht für die Bäume zur Verfügung und befeuert das Höhenwachstum. Das Dickenwachstum ist nicht in gleicher Weise auf einen Bereich konzentriert, die größten Zuwächse hat es in der südlichen Hälfte der Fläche gegeben. Die höchsten Bäume sind weiterhin die Pionierbaumarten Salweide und Birke, sie haben auch die maximalen Höhenzuwächse von 1,30 m und 1 m erreicht.

2.5 Erfassung der Jahreszuwächse für vier Baumarten

Wie im Jahr 2017 wurden auch 2018 für vier Baumarten die genauen Jahreszuwächse gemessen. Dazu wurden jeweils 10 Individuen am Ende der Vegetationsperiode, am 03./ 04.11.2018 ausgewählt, gefällt und vermessen. Die Entnahme erfolgte nicht auf den inventarisierten Flächen 1 und 2, sondern in unmittelbarer Nachbarschaft.

Zur Messung der Jahreszuwächse wurden Bergahorn sowie die drei gepflanzten Arten: Stieleiche, Winterlinde und Hainbuche ausgewählt. Es wurden jeweils 10 Individuen mit überdurchschnittlichen Brusthöhendurchmessern gewählt (Ergebnis aus der Flächeninventur), um den Zuwachs nicht an den unterdrückten Bäumen zu messen, sondern an den höheren, konkurrenzkräftigeren Bäumen. Von diesen ist zu erwarten, dass sie sich in den nächsten Jahren durchsetzen und die Entwicklung der Fläche mitbestimmen werden.

Anhand der Jahrringe wurde das Alter des Baumes festgestellt, bereits hier waren nicht immer eindeutige Werte zu erlangen. Anschließend wurde die Gesamthöhe notiert (Länge des Baumes bis zum Ende des längsten Triebes plus Höhe des Stumpfes in cm). Beginnend beim längsten Trieb wurden dann die Zuwächse notiert und zeitlich zurückverfolgt. Der sogenannte Johannstrieb des Jahres 2018 war an den fehlenden Seitenverzweigungen zu erkennen, der Beginn des Jahreszuwachses meist an ge-



stauchten Blattnarben und Verdickungen am Zweig. Tab. 5 fasst die Jahreszuwächse für die vier untersuchten Baumarten zusammen, in den nächsten Abschnitten werden sie für die Arten einzeln dargestellt.

In dieser Kurzfassung werden nur für Ahorn und Eiche die Jahreszuwächse präsentiert, um einen Vergleich zwischen einer gepflanzten Art und einer sehr vitalen, spontan aufgetretenen Art zu bieten.

Tab. 5: Jahreszuwächse gemittelt für alle vier Baumarten, für BHD und Höhe Werte von 2017 zum Vergleich (EIGENE DARSTELLUNG)

Art	BHD [cm]		Höhe [m]		Jahreszuwächse [m]	
	2017	2018	2017	2018	2018	2017
Ahorn	4,4	4,8	5,14	6,46	1,11	0,98
Eiche	4,2	5,1	5,01	6,01	0,95	1,04
Hainbuche	4,2	4,7	5,03	6,22	0,83	0,79
Linde	3,7	4,1	4,19	5,06	0,99	0,74

Jahreszuwächse Ahorn

Im Durchschnitt für die gemessenen 10 Individuen zeigt der Bergahorn einen Zuwachs von 111 cm im Jahr 2018 und von 98 cm im Jahr 2017 – er legte in beiden Jahren also im Mittel rund 1 m an Höhe zu. Der Bergahorn ist somit ein schnellwüchsiger und häufiger Konkurrent auf der Fläche. Auf Fläche 1 bringen es 44 Bergahorne durch ausgeprägte Mehrstämmigkeit auf eine Stammzahl von 111. Abgesägte Triebe des Vorjahres beeinträchtigte das Wachstum der übrigen Stämme in keiner Weise; alle Bäume waren weiterhin vital. Der sogenannten „Hydra-Effekt“, also die Entstehung mehrfacher Ausschläge nach dem Abhieb (WILHELM & RIEGER 2018), war jedoch kaum zu beobachten.

Allerdings gilt der Bergahorn trotz seines raschen Zuwachses in der Etablierungsphase nicht als Pionierbaumart (ROLOFF 2013). Er wird nach erfolgreicher Etablierung lange Zeit auf der Fläche verbleiben. Eine Baumartenmischung wie durch die Pflanzung ursprünglich beabsichtigt, mit ausschließlich Eiche, Linde und Hainbuche, wird ohne den Aushieb des Ahorns nicht erreicht werden. WILHELM & RIEGER (2018) berichten sogar, dass eine Umpflanzung von Traubeneichen mit dem rasch vorwachsenden Bergahorn aufwändige nachsorgende Maßnahmen zugunsten der Eiche unvermeidlich macht.

Die Bäume in der Tab. 6 sind nach Alter und aufsteigender Höhe sortiert. Während im Jahr 2017 die maximal erreichte Höhe 6,06 m betrug, ist 2018 bereits die mittlere Höhe der zehn Individuen um 40 cm größer, eine maximale Höhe von 8,18 m wurde gemessen.



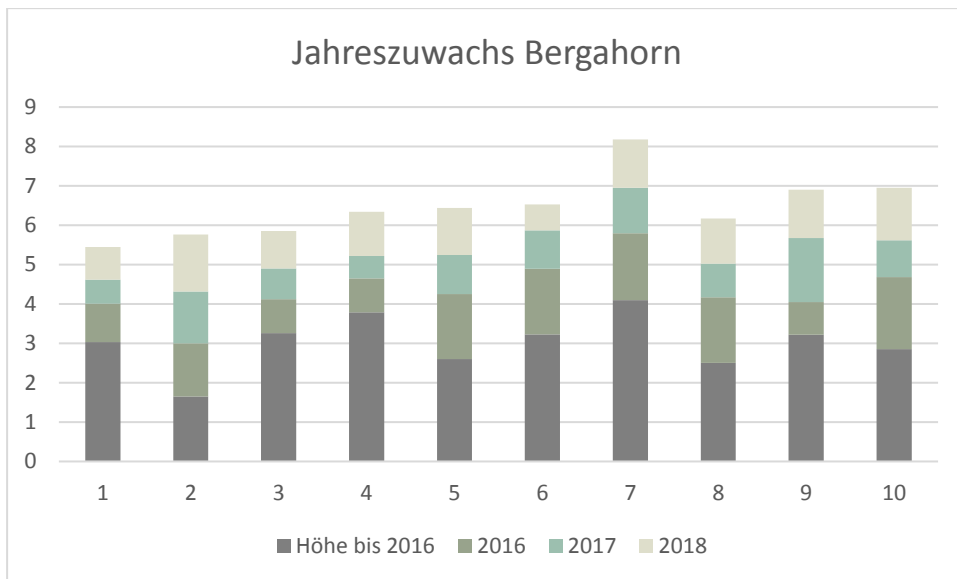


Abb. 9: Jahreszuwachs Bergahorn 2018, gemessen an 10 Individuen (EIGENE DARSTELLUNG)

Tab. 6: Jahreszuwachs Bergahorn bis 2018 (BHD in cm, Höhe und Zuwachs in m) (EIGENE DARSTELLUNG)

Nr.	BHD	Höhe	Jahre	Jahreszuwachs [m]			
				bis 2016	2016	2017	2018
1	3,5	5,45	5	3,03	0,98	0,61	0,83
2	4,5	5,76	5	1,65	1,35	1,32	1,44
3	4,1	5,85	5	3,26	0,86	0,78	0,95
4	4,7	6,34	5	3,79	0,86	0,57	1,12
5	5,1	6,44	5	2,6	1,65	0,99	1,2
6	5,2	6,53	5	3,23	1,66	0,98	0,66
7	5,4	8,18	5	4,1	1,7	1,15	1,23
8	4,2	6,17	6	2,5	1,67	0,85	1,15
9	6	6,90	6	3,22	0,83	1,62	1,23
10	5,3	6,95	6	2,85	1,83	0,94	1,33
Mittelwerte:	4,8	6,46	5,3	3,02	1,34	0,98	1,11

Jahreszuwächse Eiche

Die Besonderheit bei den Stieleichen ist das häufige Auftreten von Johannistrieben, das ist ein zweiter Wachstumsschub ab Ende Juni. Bei den vermessenen Individuen ließen sich die Johannistriebe für die vorausgegangene Vegetationsperiode sowie die früheren Jahre gut erkennen. Durch den trockenen, heißen Sommer waren die Johannistriebe 2018 jedoch nicht so außergewöhnlich lang wie im Jahr 2017. Im Schnitt sind die vermessenen Eichen mit 6,06 m bereits 1 m höher als 2017. Der mittlere Jahreszuwachs betrug für die Stieleichen 95 cm in 2018 und 104 cm in 2017 (Tab. 7).

Die Bäume können bis 30m hoch und im Stammdurchmesser bis über 2m dick werden (ROLOFF 2010). Für die zukünftige Naturverjüngung ist es wichtig zu wissen, dass Stieleichen in geschlossenen



Beständen meist nicht vor dem 30. bis 40. Lebensjahr fruchten (BERGMANN 2001). Eicheln und damit spätere Keimlinge können in den ersten Jahren also nur durch bereits ausgewachsene Eichen in der Nachbarschaft eingetragen werden.

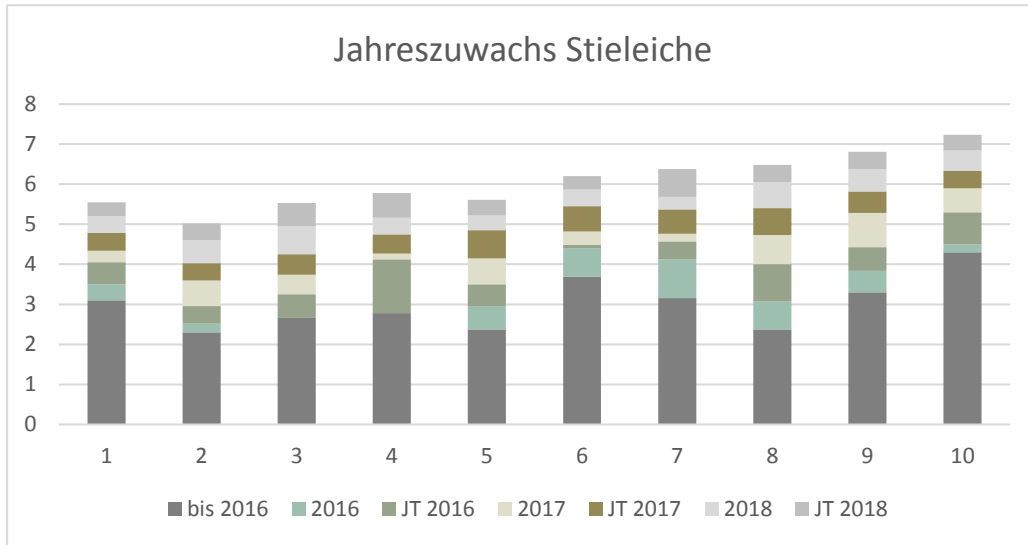


Abb. 10: Jahreszuwachs der Stieleiche (EIGENE DARSTELLUNG)

Tab. 7: Jahreszuwachs Stieleiche bis 2018 (BHD in cm, Höhe und Zuwachs in m, JT = Johannistrieb) (EIGENE DARSTELLUNG)

Eiche Nr.	BHD	Höhe	Alter	Jahreszuwächse [m]						
				bis 2016	2016	JT 2016	2017	JT 2017	2018	JT 2018
1	4,9	5,55	5	3,10	0,40	0,55	0,29	0,45	0,41	0,35
2	4,4	5,02	6	2,30	0,22	0,44	0,64	0,43	0,57	0,42
3	4,9	5,53	6	2,66	0,00	0,59	0,49	0,51	0,70	0,58
4	3,8	5,78	6	2,78	0,00	1,34	0,15	0,48	0,41	0,62
5	4,7	5,61	7	2,37	0,59	0,54	0,65	0,70	0,37	0,39
6	5,4	6,20	7	3,69	0,71	0,08	0,34	0,63	0,42	0,33
7	5,4	6,38	7	3,16	0,96	0,45	0,19	0,61	0,31	0,70
8	4,9	6,48	7	2,37	0,71	0,92	0,73	0,67	0,65	0,43
9	5,8	6,81	7	3,30	0,54	0,59	0,85	0,54	0,56	0,43
10	6,4	7,23	7	4,30	0,20	0,80	0,60	0,43	0,51	0,39
Mittel	5,1	6,06	6,5	3,00	0,43	0,63	0,49	0,55	0,49	0,46



3 Prognosen

3.1 Grundlagen für die Prognosen: Erfahrung aus Waldbau und Sukzession

In Naturverjüngungen beträgt die Pflanzenzahl je Hektar 100.000 bis 1 Million, wenn nicht mehr - in Kulturen sind es etwa 1.000 bis 10.000 Pflanzen/ha. Im starken Baumholz (BHD > 50 cm) verbleiben im Wirtschaftswald noch etwa 100 bis 500 Bäume/ha. Die Stammzahlabnahme ist besonders stark in der Jugend, in den Entwicklungsstufen Ansammlung, Jungwuchs und Dickung. Die Stammzahlverminderung mit dem Alter ist eine Folge der natürlichen Mortalität infolge Konkurrenz und im Regelfall auch der waldbaulichen Eingriffe. Dazu kommen weitere Einflüsse wie Schädlinge, Krankheiten, extreme Wetterereignisse (Sturm, Schnee) oder Luftverschmutzung. In gesunden, nicht bewirtschafteten Beständen ist von einer kontinuierlichen Stammzahlabnahme auszugehen (PRETZSCH 2002).

In der naturnahen Waldwirtschaft werden die Altersstufen des Waldes in folgende Phasen der waldbauwirtschaftlichen Entwicklung gegliedert (WILHELM & RIEGER 2018): Etablierung, Qualifizierung, Dimensionierung, Reife und Zerfall. Der waldbauwirtschaftliche Blickwinkel richtet sich dabei auf die Erzeugung von Wertholz unter Berücksichtigung des natürlichen Wachstumsprozesses. Dieser Fokus kann bei der Prognose der Entwicklung des Stadtgärtnerei Holzes nützlich sein, da die enge Pflanzung hier Verhältnisse wie in der Qualifizierungsphase nach einer Anpflanzung in sog. „Klumpen“ schafft. Es ist eben keine natürliche Sukzession, die auf der Fläche abläuft, sondern ein gleichaltriger Stand, der gemeinsam aufwächst und in dem viele der von den Autoren WILHELM UND RIEGER (2018) beschriebenen Effekte auftreten. Durch die Pflanzung wurde ein Altersklassenwald etabliert. Jetzt beginnt der Verdrängungswettbewerb der Bäume untereinander.

3.2 Berechnung der Prognosen

Berechnung 2030

Innerhalb der nächsten 10 Jahre werden die Pionierbaumarten noch im Bestand erhalten bleiben. Sie werden also im Datensatz belassen. Die Mortalität wird auf 20 % festgesetzt, d.h. ein Fünftel der Bäume wird bis 2030 absterben. Welche Bäume werden aus dem Datensatz entfernt? Um die Konkurrenzverhältnisse abzubilden, werden zwei Maße herangezogen: die Höhe der Bäume und ihre Entfernung untereinander. Als Distanzmaß wird die „nearest neighbour distance“ verwendet, d.h. die Entfernung jedes Baumes zu seinem nächsten Nachbarn. Nun werden alle Paare mit minimalen Entfernungen überprüft, und ihre Höhen verglichen. Der jeweils kleinere Baum wird aus dem Datensatz entfernt. Bäume, die bereits eine Höhe über 4,50 m erreicht haben, werden grundsätzlich nicht entfernt, da sie einen Konkurrenzvorteil vorweisen.

Randeffekte werden nicht berücksichtigt, dadurch haben in dieser Modellierung die randlichen Bäume einen „Selektionsvorteil“, den sie real auf der Fläche nicht haben, da sich die Reihen ja links und rechts der Flächen fortsetzen. Nur für die Bäume am nördlichen Rand, zum Weg hin, besteht dieser Rand auch real. Die Wachstumsfaktoren werden statisch festgelegt: bis zum Jahr 2030 wächst der BHD um Faktor 1,5 und die Höhe um Faktor 2.



Berechnung 2050

Im ersten Schritt werden für 2050 alle Pionierbaumarten aus dem Datensatz entfernt, da davon auszugehen ist, dass diese Arten auf lange Sicht aus den Flächen verschwinden werden (RÖHRIG ET AL. 2006). Dann wird die Mortalität auf 50 % festgesetzt, d.h. bis zu dem prognostizierten Jahr werden die Hälfte aller Bäume abgestorben sein.

Die Berechnung der zu löschenden Bäume erfolgt analog zur Prognose für 2030. Auch hier gilt: Bäume über 4,50 m Wuchshöhe werden grundsätzlich nicht entfernt. Dies betrifft 9 Individuen auf Fläche 1 und 11 auf Fläche 2 (d.h. diese Bäume sind zwar kleiner als ihr Nachbar und müssten bei der Mortalität von 50 % aus dem Datensatz gelöscht werden; bleiben aber erhalten). Dafür werden Bäume entfernt, die laut Bemerkungen beeinträchtigt sind (z.B.: Spalierbildung, krank, überwuchert von Clematis, etc.). Schließlich werden noch alle Bäume kleiner als 2 m Höhe entfernt. Die Wachstumsfaktoren betragen für alle Arten für den BHD Faktor 2,5, für die Höhe Faktor 3, gerechnet ab 2017.

3.3 Ergebnisse der Prognose für 2030

Im Jahr 2030 können laut Prognose einige der nicht gepflanzten Individuen die höchsten Durchmesser erreichen. Dies betrifft auf Fläche 1 besonders die bereits heute verhältnismäßig umfangreiche Salweide im hinteren Bereich der zweiten und dritten Reihe (in Abb. 11 rechts oben). Dies ist ein Zwischenstadium bei der Entwicklung hin zum Eichen-Hainbuchen-Lindenwald, indem die Pionierbäume gegenüber den gepflanzten Arten ihren Vorsprung behaupten können. Die dichteabhängige Mortalität ist noch gering, und so erscheinen die Reihen kaum aufgelockert. Es wird langsam das Stadium der Dickung erreicht (vgl. Abb. 4).

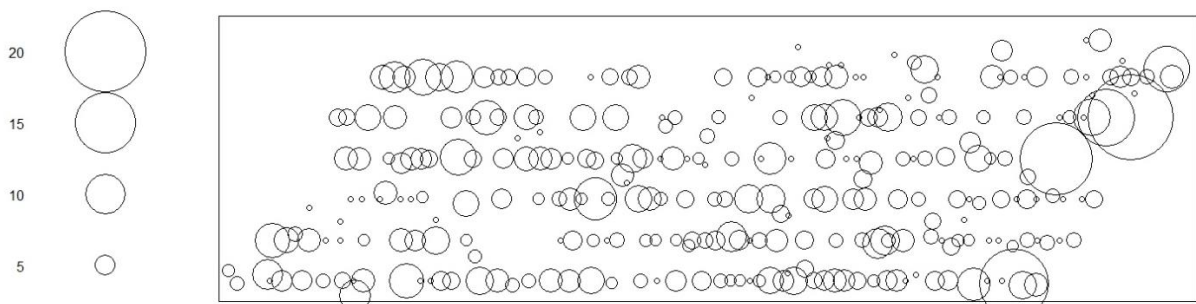


Abb. 11: Fläche 1 im Jahr 2030, große Kreise = große BHD (Maßstab etwa vergleichbar mit Abb. 7) (EIGENE DARSTELLUNG)

Auf der Fläche 2 werden im Jahr 2030 keine vergleichbar großen BHD erreicht wie auf Fläche 1. Die Reihenstruktur ist noch deutlich zu erkennen, und auch der besonders dichte nördliche Rand (links in Abb. 12) erscheint kaum aufgelockert. Die dünnen Bäume im hinteren Teil der Fläche haben nur wenig an BHD zugelegt. Hier besteht die Möglichkeit, dass sich weitere Gehölze spontan ansiedeln und die vorhandenen Birken und Kiefern die Lücken im Bestand nutzen und ein rasches Höhenwachstum zeigen.



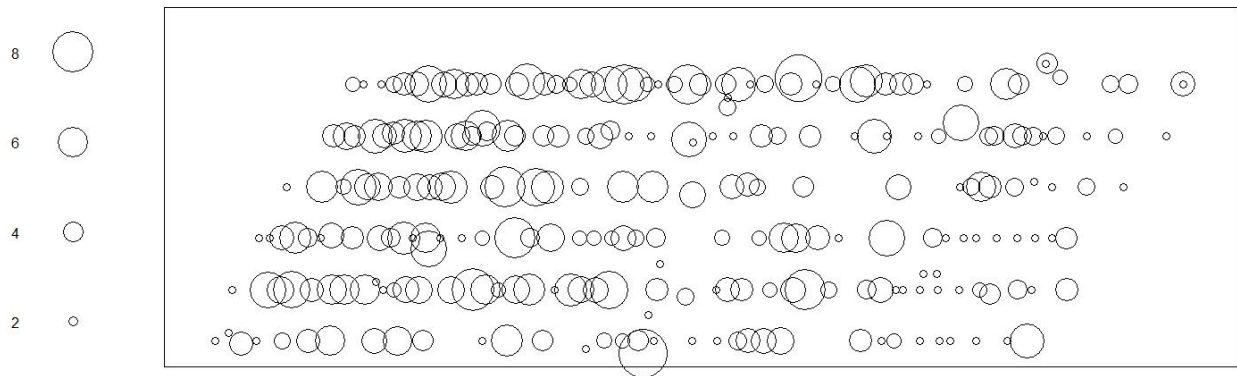


Abb. 12: Fläche 2 im Jahr 2030, große Kreise = große BHD (Maßstab etwa vergleichbar mit Abb. 7) (EIGENE DARSTELLUNG)

Ergebnisse der Prognose für 2050

Während die berechnete Verteilung der Bäume im Jahr 2050 für die Fläche 1 noch recht plausibel wirkt, kommen bei Fläche 2 Zweifel auf. Die enge Pflanzung mit vielen etablierten Individuen, die am nördlichen Rand die Ausgangssituation darstellte, hat sich durch die Art der Berechnung auch in vier Jahrzehnten kaum aufgelichtet (ohne Abb.). Die Toleranz der Hainbuche, auch als Hecke zu wachsen, könnte für ein solches Szenario sprechen. Allerdings wächst dann der Stammdurchmesser wahrscheinlich nicht so schnell mit, wie bei freier stehenden Individuen in der Mitte der Fläche. Ein dichteabhängiger Zuwachs wäre also eine Möglichkeit, das Modell noch zu optimieren. Eine zweite Variante wäre ein Algorithmus, der die Bäume schrittweise aus dem Datensatz entfernt, also die nearest-neighbour-distance immer wieder neu berechnet.

Davon abgesehen zeigen die Prognosen für beide Flächen erste Prozesse der Auflichtung. Die Stammzahl pro ha beträgt im Jahr 2050 rund 3100 pro Fläche. Die Struktur der Pflanzreihen wird jedoch auch bei einem um die Hälfte reduzierten Bestand noch erkennbar bleiben.

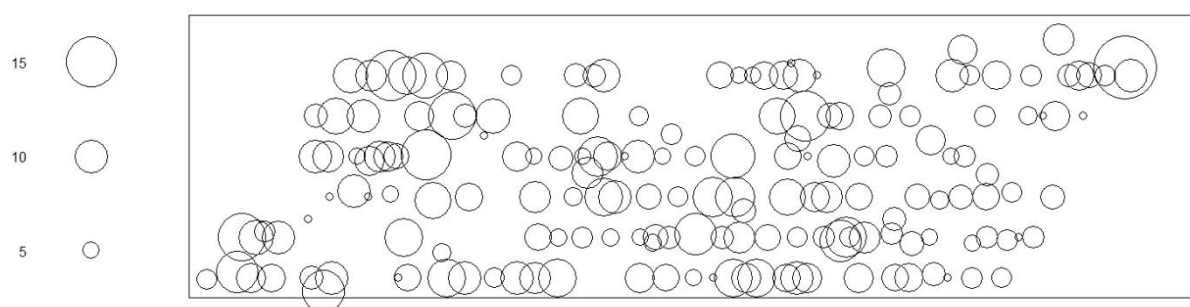


Abb. 13: Fläche 1 im Jahr 2050, große Kreise = große BHD (Maßstab etwa vergleichbar mit Abb. 7) (EIGENE DARSTELLUNG)



4 Zusammenfassung

Die vorliegende Studie knüpft an Voruntersuchungen aus dem Projektvorhaben „Anlage urbaner Wälder auf innerstädtischen Flächen“ an. Die wiederholte Inventur von zwei Teilflächen im angelegten Eichen-Hainbuchen-Lindenwald auf einem Areal der Modellfläche „Stadtgärtnerei Holz“ in Leipzig Anger-Crotendorf war das Ziel der Erhebung 2018.

Insgesamt 679 Individuen wurden auf 2 Teilflächen (Größe: 480 m² bzw. 564 m²) positionsgenau wieder aufgesucht und zu jedem Baum wurden Art, Durchmesser, Höhe und Stammzahl erfasst. Zusätzlich wurden 40 Individuen auf benachbarten Fläche entnommen und ihre Jahreszuwächse vermessen, je 10 Stieleichen, Hainbuchen, Linden und Bergahorne. Der Bestand zeigt in diesem jungen Stadium ein rasches Wachstum, wie vor allem die Jahreszuwächse belegen.

Höchste Werte für BHD und Höhe werden allerdings noch von den im Bestand bereits vorhandenen Arten bzw. Arten aus spontaner Ansiedlung erreicht. Dazu zählen vor allem der Bergahorn, Salweiden und Birken. Außer den gepflanzten drei Arten (Stieleiche, Winterlinde, Hainbuche) wurden 17 weitere Gehölzarten innerhalb der Flächen angetroffen.

Mortalität und Naturverjüngung haben auf beiden Flächen eingesetzt, insgesamt ließ sich etwa 1,5 % Mortalität und 3 % Naturverjüngung berechnen. Die Prognosen, die unter vereinfachenden Annahmen berechnet worden sind, zeigen ein annehmbares Bild beider Flächen im Jahr 2050. Der Bergahorn wird ohne weitere Eingriffe als Begleitbaumart in der Fläche 1 bestehen bleiben und überholt sogar Hainbuche und Linde in seiner Abundanz. Dies liegt an den großen Wuchshöhen, die der Bergahorn bereits jetzt erreicht hat.

Die Positionsdaten der Inventur wurden visualisiert mit dem Statistikprogramm R. Hiermit wurden auch die Prognosen für die Jahre 2030 und 2050 gerechnet. Die Parameter zur Entwicklung der Prognosen wurden in der Literatur recherchiert, leider gibt es für solche jungen Waldstadien wenig verlässliche Daten. Eine Durchforstung wird für die nächsten Jahre als nicht zwingend notwendig angesehen. Über nachsorgende Maßnahmen zugunsten der gepflanzten Bäume sollte jedoch zumindest nachgedacht werden, um die Artenzusammensetzung 10 Jahre nach der Pflanzung noch einmal entscheidend zu steuern.

Eine wiederholende Erfassung in den kommenden Jahren wäre lohnenswert, vor allem die Auswirkungen des trockenen Sommers durch Messungen direkt 2019 feststellen zu können, wäre sicher interessant.



5 Verzeichnisse

5.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Beide Teilflächen, TF 1 und TF 2 im Jahr 2018. Baumart Hainbuche, Höhe 5m (Foto: Melanie Forker)	4
Abb. 2: Temperatur (3-Tages-Mittel) und Leipziger Niederschläge (Monatsmittel). Messort: Collnberg, Turm des LIM-Institutsgebäudes (LIM 2018)	5
Abb. 3: Zahl der gepflanzen oder spontan auftretenden Gehölze 2018 (EIGENE DARSTELLUNG)	6
Abb. 4: Durchmesserklassenverteilung nach Baumarten getrennt: Histogramm BHD für Hainbuche, Winterlinde und Eiche (EIGENE DARSTELLUNG)	8
Abb. 5: Zuwachsleistung BHD auf Teilfläche 1 (EIGENE DARSTELLUNG)	8
Abb. 6: Zuwachsleistung Höhe auf Teilfläche 1 (EIGENE DARSTELLUNG)	8
Abb. 7: Zuwachsleistung BHD auf Teilfläche 2 (EIGENE DARSTELLUNG)	9
Abb. 8: Zuwachsleistung Höhe auf Teilfläche 2 (EIGENE DARSTELLUNG)	9
Abb. 9: Jahreszuwachs Bergahorn 2018, gemessen an 10 Individuen (EIGENE DARSTELLUNG).....	12
Abb. 10: Jahreszuwachs der Stieleiche (EIGENE DARSTELLUNG)	13
Abb. 11: Fläche 1 im Jahr 2030, große Kreise = große BHD (Maßstab etwa vergleichbar mit Abb. 7) (EIGENE DARSTELLUNG).....	15
Abb. 12: Fläche 2 im Jahr 2030, große Kreise = große BHD (Maßstab etwa vergleichbar mit Abb. 7) (EIGENE DARSTELLUNG).....	16
Abb. 13: Fläche 1 im Jahr 2050, große Kreise = große BHD (Maßstab etwa vergleichbar mit Abb. 7) (EIGENE DARSTELLUNG).....	16

5.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Auflistung der Baumarten nach Häufigkeit in den Flächen (ohne Naturverjüngung, s. Tab. 2), aktuelle Werte 2018 (EIGENE DARSTELLUNG).....	6
Tab. 2: Naturverjüngung in beiden Flächen 2018 mit Angabe der max. Höhe (EIGENE DARSTELLUNG)	6
Tab. 3: Mittelwerte von Höhe, BHD und Zuwachs 2018 für die häufigsten Baumarten auf TF1 (EIGENE DARSTELLUNG) ..	9
Tab. 4: Mittelwerte von Höhe, BHD und Zuwachs 2018 für die häufigsten Baumarten auf TF2 (EIGENE DARSTELLUNG) ..	10
Tab. 5: Jahreszuwächse gemittelt für alle vier Baumarten, für BHD und Höhe Werte von 2017 zum Vergleich (EIGENE DARSTELLUNG).....	11
Tab. 6: Jahreszuwachs Bergahorn bis 2018 (BHD in cm, Höhe und Zuwachs in m) (EIGENE DARSTELLUNG).....	12
Tab. 7: Jahreszuwachs Stieleiche bis 2018 (BHD in cm, Höhe und Zuwachs in m, JT = Johannistrieb) (EIGENE DARSTELLUNG).....	13

5.3 Literaturverzeichnis

BERGMANN, Joachim-Hans 2001: Die natürliche und künstliche Verjüngung der Eichenarten *Quercus robur* und *Quercus petraea* (MATTUSCHKA) LIEBL. Erschienen in: UTB; 8310: Forst- und Agrarwissenschaften, Ökologie, Biologie - UTB; 8310: Forst- und Agrarwissenschaften, Ökologie, Biologie. Shaker, Aachen

BURKHARDT, Irene et al. 2008: Urbane Wälder: Abschlussbericht zur Voruntersuchung für das Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben "Ökologische Stadterneuerung durch Anlage urbaner Waldflächen auf innerstädtischen Flächen im Nutzungswandel - ein Beitrag zur Stadtentwicklung", Erschienen in: Naturschutz und biologische Vielfalt; 63, Bonn- Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz



- HEEMANN, Sonja 2016: Endbericht 2016 der wissenschaftlichen Begleitforschung des E+E Vorhabens.
Unveröffentlicht, TU Dresden
- LEIPZIGER INSTITUT FÜR METEOROLOGIE (LIM) (2018): Leipziger Jahresgänge 2018. Leipzig. Online im
Internet: <http://meteo.physgeo.uni-leipzig.de/de/wetterdaten/jahresgaenge.php>, Zugriff am:
25.07.2019
- PRETZSCH, Hans 2002: Grundlagen der Waldwachstumsforschung : mit 33 Tabellen. Parey, Berlin.
- RÖHRIG, Ernst; Bartsch, Norbert; Lüpke, Burghard von 2006: Waldbau auf ökologischer Grundlage / [2]
- [7., vollst. aktualisierte Aufl.]. Ulmer, Stuttgart
- ROLOFF, Andreas 2013: Bäume in der Stadt: Besonderheiten – Funktion – Nutzen – Arten – Risiken.
Ulmer, Stuttgart
- ROLOFF, Andreas [Hrsg.] 2010: Bäume Mitteleuropas : von Aspe bis Zirbelkiefer; mit den Porträts aller
Bäume des Jahres von 1989 bis 2010 - [1. Aufl.]. Wiley-VCH, Weinheim
- WILHELM, Georg Josef und Rieger, Helmut 2018: Naturnahe Waldwirtschaft mit der QD-Strategie, Ver-
lag Eugen Ulmer, Stuttgart

