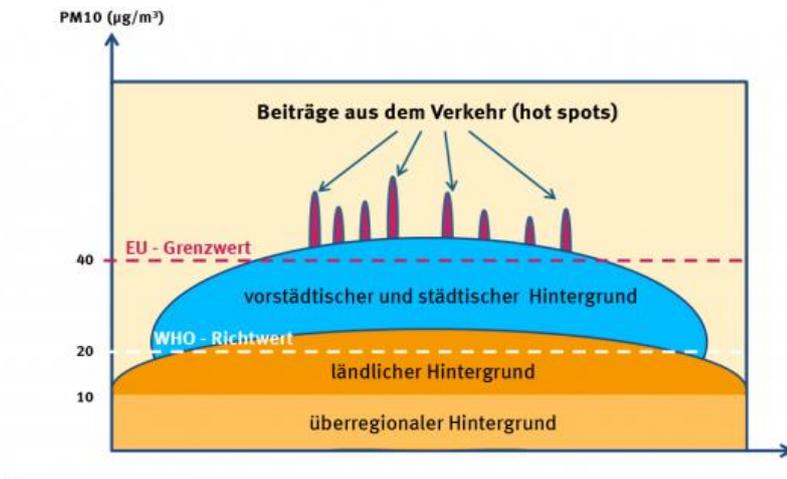


Die Bedeutung von Nachanpflanzungen in Alleen Deutschlands aus dem Blickwinkel des Naturschutzes unter besonderer Berücksichtigung des Alleenfonds in Mecklenburg-Vorpommern (MV)

Dr. rer. nat. Ingo Lehmann (I.L.)

1. Alleen in den „hot spots“ der Schadstoffexpositionen und im globalen Klimawandel

Schematische Darstellung der Zusammensetzung der Feinstaubexposition



Quelle: Umweltbundesamt 2015, modifiziert nach Lenzkow et al. 2001

„Luftschadstoffe sind das größte Umweltgesundheitsrisiko in Europa.“ (EEA 2018 report)

1.1 Der Straßenraum als „hot spot“ im globalen Klimawandel

Die Globale atmosphärische Kohlenstoffdioxid-Konzentration steigt von derzeit 409 auf 800 ppm im Jahr 2100. Der Anstieg der durchschnittlichen Temperatur liegt um 1.7 – 4 °C (Grote *et al.* 2016);

Folgen:

- a) Zunahme der Häufigkeit und Intensität der Hitzewellen und Sonneneinstrahlung;
- b) Anstieg der bodennahen Ozonbildung (Sonnenlicht + NO_x) auf > 40 ppb in der temperierten Zone bis 2050 (Wittig *et al.* 2007);
- c) Ozon als der wichtigste Schadstoff für die gesamte Vegetation (Ashmore 2005 u.a.) wird zum zusätzlichen Mortalitätsfaktor;

Folgen: Bäume leiden zunehmend unter Trockenstress – und sie verhungern.

1.2 Der Straßenraum als „hot spot“ der Schadstoffexposition

Je nach Baumart verbleiben auf der Rinde und den Blättern (Körnigkeit der Oberflächen) PM₁₀ und PM_{2.5}; (Feinstaub besteht aus einem komplexen Gemisch fester und flüssiger Partikel und wird abhängig von deren Größe in unterschiedliche Fraktionen eingeteilt. Unterschieden werden PM₁₀ (PM, particulate matter) mit einem maximalen Durchmesser von 10 Mikrometer (µm), PM_{2.5} und ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 0,1 µm).

Folgen:

- a) Verlust der Kontrolle über die Spaltöffnungen z.B. durch zu hohe Ozonwerte (Wittig *et al.* 2007 u.a.);
- b) Aufnahmereduktion NO, NO₂, O₃, SO₂, CO, CO₂

Hauptquellen der Luftschadstoffe in Deutschland:

- a) Straßenverkehr (NO_x, PM_{2.5});
- b) Landwirtschaft (CH₄, NH₃, PM₁₀) (EEA12/ 2018, UBA 2019);

Reaktion der Bäume im Klimawandel:

Bestimmte Baumartengruppen erhöhen gleichfalls ihre Emissionen;

Stresstoleranz einer Baumart wird zum wichtigsten Kriterium der Baumartenauswahl in städtischen und ländlichen Räumen.

1.3 Funktionale Potentiale von Straßenbäumen: Minderung der Schadstoffe, Gesundheitskosten und Todesfälle

Todesfälle durch NO, NO₂, O₃, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}

- **U.S.A.:** besonders feine Partikel (PM₁₀, PM_{2.1}) als Todesursache bei Kindern < 8-12/16 Jahre (Dockery *et al.* 1993; 1996); bestätigen für alle Altersgruppen 8 je 1.000 (0.8-1.0%) Einwohner, z.B. 191/Tag in N.Y., 17/Tag in Atlanta (Samet *et al.* 2000); 130.000 im Jahr 2005 durch PM_{2.5} + 4.700 durch O₃ (Nowak *et al.* 2014);
- **D:** 2007-2015 durch PM₁₀ + PM_{2.5} jährlich **44.900 + 5.000** Todesfälle durch Hitze (UBA 2017) + **17.700** durch O₃ (EEA 12/2018);

Todesrate steigt (vgl. 1996, 2000 o.) um 7.3% jährlich (Basis/Methodik: U.S.A. 2000-2012 60.9 Millionen Krankenversicherte) bei einer Zunahme von 10 µg/m³ PM_{2.5} (Qian *et al.* 2017);

NO, NO₂ deutlich höher an der Straße in blattloser Zeit (Salmond *et al.* 2013) – Schadgrenze NO₂ für die Vegetation 30 µg/m³/Jahr (**D:** Überschreitung 2016 EEA 12/2018);

- **MV 5.000 km lückige Alleen** (100 Bäume beidseitig/km mit je 25 m² Überschildung): **Aufnahme pro Jahr 83.7 t aller Schadstoffe; Einsparung:** 18 Menschenleben + 19 Millionen Euro (Behandlung von Atemproblemen, Todesfälle) – diese Werte verdoppeln sich bei geschlossenen Alleen (Ziel: 100 Bäume einseitig/km) (Denkmodell – I.L.).

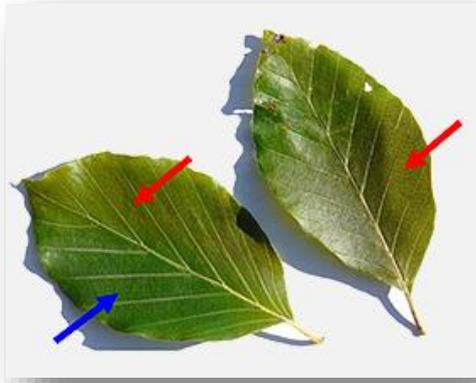
1.3 Funktionale Potenziale von Straßenbäumen: Helfen dem Straßenschutz durch Beschattung der Fahrbahn

- Reduzierung von Wärmeinseln auf der Straße durch Kronenbeschattung z.B. für Fußgänger, Fahrradfahrer, Motorradfahrer;
- Reduktion der bodennahen Ozonbildung durch Minderung der Sonneneinstrahlung + Temperatur in ländlichen Räumen;
 - Beispiel: *Liquidambar*-Allee; *Platanus*-Allee: Temperaturreduktion unmittelbar über dem Asphalt 13.8-22.8°C in Florenz/Italien sowie in Richmond bei Melbourne/Australien korreliert mit LAI (leaf area index) (Napoli *et al.* 2016);
- Mit großkronigen Bäumen (Überschildung 70%): Reduzierung der Lufttemperatur im Straßenraum in Alleen mit O-W-Richtung um 2.1 °C und in Alleen mit N-S-Richtung um 0.9 °C. (Sanusi *et al.* 2016);
 - Beispiel: Reduktion der Temperatur- und Asphaltpflegekosten um 58% über 30 Jahre in Modesto (Kalifornien, U.S.A.) unter *Celtis*-Alleen und um 17% in Alleen mit *Lagerstroemia indica* Pers. (McPherson & Muchnick 2005).

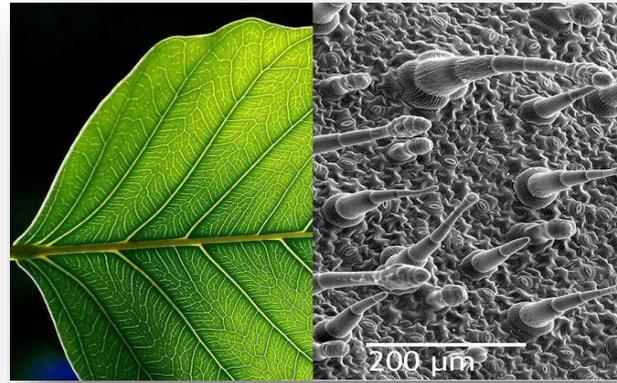
1.4 Reduktion der Potenziale durch Ausbleiben von Nachanpflanzungen

1.4.1 Komplexe Komponenten: Reduktion der Potenziale von Straßenbäumen durch Ozon

- Ozon beeinträchtigt das Baumwachstum und beschleunigt die Blattwelke (Selmi *et al.* 2016) und vermindert somit den Habitatwert für einzelne Arten der Fauna;
- Reduktion der Photosynthese um 11-13% bei Angiospermen und älteren Bäumen durch zu hohe Ozonwerte mit Steuerungsverlust der Stomata (Wittig *et al.* 2007): reduzierte Wasserdampfabgabe + Aufnahme von CO₂;
- Im Jahr 2018 wurde in Deutschland der Grenzwert zum Schutz der Vegetation vor Ozon an keiner Messstation eingehalten (6.000 µg/m³ = 3 ppm pro Stunde, AOT40) – 50% aller Messstationen im ländlichen Raum hielten 2016-2018 die Grenzwerte für die menschliche Gesundheit nicht ein (UBA 2019).



Ozonschädigung an *Fagus sylvatica* L. (Verbräunung, rote Pfeile); Aufnahme: M. Günthardt-Georg



Ozonformendes Potential: der durchschnittliche LAI bei *F. sylvatica* L. ist hoch und beträgt 6.1, führt aber nicht automatisch zu einer sehr hohen Ozon-Emission (6.1 : 441 g/Baum/Jahr) im Vergleich zu *Quercus phellos* L. (2.3 : 12.277 g/Baum/Jahr) (Tiwary *et al.* 2016; Grote *et al.* 2016), Foto: C. Harvey

1.4.2 Komplexe Komponenten:

Reduktion der Potenziale von Straßenbäumen durch eigene Emissionen

Arten der Gattungen *Quercus* L., *Populus* L., *Fagus* L. sowie stark blühende Baumarten produzieren große Mengen Isopren (nach Methan eines der schlimmsten Kohlenwasserstoffe). Arten der Gattungen *Pinus* L. und *Betula* L. scheiden deutlich erhöhte Mengen an Monoterpene aus. Bäume tragen somit zur Ozonbildung bei, gleichzeitig wird die Ozonaufnahme aus der Luft verhindert (Churkina *et al.* 2015).

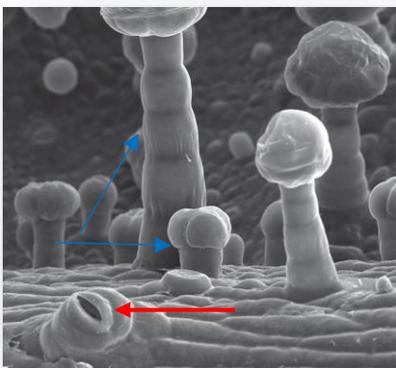
1.4.3 Komplexe Komponenten:

Reduktion der Potenziale von Straßenbäumen durch Feinstäube

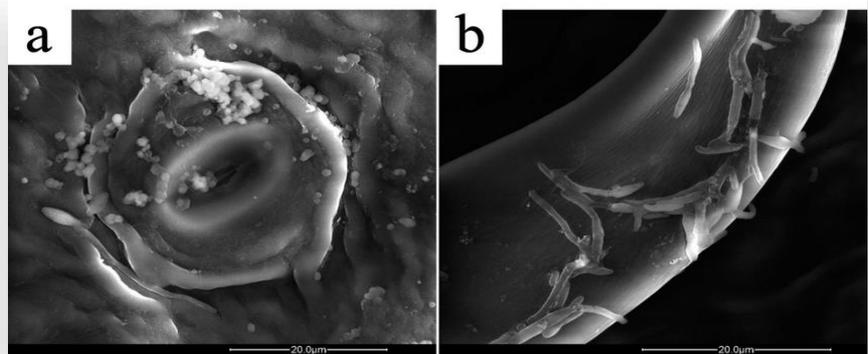
Feinstaub erhöht die Verdunstungsrate und führt nach Trockenschäden zum vorzeitigen Absterben von Bäumen. Die Wachsschichten um die Stomata erodieren und werden von einer Krustenschicht der Aerosole (z.B. EC, OC) bedeckt. Die Stomata werden dadurch geschlossen. Bäume verlieren weiterhin Wasser (u.a. durch salzhaltiges Wasser an den Aerosolen), verdursten und verhungern.

Durch Regen erfolgt keine Abwaschung der Krusten – nachgewiesen bei vielen Gattungen z.B. bei *Pinus* L. und *Quercus* L. (Burkhardt *et al.* 2018).

Feinstaub ist vermutlich einer der wichtigsten Ursachen für das Absterben von Bäumen – je komplexer die Blattoberfläche ist, je mehr Feinstaubablagerungen erfolgen (Burkhardt *et al.* 2018).



SEM-Foto der Blattoberseite von *Juglans nigra* L. mit Trichomen (blaue Pfeile) für den reduzierten Lichteinfall und Stoma (roter Pfeil) für den Gasaustausch (Grote *et al.* 2016)



Intaktes Stoma
(a) mit Bakterien und intaktem Trichom
(b) mit Pilzen (V. Stevens 2016)

2. Alleen in Deutschland (D)

2.1 Gesamtbestand (Stand: 1996 – 2019)

2.2 Bestandsentwicklungskategorien I – IVa/IVb

2.3 Nachanpflanzungen in den Bundesländern

2.1 Gesamtbestand der Alleen und einseitigen Baumreihen

- Gesamtbestand in Deutschland: unbekannt; mindestens 27.400 km (Lehmann & Rohde 2006) – die sichersten Werte sind derzeit:
- BB: 3.727 km an B+L+K+G-Straßen außerhalb des Waldes ab 200 m Länge ohne ländliche Wege (Wilitzki 2017);
- MV: 4.374 km Außerorts (alle Straßen + ländliche Wege) ab 100 m Länge (Lehmann & Schreiber 1997);
- NRW: 3.730 km (MULNV NRW 2017);
- TH: ca. 880 km (SDW Landesverband Thüringen 1996);
- ST: 228.142 Straßenbäume (B + L + K – Straßen; ohne Halle, Dessau, Magdeburg; Drs 7/3634 2018);
- BE: 431.056 Straßenbäume davon ca. 61.000 in Steglitz-Zehlendorf (Senat Umwelt, Verkehr, Klimaschutz 2018)
- HB: 72.860 Straßenbäume (Umweltbetrieb Bremen pers. Mitt. 2019)
- HH: 222.667 Straßenbäume davon ca. 60.000 in Wandsbek und 11.339 älter als 100 Jahre (Behörde für Umwelt & Energie 2016; Dickhaut & Eschenbach 2019).

2.2.1 Bestandsentwicklungskategorie I:

Spezialgesetzlicher Schutz von Alleen und einseitigen Baumreihen

1. Mecklenburg-Vorpommern:
Gesamtbestand an öffentlichen oder privaten Verkehrsflächen und Feldwegen;
Bestandssicherung über Neuanpflanzungen, ohne Mindestlänge;
2. Sachsen-Anhalt:
Wie MV aber: Mindestlänge 100 m und Summe der Lücken < 50%;
3. Thüringen:
(seit 20.08.2019): Gesamtbestand von Alleen außerhalb des Waldes an öffentlichen oder privaten Verkehrsflächen und Feldwegen; einseitige Baumreihen sind dann geschützt, wenn diese mindestens 50 m lang sind, als Ausgleich oder Ersatz festgelegt wurden und im Kompensationsverzeichnis erfasst sind; Bestandssicherung über Nachanpflanzungen;

Ein Alleenfonds besteht nur in MV und TH (hier gesetzlich verankert) und ermöglicht eine zusätzliche Bestandssicherung (über den Ausgleich/Ersatz hinausgehend);

Zwei umfangreiche Verwaltungsvorschriften in MV.

2.2.2 Bestandsentwicklungskategorie II: Spezialgesetzlicher Schutz von Alleen

1. Baden-Württemberg: Alleen im Außenbereich an öffentlichen und privaten Verkehrsflächen und Wirtschaftswegen, keine zusätzliche Bestandssicherung, letztere nur über Neu- und Ersatzanpflanzungen im Sinne der RPS (2009);
2. Bayern: (seit 01.08.2019): Alleen an öffentlichen oder privaten Verkehrsflächen und Wirtschaftswegen ab 100 m Länge; keine zusätzliche Bestandssicherung, über Kompensationspflichten nach der Eingriffsregel (§ 14 i.V. m. § 15 BNatSchG) oder dem Ausgleich von Beeinträchtigungen bestimmter Landschaftsbestandteile (Artikel 16 Abs. 2 i.V. m. Artikel 23 Abs. 3);

3. Brandenburg (BB): Alleen mit mindestens 200 m Länge Außerorts (Länge Innerorts nicht definiert) an allen Straßen und Wegen; zusätzliche Bestandssicherung im Einzelfall über die „Stiftung NaturSchutz-Fonds Brandenburg“ denkbar (2014-2019: acht Anpflanzungen – teilweise einseitig – mit 2.061 Bäumen für 1.108.580,93 Euro, C. Schneider pers. Mitt. 2019);
4. Nordrhein-Westfalen (NRW): Alleen „grundsätzlich mindestens 100 m“ Länge an öffentlichen und privaten Verkehrsflächen und Wirtschaftswegen; zusätzliche Bestandssicherung durch Erlass vom 28.08.2008 an allen Straßen und Wegen durch Nachanpflanzung und Neuanpflanzung (Letztere ab 300 m); Förderung: 80% + 750 Euro pro Baum.

2.2.3 Bestandsentwicklungskategorie III: Schutz von Alleen im Gesetzlichen Biotopschutz

1. Hessen: Alleen im Außen- und Innenbereich an Straßen oder Wegen, es besteht keine Pflicht zur Pflege, Alleen müssen gleichartig ersetzt werden, Nachanpflanzungen in Lücken sind zulässig, „typische Alleen“ haben eine Mindestlänge von 100 m, das Denkmalschutzrecht bleibt unberührt, Alleen sind Bestandteil eines Biotopverbunds;
2. Schleswig-Holstein : Alleen ab 50 m Länge, die Beseitigung oder wesentliche Beeinträchtigung von Alleen stellt zudem einen „Eingriff“ dar, eine zusätzliche Bestandssicherung über die Kompensationspflichten nach der Eingriffsregelung hinaus gibt es nicht.
3. Berlin: Alleen können im Einzelfall als Geschützter Landschaftsbestandteil unter Schutz gestellt werden; die Baumschutzverordnung schützt alle Laubbäume ab 80 cm BHD; keine spezielle Regelung zur Alleenentwicklung;
4. Bremen: Alleen und einseitige Baumreihen können im Einzelfall als Geschützter Landschaftsbestandteil unter Schutz gestellt werden (mindestens 4.0 m Abstand zu Wohngebäuden); Baumschutzverordnung schützt alle Bäume ab 120 cm Stammumfang in 1,0 m Höhe;
5. Hamburg: Baumschutzverordnung vom 17.09.1948 schützt alle Bäume, so auch Alleen und einseitige Baumreihen; Alleen und einseitige Baumreihen können im Einzelfall als Geschützter Landschaftsbestandteil unter Schutz gestellt werden.

2.2.5 Bestandsentwicklungskategorie IVb: Allgemeiner Schutz von Alleen

1. Niedersachsen: Alleen und einseitige Baumreihen können im Einzelfall als Geschützter Landschaftsbestandteil unter Schutz gestellt werden, Ersatzpflanzungen im Einzelfall, keine spezielle Regelung zur Alleenentwicklung;
2. Rheinland-Pfalz: Alleen und einseitige Baumreihen können im Einzelfall als Geschützter Landschaftsbestandteil unter Schutz gestellt werden (wirtschaftlich nicht genutzte Bäume), Nachanpflanzungen erfolgen z.B. an der Deutschen Alleenstraße;
3. Saarland: Alleen und einseitige Baumreihen können im Einzelfall als Geschützter Landschaftsbestandteil unter Schutz gestellt werden; Entwicklung im Rahmen der Eingriffsregelung und im aktuellen Entwurf „Leitfaden Eingriffsbewertung“ der die Empfehlung vorzieht, dass auch Gemeinden Neu- und Nachanpflanzungen vornehmen, ggf. werden Alleen als Gesetzlich geschützte Biotope festgelegt (neues Naturschutzgesetz soll im Jahr 2020 erscheinen, D. Pinetz pers. Mitt. 2019);
4. Sachsen: Alleen außerhalb des Waldes können im Einzelfall als Geschützter Landschaftsbestandteil unter Schutz gestellt werden, nur „landschaftsprägende Alleen“ sind nach der Eingriffsregelung geschützt; in der Biotopvernetzung sollen „Alleen“ soweit wie möglich berücksichtigt werden. Keine zusätzliche Finanzierung über „Naturschutzfonds Sachsen“ möglich (2014-2019 keine Alleenprojekte durch Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt, T. Röther pers. Mitt. 2019).

2.3.1 Nachanpflanzungen in den Bundesländern (Kategorie I)

Sachsen-Anhalt

- Allein an Bundes- und Landesstraßen besteht ein Pflanzdefizit von 7.600 Bäumen (Stand: April 2019);
- 65% der Kommunen haben keinen Überblick zum Alleebestand (Stand: November 2018);
- Landesregierung bekennt sich zu Nachanpflanzungen in Lücken seit dem 30.08.2012 + u.a. Drs. 7/3634 vom 22.11.2018, zuletzt mit Antwort vom 29.04.2019;
- Drastischer Rückgang der Obst-Alleen landesweit z.B. im Harzvorland;
- sehr schlechte Umsetzung guter gesetzlicher Vorgaben für kommunale Straßen und Wege seit 2010 (!);
- 32 Alleebäume und 114 einseitige Baumreihen wurden neu angepflanzt (2013 – 2017 an B + L + K – Straßen);
- Keine Angaben zu Nachanpflanzungen landesweit, nur Einzelfälle bekannt z.B. nach der Elbeflut im Jahr 2013 wurden 705 Straßenbäume nachgepflanzt (vgl. Drs. 7/3634).

Thüringen

- Keine Angaben zu Nachanpflanzungen landesweit;
- an Bundes- und Landesstraßen erfolgen nur selten Nachanpflanzungen;
- In Einzelfällen an kommunalen Straßen in den alleenreichen Regionen Saale-Orla, Kyffhäuser und Sömmerda;
- deutlicher Rückgang der Obstbaum-Alleen, weil Nachanpflanzungen ausbleiben (A. Zeigerer pers. Mitt. 2019);
- Seit dem 20.08.2019 wurde festgelegt, dass im Rahmen von Ausnahme- und Befreiungsverfahren vorrangig eine Nachpflanzung am bisherigen Standort über einen „Alleefonds“ erfolgen soll (§ 14 ThürNatG).

2.3.2 Nachanpflanzungen in den Bundesländern (Kategorie II)

Statement von Umweltministerin Ursula Heinen-Esser (NRW) vom 09.10.2019 an I.L.:

*„Mein Haus fördert die Neu- und besonders die **Ergänzungspflanzung** von Alleebäumen. ... **möglichst auch bei Lücken von über 100 m** ... „*

Nordrhein-Westfalen:

- Mittelabfluss pro Jahr mindestens 100.000 Euro (Nicole Menden 2019) durch die *„Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Anpflanzung von neuen und Ergänzung bestehender Alleebäume in Nordrhein-Westfalen“* vom 28.08.2008;
- Nachanpflanzungen in den Kreisen Höxter und Paderborn (an Kreisstraßen); im Regierungsbezirk MS wurden 2012-2019 ca. 120.000 Euro für Nachanpflanzungen an Kreisstraßen investiert (U. Balcarczyk pers. Mitt. 2019);
- an städtischen Straßen, z.B. Bad Lippspringe, Datteln, Delbrück, Gelsenkirchen und Paderborn (Nicole Menden pers. Mitt. 2019);

Kreis Lippe (Regierungsbezirk Detmold): seit 2013 existiert ein kreiseigenes Alleebäume-Projekt, das Nachanpflanzungen an Bundes- und Landesstraßen und in Obstbaum-Alleebäumen vornimmt. Bisher wurden ca. 190.000 Euro investiert (J. Westphal pers. Mitt. 2019).

2.3.3 Nachanpflanzungen in den Stadtstaaten (Kategorie IVa)

Hamburg:

- Konzept („SiK-Projekt“) zur Entwicklung von mehr als 885.000 Stadtbäumen liegt vor; in den letzten 20 Jahren wurden ca. 41.000 Straßenbäume gepflanzt (ein Teil davon aus den 5.300 durch Spenden gepflanzten Bäumen seit 2011);
- Dies entspricht einer Rate von 0.92% des Gesamtbestandes jährlich (1989 – 2019);
- Straßenbäume ab Alter 40 gelten als zukunftsfähig und besonders schützenswert;
- Zahl der Neu- und Nachpflanzungen werden erhöht; es soll artenreich und mit klimarobusten Baumarten nachgepflanzt werden (Dickhaut & Eschenbach 2019);
- Eine „Short-List“ für HH (Stand: Mai 2017, s.o.) enthält nicht alle Baumarten wie von Roloff (2013) für urbane Standorte empfohlen z.B. fehlen *Acer campestre* L., *Alnus incana* Moench, *Populus tremula* L.

Bremen:

- Handlungskonzept zu Stadtbäumen soll erarbeitet werden (Schlüsselmaßnahme HB6);
- In den Jahren 2015 – 2019 wurden 2.986 Straßenbäume nachgepflanzt (I. Bryson pers. Mitt. 2019); Dies entspricht einer Nachpflanzungsrate im Gesamtbestand von 0.83 % jährlich;
- Keine Nachanpflanzungen an Bundesstraßen; RPS nicht umsetzbar an kommunalen Straßen.

Berlin:

- Kein Handlungskonzept zu Stadtbäumen;
- In den Jahren 2008–2018 wurden jährlich 2.395 Straßenbäume nachgepflanzt;
- Dies entspricht einer Nachpflanzungsrate von nur 0.55 % des Gesamtbestandes jährlich;
- Der **Rückgang des Straßenbaumbestandes** liegt bei 27.489 Bäumen oder **6.4%** (2008–2018);
- Maximaler Wert pro Kilometer Straße: 104 Bäume (Charlottenburg);
- Tatsächliche Bestandsveränderung negativ, obwohl Bestandserhöhung angestrebt wird;
- Allein durch Stürme und Trockenheit in den Jahren 2017 und 2018 mussten 7.000 Bäume mehr gefällt werden (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin, April 2019).

2.3.4 Nachanpflanzungen in den Bundesländern (Kategorie IVb)

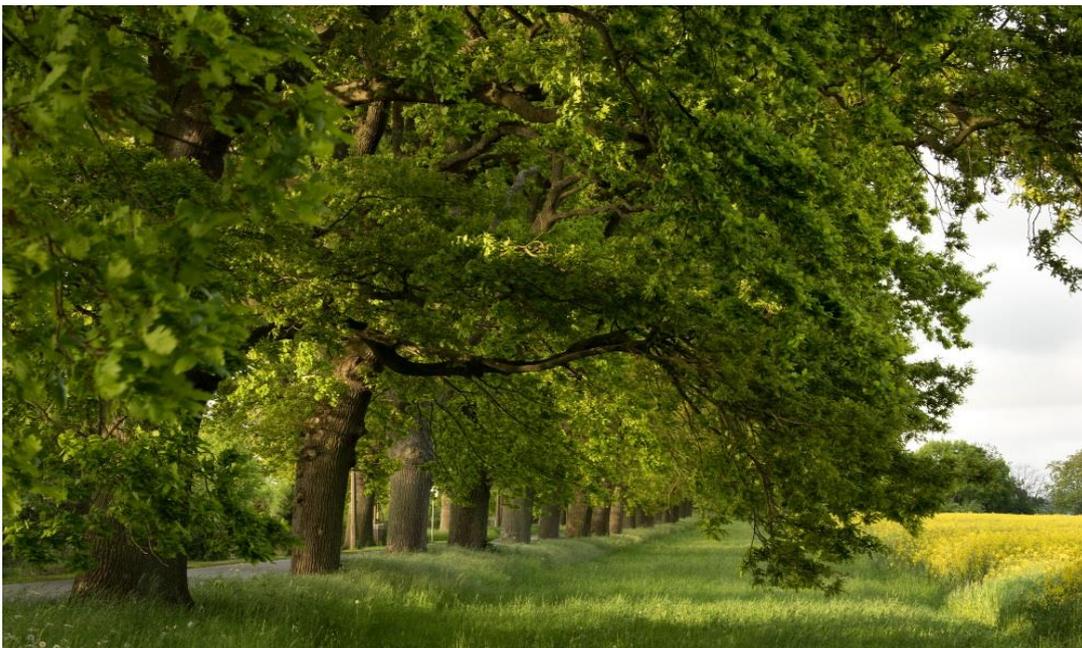
Saarland:

- keine Angaben zu Nachanpflanzungen in Alleen landesweit (D. Pinetz pers. Mitt. Oktober 2019);
- für Bundes- und Landesstraßen existiert erst seit einem Jahr ein Baumkataster beim Landesbetrieb für Straßenbau;
- Nach- und Neuanpflanzungen nur in Einzelfällen als Ausgleichsverpflichtung.

Sachsen:

- Keine Angaben zu Nachanpflanzungen in Alleen landesweit (Dr. H.-U. Bangert pers. Mitt. September 2019);
- Die Entscheidung liegt bei der LaSuV Niederlassung;
- Landesweit wird keine Statistik zu Ausfällen in Alleen geführt;
- Spezielle Zielstellungen zum Alleenschutz existieren derzeit nicht (Stand: September 2019).
- Der Bestand nimmt rapide ab!
- Die **Lausitzer Rundschau** berichtete am 29. August 2019 über die Fällung von 7.700 Alleebäumen an Bundes- und Staatsstraßen und ausbleibenden Ausgleichspflanzungen in Höhe von 7.200 Bäumen für das Jahr 2018.
- Seit 2010 sind 63.000 Straßenbäume an Bundes- und Staatsstraßen gefällt worden.

3. Umsetzung des Alleenschutzes in Mecklenburg und Vorpommern



3.1 Nachanpflanzungen an kommunalen Straßen und ländlichen Wegen oder im Gesamtbestand von 1.758 km (Lehmann & Schreiber 1997)

3.1.1 Pilotprojekt „Weißer Winterdienst“ – Gemeinde Ummanz – 2013 bis 2025

- 110 Nachanpflanzungen bei Groß Kubitz – Klein Kubitz – Lieschow mit *Acer platanoides* L. und *A. pseudoplatanus* L.: seit 2010 nach Deicherneuerung;
- Als Pflegemaßnahme seit 2012 kombiniert mit Baum-Patenschaften (Freie Schule Rügen/BUND/private Anlieger),
- Düngung von Alt-und Jungbäumen und Vermessungen zum ackerseitigen Schutz; aus dem Alleenfonds bisher gezahlt: > 350.000 Euro. Fotos: M. Klose/Dr. D. Bilz, März 2016/August 2019

3.1.2 Förderung von Nachanpflanzungen durch den Alleenfonds

	2012	2013	2014	Summe
Anzahl der Bäume/Bestände	376 / 5	145 / 9	64 / 3	585 / 17
Baumarten	<i>Tilia</i> / <i>Acer plat.</i> / <i>Acer pseudo.</i>	<i>Tilia</i> / <i>Fagus</i> / <i>Sorbus domestica</i> / <i>Betula</i> / <i>Quercus</i> / <i>Juglans regia</i>	<i>Sorbus dom.</i> / <i>Malus</i> / <i>Tilia</i>	09 spp. / 03 seltene spp.
Kosten in Euro	32.070	53.974	19.414	105.458

	2015	2016	2017	Summe
Anzahl der Bäume/Bestände	521 / 10	341 / 6	157 / 4	1.019 / 20
Baumarten	<i>Tilia</i> / <i>Quercus</i> / <i>F. s.f. purpurea</i> / <i>Ulmus</i> / <i>Malus</i> / <i>Pyrus</i>	<i>Carpinus</i> / <i>Ulmus</i> / <i>Sorbus auc.</i> / <i>Tilia</i>	<i>Acer plat.</i> / <i>Q. robur</i> / <i>Tilia</i>	10 spp. / 06 seltene spp.
Kosten in Euro	146.511	140.792	51.205	338.508

	2018	2019	Summe
Anzahl der Bäume/Bestände	106 / 2	299 / 4	405 / 6
Baumarten	<i>Tilia</i> / <i>Ulmus</i>	<i>Betula</i> / <i>S. inter-media</i> / <i>S. auc.</i> / <i>Quercus</i> / <i>Tilia</i>	07 spp. / 04 seltene spp.
Kosten in Euro	46.300	160.123	206.423

3.1. Ergebnis: Nachanpflanzungen

- Insgesamt wurden 2.009 Bäume landesweit in Lücken an Gemeindestraßen und ländlichen Wegen nachgepflanzt;
- Kosten: 650.389 Euro (ohne Klein Kubitz/Lieschow);
- Dies entspricht der Länge einer Allee von 10.0 km (beidseitig) oder **einer jährlichen Rate von maximal 0.14 %** des kommunalen Gesamtbestandes (Gemeindestraßen und ländliche Wege = mindestens 175.800 Bäume);

Bestandsentwicklung -2.0 bis -3.0% pro Jahr (Denkmodell – I.L.)

3.2.1 Bedeutung der Alleen für die Fauna in Mitteleuropa

Hamburg: 35 Pilzarten an Bäumen entlang von Straßen mit starkem Verkehr (Seehann 1979);

Bayern: 82 xylobionte Käferarten (davon zwei Rote Liste-Arten) an Straßenbäumen in der verkehrsreichen Innenstadt von Augsburg (Beutler & Deuringer 1993);

Schleswig-Holstein: 195 xylobionte Käferarten (= 24% der xylobionten Käferarten in SH) in sechs Alleen, 48 Rote Liste-Arten in einer *Quercus*-Allee, 84 Arten davon 19 xylobionte Arten (vier Rote Liste-Arten) in einer *Platanus*-Allee in Kiel (Alter ca. 110 Jahre); Artenzahl Coleoptera 589/Lepidoptera 193 (Gürlich 2009, Roloff 2009);

36 Brutvogelarten in sieben Alleen wobei die Dichte je Vogelart steigt je mehr Strukturen in der Allee sind; eine *Quercus*-Allee mit 29 Brutvogelarten (Hippke 1991);

Berlin (West): Populationssenkungen – Alleen in der Umgebung des Spandauer Forstes wurden zehn Jahre hinsichtlich ihrer Todesopfer an Wirbeltieren untersucht. Insgesamt wurden 59 Arten gefunden darunter vor allem Vögel; am häufigsten *Picus viridis* L., *Dendrocopos medius* L. und *D. major* L. (Sukopp 1990);

Nordrhein-Westfalen: Köln, Melaten-Friedhof, 1989-2005: in einer ca. 185 Jahre alten *Platanus*-Allee wurden sechs Höhlenbrüter nachgewiesen. Darunter *Psittacula krameri* Scopoli mit 6 bis 13 Brutpaaren pro Jahr (Kraft & Plachter 2006).

Mecklenburg-Vorpommern: an 48.3 km Alleen konnten im Juni 1972 im südöstlichen Mecklenburg 41 Paare *Emberiza citrinella*, 60 Paare *E. calandra*, 14 Paare *E. hortulana* gezählt werden (Krägenow 1973);

Die Holzlebensgemeinschaft (an Alt- und Totholz) umfasst ca. 5.000 Arten Pilze (ca. 1.200 Arten), Käfer (bis zu 1.500 Arten), Schweb- und Waffenfiegen, Kammschnacken, Milben, Schlupfwespen, Ameisen, Rindenwanzen, Nachtfalter (Möller *et al.* 2006).

Davon kommen an der Gattung *Quercus*: ca. 850 xylobionte Käferarten von ca. 1.350 bis 1.500 holzbewohnenden Käferarten vor (Geiser 1986; Beutler & Deuringer 1993; Möller *et al.* 2006).

Allein an *Laetiporus sulphureus* Murrill sind mindestens zehn Käferarten eng gebunden (polyporicol) z.B. *Mycetophagus salicis* Brisout de Barnevi (vgl. Abbildung, Foto K.V. Makarov), RL D: „stark gefährdet“, in MV bekannt aus dem Ivenacker Tiergarten;

Oleksa *et al.* (2013) weisen auf die Bedeutung alter (> 50 cm BHD) *Alnus*-Alleen als genetische Refugialgebiete für mehrere Unterarten der Westlichen Honigbiene (*Apis m. mellifera*) in Nordpolen hin (1 Nest je 10 km²).



Mindestens 88 Vogelarten brüten in deutschen Alleen (Kraft & Plachter 2006).

3.2.2 Bedeutung der Alleen für die Flora in Mitteleuropa

Nordrhein-Westfalen /Bonn-Bad Godesberg: auf 200 Baumscheiben an Straßenbäume wurden 213 Gefäßpflanzenarten oder ca. 30% aller in dieser Stadt vorkommenden Gefäßpflanzenarten nachgewiesen (Schulte & Voggenreiter 1990);

Berlin (West): 330 Farn-und Blütenpflanzen auf Baumscheiben am Straßenrand (Sukopp 1990);

Schleswig-Holstein: 203 Gefäßpflanzenarten in sechs Alleen davon 129 Arten in einer städtischen *Platanus*-Allee in Kiel (Länge ca. 1,5 km), 51 Arten in einer *Tilia*-Allee in Farve (Länge ca. 100 m) – insgesamt mit fünf Rote Liste-Arten (Mordhorst-Bretschneider *et al.* 2009);

Mecklenburg-Vorpommern: Kulturhistorisch bedeutsame seltene Gefäßpflanzenarten (vermutlich etablierte Neophyten) wurden im Traufbereich der *Tilia*-Alleen im Schlosspark Remplin nachgewiesen, darunter *Geranium phaeum* L. (l. u.) und *Doronicum pardalianches* L. (l. o./Foto: R. Spellenberg) (Lehmann 2004).

3.2.3 Bedeutung der Alleen für Flechten in Mitteleuropa

Von ca. 1.700 Arten in Mitteleuropa leben ca. 95 Arten an Straßenbäumen in MV, darunter sind 45 Rote Liste-Arten (Schiefelbein & Litterski 2006);
 In einer der beiden alleenreichsten Regionen von MV, dem nordwestlichen Mecklenburg (Lehmann & Schreiber 1997) wurden 63 Arten an Straßenbäumen nachgewiesen;
 Alle *Populus*-Arten und Hybriden in Nordwestdeutschland sind Habitate für mindestens 66 Flechtenarten (De Bruyn & Linders 1999);
 Zunehmende Versauerung der Stammrinden durch Abgase und Luftverschmutzungen führt zur Begünstigung von Arten saurer Rinden (Wittig 1991).

4. Der Blick nach vorn

4.1 Baumartengruppen mit einem hohen Potential

Gattung	Art(en)	Potential (positiv - Aufnahme)	Emissionspotential (negativ- Abgabe)	Publikationen
<i>Acer</i>	<i>platanoides</i> L. <i>campestre</i> L.	PM	gering	Dickhaut & Eschenbach 2019; Grote <i>et al.</i> 2016; USDA Forest Service 2001
<i>Corylus</i>	<i>colurna</i> L.	PM, Hitzetoleranz	gering	Dickhaut & Eschenbach 2019; Grote <i>et al.</i> 2016; Selmi <i>et al.</i> 2016; USDA Forest Service 2001
<i>Fraxinus</i> spp.		PM, Schatten, Hitzetoleranz	gering	Dickhaut & Eschenbach 2019; Grote <i>et al.</i> 2016; Uehre & Hermann 2015; Selmi <i>et al.</i> 2016
<i>Ginkgo</i>	<i>biloba</i> L.	CO	?	Dickhaut & Eschenbach 2019; Selmi <i>et al.</i> 2016; USDA Forest Service 2001
<i>Liquidambar</i>	<i>styraciflua</i> L.	Schatten, T- reduktion	?	Dickhaut & Eschenbach 2019; Livesly <i>et al.</i> 2016; Napoli <i>et al.</i> 2016; USDA Forest Service 2001

4.2 Baumartengruppen mit einem hohen Potential und mit Einschränkungen (rot)

Gattung	Art(en)	Potential (positiv- Aufnahme)	Emissionspotential (negativ- Abgabe)	Publikationen
<i>Juglans</i>	<i>nigra</i> L.	PM, Hitzetoleranz	?	Selmi <i>et al.</i> 2016
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i> MILL.	PM, CO, Schatten, Artenschutz, Trockentoleranz	gering	Dickhaut & Eschenbach 2019; Grote <i>et al.</i> 2016; Gürlich 2018; Uehre & Hermann 2015; Selmi <i>et al.</i> 2016; USDA Forest Service 2001
<i>Platanus</i> spp.		PM, Schatten, Hitzetoleranz	mittel	Dickhaut & Eschenbach 2019; Grote <i>et al.</i> 2016
<i>Salix</i> spp.		PM, Schatten	gering	Grote <i>et al.</i> 2016
<i>Quercus</i>		Artenschutz	sehr hoch, vorzeitiges Absterben durch PM	z.B. Burkhardt <i>et al.</i> 2018; Churkina <i>et al.</i> 2015; Dietz & Wurst 2019; Geiser 1989; Grote <i>et al.</i> 2016; Seehann 1979

5. Schlussfolgerungen

Allelen reduzieren

- Luftschadstoffe, Hitze und Ozon und somit die Anzahl von Todesfällen pro Jahr - in MV mindestens 18 Personen/Jahr (Basis: 650.000 Bäume);
- Die Gesundheitskosten/Krankenhausaufenthalte – in MV derzeit mindestens 19 Millionen Euro/Jahr (Basis: s.o.);
- Die Anzahl von **67.600 Todesfälle pro Jahr** in D (Luftschadstoffe + Hitze + Ozon);
- Die Kosten zur Pflege des Asphalts einer Straße um > 17% (bei immer mehr steigenden Kosten!);
- Das Artensterben + erhalten Arten mit hohem Schutzwert.

Eines der obersten Ziele des Alleenschutzes in Deutschland: Reduktion der Luftverschmutzung lokal, der damit verursachten Kosten von 1.100 Euro/Person/Jahr (563 Milliarden Euro/Jahr, EEA Report 12/2018) – und der Erhaltung seltener Arten!

Handlungsbedarf:

- Erhaltung der maximalen **Blattfläche** (z.B. bei Pflege);
- Fällung sturmgeschädigter Altbäume in seltenen Fällen
- Nachanpflanzungen in kommunalen/privaten Allelen, Anwendung von Ziffer 3.1.7 nach dem „Baumschutzkompensationserlass“ (MV) vom 15.10.2007;
- Baumartengruppen mit **großen und hohen Kronen** pflanzen (s.o.) in Gebieten mit Emissionen (z.B. urbane + landwirtschaftliche Regionen Berlin/Rostock);
- „**Landesumweltstiftungen**“ benötigen mehr Geld (SN) oder mehr Anträge (BB); **Gesetze** müssen umgesetzt werden (ST);
- Straßenbaumbestände in den Luftqualitätsplänen integrieren/**Passivsammler** in Allelen befestigen – Rechtsgrundlagen: Ambient Air Quality Directives (EU 2004, 2008), CAPE (EU 2013).

6.3 Literaturverzeichnis

- Ashmore, M.R. (2005). Assessing the future global impacts of ozone on vegetation. *Plant, Cell and Environment* **28**, 949-964.
- Beutler, A. & Deuringer, B. (1993). Die Bedeutung von Altbäumen im städtischen Raum für die Fauna. In: Seminar des Baerischen Landesamtes für Umweltschutz „*Altbäume – Tierökologische Bedeutung und Empfehlungen für die Baumpflege*“ am 23.11.1993 in Wackersdorf. Tagungsband, 5-18.
- BirdLife International (2018). *Milvus milvus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018. e.T22695072A131877336. Downloaded on 24 October 2019.
- Behörde für Umwelt und Energie (2016). *Fakten zu Hamburgs Straßenbäumen*. Online-Baumkataster. <https://www.hamburg.de/strassenbaeume-online/5421342/strassenbaeume-online-fakten>
- Burkhardt, J., Zinsmeister, D., Grantz, D.A., Vidic, S., Sutton, M.A., Hunsche, M. & Pariyar, S. (2018). Camouflaged as degraded wax: hygroscopic aerosols contribute to leaf desiccation, tree mortality, and forest decline. *Environmental Research Letters* **13**, 085001. doi.org/10.1088/1748-9326/aad346
- Churkina, G., Grote, R., Butler, T.M. & Lawrence, M. (2015). Natural selection? Picking the right trees for urban greening. *Environmental Science & Policy* **47**, 12-17. doi: 10.1016/j.envsci.2014.10.014
- De Bruyn, U. Linders, H.W. (1999). Bedeutung und naturschutzfachliche Bewertung von Hybrid-Pappeln als Trägerbäume für Moos- und Flechtenarten in Nordwestdeutschland. *Drosera* **99(2)**, 95-108.
- Dickhaut, W. & Eschenbach, A. (Hrsg.) (2019). *Entwicklungskonzept Stadtbäume – Anpassungsstrategien an sich verändernde urbane und klimatische Rahmenbedingungen*. Hamburg, 110 S.
- Dietz, M. & Wurst, C. (2019). Baumbewohnende Arten. In: Dietz, M., Dujesiefken, D., Kowol, T., Reuther, J., Rieche, T. & Wurst, C. (Hrsg.) *Artenschutz und Baumpflege*. Haymarket Media, 151 S.
- Dockery, D.W., Pope, C.A., Xu, X., Spengler, J.D., Ware, J.H., Fay, M.E., Ferris, B.G. Jr. & Speizer, F.E. (1993). An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *The New England Journal of Medicine* **329**, 1753-1759. doi: 10.1056/NEJM199312093292401
- Dockery, D.W., Cunningham, J., Damokosh, A.I., Neas, L.M., Spengler, J.D., Koutrakis, P., Ware, J.H., Raizenne, M. & Speizer, F.E. (1996). Health effects of acid aerosols on North American children: Respiratory symptoms. *Environmental Health Perspectives* **104(5)**, 500-505.
- European Environment Agency (EEA 2018). *Air quality in Europe – 2018 report*. Copenhagen, Denmark, 83 pp.
- Gehlhar, U. & Gürlich, S. (2014). Wälder Mecklenburg-Vorpommerns offenbaren entomologische Kostbarkeiten – Ergebnisse aus zehn Jahren Grundinventarisierung der Holzkäferfauna in Naturwaldreservaten und – vergleichsflächen. In: Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) *Zukunft nachhaltig gestalten*. Geschäftsbericht für die Jahre 2012 und 2013, 64-67.
- Geiser, R. (1986). Kapitel 5.8.5. Käfer. In: Kaule, G. (Hrsg.) *Arten- und Biotopschutz*. Verlag E. Ulmer, Stuttgart, 240-243.

- Giersberg, M. (1991). Die Verbreitung von ausgewählten calciphilen Flechtenarten im Rostocker Raum. *Archiv Freunde für Naturgeschichte Mecklenburg XXXI*, 153-163.
- Gürlich, S. (2009). Die Bedeutung historischer Alleen als Lebensraum für Käfer. In: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein et al. (Hrsg.) *Historische Alleen in Schleswig-Holstein – geschützte Biotope und grüne Kulturdenkmale*, 49-82.
- Gürlich, S. (2013). Hutewaldökosystem Ivenacker Tiergarten. Bestandsaufnahme und Bewertung der Holzkäferfauna. Unveröffentlichtes Gutachten, 119 S.
- Gürlich, S. (2018). *Lindenalleen in Lübtheen. Strukturkartierung, Bestandsaufnahme und Bewertung xylobionter Käfer*. Unveröffentlichtes Gutachten, 58 S.
- Grote, R., Samson, R., Alonso, R., Amorim, J.H., Cariñanos, P., Churkina, G., Fares, S., Le Thiec, D., Niinemets, Ü., Mikkelsen, T.N., Paoletti, E., Tiwary, A. & Calfapietra, C. (2016). Functional traits of urban trees: air pollution mitigation potential. *Frontiers in Ecology and the Environment* **14(10)**, 554-550. doi: 10.1002/fee.1426
- Hippke, M. (1991). *Untersuchungen über die ökologische Bedeutung von Baumalleen für Vögel*. Diplom-Arbeit an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, 185 S.
- Köhler, F. (2003). *Vergleichende Untersuchung zur Totholzkäferfauna in drei Naturwaldreservaten in Mecklenburg-Vorpommern (Coleoptera)*. NWR Hinrichshagen, NWR Kronwald, NWR Stephansberg und zugehörige Vergleichsflächen. Unveröffentlichter Bericht.
- Kraft, M. & Plachter, H. (2006). Die naturschutzfachliche Bedeutung von Alleen. In: Lehmann, I. & Rohde, M. (Hrsg.) *Alleen in Deutschland – Bedeutung, Pflege, Entwicklung*. Edition Leipzig, Leipzig, S. 76-83.
- Krägenow, P. (1973). Zählung von Vögeln an baumbestandenen Straßen. Mitteilungen der Forschungsgemeinschaft „Müritz“ (3. Bericht). *Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern*, **14**.
- Landtag von Sachsen-Anhalt (2018). *Der Zustand der Alleen und Baumreihen in Sachsen-Anhalt*. Antwort der Landesregierung auf die Große Anfrage. Drucksache 7/3634 vom 22.11.2018.
- Lehmann, I. & Schreiber, E. (1997). Die landesweite Alleenkartierung in Mecklenburg-Vorpommern. Teil 2: Ergebnisse. *Stadt und Grün* **46(6)**, 426-433.
- Lehmann, I. (2004). Das Landesparkprogramm Mecklenburg-Vorpommerns 1993 bis 2002. Zielsetzungen, Methodik und Ergebnisse aus naturschutzfachlicher Sicht. In: Brickwedde, F. & Weinmann, A. (Hrsg.) *Nachhaltiger Schutz des kulturellen Erbes – Umwelt und Kulturgüter. Initiativen zum Umweltschutz*, Band 59, 155-172, Erich Schmidt Verlag & Co., Berlin.
- Lehmann, I. & Rohde, M. (Hrsg.) (2006). *Alleen in Deutschland – Bedeutung, Pflege, Entwicklung*. Edition Leipzig, Leipzig, 248 S.
- Livesley, S.J., McPherson, E.G. & Calfapietra, C. (2016). The urban forest and ecosystem services: impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *Journal of Environmental Quality* **45**, 119-124.
- Maco, S.E. & McPherson, E.G. (2002). Assessing canopy cover over streets and sidewalks in street tree populations. *Journal of Arboriculture* **28**, 270-276.
- McPherson, E.G. & Muchnick, J. (2005). Effects of street tree shade on asphalt concrete pavement performance. *Journal of Arboriculture* **31(6)**, 303-310.
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW, 2017) (Hrsg.). *Alleen in Nordrhein-Westfalen*. Düsseldorf, 98 S.
- Möller, G., Grube, R. & Wachmann, E. (2006). *Der Fauna – Käferführer I. Käfer im und am Wald*. Band 2. Fauna Verlag, Nottuln, 334 S.
- Morani, A., Nowak, D.J., Hirabayashi, S. & Calfapietra, C. (2011). How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative. *Environmental Pollution* **159**, 1040-1047. doi:10.1016/j.envpol.2010.11.022
- Mordhorst-Bretschneider, H, Rudolphi, H. & Schmidt, J.. (2009). Vegetationskundliche Ergebnisse der Alleenkartierung. In: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein et al. (Hrsg.) *Historische Alleen in Schleswig-Holstein – geschützte Biotope und grüne Kulturdenkmale*, 97-103.
- Napoli, M., Massetti, L., Brandani, G., Petralli, M., & Orlandini, S. (2016). Modeling tree shade effect on urban ground surface temperature. *Journal of Environmental Quality* **45**, 146-156. doi: 10.2134/jeq2015.02.0097
- Nowak, D.J., Crane, D.E. & Stevens, J.C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* **4**, 115-123.
- Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A. & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution* **193**, 119-129.
- Oleksa, A., Gawroński, R. & Tofilski, A. (2013). Rural avenues as a refuge for feral honey bee population. *Journal of Insect Conservation* **17**, 465-472.
- Qian, D., Wang, Y., Zanobetti, A., Wang, Y., Koutrakis, P., Choirat, C., Dominici, F., Schwartz, J.D. (2017). Air pollution and mortality in the Medicare Population. *The New England Journal of Medicine* **376**, 2513-2522. doi: 10.1056/NEJMoa1702747 (Chinese Translation)
- Richards, N.A. (1979). Modeling survival and consequent replacement needs in a street tree population. *Journal of Arboriculture* **5(11)**, 251-255.
- Roloff, J. (2009). Die Bedeutung historischer Alleen als Lebensraum für Nachtfalter. In: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein et al. (Hrsg.) *Historische Alleen in Schleswig-Holstein – geschützte Biotope und grüne Kulturdenkmale*, 83-95.
- Roloff, A. (2013). Stadt- und Straßenbäume der Zukunft – welche Arten sind geeignet? In: Roloff, A., Thiel, D. & Weiß, H. (Hrsg.) Aktuelle Fragen der Stadtbaumplanung, -pflege und -verwendung. *Forstwissenschaftliche Beiträge* **14**, 173-187 (Beiheft).
- Roman, L.A. & Scatena, F.N. (2011). Street tree survival rates: Meta-analysis of previous studies and application to a field survey in Philadelphia, PA, U.S.A. *Urban Forestry & Urban Greening* **10**, 269-274. doi:10.1016/j.ufug.2011.05.008
- Roman, L.A., Battles, J.J. & McBride, J.R. (2013). The balance of planting and mortality in a street tree population. *Urban Ecosystems*. Published online. Doi: 10.1007/s11252-013-0320-5

- Salmond, J.A., Williams, D.E., Laing, G., Kingham, S., Dirks, K., Longley, I. & Henshaw, G.S. (2013). The influence of vegetation on the horizontal and vertical distribution of pollutants in a street canyon. *Science of the Total Environment* **443**, 287-298.
- Samet, J.M., Dominici, F., Curriero, F.C., Coursac, I. & Zeger, S.L. (2000). Fine Particulate Air Pollution and Mortality in 20 U.S. Cities, 1987-1994. *The New England Journal of Medicine* **343**, 1742-1749. doi: 10.1056/NEJM200012143432401
- Sanusi, R., Johnstone, D., May, P. & Livesley, S.J. (2015). Street Orientation and Side of the Street Greatly Influence the Microclimatic Benefits Street Trees can Provide in Summer. *Journal of Environmental Quality* **45**, 167-174.
- Schiefelbein, U. & Litterski, B., (2006). Flechten der Alleen in Mecklenburg-Vorpommern. *Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern* **49(1)**, 1-9.
- Schulte, W. & Voggenreiter, V. (1990). Zur Flora und Vegetation städtischer Baumscheiben. *Natur und Landschaft* **65(12)**.
- Schutzgemeinschaft Deutscher Wald (SDW, Landesverband Thüringen + Kuratorium Alte liebenswerte Bäume in Deutschland) (1996). *Schutz der Alleen in Thüringen*. Oberdorla & Wiesbaden, 63 S.
- Seehann, G. (1979). Holzzerstörende Pilze an Straßen- und Parkbäumen in Hamburg. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*, **71**: 193-221.
- Selmi, W., Weber, C., Rivière, E., Blond, N., Mehdi, L. & Nowak, D. (2016) Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. *Urban Forestry & Urban Greening* **17**, 192-201.
- Senat für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2018/2019). *Daten und Fakten zu Straßenbäumen / Land Berlin*. https://www.berlin.de/sennvk/umwelt/stadtgruen/stadtbaeume/de/daten_fakten
- Stobbe, H., Dujesiefken, D., & Wilstermann, D. (2012). Neuartiges Wundverschlussmittel zur Unterstützung der baumeigenen Wundreaktion gemäß dem CODIT-Prinzip. *ProBaum* **3**, 2-7.
- Sukopp, H. (Hrsg.) (1990). *Stadtökologie – Das Beispiel Berlin*. Dietrich Reimer Verlag, Berlin, 455 S.
- Tiwary, A., Sinnott, D., Peachey, C., Chalabi, Z., Vardoulakis, S., Fletcher, T., Leonard, G., Grundy, C., Azapagic, A. & Hutchings, T.R. (2009), An integrated tool to assess the role of new planting in in PM10 capture and the human health benefits: a case study in London. *Environmental Pollution* **157**, 2645-2653.
- Tiwary, A., Williams, I.D., Heidrich, O., Namdeo, A., Bandaru, V., Calfapietra, C. (2016). Development of multi-functional streetscape green infrastructure using a performance index approach. *Environmental Pollution* **208**, 209-220. doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.003
- Uehre, P. & Hermann, S. (2015). Spezifische Hitze- und Trockentoleranz von Bäumen. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Münster, unveröffentlicht.
- Umweltbundesamt (UBA 2017). Gesundheitsrisiken durch Feinstaub. Erstellt am 23.10.2017, 5 S. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch>
- Umweltbundesamt (UBA 2019). *Luftqualität 2018. Hintergrund // Stand Januar 2019 – Vorläufige Auswertung*. Dessau-Roßlau, 27 S.
- United States Department of Agriculture (USDA Forest Service 2001). *Syracuse Urban Master Plan: Guiding the city's Forest Resource into the 21st century*. Compiled by Nowak, D. J. & O'Connor, P.R. General Technical Report NE-287, 50 S.
- Wilitzki, A. (2017). *Erfassung des Bestandes an Alleen und einseitigen Baumreihen an Straßen und Wegen in der freien Landschaft des Landes Brandenburg auf Basis von Geodaten*. Masterarbeit. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. Eberswalde, S. I-XIII + 1-91 + Anhang (XV-LIX).
- Wittig, R. (1991). *Ökologie der Großstadtflora*. Verlag G. Fischer, Stuttgart, 261 S.
- Wittig, V.E., Ainsworth, E.A. & Long, S.P. (2007). To what extent do current and projected increases in surface ozone affect photosynthesis and stomatal conductance of trees? A meta-analytic review of the last 3 decades of experiments. *Plant, Cell and Environment* **30**, 1150-1162. doi 10.1111/j.1365-3040.2007.01717.x

Autor:



Ingo Lehmann arbeitet seit Juni 1991 in der Obersten Naturschutzbehörde und ist maßgeblich am Aufbau und der Umsetzung des gesetzlichen Alleenschutzes beteiligt.

In den Jahren 2001 bis 2009 war er Vorsitzender der bundesweit agierenden Alleenschutzgemeinschaft e.V.

Danach erfolgte ein Promotionsstudium an der Universität Bonn (2009-2019) über die Metarbelidae (Lepidoptera), einer Familie von Holzbohrern afrikanischen Ursprungs.