Die Kosten unterlassener Stadtwald pflege

Von Richard J. Hauer, Jessica M. Vogt und Burnell C. Fischer

Ziele

- Erkennen der wichtigsten Punkte eines Rahmenplans zur Stadtwaldpflege
- Beschreiben der wichtigsten Komponenten für die Kosten-Nutzen-Bewertung von Stadtbäumen
- Zusammenfassen der Grenzwerte zur Bestimmung optimaler Pflegeintervalle
- Bewerten der Verknüpfung von Baumpflegemaßnahmen und dem Nutzen von Stadtwäldern

CEUs für diesen Artikel gelten für die Kategorien zertifizierter Arborist, Spezialist für Versorgungseinrichtungen, Spezialist für städtische Baumpflege, Baumarbeiter/Kletterer/Aerial Lift Specialist (Spezialist für Hubarbeitsbühnen) und BCMA-Management.

Die meisten Menschen begeistern sich für neue Dinge wie neue Autos, neue Häuser oder auch frisch gepflanzte Bäume. Aber was einmal neu war, ist es bald nicht mehr und bedarf mit fortschreitendem Alter der Pflege. Vorbeugende oder proaktive Pflege schafft die optimale Voraussetzung für eine lange Lebensdauer, und wenn sie richtig angewandt wird, kostet sie auch deutlich weniger als eine verspätete. Fachgerecht gepflanzte und gepflegte Bäume steigern mit ziemlicher Sicherheit auch den Gesamtwert des Stadtwalds. Es liegt jedoch in der menschlichen Natur, dass wir uns oft auch fragen: *Warum sollen wir heute pflegen, wenn wir das auch auf morgen verschieben können?* Denn was soll schon groß passieren — außer dass wir später vielleicht etwas mehr bezahlen müssen als zum gegenwärtigen Zeitpunkt.

Eine Literaturstudie, die mehr als 300 wissenschaftliche Beiträge zum Thema Baumpflege auf den Gebieten von Arboristik und öffentliche Grünpflege verglichen hat, widmet sich der Frage: Welche Kosten verursacht es, wenn Bäume und Stadtwald nicht gepflegt werden? Die Literaturstudie hat eine detaillierte Zusammenfassung von 163 Beiträgen erarbeitet, welche die Baumpflegekosten im Zusammenhang mit dem Nutzen von Stadtbäumen erörtern und aufzeigen, wie mangelnde Pflege den zukünftigen Wert beeinflussen kann. Die Studie berücksichtigt sowohl herkömmliche Stadtwaldarbeiten (Pflanzen, Baumschnitt, Entästen, Schädlings- und Krankheitskontrolle, sowie Reparatur der Infrastruktur) als auch zusätzliche wichtige Maßnahmen, die für eine lange Lebensdauer sorgen (wie Baumrisikomanagement, Bewässerung, Mulchen, Nährstoffmanagement, Baumstützsysteme und Baumschutz). Die Ergebnisse geben Aufschluss über den aktuellen Stand unserer Kenntnisse über die Wirtschaftlichkeit der Stadtwaldpflege unter besonderer Berücksichtigung der Baumpflegemaßnahmen, die zur Steigerung der Lebensdauer und Erhöhung des Gesamtnettonutzens benötigt werden.

Stadtwaldpflege

Ein Rahmenplan zur Stadtwaldpflege umfasst folgende sechs Punkte (Tabelle 1). Der erste Punkt betrifft die Art der Pflege (z. B. Baumschnitt, Nährstoffmanagement, Entästen); der zweite Punkt bezieht sich auf den Typ des eingesetzten Baumpflegers (z. B. öffentlich, privat, professionell, Bürger, gemeinnützig).

Die nächsten drei Punkte betreffen die Intensität (wie viel), die

Tabelle 1. Kernpunkte eines Programms zur Stadtwaldpflege.

Kernpunkt	Beschreibung	Beispiele
Art	Die jeweilige Baumpflegemaßnahme	Baumschnitt, Mulchen, durch Pfähle stützen
Wer	Partei, welche die Baumpflege physisch ausführt	Städtische Baumarbeiter, unter Vertrag genommener zertifizierter Arborist, gemeinnützig Tätige, benachbarte Hausbesitzer
Intensität	Wie viel	Zehn Prozent der Baumkrone, 5 (18,93) oder 15 (56,78) Gallonen (Liter) Wasser
Häufigkeit	Wie oft	Ein vier- oder sechsjähriges Pflegeintervall, einmal pro Woche
Dauer	Wie lange	Nur während der ersten Wachstumsperiode nach dem Umpflanzen, während der gesamten Lebensdauer des Baums
Ausmaß	Welcher Teil des Baums oder welche Bäume	Äste unterhalb der Lichtraumgrenze von 14 Fuß (4,27 m), alle Bäume in einer Stadt, Bäume an stark befahrenen Straßenkorridoren, Bäume im Innenstadtbereich

Häufigkeit (wie oft) und die Dauer (wie lange) der Baumpflegemaßnahmen. Wird die Pflege nur einmal durchgeführt oder wird sie auch wiederholt? Baumschnitt ist ein Beispiel für eine Art der Pflege, die möglicherweise niemals vorgenommen wird, oder nur einmal bei der Pflanzung, oder aber auch in Intervallen (z. B. alle vier bis sechs Jahre). Bei jedem Baumschnitt wird die Stärke des Beschnitts in Prozent angegeben und bezieht sich dabei auf den Beschnittanteil von Kronendach oder Blattfläche (z. B. 10 bis 20 Prozent) oder realistischer gesagt auf den Anteil der Äste, die entfernt werden. Die Dauer bezieht sich darauf, wie viel Zeit auf den Baumschnitt verwendet wird oder wann der Baum im Laufe seines Lebenszyklus beschnitten wird (z. B. bei einem Kronenaufbauschnitt zur Ausbildung stabiler Aststrukturen, der regelmäßig während der Bestandsbegründung und Jugendphase ausgeführt wird).

Der letzte Punkt betrifft das Ausmaß der Baumpflege und kann sich auf Maßnahmen wie einen Lichtraumprofilschnitt beziehen, oder auf Baumschnitte, die nur in stark frequentierten Verkehrsbereichen durchgeführt werden. Mit Ausmaß könnte ein Ziel ausdrückt werden, das zu jeder gängigen Praxis von Baumpflege gehört.

Baumpflegemaßnahmen sollten idealerweise vor der Pflanzung in Betracht gezogen werden. Eine Pflanze auszuwählen, die auch zum jeweiligen Standort passt, kann zukünftige Pflegeprobleme vermeiden helfen, wenn diese schon in der Gestaltungsphase erkannt und vermieden wurden. Was gleich am Anfang bei der Pflanzung geschieht (oder nicht geschieht), kann einen großen Einfluss auf die zukünftige Pflege, die Überlebenschancen und die Lebensdauer von Bäumen haben. Im Laufe seines Lebens durchläuft ein Baum verschiedene Lebenszyklen von der Jugendphase, frühen Reifephase, vollen Reifephase bis zur Altersphase (Abbildung 1). Während jeder dieser Lebensphasen können Baumpflegemaßnahmen den Nutzen der Bäume erhöhen. Der Nutzen ist bis zu dem Zeitpunkt steigerungsfähig, da die Bäume in ihre Altersphase eintreten.

Unterlassene Baumpflege kann verminderten Nutzen zur Folge haben und den Wert des Baumbestandes herabsetzen (Miller und Sylvester 1981). Junge Bäume bieten weniger Nutzen und sind mit relativ hohen Kosten verbunden (für Pflanzung und Pflege während der Bestandsbegründung) im Vergleich zu voll entwickelten Bäumen. Sobald Bäume jedoch vom ersten ins zweite Lebensjahrzehnt eintreten, wendet sich der Nettonutzen ins Positive, da der Nutzwert bei Bäumen in der frühen Reifephase höher auszufallen beginnt als die Kosten für ihre Pflege (McPherson et al. 1997). Mit zunehmender Reife, bieten Bäume einen zunehmend größeren Nettonutzen, der sich aus der Kosten-Nutzen-Differenz eines Stadtbaums ergibt (VanNatta et al. 2012). Leben Bäume lange genug, treten sie schließlich mit fortschreitendem Alter in das Seneszenzstadium ein. In diesem Stadium muss dann abwogen werden: sollte der Baum besser entfernt werden oder sollte er weiterhin gepflegt werden, wobei sich der Aufwand nun wieder erhöht, um dessen Langlebigkeit und die Sicherheit der Bürger gewährleisten zu können. Eine Grenze des Vertretbaren wird dann erreicht, wenn die Kosten für die Pflege seneszenter Bäume deren Nutzen übersteigt. Sich ab diesem Zeitpunkt noch für einen weiteren Erhalt der Bäume zu entscheiden, ist in finanzieller Hinsicht irrational. Es kann jedoch sein, dass diese Bäume ein kulturelles Erbe darstellen oder einen hohen ökologischen Wert besitzen, womit ihr Erhalt wiederum gerechtfertigt werden kann. Für alle Stadien im Lebenszyklus eines Baumes gilt, dass die Verwendung von

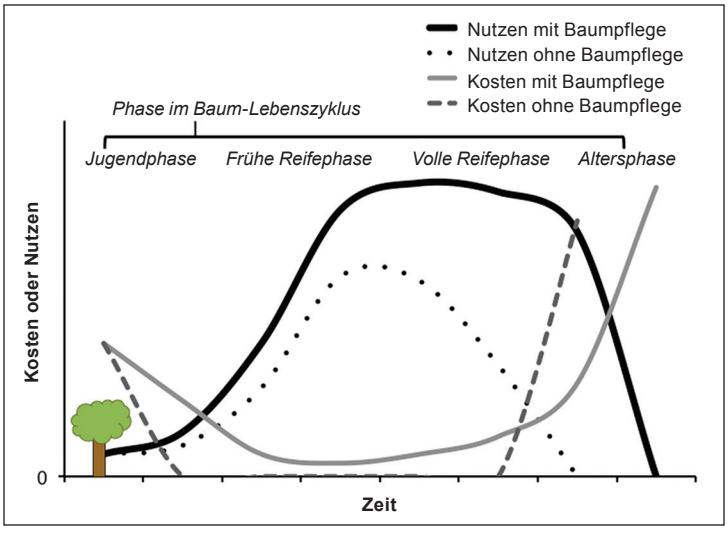

Abbildung 1. Theoretische Kosten-Nutzen-Profile im Laufe des Lebens eines einzelnen Baums, mit (durchgezogene Linie) und ohne (gestrichelte Linie) angemessene/r Baumpflege. Maximaler Nutzen während der Reifephase eines Baums und schnelle Verschlechterung in der Seneszenz, während sich für die Kosten ein umgekehrtes Bild ergibt.

Ressourcen für Baumpflegemaßnahmen, die den Nutzen übersteigen, eine finanziell ineffiziente Mittelzuweisung darstellt. Die Kosten unterlassener Mittelzuweisung, wenn die Durchführung von Baumpflegemaßnahmen einen Nettonutzen mit sich gebracht hätte, sind Opportunitätskosten.

Baumpflege mit Kosten und Nutzen verknüpfen

Bäume bringen der Gesellschaft viele Vorteile (Roy et al. 2012). Viele Bäume in der bebauten Umwelt sind das unmittelbare Ergebnis von Planungsmaßnahmen, die in Baumpflanzungen münden. Die Anfangsinvestitionen für die Pflanzung und Pflege von Stadtbäumen sind mit der Erwartung zukünftigen Nutzens verbunden. Die Pflege der Baumbestände ist eng mit der Baumstruktur und ihrer Funktion verbunden, die schließlich dem Stadtwald zu Gute kommt (Abbildung 2). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Nutzen auch ohne Baumpflege erzielt wird; möglich ist aber auch, dass aus fehlender Pflege indirekte Kosten und Schäden entstehen, einschließlich Baumversagen, Totholz, Schädlinge und Äste, die Kreuzungen blockieren, oder andere Probleme. Deshalb erfordern Stadtbäume wenigstens ein Mindestmaß an regelmäßiger Baumpflege, um Konflikte mit anderen urbanen Infrastrukturen zu vermeiden. Eine proaktive (d. h. systematische) Baumpflege sollte auch zu einem effizienteren Baummanagement führen als eine reaktive (d. h. krisengesteuerte) Baumpflege.

Die Aufgabe des Forstwarts des Stadtwaldes ist es, das Maß an Baumpflege festzulegen, das den Nettonutzen der Baumbestände optimiert. Werden Pflegeressourcen (z. B. Zeit, Geld, Arbeitskraft) unter dem optimalem Niveau verteilt, ergibt sich daraus ein Kompromiss— d. h. konkret möglicherweise weniger gesunde Bäume mit kürzerer Lebensdauer. Werden Pflegeressourcen über den eigentlichen Bedarf hinaus verteilt, hat dies ebenfalls einen niedrigeren Nettonutzen zur Folge. Daraus ergibt sich nun die Frage: *Was ist das optimale Niveau für die Baumpflege?* Die Fachliteratur bietet hierfür einige

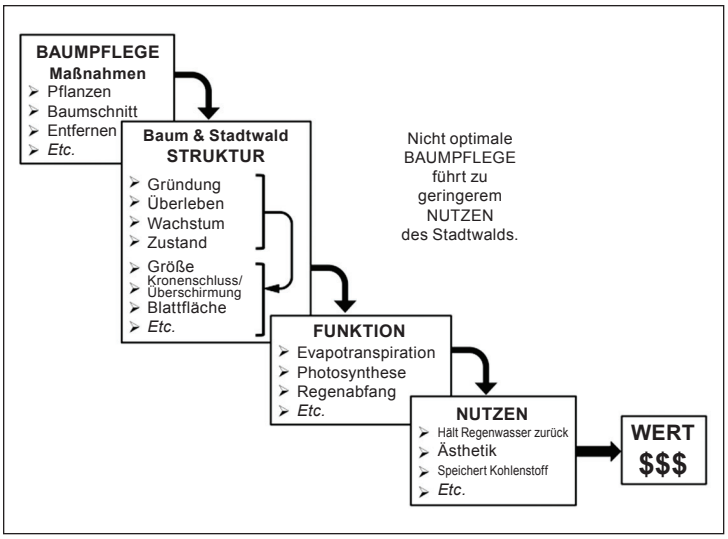

Abbildung 2. Baumpflege beeinflusst unmittelbar die Baumstruktur, die wiederum die Funktionen und den Nutzen des Stadtwalds beeinflusst.

Beispiele an, die in Studien zu Baumschnitt, Bestandsgründung und Schädlingskontrolle bestehen.

Beschneiden oder nicht beschneiden

Miller und Sylvester (1981) haben das Konzept der Ressourcenzuteilung zur Maximierung des Nettonutzens dargestellt. Sie fanden heraus, dass ein vier- bis fünfjähriges Pflegeintervall optimal ist, wenn man den Durchschnitt von Grenzkosten (den zeitlich zunehmenden Wertverlust eines Baumes seit seines letzten Beschnitts) und Grenzertrag bildet (Geld, das durch die Verschiebung von Baumschnittmaßnahmen eingespart wurde; siehe Abbildung 3). Sobald der Baumschnitt verschoben wird, geht die Zustandsbewertung für einen Baum nach unten und ergibt für ihn einen niedrigeren Schätzwert. Die Arbeit von Browning und Wiant (1997) stellte wiederum

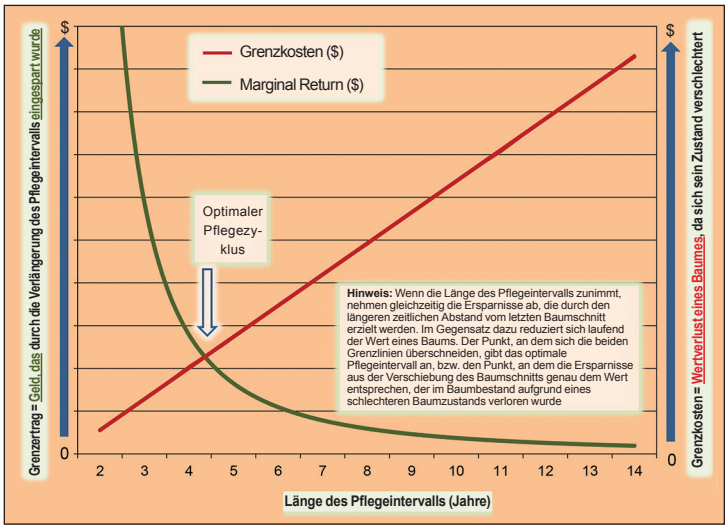

Abbildung 3. Grenzkosten (Wertverlust des Baums) und Grenzertrag (Ersparnisse an Baumschnittkosten) für die jeweilige Länge eines Pflegeintervalls, um am Schnittpunkt beider Grenzlinien das optimale Pflegeintervall bestimmen zu können (nach Miller und Sylvester 1981).

fest, dass, wenn der Baumschnitt in der Nähe von elektrischen Freileitungen um vier Jahre nach dem optimalen Pflegeintervall (alle fünf Jahre) verschoben wird, sich für jeden Dollar USD $1,47–$1,69 Kostenrückstellung ergeben und der Baumschnittabfall sich verdoppelt. Bei Baumschnitt in der Nähe von elektrischen Freileitungen spielt vor allem die Servicezuverlässigkeit eine bedeutende Rolle, wenn es darum geht, die optimale Länge des Pflegeintervalls zu bestimmen [siehe Literatur zu Baumschnitt in der Nähe von Freileitungen, besprochen von Goodfellow und Kayihan (2013)]. Zuletzt haben Ryder und Moore (2013) herausgefunden, dass Baumschnitt bei jungen Bäumen (Formschnitt) geringere Kosten verursacht, als wenn man abwartet und strukturelle Mängel erst 20 Jahre später korrigiert.

Bewässerung während der Bestandsgründung

Wasser zählt zu unseren globalen Ressourcen, und daher wird es immer wichtiger, dass wir es vernünftig zu nutzen verstehen. Die Verfügbarkeit von Wasser begrenzt das Wachstum von Pflanzen, d. h., werden Pflanzen in ihren kritischen Lebensstadien nur mit einer unzureichenden Menge an Wasser versorgt, kann das den Gesundheitszustand von Bäumen verschlechtern oder gar zu deren Absterben führen (Kozlowksi und Pallardy 1997). Viele wissenschaftliche Aufsätze beschreiben, dass mit angemessener Bewässerung Gesundheit und Wachstum gefördert werden können; nur wenige Studien jedoch befassen sich auch mit Bewässerungsökonomie. Gilman (2001) hat festgestellt, dass die Bewässerung von frisch gepflanzten Bäumen kostengünstiger ist, als sie nicht zu bewässern, wenn die Kosten für den Austausch von toten (nicht bewässerten) Bäumen in die Gesamtkosten für die Bestandsbegründung eingeschlossen werden. Die einzige Ausnahme waren wurzelbeschnittene ballierte Bäume, die bezüglich der Baumsterblichkeit keinen Unterschied zwischen bewässert und nicht bewässert aufwiesen. Bei allen bewässerten Bäumen konnte jedoch ein stärkeres Wachstum festgestellt werden.

Schädlinge, Bäume, Maßnahme

Die Kosten für die verschiedenen Niveaus der Schädlingsbekämpfung können anhand der Bekämpfung des sog. Ulmensterbens in den 1960er und 1980er Jahren (Englisch: Dutch elm disease, DED, *Ophiostoma novo-ulmi*) gut dargestellt werden. Intensive Kronenpflege (mit jährlich drei Nachkontrollen), um erkrankte Bäume für die Entfernung zu identifizieren und damit die Ausbreitung von DED zu verlangsamen, war um 25 Prozent kostengünstiger (Cannon and Worley 1976) und ergab ein höheres Kosten-Nutzen-Verhältnis (Sherwood und Betters 1981) als herkömmliche Kronenpflege (mit nur einer Nachkontrolle pro Jahr), die zu einer höheren Baumsterblichkeit führte. Miller und Schuman (1981) fanden schließlich heraus, dass die Behandlung und Rettung der Ulmen den größten Nettonutzen erbrachte, verglichen mit Zonen, in denen DED-Kontrollmaßnahmen entweder gänzlich fehlten oder nur spärlich angewendet wurden. Wurden anstelle entfernter Bäume wieder neue gepflanzt, erbrachte dies für einen Zeitraum von 40 Jahren den höchsten Nettonutzen für den Stadtwald.

Das Management von Eschenbeständen (*Fraxinus* spp.) und dem asiatischen Eschenprachtkäfer (Englisch: Emerald ash borer, EAB, *Agrilus planipennis*) ist dagegen eine aktuelle Herausforderung. Üblicherweise kann das Management zwischen vier Optionen wählen: 1) nichts unternehmen, 2) vorsorglich alle Eschen

entfernen, 3) vorsorglich alle Eschen entfernen und durch neue ersetzen, oder 4) die Bäume mit einem Insektizid behandeln, das sie vor EAB-Befall schützt. Alle Szenarios beinhalten, dass abgestorbene Bäume entfernt werden, um die Risiken für den Baumbestand zu vermindern. Behandlungsmaßnahmen zur Rettung von Bäumen oder Baumpflanzungen als Ersatz für entfernte Bäume dienen der Aufrechterhaltung des Nutzwerts der Bäume. Ähnlich den DED-Managementszenarios von Miller und Schuman (1981) stellt die Analyse der vier EAB-Managementoptionen von VanNatta et al. (2012) fest, dass der Nettonutzen von Eschen, die gegen EAB-Befall behandelt wurden, durchweg größer war, als wenn nichts unternommen und nur darauf gewartet wurde, dass die Bäumen abstarben. Vorsorgliche Entfernung und Ersatzpflanzung war die drittbeste Option, gefolgt von Entfernung ohne Wiederbepflanzung. Dementsprechend stellen sowohl die DED- als auch die EAB-Managementanalyse fest, dass bei der Kostenabrechnung von Behandlungsmaßnahmen, die Stadtbäume gegen tödlichen Insektenbefall oder Krankheiten schützen, der Nettonutzen von Behandlung und Ersatzpflanzung größer war als die Kosten für entgangene Vorteile in den Szenarios mit begrenzter oder gar keiner Kontrolle.

Angemessene Schädlingsbekämpfung kann davon profitieren, wenn Grundsätze ökonomischer und ästhetischer Aktionsgrenzwerte zur Anwendung kommen (Ball und Marsan 1991). Ein *Grenzwert* ist ein Punkt, ab dem die Verluste eine hinnehmbares Maß überschreiten. Ökonomische Grenzwerte können Grenzanalysen dazu benutzen, um zu entscheiden, wann eine Behandlung vorgenommen werden sollte — bzw. wann die Kosten dafür, nichts zu unternehmen, die Kosten einer Behandlung übersteigen.

Ein Modell zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung

Die Quantifizierung der Elemente von Erhaltungsstrategien ist eine wichtige Voraussetzung dafür, Baumpflegemaßnahmen mit der Leistungsfähigkeit von Systemen oder Bäumen zur verbinden, um die optimale oder angemessenste Form der Baumpflege zu bestimmen.

Genauere Informationen über Intensität, Häufigkeit, Dauer und Ausmaß der verschiedenen Arten der Baumpflege sind durch weitere Analysen von Kosten und Nutzen der Baumpflegemaßnahmen zu erhalten. So könnten praktische Anwender die genaue Intensität und Häufigkeit aufzeichnen, mit der Bäume gepflegt werden, und welche Art der Baumpflege dabei angewendet wurde (z. B. Baumschnitt, Überprüfung möglicher Gefährdungen, die eine Entfernung notwendig machen). Dadurch könnte die Fähigkeit enorm verbessert werden, Erhaltungsstrategien mit den tatsächlichen Auswirkungen auf den Baumbestand zu verknüpfen (Abbildung 2). Darüber hinaus würde die Verknüpfung der Baumpflegemaßnahmen mit gemessenen Parametern der Baumstruktur und -funktion verdeutlichen, inwieweit dadurch Baumwachstum und Zustand beeinflusst werden. Baumdurchmesser und -zustand werden sorgfältig mit den Ergebnissen verknüpft, die als Nutzen dargestellt werden. Die Verknüpfung der Kosten mit Erhaltungsstrategien könnte deshalb dabei behilflich sein, das optimale Niveau der Baumpflege zu bestimmen. Der sich daraus ergebende Wert würde dann zu den Kosten in Beziehung gesetzt werden, die darauf verwendet werden, diesen Wert zu erwirtschaften.

Strategien für zukünftige Untersuchungen

Nur wenige Beiträge dieser Untersuchung haben auch explizit den Kostenfaktor (36 Prozent; 59 von 163) als Teil der Studie erwähnt. Einige Beiträge haben Kosten abgeleitet (21 Prozent; 34 von 163). Die Quantifizierung der Kosten, die mit der Baumpflege verbunden sind, ist ein wichtiger erster Schritt in Richtung der Quantifizierung der Kosten bei unterlassener Baumpflege. Dies könnte dadurch erreicht werden, dass in bereits veröffentlichten Untersuchungsergebnissen die Kosten noch genauer nachverfolgt (oder abgeleitet) werden. Ein standardisierter Bilanzierungsansatz (z. B. Nettonutzen, Nutzen/Kosten, Abzinsen über einen bestimmten Zeitraum) würde bei der Quantifizierung der Kosten helfen, um im Zusammenhang mit Baumpflege und öffentlicher Grünpflege die Bewertungen aus Studie und Praxis vergleichen zu können.

Der Baumzustand wird oft als stellvertretende Bewertung im Hinblick auf die Baumgesundheit verwendet. Wenn dieser Zusammenhang auch nicht ganz zutreffend ist, beeinflusst der Zustand eines Baumes doch in jedem Lebensstadium sowohl seine Funktion als auch seinen Nutzen. Als Beispiel für die Verknüpfung von Baumzustand und Stadtwaldökonomie haben Miller und Sylvester (1981) das Verhältnis von Baumzustand und den Jahren seit seinem letzten Beschnitt angeführt. Dieser grundlegende und zukunftsweisende Aufsatz wendet die Quantifizierung auf alle Lebensstadien und Klimazonen an, wobei noch zusätzliche Baumarten mit einbezogen werden. Die Verknüpfung von Baumzustand mit Baumphysiologie und Funktionen oder Leistungen des Ökosystems — wie beispielsweise als funktionales Aufnahmenetz (Luftschadstoffe), Absorption (Wasser und Partikel), Beschattung (Energieeinsparung), und Wünsche seitens der Gesellschaft (Ästhetik) — würde es in der Praxis leichter machen, Baumzustand und Nutzen einander anzunähern.

Mit Hilfe von i-Tree oder dem Tree Benefits Calculator kann die Nutzenkalkulation von Stadtbäumen problemlos bewertet werden. Mit diesen Tools können die Kosten derart modelliert werden, dass sie sich praxisnah bewerten lassen und man entscheiden kann, welche Maßnahmen der sechs Punkte der Baumpflege angewendet werden sollen. Die Kosten der Baumpflege richtig zu verstehen, ist eine wichtige Voraussetzung dafür, einschätzen zu können, ob finanzielle Investitionen in den Stadtwald wirtschaftlich sinnvoll sind. Fundierte Entscheidungen erfordern, dass die Kosten für Baumpflegemaßnahmen mit einbezogen werden, um zu sehen, ob sie höher oder niedriger als der Nutzen sind, den der Stadtwald im Laufe der Zeit erbringt, oder gleich diesem sind.

Fazit

Etliche Beispiele aus der Literatur machen deutlich, dass die Kosten unterlassener Baumpflege zu einem Verlust an Nettonutzen von Stadtbäumen führen. Ökonomische Analysen des Kosten-Nutzen-Verhältnisses oder des Nettonutzens gestatten eine rationale Entscheidung und erlauben jedem Baumwart zu fragen, ob eine Baumbehandlung wirtschaftlich sinnvoll ist oder nicht. Der Nutzwert kann im Laufe der Zeit optimiert werden, indem während dieser Zeit angefallene Baumpflegekosten miteinander verglichen werden, um dann zu entscheiden, welches Niveau der Baumpflege insgesamt den höchsten Nettonutzen erzielt.

Literaturverzeichnis

Ball, J., und P. Marsan. 1991. Establishing monitoring routines and action thresholds for a landscape IPM service. *Journal of Arboriculture* 17(4): 88–93.

Browning, D. M., und H. V. Wiant. 1997. The economic impacts of deferring electric utility tree maintenance. *Journal of Arboriculture* 23(3): 106–112.

Cannon, W. N., und D. P. Worley. 1976. Dutch elm disease control: Performance and costs. USDA Forest Service Research Paper Nr. NE-345. USDA Forest Service Northeastern Forest Experiment Station. 8 ff.

Gilman, E. F. 2001. Effect of nursery production method, irrigation, and inoculation with mycorrhizae-forming fungi on establishment of *Quercus virginiana*. *Journal of Arboriculture* 27(1): 30–39.

Goodfellow, J. W., und A. Kayihan. 2013. Development of a business case for scheduling utility vegetation management on a preventative vs. corrective maintenance basis. TREE Fund Grant # 12-UARF-01, Phases I and II Final Report. Letzter Zugriff am 27.06.2014. <www.isa-arbor.com/events/conference/proceedings/ 2013/GOODFELLOW_UAA_UARF%20project% 20update%20 May%202013.pdf>

Kozlowski, T. T., und S. G. Pallardy. 1997. *Growth Control in Woody Plants*. Academic Press, San Diego, California, U.S. 641 ff.

McPherson, E. G., D. Nowak, G. Heisler, S. Grimmond, C. Souch, R. Grant, and R. Rowntree. 1997. Quantifying urban forest structure, function, and value: The Chicago Urban Forest Climate Project. *Urban Ecosystems* 1: 49–61.

Miller, R. W., und S. P. Schuman. 1981. Economic impact of Dutch elm disease control as determined by computer simulation. S. 325–344. In: E. S. Kondo, Y. Hiratsuka, und W. B. G. Denyer (Hrsg.). Proceedings of the Dutch elm disease symposium and workshop. October 5–9, 1981, Winnipeg, Manitoba. Manitoba Department of Natural Resources; Winnipeg, Canada.

Miller, R. W., und W. A. Sylvester. 1981. An economic evaluation of the pruning cycle. *Journal of Arboriculture* 7(4): 109–112.

Roy, S., J. Byrne, und C. Pickering. 2012. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening* 11(4): 351–363.

Ryder, C. M., und G. M. Moore. 2013. The arboricultural and economic benefits of formative pruning street trees. *Arboriculture & Urban Forestry* 39(1): 17–24.

Sherwood, S. C., und D. R. Betters. 1981. Benefit-cost analysis of municipal Dutch elm disease control programs in Colorado. *Journal of Arboriculture* 7(11): 291–298.

VanNatta, A. R., R. H. Hauer, und N. M. Schuettpelz. 2012. Economic analysis of emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) management options. *Journal of Economic Entomology* 105(1): 196–206.

Richard J. Hauer ist Professor für Urban Forestry am College für Natürliche Ressourcen der University of Wisconsin–Stevens Point.

Jessica M. Vogt ist Gastassistenzprofessorin am Institut für Erd- und Umweltwissenschaften der Furman University.

Burnell C. Fischer ist Interimsdirektor des Vincent and Elinor Ostrom Workshop für Politische Theorie und Politikanalyse, sowie Clinical Professor an der School of Public and Environmental Affairs, Indiana University, Bloomington.

Eine (englische) Hörfassung dieses Aufsatzes kann auf der ISA-Webseite heruntergeladen werden.

ARBORIST·NEWS Audio

Tree Planting (Bäume pflanzen) (zweite Auflage, Englisch)

ISA hat eine neue und überarbeitete Auflage seines Best Management Practices-Heftes zum Thema Baumpflanzung veröffentlicht. Den Themenschwerpunkt dieser BMP-Ausgabe bildet der aktive Prozess der Baumpflanzung, einschließlich Auswahl von Standort und Baumart, Pflanztechniken, Beschnitt nach dem Pflanzen und erste Baumpflege. *Tree Planting* dient auch als Begleitpublikation zu *ANSI A300—Tree, Shrub and Other Woody Plant Management—Standard Practices (Transplanting)*. **Item #P1317 (©2014)**

Bestellungen online unter www.isa-arbor.com/store oder telefonisch unter +1 217.355.9411