

Vitalität-Seneszenz-Alterswertminderung: Differenzierungen

Die korrekte Vitalitätseinschätzung unter Berücksichtigung der altersgemäßen, natürlichen Entwicklung von Bäumen und ihre Auswirkung auf die Alterswertminderung

von Ulrich Weihs

1. Einleitung

Bäume haben über Millionen von Jahren evolutive Anpassungs- und Überlebensstrategien entwickelt. Aufgrund ihrer langen Lebensdauer und großen Wuchshöhe verfügen sie über eine hohe Konkurrenzkraft (insbesondere schattentolerante Arten) und stellen in weiten Teilen der Erde die dominierende Vegetation dar. Da Bäume vielfältige und wertvolle Funktionen ausüben, genießen sie eine große Wertschätzung durch den Menschen und werden entsprechend auch außerhalb ihrer natürlichen Standorte in urbanen Gebieten angebaut. Im Gegensatz zur freien Landschaft und dem Wald ist der Baumeigentümer in diesen, dem öffentlichen Verkehr gewidmeten Bereichen, verkehrssicherungspflichtig. Da alte Bäume im Verlauf ihres Wachstums beachtliche Dimensionen erreichen und alterungsbedingte Defekte aufweisen können, ist es verständlich, wenn sich der verkehrssicherungspflichtige Baumeigentümer fragt, ob sich in Anbetracht steigender Kontroll- und Pflegekosten die Erhaltung von alten Bäumen noch lohnt. Für die Beantwortung dieser Frage spielt die Vitalitätseinschätzung eine entscheidende Rolle, denn von ihr hängt es ab, ob dem zu beurteilenden Baum noch eine angemessene Reststandzeit am Standort zugesprochen wird.

2. Vitalität

Unter Vitalität [lat. *vitalitas* = Lebenskraft] versteht man die erblich (genetisch) bedingte und durch Umwelteinflüsse modifizierte „Lebensfähigkeit“ eines Individuums, die sich bei Bäumen laut Vitalitätsdefinition der FLL (2006, 2010) in folgenden Merkmalsausprägungen äußert:

- Wachstum, Kronenstruktur und Zustand der Belaubung,
- Anpassungsfähigkeit an die Umwelt,
- Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge,
- Regenerationsfähigkeit.

3. Berücksichtigung von Wuchsdynamik und Entwicklungsphase

Da sich die Wuchsdynamik von Bäumen mit zunehmendem Alter deutlich verändert, die Bäume während ihres Alterungsprozesses also einem ständigen morpho-physiologischen Wandel unterliegen (RAIMBAULT (1995), GLEISSNER (1998a, 1998b, 1998c, 1998d), PFISTERER, J. A. (1998), FAY (2002, 2011, 2015); LONSDALE (2013), FAY u. DE BERGER (2016)), ist die Berücksichtigung der im Verlauf ihrer Entwicklungsphasen auftretenden Veränderungen von grundlegender Bedeutung für eine korrekte Vitalitätseinschätzung.

3.1 Wuchsdynamik

Der Wachstumsverlauf und die erreichbare Wuchshöhe von Bäumen sind durch die artspezifisch genetische Fixierung und

den an ihrem Standort herrschenden ökologischen Rahmenbedingungen (Durchwurzelbarkeit, Nährstoff- und Wasserversorgung, Strahlungsregime, Konkurrenz, etc.) vorgegeben (siehe Abb. 1).

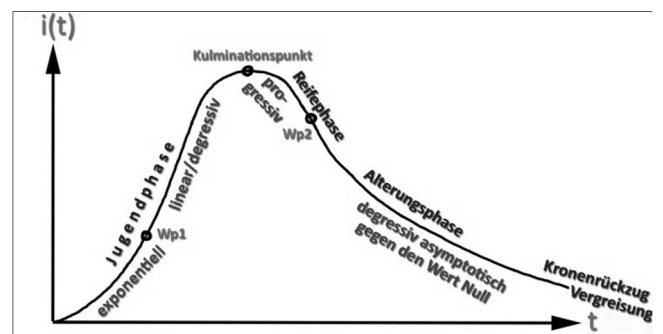


Abb. 1: Schematisierter Verlauf der Jahrestriebblängenzuwächse über die Entwicklungsphasen eines Baumes - ($i(t)$ = jährlicher Zuwachs; t = Zeit)

Im Lebensablauf eines Baumes hat die Höhenzuwachskurve die Form einer lang gestreckten S-Kurve. Sie ist eingipflig asymmetrisch und besitzt zwei Wendepunkte (BACHMANN 2002). Die Kurve des laufenden Jahrestriebblängenzuwachses beginnt bei $i = 0$ und $t = 0$ und weist in der Jugendphase einen exponentiellen Anstieg bis zum ersten Wendepunkt (Wp1) auf, um danach bis zum Erreichen ihres Kulminationspunktes am Ende der Jugendphase degressiv weiter anzusteigen. Nach dem Überschreiten ihres Kulminationspunktes in der Reifephase sinkt sie progressiv bis zum zweiten Wendepunkt (Wp2) ab, um in der Alterungsphase weiter degressiv bis zur Annäherung an den Wert Null abzunehmen. Alte Bäume weisen somit keinen nennenswerten Höhenzuwachs mehr auf.

Wie die Sukzessionslehre zeigt, tritt bei lichtbedürftigen Baumarten in ihrer frühen Jugendphase ein besonders starkes Triebblängenwachstum auf. Sie verfolgen die Strategie, den ihnen zur Verfügung stehenden Wuchsraum möglichst schnell zu erobern und viel assimilierende Blattmasse zu ihrer Versorgung aufzubauen, um sich zumindest einige Jahrzehnte lang einen Konkurrenzvorteil gegenüber den mit zunehmendem Alter in ihrem Höhenwachstum aufholenden, auf lange Sicht konkurrenzstärkeren schattentoleranten Baumarten zu verschaffen. Das dafür notwendige exponentielle Jahrestriebblängenwachstum der lichtbedürftigen Arten fördert jedoch auch seinen Preis, indem es bereits in einem Baumalter von 15–20 Jahren kulminiert, um danach im Rahmen der artspezifisch natürlichen Wuchsdynamik stark nachzulassen. So nimmt beispielsweise die Jahrestriebblänge der Esche auf leistungsstarken Standorten von 110 cm in der Jugendphase auf 15 cm in der Alterungsphase ab.

Im Vergleich dazu zeigen schattentolerante Baumarten wie die Rotbuche einen ausgeglicheneren Zuwachsverlauf. In ihrer Jugendphase erreichen sie nicht die hohen Jahrestrieblängenzuwächse der lichtbedürftigen Arten, dafür hält ihr Höhenwachstum über einen längeren Zeitraum auf mittlerem Niveau an. Wesentlich ist, dass die am jeweiligen Standort erreichbare Maximalhöhe eines Baumes von Natur aus limitiert ist und der Jahrestrieblängenzuwachs unabhängig von der Baumart mit zunehmendem Baumalter stark abnimmt, um sich dem Wert Null anzunähern. Bäume wachsen nicht in den Himmel.

3.2 Entwicklungsphase

Die FLL-Baumkontrollrichtlinien (FLL 2010) definieren drei Entwicklungsphasen (Jugend-, Reife- und Alterungsphase). Im vorliegenden Beitrag wird darüber hinaus auch auf die im Rahmen der natürlichen Baumalterung zu verzeichnenden morpho-physiologischen Veränderungen und ihre Berücksichtigung bei der Vitalitätseinschätzung in der Kronenrückzugs- und Vergreisungsphase eingegangen.

3.2.1 Jugend- und frühe Reifephase

Das Bild der in der Regel streng hierarchisch aufgebauten Krone junger Bäume wird entsprechend der vorstehend beschriebenen Wuchsdynamik durch ein exploratives vegetatives Wachstum geprägt (Langtriebe und dichte netzartige Verzweigung, siehe Abb. 2).

Abweichungen von diesem Erscheinungsbild, wie z. B. das frühzeitige Zurücktrocknen oder Absterben von Kronenteilen, die Ausbildung von Kurztrieben oder ein insgesamt kümmerliches Wachstum des Baumes sind in der Jugendphase und zu Beginn der eindeutige Weiser für eine Vitalitätsschwächung. Dieser können vielfältige Ursachen, wie eine zu tiefe Pflanzung, ungeeignete Standortbedingungen/Pflanzsubstrate oder eine Schädigung durch traumatische Ereignisse,



Abb. 2: Spitzahorne in der Jugendphase

zu Grunde liegen. Auch wenn zur Klärung der Schadensursache eine Differentialdiagnose notwendig ist, lässt sich das zu verzeichnende Vitalitätsdefizit aufgrund der Eindeutigkeit der Defektsymptome ohne Probleme erkennen.

3.2.2 Späte Reifephase

Nach dem Erreichen der sexuellen Reife schwächt sich das bis dahin explorative vegetative Wachstum des Baumes ab, und die Fortpflanzung rückt immer mehr in den Vordergrund. Die damit verbundenen Änderungen in der Baumgestalt und insbesondere der Kronenstruktur wurden von einer Vielzahl von Autoren beschrieben und von WEIHS (2016a, 2016b, 2017a, 2017b) zusammenfassend dargestellt.

Die hierarchische Kronenarchitektur junger Bäume geht in zunehmendem Maße in eine polyarchische Struktur über (siehe Abb. 3), indem die Krone beginnt, sich in Teilkronen zu untergliedern (gilt nicht für monopodial wachsende Nadelbaumarten).



Abb. 3: Rotbuche in der späten Reifephase

In Abhängigkeit von Häufigkeit und Stärke der einsetzenden Fruktifikation wird das bislang nur vegetative Verzweigungsmuster der Krone in zunehmendem Maße durch die Blütenbildung verändert (GLEISSNER 1998c). An den Leittrieben nehmen die weiblichen und männlichen Blütenstände die Stelle vegetativer Seitenachsen ein. An nachgeordneten Trieben können alle Seitenknospen als reproduktive Organe entwickelt sein, so dass nur die Terminalknospe zum Weiterwachsen verbleibt (siehe Abb. 4). Je älter der Baum und je regelmäßiger die Blütenbildung, desto stärker treten die in ihrer Längenausdehnung verminderten Blütenstände (generative Kurztriebe) in Konkurrenz zu den vegetativen Dauerachsen und führen zu entsprechenden Veränderungen der Triebhängenzuwächse und der Verzweigungsstruktur der Krone.



Abb. 4: Generative Kurztriebe mit Fruchtanhang an Rotbuche

Der altersbedingte Kronenumbau lässt sich von einer traumatischen Vitalitätsschädigung sowohl durch die beschriebenen charakteristischen Veränderungen der Kronenmorphologie als auch durch auffällige Unterschiede in der Blühhäufigkeit zwischen geschädigten und seneszenten Bäumen abgrenzen (GLEISSNER (1998a). Da die Fruchtbildung einen erheblichen Energieaufwand erfordert (PAAR et al. 2011) fruktifizieren devitalisierte Altbäume seltener und tragen weniger Mast als vitale. Die Fähigkeit alter Bäume, regelmäßig und stark zu fruktifizieren, stellt somit einen Vitalitätsweiser für sich dar und darf nicht mit der sog. Notfruktifikation devitalisierter Bäume verwechselt werden.

3.2.3 Alterungs- Kronenrückzugs- und Vergreisungsphase

Jeder Praktiker weiß aus eigener Anschauung, dass sich eine Baumkrone im Laufe ihres Lebens stetig verändert. Selbst wenn die Krone ihre maximale Größe erreicht hat, kann sie noch viele Jahrzehnte oder Jahrhunderte überdauern.

Wie unter Ziff. 3.2.2 beschrieben, haben Bäume zu Beginn ihrer Alterungsphase ihre Kronenausbildung und ihr Höhenwachstum weitgehend abgeschlossen. Da in dieser Phase die Fortpflanzung im Vordergrund steht, bilden sie kaum noch vegetative Langtriebe, sondern insbesondere nach Vorjahren mit hohen Strahlungssummen im Juni/Juli vermehrt Blütrieb/ generative Kurztriebe mit Fruchtanhang aus (MÜLLER-HAUBOLD et al. 2015) (siehe Abb. 5).

Mit weiter zunehmendem Alter wird die Kronenperipherie der weit ausladenden Krone mit ihren Erneuerungsknospen immer weiter nach außen verschoben und bei abnehmenden Triebblängen im Verhältnis zum Gerüst immer grüner. Im Kroneninneren und in den unteren Kronenbereichen kann es abschattungsbedingt zu einer natürlichen Lichtmangelsituation kommen, die dazu führt, dass abgeschattete Zweige eine „Schattenarchitek-

tur“ mit plagiotroper Ausrichtung, geringem Internodiendurchmesser und reduzierter Blühhäufigkeit zeigen (GLEISSNER 1998a).

Daneben wird es für Bäume mit weiter voranschreitendem Alter immer schwieriger, ihre große und weit ausladende Krone in ausreichendem Maße mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen. Aus biomechanischer Sicht ist vor allem die Zunahme der Hebelkräfte an den immer länger werdenden Kronenästen bei gleichzeitig sich ausbreitender Fäule zu nennen. Physiologisch macht sich die zunehmende Entfernung zwischen den wasser- aufnehmenden Wurzeln und den zu versorgenden Triebspitzen in der Kronenperipherie negativ bemerkbar.

Die Internodienlängen der Äste in der Kronenperipherie werden mit zunehmendem Alter immer kürzer, wodurch die Anzahl der Astknoten pro Längeneinheit des Astes und damit auch der mechanische Widerstand für den Wassertransport in den Leitungsbahnen steigt (RUST UND ROLOFF 2002).

Die angesprochenen Veränderungen bewirken bei alten Bäumen eine kontinuierlich voranschreitende Reduktion der Kronengröße durch das Absterben oder den Bruch von Zweigen und Ästen in der Oberkrone, die mit einer verstärkten Entwicklung von Teilen der unteren und der inneren Krone einhergeht und als **Kronenrückzugsphase** „*crown retrenchment*“ bezeichnet wird.

Insbesondere reiterationsfreudige Baumarten wie Linden, Weiden, heimische Eichen sowie Kastanien sind in der Lage, auf die zu verzeichnenden Versorgungsengpässe mit einem alterstypischen Kronenumbau zu reagieren (LONSDALE 2003; MEINZER et al. 2015; WOODRUFF et al. 2004). Sie verkleinern ihre Oberkrone kontinuierlich oder periodisch und bauen eine tiefer angesetzte, besser zu versorgende Sekundärkrone durch adaptive Reiteration aus (FAY 2002, 2011 u. 2015, BRUDI et al. 2009).



Abb. 5: Stark fruktifizierende Linde in der Alterungsphase

Nach Lage und Austriebsfreudigkeit der Reiterate unterscheidet GLEISSNER (1995, 1998a, 1998b, 1998d) vier Reiterationstypen und zeigt für verschiedene Baumarten im Detail, wie das Sprosssystem bei Erreichen der maximalen Kronenausbreitung schrittweise kollabiert und der Abgang von Gerüstteilen durch altersbedingte Reiteration kompensiert wird.



Abb. 6: Alteiche Karlsruhe in der Kronenrückzugsphase (Foto: Jillich)

Die im Zuge dieses natürlichen Kronenrückzuges zu verzeichnende Totholzbildung in der Primärkrone darf nicht als traumatisches Ereignis bzw. Vitalitätsschwächung des Baumes interpretiert werden. Der seneszenzbedingte Kronenrückzug stellt vielmehr eine evolutive Anpassungsstrategie der Bäume für ihre „Zurückverjüngung“ dar, indem die Oberkrone nicht mehr mit großem Aufwand versorgt werden muss, sondern die Energie auf die leichter zu versorgenden Reiterate im unteren Kronen- und Stammbereich konzentriert werden. Die Reiterationsfähigkeit trägt dazu bei, dass Bäume ihre Kronenproduktivität und Langlebigkeit erhalten, indem sich das Verhältnis von Atmung zu Photosyntheseleistung verringert, sich die hydraulische Leitfähigkeit verbessert, neue Blattmasse entwickelt, Nährstoffverluste reduziert werden und sich die Apikalmeristeme verjüngen, wodurch die Lebensdauer sowie Reproduktionsleistung erhöht werden (ISHII et al. 2007, 2011).

Im Gegensatz zum Wald und der freien Landschaft ist an Standorten mit berechtigter Sicherheitserwartung des Verkehrs ein allmähliches Absterben der Primärkrone in der Rückzugsphase aus Gründen der Verkehrssicherheit problematisch. Um die Kronenbruchsicherheit zu gewährleisten und gleichzeitig den Aufbau einer vitalen Sekundärkrone zu fördern, besteht die Möglichkeit, den natürlich ablaufenden Prozess des Kronenrückzuges durch einen vorausseilenden stufenweisen Rückschnitt der Oberkrone zu unterstützen. Dieses baumpflegerische Vorgehen ist als Kronenrückzugsschnitt (*Rentrenchment Pruning*) bekannt und wird im angelsächsischen Raum seit vielen Jahren



Abb. 7: 120 Jahre alte, vitale Rosskastanien, die in der Kronenrückzugsphase eine neue Sekundärkrone durch Stamm-austriebe ausbilden

erfolgreich praktiziert (siehe FAY 2008, 2015 und LONSDALE 2013).

Auch in der **Vergreisungsphase** stellt die seneszenzbedingte Reiteration das wesentliche Element für die Zurückverjüngung dar, indem sie alte Bäume, die ihre Primärkrone weitestgehend zurückgezogen haben, in die Lage versetzt, über Neuaustriebe aus dem Stamm, dem Stammfuß und aus den Wurzelanläufen ihre Apikalmeristeme für ein „weiteres neues Leben“ zu verjüngen ('second chance', DUJESIEFKEN 2016). Wiederholt sich dieser Erneuerungszyklus, können Bäume theoretisch ewig leben (siehe Abb. 8).

4. Praktische Schlussfolgerungen zur Vitalitätseinschätzung von älteren Bäumen

Die Vitalitätsdefinition der FLL (FLL 2006, 2010) verdeutlicht, dass es eine ganze Reihe von geeigneten Merkmalsausprägungen für die korrekte Einschätzung der Lebenskraft von Bäumen gibt. Folgt man dieser Auffassung, so stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die dem in der Praxis etablierten Wachstumsphasenmodell von ROLOFF (2001) zugrundeliegende Reduzierung der Vitalitätsansprüche auf die Triebblängenzuwächse und die Verzweigungsstruktur der Oberkrone hat. ROLOFFS Wachstumsphasenmodell geht davon aus, dass die Oberkrone vitaler Bäume bis ins hohe Alter Langtriebe und eine dichte netzartige Verzweigungsstruktur zeigt und dass deren Abnahme einen Vitalitätsverlust darstellt.

Wäre diese Annahme zutreffend, müsste die Baumvitalität bereits ab dem Ende der Jugendphase nach dem Überschreiten des Kulminationspunktes der Jahrestriebblängenzuwächse im Alter von 15–30 Jahren entsprechend stark nachlassen (siehe Verlauf der Jahrestriebblängenzuwächse über die Entwicklungsphasen

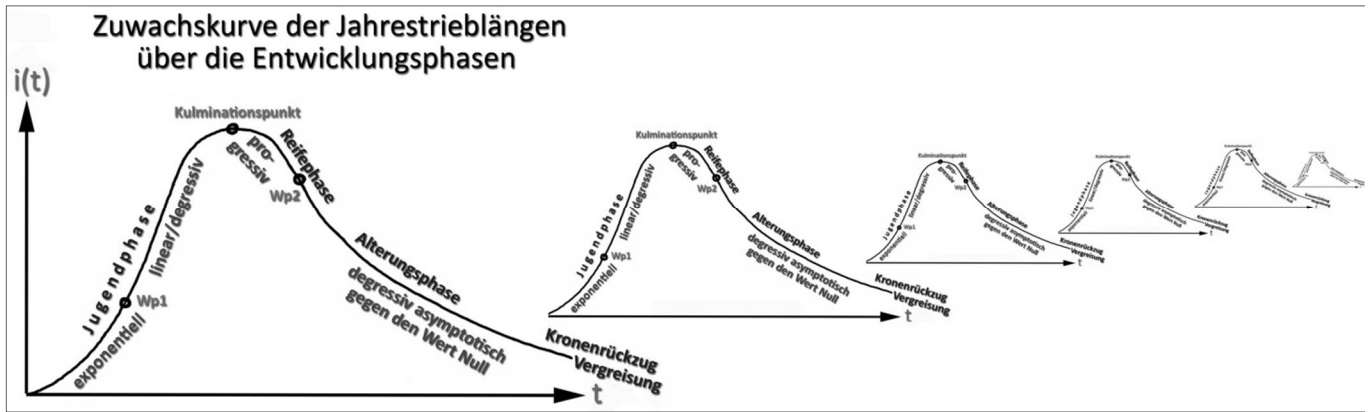


Abb. 8: „Ewiges Leben“ durch sich wiederholende Reiteration am Ende des Lebenszyklus

eines Baumes in Abb. 1). Gleiches trifft auf die Kronenstruktur zu, die sich durch die vermehrte Ausbildung generativer Kurztriebe bei gleichzeitig alterungsbedingt progressiv abnehmenden vegetativen Triebhöhenzuwächsen auf natürliche Art und Weise verändert und entsprechend auch keine dichte netzartige Verzweigung mehr zeigt.

Dieser morpho-physiologische Wandel beruht allein auf der im Lebenslauf eines Baumes genetisch vorgegebenen natürlichen Wuchsdynamik und darf nicht als Vitalitätsverlust interpretiert werden, wie er nach einem traumatischen Ereignis eintritt. Folglich ist es nicht sinnvoll, Bäume, deren Triebhöhenzuwächse alterungsbedingt auf ganz natürliche Art und Weise abnehmen oder Bäume, die in der Kronenrückzugsphase ihre Primärkrone zugunsten einer vitalen Sekundärkrone zurückbauen (*crown retrenchment*), in die schlechten Vitalitätsstufen der Stagnation oder Resignation einzuordnen.

An dieser Fehleinschätzung ändern auch die in neueren Publikationen von ROLOFF (2015, 2016) formulierten Ergänzungen nichts, dass für eine Interpretation der Vitalität auch das Baumalter zu berücksichtigen sei und dass die vermeintlich schlechten Vitalitätsstufen VS 2 und VS 3 in hohem Alter der Normalzustand sein können und nichts Besorgnis Erregendes oder einen Schaden darstellen.

Unabhängig davon, dass es keinen vernünftigen Grund gibt, einen altersentsprechend vitalen Baum in eine schlechte Vitalitätsstufe einzuordnen, sind diese Ausführungen eher dazu geeignet, die Vitalitätsansprache zu verkomplizieren. Ohne zusätzliche Erläuterungen wird nicht deutlich, ob tatsächlich Anlass zur Sorge und damit ein Handlungsbedarf besteht oder nicht. Das Wuchsphasenmodell mag die Vitalität von Jungbäumen mit explorativem Triebhöhenwachstum widerspiegeln, nicht jedoch diejenige von Bäumen in der Reife- und Alterungsphase.

Ebenso lässt sich die Vitalität stark geschnittener und gekappter Bäumen nicht mit Hilfe des Wuchsphasenmodells beurteilen, bei dem ausschließlich der Jahrestrieglängenzuwachs und die Verzweigungsstruktur der Oberkrone im Fokus stehen. Aus diesem Grund erweiterte ROLOFF (2015) sein Vitalitätsmodell um die beiden Sondervitalitätsstufen VS S und VS K, in denen er postuliert, dass eine Vitalitätsansprache von stark geschnittenen und gekappten Bäumen über einen Zeitraum von 5–10 Jahren nicht möglich ist. Da diese Auffassung in der Praxis nur eine geringe Akzeptanz gefunden hat und zunehmend kritisch hinterfragt wird, hat ROLOFF (2017a u. 2017b) aktuell vier neue, sog. Regenerationsstufen zur besseren Beurteilung der Vitalität von stark eingekürzten Bäumen definiert, die auf der Einschätzung der Entwicklung des Wiederaustriebes zwei Jahre nach der

Maßnahme basieren und von „gut“ über „problematisch“, „ungünstig“ bis „sehr ungünstig“ abgestuft sind. Die Einführung dieser Regenerationsstufen ändert jedoch nichts daran, dass der ROLOFF'sche Schlüssel für die Vitalitätsbeurteilung von älteren Bäumen nicht geeignet ist. Unklar bleibt, inwieweit die beiden Sondervitalitätsstufen VS S und VS K nach Einführung der Regenerationsstufen hinfällig sind. Klar hingegen ist, dass die Fähigkeit von Bäumen über Reiteration eine neue Sekundärkrone aufzubauen für ihre Vitalitätseinschätzung von grundlegender Bedeutung ist. Neben stark geschnittenen und gekappten Bäumen betrifft dies vor allem auch die Vitalitätseinschätzung älterer Bäume, die eine seneszenzbedingte Reiteration zeigen (WEIHS 2017a, 2017b). Wie bei gekappten Bäumen, die ihr physiologisches Gleichgewicht zwischen ihrer verloren gegangenen Krone und ihrer Wurzel durch Neuaustriebe wiederherstellen, ist das Wuchsphasenmodell von ROLOFF auch im Fall der seneszenzbedingten Reiteration nicht in der Lage, die altersgerechte Vitalität der Bäume korrekt widerzuspiegeln, weil sie eben keine Langtriebe mehr in ihrer Primärkrone ausbilden, sondern ganz im Gegenteil diese langsam zurückbauen (*crown retrenchment*). Die daraus resultierende schlechteste Einstufung in die Resignationsphase ist ein Grund dafür, dass immer wieder altersentsprechend vitale Bäume unnötigerweise gefällt werden. Es ist daher nicht verwunderlich, dass ein Baumeigentümer nicht mehr bereit ist, in die zukünftige Pflege eines „resignierenden“ Baumes zu investieren. Hinzu kommt, dass es sich bei den betroffenen Altbäumen häufig um wertvolle Archebäume handelt, die neben ihrer hohen gestalterischen Wirkung aufgrund ihrer Vielzahl von Habitatstrukturen für das Überleben von gefährdeten und besonders geschützten Tier- und Pflanzenarten von herausragender Bedeutung sind und so lange wie möglich gepflegt und erhalten werden sollten.

Der vorliegende Beitrag verdeutlicht, dass ältere Bäume eine ganze Reihe von sehr gut geeigneten Wuchsmerkmalen für die korrekte Beurteilung ihrer Lebenskraft (*vitalitas*) zeigen. Zu nennen sind insbesondere die Wund- und Kompensationsholzbildung, das regelmäßige und starke Fruktifizieren sowie ihre evolutive Fähigkeit, sich durch Reiteration zu verjüngen. Im Gegensatz dazu ist das Wuchsphasenmodell von ROLOFF (2001) für die Vitalitätsbeurteilung von älteren Bäumen nicht geeignet, da es auch ohne Vorliegen einer traumatischen Schädigung, allein aufgrund der alterungsbedingt nachlassenden Jahrestrieglängenzuwächse zu einer negativen Einstufung der Bäume in die schlechtesten und begrifflich negativ besetzten Vitalitätsstufen VS 2 (Stagnation) oder VS 3 (Resignation) kommt.

Im Interesse einer erhaltenden Baumbewertung wird deshalb in Anlehnung an die FLL-Vitalitätsdefinition (FLL 2006, 2010) der folgende vierstufige Vitalitätsschlüssel für Bäume empfohlen, der in Zusammenarbeit mit anderen öbv SV (RATHAI 2016,

JILICH 2016, KÖHLER 2016) entwickelt und von WEIHS (2016a, 2016b, 2017a, 2017b) vorgestellt wurde.

Unter Vitalität versteht man die Lebenstüchtigkeit eines Organismus, welche maßgeblich von den Umweltbedingungen, aber auch von der genetischen Ausstattung beeinflusst wird. Vitalität äußert sich neben dem Wachstum, Kronenstruktur und Zustand der Belaubung auch in der Anpassungsfähigkeit an die Umwelt sowie in der Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten, Schädlingen und der Regenerationsfähigkeit. Die altersbedingten morpho-physiologischen Veränderungen der Baum- und Kronengestalt sind bei der Vitalitätsansprache zu berücksichtigen.

Vitale Bäume können zurückliegende oder aktuelle Schädigungen durch Kompensationsmechanismen (z. B. Wundholzbildung, Ersatztrieb Bildung etc.) teilweise oder vollständig ausgleichen.

Da es sich bei der Baumvitalität um ein sehr komplexes Phänomen handelt, ist es erforderlich, bei ihrer Beurteilung eine ganzheitliche Betrachtung zu wählen, die verschiedene, unterschiedliche Merkmale berücksichtigt. Hierzu zählen:

- Zuwachs am Stamm und in der Krone,
- altersbedingte und/oder traumatische Veränderungen der Zuwachseinheiten und der Kronenstruktur/Totholzbildung,
- Fähigkeit zur Wundholz- und Kompensationsholzbildung,
- Reiterations- und Blühfreudigkeit,
- Belaubungsdichte und -farbe sowie Blatt- und Knospengröße unter Beachtung periodisch wirkender Störfaktoren.

Anhand dieser Beurteilungskriterien lassen sich Bäume in vier Vitalitätsstufen (VS 0–3) einteilen. Die Einstufung in die jeweilige VS orientiert sich dabei am Alter sowie an der Art und dem Standort des Baumes. Dabei können wechselnde Umweltbedingungen, wie z. B. Witterung, Veränderungen am Baumumfeld, zu einer Reduzierung oder zu einer Verbesserung der Vitalität führen.

- **VS 0 = vital**
gute Wuchskraft mit alters- und arttypischer Kronenstruktur und Belaubung, Auffälligkeiten sind unbedeutend, effektive Kompensations- und Reaktionsmechanismen
- **VS 1 = leicht geschwächte Vitalität**
nachlassende Ausprägung der Beurteilungskriterien, jedoch mit einer positiven Tendenz und ausreichendem Kompensationswachstum
- **VS 2 = deutlich geschwächte Vitalität**
Ausbleiben einzelner/mehrerer Beurteilungskriterien mit negativer Tendenz, keine ausreichende Wuchskraft, um Schäden künftig ausgleichen zu können
- **VS 3 = abgängiger Baum**
Ausbleiben aller Beurteilungskriterien, keine Reaktion und Kompensation mehr erkennbar, Baum in der Abbauphase/abgestorben

5. Alterswertminderung – Differenzierungen

Im Rahmen der Wertermittlung herstellbarer Güter stellt die Alterswertminderung ein Taxationsprinzip dar, das u.a. im Schadenersatz- und Entschädigungsbereich für einen nötigen Vorteilsausgleich Sorge tragen soll (SCHULZ 1999).

Die Alterswertminderung eines Baumes wird durch das Verhältnis seines tatsächlichen Alters (A) zu seiner Lebenserwartung (L) bestimmt. Bei der Festsetzung von A und L ist zu beachten,

dass ausschließlich auf das tatsächliche Baumalter und die generelle Lebenserwartung der jeweiligen Baumart am Standort abzustellen ist. Ein Baum hat auf einem natürlich gewachsenen Standort (z. B. Garten, Park, freie Landschaft) grundsätzlich eine potentiell längere Lebenserwartung als auf einem stark anthropogen beeinflussten Standort (z. B. Straße).

Die Alterswertminderung eines Baumes im Rahmen der Wertermittlung der Methode KOCH tritt ab dem Zeitpunkt seiner fertigen Herstellung ein, wenn der nachgepflanzte Baum annähernd die Funktion des Genommenen wieder erfüllt und keine weiteren maßgeblichen Kosten mehr investiert werden müssen. Nach dem Kulminationszeitpunkt des altersbedingten Wertverlaufs ist es für vitale Bäume typisch, dass sie ihre wertbildende Funktion für das Grundstück während der Reife- und Alterungsphase über viele Jahrzehnte auf relativ hohem Niveau halten, um erst am Ende der Alterungsphase stärker abzubauen. Aus diesem Grund fällt die Alterswertminderung bei Bäumen in der Jugend- und Reifephase nicht oder kaum ins Gewicht, während sie bei Bäumen in der Alterungsphase mit voranschreitendem Alter zumindest im Rahmen der kalkulatorischen Wertermittlung nach der Methode KOCH überproportional voranschreitet.

Die beste Anpassung an den beschriebenen natürlichen Altersverlauf von wüchsigen, gesunden Bäumen weist die Alterswertminderung nach der Hyperbelfunktion von BEWER ($A = \text{Alter}$; $L = \text{Lebenserwartung}$; $A^3 : L^3$) auf (FLL 2002). Im Vergleich dazu sind degressive oder lineare Alterswertminderungsverläufe in der ganz überwiegenden Anzahl der Fälle nicht geeignet, den wahren Wertverlauf eines Baumes über seine Gesamtstandzeit wiederzugeben. Ausnahmen stellen aufgrund ihrer kurzen optimalen Funktionsdauer kurzlebige Baumarten wie Birken, Pappeln und Fichten dar, bei denen auf üblichen Grundstücken in der Stadt schon ab dem Zeitpunkt ihrer fertigen Herstellung die Alterswertminderung einsetzen kann.

Abzüge für altersbedingt vorhandene Vorschäden, welche die Lebenserwartung des Baumes verkürzen, gehören nicht zur Alterswertminderung (Kumulationsverbot). Sie werden unter der Position „Mängel und Schäden“ als prozentualer Abschlag auf den bereits um die Alterswertminderung bereinigten Gehölzwert erfasst.

Aufgrund des in höherem Baumalter stark fallenden Wertverlaufs der Hyperbelfunktion ist für die Herleitung der Alterswertminderung von Altbäumen die korrekte Einschätzung ihrer baumartenspezifisch potentiell möglichen Lebenserwartung (L) am gegebenen Standort von besonderer Bedeutung.

Die folgende, von ROLOFF (2016) vorgenommene Einteilung in kurzlebige, mittelalte und langlebige Baumarten kann hier einen Anhalt geben.

- **Kurzlebige Baumarten** bis zu 100 Jahren Lebenserwartung (z. B. Sand-, Moorbirke, Schwarz-Erle, Götterbaum, Wild- und Kultur-Apfel, -Birne, -Kirsche, Mehlbeere)
- **Mittelalte Baumarten** mit bis zu 300 Jahren Lebenserwartung (z. B. Rot-Buche, Spitz-, Berg-Ahorn, Rosskastanie, Platane, Hainbuche, Baum-Hasel, Esche, Gleditschie, Nussbaum, Amberbaum, Schwarz-, Wald-Kiefer, Schnurbaum, Flatter-Ulme)
- **Langlebige Baumarten** mit mehr als 400 Jahren Lebenserwartung (z. B. Sommer-, Winter-Linde, Stiel-, Trauben-Eiche, Ess-Kastanie (Ginkgo, Eibe, Lärche werden von ROLOFF hier nicht berücksichtigt, da die Kronenstrukturen sich anders mit dem Alter verändern als bei den zuvor genannten Laubbaumarten).

Wie die in Abbildung 9 dargestellte zeitliche Entwicklung der Alterswertminderung für kurzlebige, mittelalte und langlebige

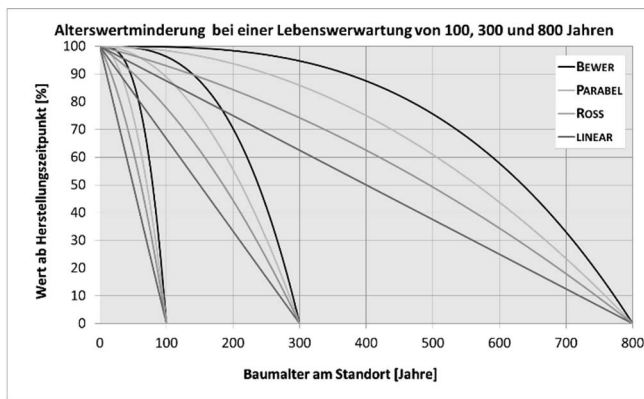


Abb. 9: Alterswertminderung für kurzlebige, mittelalte und langlebige Baumarten mit Lebenserwartungen von 100, 300 und 800 Jahren

Baumarten mit einer Lebenserwartung von 100, 300 und 800 Jahren exemplarisch zeigt, stellt die Kenntnis der baumartenspezifisch potentiell möglichen Lebenserwartung eine wichtige Grundlage für die korrekte Abschätzung der noch verbleibenden Reststandzeit und damit auch für den Verlauf der Alterswertminderung dar.

Da der Standort und das Umfeld des Baumes die Lebenserwartung und die Funktion des Baumes maßgeblich beeinflussen, stellen sie wichtige Faktoren für die Alterswertminderung dar. So zeigen auch langlebige Bäume im dichter besiedelten urbanen Bereich (z. B. anthropogen beeinflusste Straßengrundstücke oder kleine Einfamilienhausgrundstücke), wo nach der Methode KOCH gerechnet wird, nicht die hohe Lebenserwartung, von der man auf natürlichen Standorten (Wald, freie Landschaft, große Parkanlagen) ausgehen kann. Das gleiche gilt für die Wertigkeit der Funktion, die alte Bäume ausüben. Nur wenn sie genügend Platz haben, können sie mächtige und weit ausladenden Kronen sowie einen starken, knorrigen Stamm ausbilden und besonders wertvolle gestalterische Funktionen ausüben. Nicht umsonst werden solche Bäume wegen ihrer Seltenheit, Eigenart oder Schönheit als Naturdenkmäler ausgewiesen und üben über das Grundstück hinaus ortsbildprägende oder auch kulturhistorische und landschaftsbildprägende Funktionen aus. TIEDTKE-CREDE (2000) führt in diesem Zusammenhang die „Hofbäume“ als Wahrzeichen für landwirtschaftliche Hofstellen an (z. B. Münsterland, Oldenburger Land, nordostdeutsche Heide). Ihre lange Entwicklungszeit bis zur Funktionserfüllung und ihre besondere gestalterische und schützende Funktion machen sie für den Eigentümer besonders wertvoll, indem sie die auf dem Hof lebenden Generationen während ihrer langen Standzeit verbinden. Weitere Beispiele von prägenden alten Parkbäumen sowie von herausgehobenen Solitären im Wald und in der freien Landschaft (z. B. Hutewaldrelikte „Ivenacker Eichen“ in Mecklenburg-Vorpommern, Urwald Sababurg im Reinhardswald/Nordhessen, alte Tanz- oder Gerichtslinden) belegen, dass alte Bäume ihre hohe gestalterische Funktion selbst noch in ihrer Vergreisungsphase und sogar noch als stehendes Totholz ausüben können. Ein hohes Baualter darf also nicht zwangsläufig als eine Wertminderung angesehen werden. Im Vergleich dazu wird auf räumlich eingegrenzten Grundstücken schon nach wenigen Jahren durch Rückschnitte aufgrund von Beschränkungen durch Gebäude, Straßen, Leitungen sowie zur Gewährleistung des Lichtraumprofils die gestalterische Funktion und ggf. auch die Vitalität der dort stehenden Bäume mehr oder weniger stark beeinträchtigt.

Einen weiteren wesentlichen Aspekt zur Einschätzung der Lebenserwartung von Bäumen stellt ihre Fähigkeit zur adaptiven

Reiteration dar, mit der sie ihre Kronenproduktivität und Langlebigkeit über lange Zeiträume weiter erhalten können (siehe Ausführungen in Kapitel 3). Das „Ökosystem Baum“ ist in der Lage, sich zurückzujüngen, indem es eine neue Sekundärkrone aufbaut und/oder durch Neuaustriebe aus dem Stammfuß neue Baumstrukturen ausbildet. Diese natürlich ablaufenden Prozesse führen zu einer Erneuerung der Apikalmeristeme und erhöhen die Lebensdauer sowie Reproduktionsleistung des Ökosystems Baum, das mit Hilfe dieser Umbaustrategie im Idealfall ewig überleben kann. Reiterationsfreudige Baumarten wie Stiel- und Trauben-Eiche, Sommer- und Winterlinde sowie Esskastanie haben durch Zurückverjüngungsprozesse nachweislich bereits ein Alter von 1.400 Jahren und die Eibe ein solches von 2.500 Jahren erreicht (WHITE 2013).

Auch durch fachgerechte Baumpflegemaßnahmen lässt sich die Lebenserwartung alter Bäume verlängern. Hierzu zählen neben Maßnahmen zur Verbesserung des Baumumfeldes die Kronenauslichtung zur Förderung der Reiterationsfreudigkeit sowie der planmäßige Kronenrückzugsschnitt, der den altersbedingten, natürlichen Kronenrückzug zugunsten des Aufbaus einer verkehrssicheren und vitalen Sekundärkrone unterstützt (FAY 2002, 2011 u. 2015, BRUDI et al. 2009).

Nach alledem stellt sich die berechtigte Frage, welche Lebenserwartung bei Bäumen, die sich in einer Umstrukturierung jenseits der Alterungsphase befinden, für eine korrekte Abschätzung der Alterswertminderung anzusetzen ist.

Aus Sicht des Autors kann in derartigen Fällen nur eine ganzheitliche, von kalkulatorischen Rechenansätzen losgelöste Betrachtungsweise zielführend sein. BRELOER (2010) vertritt ebenfalls die Auffassung, dass in Fällen, in denen bei der rein rechnerischen Ermittlung der Alterswertminderung begründete Zweifel aufkommen, eine ganzheitliche sachverständige Betrachtung der Wertminderungen angebracht sei, bei der man das Erscheinungsbild eines optimal entwickelten Baumes an dem betreffenden Standort dem Erscheinungsbild des vorgefundenen und zu beurteilenden Altbaumes gegenüberstellt und über diesen Vergleich die insgesamt festzulegende Wertminderung abschätzt.

Nach derzeitigem Stand der Baumwertermittlung muss bei alten Bäumen, die einer Baumschutzsatzung unterliegen oder als Naturdenkmal ausgewiesen sind, zwischen ihrer Funktion für das bestandene Grundstück und derjenigen für das öffentliche Grün (Stadtbild oder bei denkmalgeschützten Bäumen auch für das Landschaftsbild) unterschieden werden. Auch wenn der geschützte Baum aufgrund naturschutzrechtlicher Bestimmungen einen höheren, über das Grundstück hinauswirkenden Wert hat, lassen sich im Schadensfall für den Grundstückseigentümer aus dieser Tatsache keine erhöhten Ersatzansprüche ableiten, da sich der Sachwert des Baumes allein an seiner Funktion für das bestandene Grundstück bemisst. Im öffentlich-rechtlichen Bereich der Baumschutzsatzungen und des Naturschutzrechts findet die Methode KOCH keine Anwendung (Urteil OLG Hamm vom 15.10.1990 – 13 U 54/90, unveröffentl., zitiert in BRELOER 2010). Aus Naturschutzsicht sind alte Bäume aufgrund ihrer vielfältigen Funktionen und Habitatstrukturen und dem sich daraus ergebenden natur- und artenschutzrelevanten Nutzen besonders wertvoll. Vergleichbar mit einem alten Rotwein, dessen Wert mit zunehmendem Reifeprozess steigt, werden Bäume für den Natur- und Artenschutz mit zunehmendem Alter immer wertvoller.

Nach SCHULZ (2004) wird der Sachwert von Bäumen unter Berücksichtigung naturschutzrechtlicher Wertermittlungsvorgaben und -prinzipien durch folgende zwei Komponenten bestimmt:

- Kosten für Kauf, Pflanzung, Herstellung und Entwicklung eines Junggehölzes für ein mit Genehmigung untergehendes Altgehölz bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Jungbaum so groß geworden ist, dass er den Altbaum hinsichtlich seiner Wohlfahrtswirkung substituiert,
- aus der Monetarisierung des mit Untergang des Altgehölzes zum Junggehölz hin entstehenden Defizits an naturschutzrelevanten Nutzen, der sich als linear sinkende Rente bis hin zu dem Zeitpunkt, zu dem die Substitution eintritt, quantifizieren lässt.

Der Natur- und Artenschutz kennt keine seneszenzbedingte Alterswertminderung, wie sie bei der Baumwertermittlung nach der Methode KOCH auf Grundstücken im städtischen Bereich zur Anwendung kommt

Breloer (1993): Was ist die ökologische Baumschubstanz wert? Landschaftsarchitektur 1993, Heft 6.

Breloer (2010): Alter, Lebenserwartung, Alterswertminderung – Methode Koch. (<http://www.methode-koch.de/pdf/reststandzeit.pdf>, Zugriff am 17.05.2015

Brudi, E.; Muir, P. Fay, N. (2009): „Retrenchment Pruning“ - Ein neuer Weg, um alte Bäume zu pflegen? AFZ-Der Wald (8/2009), S. 425-427

Bachmann, P. (2002): Grundlagen des Waldwachstums. Bräker, U.; Zingg, A. Vorlesungsskript WSL 60-302, Waldwachstum I, Sommersemester, ETH Zürich, 20 S. unveröffentl.

Dujesiefken, D. (2016): Biology and survival strategies of trees. In: Wikos-Gnach, K.; Tyszko-Chmielowiec, P. (ed. 2016): Trees a Lifespan Approach. Contributions to arboriculture from European practitioners. Fundacja EcoRozwoju, Wroclaw, 2016, 31-50.

Fay, N. (2002): Environmental arboriculture, tree ecology and veteran Tree management. *Arboricultural Journal*; 26, 3, 213-238.

Fay, N. (2008): Retrenchment Pruning Guidance (Retrenchment_pruning_2008.pdf). Bristol. http://www.treeworks.co.uk/press_releases_publications.php (Zugriff am 28. 09. 2013)

Fay, N. (2011): Conservation Arboriculture. Learning from old trees, artists and dead poets. http://www.CONSERVATION_ARBORICULTURELearning_Review4-16-06-2011.pdf (Zugriff am 07.11.2013).

Fay, N. (2015): Der richtige Umgang mit uralten Bäumen: Archebäume und Baumveteranen. In: Dujesiefken, D. (Hrsg.): *Jahrbuch der Baumpflege 2015*, Haymarket Media GmbH & Co. KG, Braunschweig, S. 181- 197

Fay, N.; de Berger, N. (2016): Arboriculture – the perspective from ancient trees: . In: Wikos-Gnach, K.; Tyszko-Chmielowiec, P. (ed. 2016): *Trees a Lifespan Approach. Contributions to arboriculture from European practitioners*. Fundacja EcoRozwoju, Wroclaw, 2016, 13-29.

FLL (2006) Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.) (2006): *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege (ZTV-Baumpflege)*. 4. Auflage, Bonn, 77 S.

FLL (2010) Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.) (2010): *Baumkontrollrichtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen - Baumkontrollrichtlinien*, 53 S., Bonn

Gleissner, P. (1995): Sichtkontrolle und Vitalitätsbeurteilung von Laubbäumen mit Verzweigungsmustern. Teil 1: ABC der Verzweigung, Linde und Rosskastanie. *Stadt und Grün*, 12/95, Patzer Verlag Berlin, S. 849-855

Gleissner, P. (1998 a): Das Verzweigungsmuster ausgewählter Laubbaumarten und seine Veränderung durch nicht-pathogene Schädigungen. Teil 1: Musteränderungen durch Blütenbildung und Alterung sowie Teil 2: Musteränderungen unter Stress. In: *Stadt*

Frankfurt am Main (Hrsg.): *Palmatum Hortus Francofurtensis*, PHF 6, Teil 1: S. 9- 84; Teil 2: S. 85-132

Gleissner, P. (1998 b): Vitalitätsbeurteilung von Laubbäumen. Teil 1: Berücksichtigung von Blütenbildung und Alterung am Beispiel Bergahorn. *Stadt und Grün*, 2/98, Patzer Verlag Berlin, S. 123-128

Gleissner, P. (1998 c): Vitalitätsbeurteilung von Laubbäumen. Teil 2: Rotbuche und allgemeine Betrachtungen. *Stadt und Grün*, 3/98, Patzer Verlag Berlin, S. 186-190

Gleissner, P. (1998 d): Zweigaufbau und Kronenstruktur der Laubbäume unter Einfluss von Blütenbildung und Alterungsprozessen. In: Dujesiefken, D.; Kockerbeck P. (Hrsg.): *Jahrbuch der Baumpflege 1998*, Haymarket Media GmbH & Co. KG, Braunschweig, S. 227-231

Ishii, H.T. (2011): How Do Changes in Leaf/Shoot Morphology and Crown Architecture Affect Growth and Physiological Function of Tall Trees? Size-and age-related changes in tree structure and function, S. 215-232, Springer Netherlands

Ishii, H.T., Ford ED, Kennedy MC (2007): Physiological and ecological implications of adaptive reiteration as a mechanism for crown maintenance and longevity. *Tree Physiol* 27:455–462

Jillich, S. (2016, 04. April): Persönliche Fachgespräche u.a. im Rahmen des SVK Gehölzseminars in Hannover. öbv Sachverständiger, Heilbronn und Lehrender an der LVG Heidelberg

Köhler, J. (2016, 4. u. 26. April): Persönliche Fachgespräche im Rahmen des SVK Gehölzseminars in Hannover und der Deutschen Baumpflegetege in Augsburg, Sachverständiger, Würzburg

Lonsdale, D. (ed.) (2013): *Ancient and other veteran trees: further guidance on management*. The Tree Council, London 212pp.

Meinzer, F.C.; Bond, B.J.; Karanian, J.A. (2015). Biophysical constraints on leaf expansion in a tall conifer. *Tree Physiology* 28, 197-206

Müller-Haubold, H.; Hertel, D.; Leuschner, C.; Paar, U.; Guckland, A.; Dammann, I.; Albrecht, M.; Eichhorn, J. (2015): Climatic Drivers of Mast Fruiting in European Beech and Resulting C and N Allocation Shifts. *Ecosystems*. Springer Science+Business Media New York

Paar, U.; Guckland, A.; Dammann, I.; Albrecht, M., Eichhorn, J. (2011): Häufigkeit und Intensität der Fruktifikationen der Buche. *AFZ/DERWALD* 66, (6), S. 26-29.

Pfisterer, J. A. (1998): Metamorphose der Kronenarchitektur im Verlauf der Ontogenese und ihre Konsequenz für die habitusgerechte Kronenpflege. In: Dujesiefken, D.; Kockerbeck, P. (Hrsg.): *Jahrbuch der Baumpflege 1988*, Haymarket Media GmbH & Co. KG, Braunschweig, S. 244- 248

Raimbault, P. (1995): *Physiological Diagnosis. The proceedings of the 2nd European Congress in Arboriculture, Versailles, Societe Francaise d'Arboriculture*. Zitiert in: Fay, N. (2015): *Der richtige Umgang mit uralten Bäumen: Archebäume und Baumveteranen*. In: Dujesiefken, D. (Hrsg.): *Jahrbuch der Baumpflege 2015*, Haymarket Media GmbH & Co. KG, Braunschweig, S. 181- 197

Rathai, R-S. (2016, 04. April): Persönliche Fachgespräche. u.a. im Rahmen des SVK Gehölzseminars in Hannover. öbv Sachverständiger, Institut für Baumkunde, Hohenhameln

Roloff, A. (2001): *Baumkronen – Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 164 S.

Roloff, A. (2015): *Aktuelles zur Vitalitätsbeurteilung von Stadtbäumen anhand der Kronenstruktur - Erfahrungen und Konsequenzen*. *Jahrbuch der Baumpflege 2015*: Haymarket Media GmbH & Co. KG, Braunschweig S. 125-133, Braunschweig.

Roloff, A. (2016): Wann ist ein Baum ein Baum? Wie verläuft der Alterungsprozess und was sind die Folgen für die Vitalitäts-Interpretation? *Jahrbuch der Baumpflege 2016*: Haymarket Media GmbH & Co. KG, Braunschweig, S. 163-115.

Roloff, A. (2017a): *Stark eingekürzte Bäume besser beurteilen*. *TASPO Baumzeitung* 03/2017, Haymarket Media GmbH, Braunschweig, S. 34-38

Roloff, A. (2017b): Interpretation der Vitalitätserhebung unter Berücksichtigung der Baumalterung und vorangegangener starker Kroneneinkürzungen. In: Roloff, A.; Thiel, D.; Weiß, H. (Hrsg.): Tagungsband Dresdner StadtBaumtage in Tharandt 16./17.03.2017, Beiheft 19, Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt, S. 125-155

Rust, S.; Roloff, A. (2002): Reduced photosynthesis in old oak (*Quercus robur*): the impact of crown and hydraulic architecture. *Tree Physiology* 22, S. 597-601. Zitiert in Lonsdale, D. (ed.) (2013): Ancient and other veteran trees: further guidance on management. The Tree Council, London

Schulz, H.-J. (1999): Grundsätzliches zur Alterswertminderung und zu Stichtagsprinzipien. In: Jahrbuch der Baumpflege 1999, S. 37-46, Hrsg. D. Dujesiefken u. P. Kockerbeck, Thalacker Medien, Braun-schweig

Schulz, H.-J. (2004): Der Geldwert von Gehölzen als Grundstücksbestandteil und bei Unterschutzstellungen im Rahmen von Baum-schutzsatzungen. Dissertation am Fachbereich Landschafts-architektur und Umweltentwicklung der Universität Hannover, 372 S.

Weih, U. (2016 a): Status quo der Vitalitätsbeurteilung von alten Bäumen. PRO BAUM 2016/4. Patzer Verlag, Hannover, S. 2 - 6

Weih, U. (2016 b): Vitalitätsbeurteilung - ein geeignetes Instrument zur Einschätzung der Erhaltungswürdigkeit und Verkehrssicherheit von alten Bäumen. In: Bouillon, J. (Hrsg.) 2016: 34. Osnabrücker Baumpflegetage Tagungsband. Patzer Verlag, Hannover, S. 83-100, ISBN 978-3-87617-144-9

Weih, U. (2017a): Vitalitätsbeurteilung an Altbäumen. In: Leitsch Baumakademie (Hrsg.) 2017: 2. Fachtagung der Baumkontrolleure Tagungsband. Patzer Verlag, Hannover, S. 27-36, ISBN 978-3-87617-146-3

Weih, U. (2017b): Vitalität von Bäumen und altersbedingte Veränderungen. *AFZ-DerWald* 8/2017, S. 20-24

White, J. (2013): zitiert in Lonsdale, D. (ed.) (2013): Ancient and other veteran trees: further guidance on management. The Tree Council, London 212pp.

Woodruff, D. R.; Bond, B.J.; Meinzer, F.C. (2004): Does turgor limit growth in tall trees? *Plant, Cell & Environment* 27 (2), S. 229-236, Blackwell Science Ltd

*Verfasser: Prof. Dr. Ulrich Weih
HAWK, Göttingen*