

# **Klimawandel und Baumartenwahl in der Stadt – Entscheidungsfindung mit der Klima-Arten-Matrix (KLAM)**

*Von Prof. Dr. Andreas Roloff, Dr. Stephan Bonn und Dipl.-Forstw. Sten Gillner*

## **Zusammenfassung**

Mit einer Forschungsstudie werden auf Grundlage vorhandener belastbarer Publikationen über 250 der in mitteleuropäischen Städten, Parks und Gärten verwendeten Gehölzarten hinsichtlich ihrer Eignung bei dem prognostizierten Klimawandel eingeordnet und bewertet. Dafür wurde eine neue Klima-Arten-Matrix (KLAM) entwickelt. Für diese werden Trockenstress-Toleranz und Winterhärte in jeweils 4 Stufen als entscheidende Kriterien herangezogen, um die Gehölze zweidimensional in 16 Kategorien abnehmender Toleranz einzustufen (von Kategorie 1.1, den bestgeeigneten Arten, bis 4.4, den nur sehr eingeschränkt verwendbaren Arten). Damit liegt erstmalig eine fundierte Entscheidungsmatrix für Planungen der Gehölzverwendung in der Stadt unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels vor. Diese Ergebnisse sollen daher eine Diskussionsgrundlage sein.

## **Zielstellung**

In einer laufenden Forschungsstudie erfolgt eine Bewertung von heimischen, neu- und nichtheimischen Baumarten im Hinblick auf ihre Toleranz gegenüber dem Klimawandel auf dem Stand des Wissens. Dabei orientiert sich die Benotung vorrangig an den Kriterien Trockentoleranz einschließlich der Ansprüche an die Bodenfeuchte und an der geforderten Winterhärte.

Das Ziel der Untersuchung besteht darin, eine Auswahl von Baumarten zu benennen, die sommerliche Trockenstressperioden gut überdauern, an die extremen städtischen Klimasituationen angepasst sind und gleichzeitig den winterlichen Temperaturen in Deutschland standhalten. Da die Bewertung anhand von Literaturstudien erfolgt, können nur Arten berücksichtigt bzw. bewertet werden, für die ausreichend zuverlässige Informationen vorliegen. Aus dieser Zielstellung heraus wurden einerseits Gehölzarten bewertet, die schon bisher eine breite Verwendung im urbanen Bereich erfahren haben, zum anderen wurden durch die Literaturrecherchen aber auch bisher selten verwendete Baumarten einbezogen, die in Gebieten mit ähnlichen Wintertemperaturen, aber verstärkten sommerlichen Trockenzeiten natürlich vorkommen. Bei Annahme der Prognosen für die nächsten Jahrzehnte,

mit abnehmenden Sommerniederschlägen bei gleichzeitiger Zunahme von Starkniederschlägen und steigenden Temperaturen besonders in den Städten, wird klar, dass eine Bewertung von Bäumen hinsichtlich ihrer Eignung für trockene Standorte unbedingt vorrangig ist.

Erschwerend für eine solche Bewertung sind die Tatsachen (ROLOFF 2004, 2006, ROLOFF & PIETZARKA 2007, ROLOFF et al. 2008),

- dass Gehölze über ein beeindruckendes Anpassungspotenzial an sich verändernde Umweltverhältnisse verfügen,
- dass man aus dem natürlichen Vorkommen einer Baumart nur sehr eingeschränkt auf die potenzielle Standortsamplitude schließen kann (Unterschied ökologisches/physiologische Optimum),
- dass das Baumalter große Bedeutung hat: junge Bäume können sich meist besser/schneller anpassen als alte,
- und dass Gehölze aufgetretenen Stress zur Anpassung an sein nochmaliges Auftreten nutzen können.

### **Klimaänderung und Baumartenwahl**

Vor dem Hintergrund des bereits stattfindenden Klimawandels stellt sich die Frage, wie Park- und Stadtbäume, die schon jetzt teilweise extremen Bedingungen ausgesetzt sind (WITTIG 2002), mit weiteren Verschlechterungen ihrer Standortbedingungen zurechtkommen werden. Baumbiologische Konsequenzen und sich daraus ergebende Handlungsempfehlungen sind in ROLOFF & RUST (2007) dargelegt.

Der in Zukunft wachsenden Bedeutung von Bäumen im urbanen Bereich steht daher nunmehr ihre zunehmende Gefährdung durch Witterungsextreme und hier insbesondere sommerliche Hitze- und Dürreperioden gegenüber (ROLOFF 2006).

### **Klimatische Verhältnisse von potenziellen Herkunftsgebieten**

In Deutschland gibt es bereits eine breite Streuung der klimatischen Verhältnisse. Beispielhaft für den Westen des Landes soll hier die Klimastation in Essen-Bredeney mit 931 mm jährlichem Niederschlag und einem deutlich ozeanisch geprägten Klima genannt werden. Demgegenüber liegen Leipzig-Schkeuditz mit 512 mm und Erfurt-Bindersleben mit 500 mm Jahresniederschlag im subkontinentalen Klimabereich. Da Klimaforscher von einem Rückgang der Sommerniederschläge um bis zu 50 % ausgehen (STOCK 2007), sollten zukünftige Stadtbäume ihr natürliches Areal in Klimazonen mit maximal ca. 500 mm jährlichem Niederschlag oder weniger haben. Ein weiteres wichtiges Kriterium bei der

Auswahl der Klimazonen ist möglicher Frost bis in den Mai hinein und eine ausreichende Winterfrosthärte.

Für die Verwendung als Stadtbäume in Deutschland sollten nur Arten in Betracht gezogen werden, welche mindestens den Bereich der jährlichen durchschnittlichen Tagesminimumtemperatur von -17,8 °C bis -23,3 °C ertragen. Dieser Wertebereich entspricht der Winterhärtezone 6 (nach HEINZE & SCHREIBER 1984, BÄRTELS 2001, ROLOFF & BÄRTELS 2006), sie gilt hier zwar vornehmlich für Ostdeutschland, damit ist und bleibt man aber auf der sicheren Seite, was so beabsichtigt ist. Nach HEINZE & SCHREIBER (1984) ist eine 80-prozentige Überlebenschance eines Gehölzes in der ihm zugeordneten niedrigsten Winterhärtezone zu erwarten.

### **Vorgehensweise für die Bewertung der Trockentoleranz und der Winterhärte**

Für die Bewertung der Baumarten wurden zunächst der Lebensbereich sowie die Boden- und Klimafaktoren nach KIERMEYER (1995) und ROLOFF & BÄRTELS (2006) hinsichtlich ihrer Eignung für trockene Standorte eingeordnet. Dabei erfolgt eine Benotung von 1 bis 4. Die Note 1 wurde vergeben, wenn sich die Art in der jeweiligen Kategorie als sehr gut geeignet für trockene Standorte erweist, und die Zuordnung 4 erfolgte bei nur sehr eingeschränkter Eignung.

Auch die Gesamtnote der Winterhärte, in die die Einzelwertungen der Winterhärtezone, der Winterhärte, der Frostempfindlichkeit und der Spätfrostgefährdung einfließen, wurde mit sehr geeignet (1), geeignet (2), problematisch (3) und sehr eingeschränkt geeignet (4) klassifiziert.

Am folgenden Beispiel für die Flaum-Eiche (*Quercus pubescens* WILLD. subsp. *pubescens*) wird die Vorgehensweise erläutert (Tab. 2).

Der Lebensbereich (Spalte A) der Flaum-Eiche, also die Standorte ihres bevorzugten Vorkommens, sind die Steppengehölze und Trockenwälder. Deshalb ist diese Baumart an sommertrockenes, warmes Klima adaptiert und erhält die Bewertung 1. Der Bodenfaktor (Spalte B) der Flaum-Eiche deutet auf einen mäßig trockenen bis frischen Standort, auf dem sie Luft- und Bodentrockenheit verträgt (Bewertung 2). Auch die Angaben zum Klimafaktor (Spalte C) konnten mit 1 (sehr geeignet für trockene Standorte) bewertet werden.

Tabelle 1: Bewertung der Trockentoleranz und Winterhärte am Beispiel der Flaum-Eiche (*Quercus pubescens* WILLD. subsp. *pubescens*)

<i>Quercus pubescens</i> WILLD. subsp. <i>pubescens</i>	Trockentoleranz			Winterhärte							
	A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L
Einordnung	6	3	2	6b		(x)	(x)	>20			
Einzelwertung (Note)	1	2	1	1	1	2	3				
<b>Gesamt (Finalnoten)</b>			<b>1,33</b>				<b>1,75</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>w*</b>
<b>Bewertung (Notenpaar)</b>	<b>1.2</b>										

\* w = winterhart

Erläuterung:

- A Lebensbereich nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- B Bodenfaktoren nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- C Klimafaktoren nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- E Winterhärtezone nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- F Frostempfindlich nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- G Frosthart nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- H Spätfrostgefährdet nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- I Höhe in m nach ROLOFF & BÄRTELS (2006)
- J Trockentoleranz nach weiteren Literaturangaben
- K Bodenansprüche nach weiteren Literaturangaben
- L Winterhärte nach weiterer Literatur

Anschließend werden diese drei Einzelnoten durch einfache Mittelwertbildung zu einem Gesamtwert der Trockentoleranz für die Angaben nach ROLOFF & BÄRTELS (2006) verdichtet, der für die Flaum-Eiche 1,33 beträgt und somit auf eine sehr gute Eignung für Trockenstandorte verweist. Als zweiter Parameter wurde die Winterhärte bewertet. Dabei ist die Flaum-Eiche nach ROLOFF & BÄRTELS (2006) ab der Winterhärtezone 6b zu finden (Spalte E; sehr geeignet = 1), nicht frostempfindlich (Spalte F) und mäßig bis meist frosthart (Spalte G; geeignet = 2). Gelegentlich können Spätfroste Schäden verursachen (Spalte H), deshalb wurde dieser Punkt mit 3 (kritisch) bewertet. Insgesamt ist die Flaum-Eiche jedoch in unseren Breiten winterhart genug, was durch den Mittelwert von 1,75 zum Ausdruck kommt (Tab. 1).

Zusätzlich wurden der Gesamtwert für die Eignung für Trockenstandorte und der Gesamtwert für die Winterhärte durch Literaturstudien (z.B. BÄRTELS 2001, HIEKE 1989, KRÜSSMANN 1977, 1983, MEYER 1982, SAKAI & LARCHER 1987, SCHÜTT et al. 2007, SKINNER & WILLIAMS 2004, SOMMER 2007, WARDA 2001) jeder einzelnen Baumart überprüft und nach den Kriterien Trockentoleranz (Spalte J: trockenresistent, dürreresistent, verträgt Trockenheit, reagiert empfindlich auf Trockenheit, etc.), Bodenansprüche (Spalte K: toleriert Bodentrockenheit, verträgt mäßig trockene Böden, frische, feuchte Böden etc.) und Winterhärte (Spalte L: winterhart, frostempfindlich, spätfrostgefährdet, frühfrostgefährdet) bewertet. Am Beispiel der Flaum-Eiche wird durch die Bewertung weiterer Literaturangaben die bis dahin ermittelte sehr gute Eignung für Trockenstandorte bei einer ausreichend

bis guten Winterhärte bestätigt (Tab. 1, Spalten J, K, L). Daraufhin wurde die Flaum-Eiche letztendlich mit dem Notenpaar 1.2 bewertet und in die entsprechende Kategorie 1.2 aufgenommen, d.h. dass sie in der Kategorie Trockentoleranz als sehr geeignet und in der Kategorie Winterhärte als geeignet eingestuft wird.

Sind nach ROLOFF & BÄRTELS (2006) für die betreffende Art mehrere Lebensbereiche angeführt, in denen die Art eine unterschiedliche Bewertung der Trockentoleranz erzielte, richtet sich die Endbewertung der Trockentoleranz für ROLOFF & BÄRTELS (2006) grundsätzlich nach der besseren Benotung, da hier nicht das standortspezifische Optimum der Art von Interesse ist, sondern die Eignung für Trockenstandorte. Arten, die eine abweichende Bewertung nach weiteren Literaturangaben im Vergleich zur Gesamtwertung nach ROLOFF & BÄRTELS (2006) erhielten, wurden nochmals kritisch daraufhin beurteilt, ob sie sich für trockene Standorte eignen.

## Ergebnisse

Ausgehend von der Bewertung können die Baumarten in 4 verschiedene Kategorien der Trockentoleranz eingestuft werden. Dabei sind diese Kategorien nochmals nach dem Grad der Winterhärte in 4 Spalten untergliedert, wodurch sich insgesamt 16 Unterkategorien bzw. "Notenpaare" ergeben. Diese lassen sich auch als Matrix darstellen (Klima-Arten-Matrix = KLAM, ROLOFF et al. 2008) und dadurch besser in ihrer Einstufung vorstellen (Abb. 1).

		Winterhärte			
		.1	.2	.3	.4
Trockenstresstoleranz	1.	1.1	1.2	1.3	1.4
	2.	2.1	2.2	2.3	2.4
	3.	3.1	3.2	3.3	3.4
	4.	4.1	4.2	4.3	4.4

Abb.1: Abstufungen in der Klima-Arten-Matrix (KLAM) mit 16 Bewertungen ("Notenpaare") nach Trockentoleranz und Winterhärte

Abstufungen in Ampelfarben: grün = "sehr gut geeignet": 1.1, 1.2 / grün-gelb = "gut geeignet": 1.3, 2.1, 2.2 / gelb = "geeignet aber z.T. problematisch": 2.3, 3.1, 3.2, 3.3 / rot = "nur sehr eingeschränkt geeignet": 1.4, 2.4, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3 / violett = "ungeeignet": 4.4

In dem nachfolgenden Auszug aus der sog. Klima-Arten-Matrix (Tab. 2) sind heimische und nichtheimische Baumarten mit einer Endhöhe von über 10 m einbezogen, die mit eindeutigem Ergebnis geprüft wurden. Nicht enthalten sind Bäume mit einer Endhöhe unter 10 m, Sträucher und Kletterpflanzen, sowie Bäume, deren Prüfung negativ ausfiel oder über die noch nicht hinreichende Informationen vorliegen. Zudem sind mögliche Pathogenrisiken und weitere spezielle Faktoren nicht berücksichtigt, die entweder nicht hart bewertbar sind oder für die jeder Anwender der Matrix selbst unterschiedliche zusätzliche Ansprüche formuliert, wie z.B. ästhetische Kriterien, Salztoleranz u.ä. (s. SOMMER 2007). Nachfolgend werden nur die bestgeeigneten Baumarten der Kategorien 1.1-1.2 und 2.1-2.2 ("Favoriten") vorgestellt, zu den weiteren Arten und Straßenbaumarten siehe ROLOFF et al. (2008 a, b), darin wurde auch eine Abgleichung mit der GALK-Liste (2006) vorgenommen.

**Tabelle 2: Klima-Arten-Matrix (KLAM), Auswahl "Favoriten" – Einstufung wichtiger Baumarten nach ihrer Eignung für eine Verwendung im Stadtbereich bei prognostiziertem Klimawandel (fett: heimische Arten); Version 05-2008**

1.1 Bäume, die nach der Bewertung in beiden Kategorien (**Trockentoleranz, Winterhärte** [Frostempfindlichkeit, Frosthärte, Spätfrostgefährdung]) als **sehr geeignet** eingestuft werden

Botanischer Name	Deutscher Name
<b><i>Acer campestre</i> L. subsp. <i>campestre</i></b>	<b>Feld-Ahorn</b>
<i>Acer negundo</i> L. subsp. <i>negundo</i>	Eschen-Ahorn
<i>Acer x zoeschense</i> Pax	Zoeschener Ahorn
<b><i>Alnus incana</i> (L.) Moench</b>	<b>Grau-Erle</b>
<i>Cladrastis sinensis</i> Hemsl.	Chinesisches Gelbholz
<i>Fraxinus pallisiae</i> Wimott ex Pallis	Behaarte Esche
<b><i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>communis</i></b>	<b>Gewöhnlicher Wacholder</b>
<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.	Westliche Rotzeder
<i>Juniperus virginiana</i> L.	Rotzeder
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	Gemeine Hopfenbuche
<i>Phellodendron sachalinense</i> (Fr. Schmidt) Sarg.	Sachalin-Korkbaum
<i>Pinus heldreichii</i> H. Christ	Panzer-Kiefer
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>nigra</i>	Schwarz-Kiefer
<b><i>Pinus sylvestris</i> L. var. <i>sylvestris</i></b>	<b>Wald-Kiefer</b>
<b><i>Prunus avium</i> (L.) L. var. <i>avium</i></b>	<b>Vogel-Kirsche</b>
<i>Quercus bicolor</i> Willd.	Zweifarbige Eiche
<i>Quercus macrocarpa</i> Michx. var. <i>macrocarpa</i>	Klettenfrüchtige Eiche
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Gemeine Robinie
<i>Robinia viscosa</i> Vent.	Klebrige Robinie
<b><i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz</b>	<b>Echte Mehlbeere</b>
<b><i>Sorbus badensis</i> Düll.</b>	<b>Badische Eberesche</b>
<b><i>Sorbus x thuringiaca</i> (Ilse) Fritsch</b>	<b>Thüringer Mehlbeere</b>
<i>Tilia mandshurica</i> Rupr. et Maxim.	Mandschurische Linde
<i>Ulmus pumila</i> L. var. <i>pumila</i> ( <i>U. mandschurica</i> Nakai)	Sibirische Ulme

**1.2** Bäume, die nach der Bewertung in der Kategorie **Trockentoleranz** als **sehr geeignet** eingestuft werden, und in der Kategorie **Winterhärte** mit **geeignet** bewertet werden

<b>Acer opalus Mill. subsp. opalus</b>	<b>Schneeballblättriger Ahorn</b>
<i>Acer rubrum</i> L.	Rot-Ahorn
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Drüsiger Götterbaum
<i>Carya tomentosa</i> (Lam. ex Poir.) Nutt.	Spottnuss
<i>Catalpa speciosa</i> (Warder ex Barney) Engelm.	Prächtiger Trompetenbaum
<i>Cedrus brevifolia</i> (Hook.f.) Henry	Zypern-Zeder
<i>Cedrus libani</i> A.Rich. subsp. <i>libani</i>	Libanon-Zeder
<i>Celtis caucasica</i> Willd.	Kaukasische Zürgelbaum
<i>Celtis occidentalis</i> L. var. <i>occidentalis</i>	Amerikanischer Zürgelbaum
<i>Cupressus arizonica</i> Greene var. <i>arizonica</i>	Arizona-Zypresse
<i>Diospyros lotus</i> L.	Lotuspflaume
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl subsp. <i>angustifolia</i>	Schmalblättrige Esche
<i>Fraxinus quadrangulata</i> Michx.	Blau-Esche
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Ginkgo, Fächerbaum
<i>Gleditsia japonica</i> Micq.	Japanische Gleditschie
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Amerikanische Gleditschie
<i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Maxim. var. <i>amurensis</i>	Asiatisches Gelbholz
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch	Virginische Hopfenbuche
<i>Pinus bungeana</i> Zucc.ex Endl.	Bunges Kiefer
<i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex C. Lawson	Gelb-Kiefer
<i>Pinus rigida</i> Mill.	Pech-Kiefer
<i>Platanus x hispanica</i> Münchh. ( <i>P. x acerifolia</i> Ait.)	Ahornblättrige Platane
<b>Populus alba</b> L.	<b>Silber-Pappel</b>
<b>Quercus cerris</b> L.	<b>Zerr-Eiche</b>
<i>Quercus coccinea</i> Münchh.	Scharlach-Eiche
<i>Quercus frainetto</i> Ten.	Ungarische Eiche
<i>Quercus macranthera</i> Fisch. et C.A. Mey. ex Hohen.	Persische Eiche
<i>Quercus montana</i> Willd. ( <i>Q. prinus</i> L.)	Kastanien-Eiche
<i>Quercus muehlenbergii</i> Engelm.	Gelb-Eiche
<b>Quercus pubescens</b> Willd. subsp. <i>pubescens</i>	<b>Flaum-Eiche</b>
<i>Sophora japonica</i> L.	Japanischer Schnurbaum
<b>Sorbus domestica</b> L.	<b>Speierling</b>
<b>Sorbus latifolia</b> (Lam.) Pers.	<b>Breitblättrige Mehlbeere</b>
<b>Sorbus torminalis</b> (L.) Crantz	<b>Elsbeere</b>
<i>Thuja orientalis</i> L. ( <i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco)	Morgenländischer Lebensbaum
<i>Tilia tomentosa</i> Moench	Silber-Linde

**2.1** Bäume, die nach der Bewertung in der Kategorie **Trockentoleranz** als **geeignet** eingestuft werden, und in der Kategorie **Winterhärte** mit **sehr geeignet** bewertet werden

<i>Acer buergerianum</i> Miq.	Dreispitziger Ahorn
<b>Acer platanoides</b> L.	<b>Spitz-Ahorn</b>
<i>Aesculus x carnea</i> Hayne	Rotblühende Kastanie
<i>Alnus x spaethii</i> Callier	Spaeths Erle
<b>Betula pendula</b> Roth	<b>Sand-Birke</b>
<b>Carpinus betulus</b> L.	<b>Gewöhnliche Hainbuche</b>
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall var. <i>pennsylvanica</i>	Grün-Esche, Rot-Esche
<i>Malus tschonoskii</i> (Maxim.) C.K. Schneid.	Woll-Apfel
<i>Picea omorika</i> (Pancic) Purk.	Serbische Fichte
<i>Populus x berolinensis</i> (K. Koch) Dippel	Berliner Pappel
<b>Populus tremula</b> L.	<b>Zitter-Pappel</b>
<b>Sorbus intermedia</b> (Ehrh.) Pers.	<b>Schwedische Mehlbeere</b>

---

***Tilia cordata* Mill.**  
*Tilia x euchlora* K. Koch

**Winter-Linde**  
Krim-Linde

**2.2 Bäume, die nach der Bewertung in beiden Kategorien (**Trockentoleranz und Winterhärte**) als **geeignet** eingestuft werden**

---

*Alnus cordata* (Loisel.) Desf.

Herzblättrige Erle

*Carya ovata* (Mill.) K.Koch

Schuppenrinden-Hickory

*Castanea sativa* Mill.

Essbare Kastanie

*Celtis bungeana* Blume

Bungens Zürgelbaum

*Corylus colurna* L.

Baum-Hasel

*x Cupressocyparis leylandii* Dallim.

Leylandzypresse

*Diospyros virginiana* L.

Persimone

*Eucommia ulmoides* Oliv.

Guttaperchabaum

***Fraxinus excelsior* L.**

**Gemeine Esche**

*Gymnocladus dioica* (L.) K. Koch

Amerikanischer Geweihbaum

*Nyssa sylvatica* Marshall

Wald-Tupelobaum

*Phellodendron amurense* Rupr.

Amur-Korkbaum

*Pinus peuce* Griseb.

Rumelische Kiefer

*Platanus occidentalis* L.

Amerikanische Platane

***Pyrus communis* L.**

**Kultur-Birne**

***Pyrus pyraaster* Burgsd.**

**Wild-Birne**

*Quercus imbricaria* Michx.

Schindel-Eiche

*Quercus palustris* Münchh.

Sumpf-Eiche

***Quercus robur* ssp. *sessiliflora* (Salisb.) A. DC.**

**Trauben-Eiche**

**(*Q. petraea* (Matth.) Liebl.)**

*Quercus rubra* L.

Rot-Eiche

*Ulmus parvifolia* Jacq.

Japanische Ulme

*Zelkova serrata* (Thunb. Ex Murray) Makino

Japanische Zelkove

## Literatur

- BÄRTELS, A. (2001): Enzyklopädie der Gartengehölze. Stuttgart: Ulmer, 800 S.
- GALK (Gartenamtsleiterkonferenz des Deutschen Städtetages), 2006: Straßenbaumliste 2006 – Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum. [www.galk.de](http://www.galk.de)
- HEINZE, W.; SCHREIBER, D. (1984): Eine neue Kartierung der Winterhärtezonen für Gehölze in Mitteleuropa. Mitt. Dt. Dendrol. Ges. 75: 11-56
- HIEKE, K. (1989): Praktische Dendrologie. 2-bändig. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag
- KIERMEYER, P. (1995): Die Lebensbereiche der Gehölze. 3. Aufl. Pinneberg: Verlagsges. Grün ist Leben, 108 S. + CD
- KRÜSSMANN, G. (1977): Handbuch der Laubgehölze. 3-bändig. Berlin, Hamburg: Parey, 466 S.
- KRÜSSMANN, G. (1983): Handbuch der Nadelgehölze. Berlin, Hamburg: Parey, 396 S.
- MEYER, F.H. (Hrsg.) (1982): Bäume in der Stadt. Stuttgart: Ulmer, 380 S.
- ROLOFF, A. (2004): Bäume – Phänomene der Anpassung und Optimierung. Landsberg: Ecomed, 276 S.
- ROLOFF, A. (2006): Bäume in der Stadt – was können sie fernab des Naturstandortes ertragen? Forst u. Holz 61: 350-355



- ROLOFF, A., BÄRTELS, A. (2006): Flora der Gehölze - Bestimmung, Eigenschaften, Verwendung. Stuttgart: Ulmer, 847 S.
- ROLOFF, A.; BONN, S.; GILLNER, S. (2008a): Konsequenzen des Klimawandels – Vorstellung der Klima-Arten-Matrix (KLAM) zur Auswahl geeigneter Baumarten. Stadt+Grün 57: 53-60
- ROLOFF, A.; BONN, S.; GILLNER, S. (2008b): Klimawandel und Baumartenwahl in der Stadt – als Straßenbäume geeignete Arten. Allg. Forstztschr. / Der Wald 63: 398-399
- ROLOFF, A.; PIETZARKA, U. (2007): Zur Baumartenwahl am urbanen Standort – welche Bedeutung hat die Unterscheidung von "Pionier-/Klimaxbaumarten"? In: DUJESIEFKEN, D.; KOCKERBECK, P. (Hrsg.): Jahrbuch der Baumpflege 2007, 157-168. Braunschweig
- ROLOFF, A.; RUST, S. (2007): Reaktionen von Bäumen auf die Klimaänderung und Konsequenzen für die Verwendung. In: ROLOFF, A.; THIEL, D.; WEIß, H. (Hrsg.): Urbane Gehölzverwendung im Klimawandel und aktuelle Fragen der Baumpflege. Forstw. Beitr. Tharandt Beiheft 6: 16-28
- SAKAI, A.; LARCHER, W. (1987): Frost survival of plants. Berlin et al.: Springer, 321 S.
- SCHÜTT, P.; WEISGERBER, H.; LANG, U.-M.; ROLOFF, A.; STIMM, B. (2007): Enzyklopädie der Holzgewächse – Handbuch und Atlas der Dendrologie. Landsberg: Ecomed, 4.321 S.
- SKINNER, H.; WILLIAMS, S. (2004): Best trees and shrubs for the prairies. Calgary, Alberta: Fifth House, 213 S.
- SOMMER, N. (2007): Gehölzsortimente und ihre Verwendung. BdB-Handbuch V. Wien: Österr. Agrarverlag, 144 S.
- STOCK, M. (2007): [www.pik-potsdam.de/~stock](http://www.pik-potsdam.de/~stock)
- WARDA, H.-D. (2001): Das große Buch der Garten- und Landschaftsgehölze. Bad Zwischenahn: Bruns Pflanzen, 935 S.
- WITTIG, R. (2002): Siedlungsvegetation. Stuttgart: Ulmer, 252 S.

#### **Autoren:**

Prof. Dr. ANDREAS ROLOFF. Dr. STEPHAN BONN und Dipl.-Forstw. STEN GILLNER  
 Institut für Forstbotanik und Forstzoologie der TU Dresden  
 Piennner Str. 7  
 01737 Tharandt  
 Tel. 035203-3831202; Fax 035203-3831272  
 e-mail: [roloff@forst.tu-dresden.de](mailto:roloff@forst.tu-dresden.de)