

# Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 158

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving it a 3D appearance. The logo is positioned in the bottom right corner of the page.

# Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen

von

Hermann Wirtz

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 158

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M- Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

## **Impressum**

**Bericht zum Forschungsprojekt 99654  
des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen:  
Zustandserfassung von Alleebäumen  
nach Straßenbaumaßnahmen**

### **Herausgeber**

Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0  
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

### **Redaktion**

Referat Öffentlichkeitsarbeit

### **Druck und Verlag**

Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven  
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

ISSN 0943-9331  
ISBN 978-3-86509-697-5

Bergisch Gladbach, August 2007

## Kurzfassung – Abstract

### Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen

Der Schlussbericht des vorliegenden Forschungsvorhabens beschreibt eine BAST-Langzeitbeobachtung über 16 Jahre an drei Alleeabschnitten im Bundesland Brandenburg, in denen in den Jahren 1992 bzw. 1993 und 2000 Straßenbaumaßnahmen durchgeführt wurden. Das Untersuchungskonzept baut auf den Ergebnissen und Erfahrungen einer externen Voruntersuchung auf, die in den Jahren 1992 bis 1997 an denselben Alleeabschnitten durchgeführt wurde, aber wegen des kurzen Untersuchungszeitraumes zu keinen gesicherten Erkenntnissen führte.

Das Konzept der Voruntersuchung wurde im Wesentlichen übernommen, aber in Teilen verändert und im Umfang reduziert. Untersuchungen, die zu keinem Ergebnis geführt hatten, wurden nicht wiederholt. Die abschließenden Aussagen des nun vorliegenden Schlussberichtes stützen sich vor allem auf zwei Untersuchungsparameter: die Messung der jährlichen Wipfeltriebwachse und die optische Vitalitätsbeurteilung nach dem Kronenbild. Beide Verfahren führten tendenziell zum gleichen Ergebnis.

Das Ergebnis der Untersuchung kann in drei Kernaussagen zusammengefasst werden:

1. Alle beprobten Bäume befinden sich am Ende des Beobachtungszeitraumes in einem schlechteren Vitalitätszustand als zu Anfang.
2. Alle Untersuchungsbäume befinden sich in einem schlechteren Vitalitätszustand als die Referenzbäume.
3. Der Vitalitätsunterschied zwischen Untersuchungsbäumen und Referenzbäumen ist mit zunehmender Dauer immer größer geworden.

Am weitesten fortgeschritten ist die Vitalitätseinbuße bei den Ahornen. Drei Untersuchungsbäume sind bereits abgängig.

Die Auswertung der Wipfeltriebmessung zeigt gegenüber der Kronenbildbeurteilung ein leicht positiveres Ergebnis. Eschen und Linden befinden sich danach am Ende der Untersuchung in etwa in dem gleichen Vitalitätszustand wie zu Beginn. Bei den

Ahornen bestätigt sich aber der beschriebene Abwärtstrend.

Eine genaue Zuordnung der Ursachen für den Vitalitätsverlust der beobachteten Bäume zur Baumaßnahme – wie etwa bei einem Forschungsvorhaben mit vorwiegend technischem Hintergrund – kann wie erwartet bei der Beurteilung dieser komplexen biologischen Vorgänge nicht erfolgen. Statistisch signifikante Einflüsse sind nicht erkennbar. Lediglich bei den Ahornen an der Bundesstraße 102, an der während des Untersuchungszeitraumes eine Baumaßnahme im Jahr 1993 und eine im Jahr 2000 stattfand, müssen nach vernünftigen Überlegungen die Auswirkungen der Baumaßnahmen für den jetzigen, sehr schlechten Vitalitätszustand der Bäume mitverantwortlich gemacht werden.

Straßenbäume haben gegenüber Waldbestandsbäumen oder solitär stehenden Wiesenbäumen einen ohnehin suboptimalen Standort. Sie sind durch den Verkehr und den Straßenbetriebsdienst einem Stress ausgesetzt, der ihre Lebensdauer gegenüber „normalen“ Bäumen deutlich einschränkt. Der Einfluss von Verkehrsdichte, Schwerverkehr, Anfahrschäden, Bodenverdichtungen und Tausalzen ist seit der Wiedervereinigung überproportional angestiegen.

Obwohl der Untersuchungszeitraum für die sichtbare Reaktion eines Baumes auf Standortverschlechterungen noch relativ kurz ist, ist es vertretbar, das Projekt abzuschließen. Die Deutlichkeit der schon im Jahre 2000 sichtbaren Tendenzen und Trends hat sich weiter gesteigert und die im Zwischenbericht noch mit allem gebotenen Vorbehalt beschriebenen und interpretierten Ergebnisse haben sich weitgehend bestätigt.

Für die Zukunft wird eine Weiterbeobachtung der Bäume empfohlen. Im Abstand von fünf Jahren sollten noch mindestens zwei Vitalitätseinschätzungen nach dem Kronenbild durchgeführt werden, um den weiteren Vitalitätsverlauf zu dokumentieren. Dieses Verfahren ist kostengünstig und wenig aufwändig.

### **Condition rating of avenue trees after road construction measures**

The final report of the present research project describes a long term BAST observation exercise over a period of 16 years on three avenue sections in the federal state of Brandenburg, where road construction measures were conducted in 1992, 1993 and 2000. The investigation concept is based on the results and experiences of an external preliminary investigation which was conducted from 1992 to 1997 on the same avenue sections, but which did not lead to any conclusive findings due to the short investigation period.

Essentially, the concept of the preliminary investigation was adopted but changed in parts and its scope was reduced. Investigations that did not lead to a result were not repeated. The final statements of the presently available concluding report are based on two investigation parameters in particular: The measurement of the annual increase in the growth of treetops and the optical assessment of vitality according to the crown image. Both procedures showed a tendency towards the same results.

The results of the investigation can be summarised in three core statements:

1. All trees taken as samples were found in a worse vitality condition at the end of the observation period than at the beginning.
2. All investigated trees are in a worse vitality condition than the reference trees.
3. The difference in vitality between the investigated trees and the reference trees increased the longer the duration.

The loss of vitality is most prominent in maple trees. Three investigated trees are already deteriorating.

The evaluation of the measurement of the growth of treetops shows a slightly more positive result than the assessment of the crown image. Ash trees and linden trees were more or less in the same vitality condition at the end of the investigation as at the beginning. However, the downwards trend described is confirmed in the case of the maple trees.

As expected, an exact concurrence of the causes for the loss of vitality in the observed trees with the construction measure – such as, for example, in the case of a research project that has a mainly

technical background – cannot take place when assessing these complex biological processes. Statistically significant influences cannot be found. It is only in the case of the maple trees on Bundesstraße (federal trunk road) 102, where a construction measure took place in 1993 and one in 2000 during the investigation period, that, based on a reasonable evaluation, the effects of the construction measures can be seen as jointly responsible for the now very bad vitality conditions of the trees.

Compared to trees in forests or solitary trees on meadows, trees on roads are not optimally placed anyway. They are exposed to a degree of stress through traffic and road maintenance services, which clearly limits their life compared to “normal” trees. The influence of traffic density, heavy traffic, collision damage, soil compaction and de-icing salts has grown beyond proportions since re-unification.

Although the investigation period is still relatively short for the visible reaction of a tree to deterioration in the location, it is feasible to end the project. The obviousness of the tendencies and trends already visible in 2000 has increased further and the results described and interpreted in the interim report with all reservations, have been confirmed to a great extent.

Further observation of the trees is recommended in future. After an interval of five years, at least two more vitality estimates should be conducted based on the crown image to document the further progress in the area of vitality. This procedure is cost effective and not very laborious.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung, Anlass, Ziel</b> .....	7	3.3.2 Botanische Besonderheiten von Ahornen (Acer) .....	31
<b>2</b>	<b>Untersuchungsmethoden</b> .....	7	3.3.3 Mittelwerte der Triebblängen .....	32
2.1	Untersuchungsmethoden und Ergebnisse der Voruntersuchung .....	7	3.3.4 Häufigkeitsverteilung der Triebblängen .....	34
2.2	Untersuchungsparameter und Durchführung der vorliegenden Studie .....	8	3.3.5 Visuelle Vitalitätseinschätzung .....	34
2.2.1	Messungen und Auswertung der Jahrestriebblängen von Wipfeltrieben .....	9	3.3.6 Stammumfangsmessungen .....	36
2.2.2	Visuelle Vitalitätseinschätzung .....	11	3.3.7 Witterungsverlauf .....	37
2.2.3	Fotodokumentation und Lageskizze .....	13	<b>4 Zusammenfassung, Schlussbewertung und Ausblick</b> .....	39
2.2.4	Stammumfangsmessungen .....	13	<b>5 Literatur</b> .....	42
2.2.5	Witterungsverlauf .....	13		
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	14		
3.1	Flecken-Zechlin–Lutterow .....	14		
3.1.1	Strecken- und Baubeschreibung .....	14		
3.1.2	Botanische Besonderheiten von Eschen (Fraxinus excelsior L.) .....	15		
3.1.3	Mittelwerte der Triebblängen .....	16		
3.1.4	Häufigkeitsverteilung der Triebblängen .....	18		
3.1.5	Visuelle Vitalitätseinschätzung .....	18		
3.1.6	Stammumfangsmessungen .....	21		
3.1.7	Witterungsverlauf .....	22		
3.2	Keller–Lindow .....	22		
3.2.1	Strecken- und Baubeschreibung .....	22		
3.2.2	Botanische Besonderheiten von Linden (Tilia) .....	23		
3.2.3	Mittelwerte der Triebblängen .....	24		
3.2.4	Häufigkeitsverteilung der Triebblängen .....	26		
3.2.5	Visuelle Vitalitätseinschätzung .....	26		
3.2.6	Stammumfangsmessungen .....	29		
3.2.7	Witterungsverlauf .....	29		
3.3	Schwanebeck–Dippmannsdorf .....	31		
3.3.1	Strecken- und Baubeschreibung .....	31		



## 1 Einführung, Anlass, Ziel

Die im vorliegenden Abschlussbericht beschriebene Untersuchung ist ein Nachfolgeprojekt des BAST-Projektes AP 91 717 „Zustandserfassung von Baumalleen“ [5], welches von 1991 bis 1997 von der BAST-Außenstelle Berlin durchgeführt wurde. Im Rahmen dieses Projektes wurde das externe Projekt FE 9.9210 „Videotechnische Erfassung des Zustandes von Alleebäumen zur Überprüfung der Auswirkung von Straßenbaumaßnahmen“ [1] an ein Ingenieurbüro vergeben. Diese externe Untersuchung liefert die Datenbasis, auf der das vorliegende Projekt aufbaut. Die Voruntersuchung stellt im Zusammenhang mit dem gesamten Forschungsvorhaben das erste von insgesamt drei Untersuchungsintervallen dar und beschreibt die Jahre 1990 bis 1995. Wenn in diesem Bericht von der Voruntersuchung oder dem 1. Untersuchungsintervall die Rede ist, so ist damit die externe Untersuchung gemeint.

Die Ergebnisse der Voruntersuchung sind sowohl in dem Schlussbericht des BAST-Projektes [5] als auch in dem Schlussbericht des externen Projektes [1] dokumentiert. Das BAST-Projekt bildete den betreuenden Rahmen für die Auftragsarbeit des Ingenieurbüros und der dazugehörige BAST-Bericht, der vom April 1997 datiert, beinhaltet deshalb im Wesentlichen die gleichen Ergebnisse wie der Schlussbericht der externen Studie vom August 1996 (siehe dazu Bild 1).

Anlass der vorangegangenen Untersuchung waren verschiedene Baumaßnahmen an den Fahrbahnen mehrerer Alleebabschnitte im Land Brandenburg in

<p><b>1. Untersuchungsintervall: 1990-1995</b>          „Zustandserfassung von Baumalleen“          BAST-Projekt 91 717 [5] der Außenstelle Berlin, Abschlussbericht 1997</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>„Videotechnische Erfassung des Zustandes von Alleebäumen zur Überprüfung der Auswirkungen von Straßenbaumaßnahmen“          Externes Projekt: 9.9210 AHNER/BREHM [1]          Abschlussbericht 1996</p> </div>
<p><b>2. Untersuchungsintervall: 1996-2000</b>          „Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen“          BAST-Projekt 99 654          Zwischenbericht 2002 [10]</p>
<p><b>3. Untersuchungsintervall: 2001-2005</b>          „Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen“          BAST-Projekt 99 654          Abschlussbericht 2006</p>

**Bild 1:** Übersicht über die bisherigen Untersuchungen

den Jahren 1992 und 1993. Es wurden derzeit sieben Alleebabschnitte für eine Beobachtung ausgewählt, in denen im Wesentlichen die Fahrbahn in Asphaltbauweise um- und ausgebaut wurde (siehe auch Kapitel 3.1.1, 3.2.1 und 3.3.1). Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, ob und inwieweit durch die Straßenbaumaßnahmen die Vitalität der Alleebäume beeinflusst wurde.

Die hiermit vorliegende Untersuchung ist ein weiteres, nachfolgendes BAST-Projekt und knüpft an die Ergebnisse und die Methodik der Voruntersuchung [1] an. Die damalige Untersuchung kam zu dem Schluss, dass der sechsjährige Untersuchungszeitraum von 1990 bis 1995 für eine gesicherte abschließende Erkenntnis zu kurz war. Die Beobachtung der Alleebabschnitte wurden bis 2005 an drei von den ehemals sieben Abschnitten fortgeführt. Im Jahre 2002 wurde ein Zwischenbericht [10] für das zweite Untersuchungsintervall, den Zeitraum von 1990 bis 2000, vorgelegt. Mit Beendigung des dritten Untersuchungsintervalls von 2001 bis 2005 wird das Projekt mit der Vorlage des Abschlussberichtes abgeschlossen.

## 2 Untersuchungsmethoden

### 2.1 Untersuchungsmethoden und Ergebnisse der Voruntersuchung

Die Voruntersuchung stellt im Zusammenhang mit dem gesamten Forschungsvorhaben das erste Untersuchungsintervall dar und beschreibt die Jahre 1990 bis 1995. Im Verlauf der Untersuchungen wurden in jedem Streckenabschnitt zehn Untersuchungsbäume (U-Bäume) und fünf Referenzbäume (R-Bäume) ausgewählt. Die U-Bäume wurden auf der von dem Ausbau betroffenen Straßenseite und die R-Bäume auf der nicht bzw. weniger betroffenen Seite ausgewählt. Im Streckenabschnitt Keller-Lindow wurden die U-Bäume auf der Seite ausgewählt, die durch den zusätzlichen Fahrradwegbau am stärksten betroffen war. Es wurden folgende Untersuchungsmethoden eingesetzt, die zu folgenden Ergebnissen führten:

Alle der ursprünglich sieben in die Voruntersuchung einbezogenen Alleebabschnitte wurden im Jahr der Baumaßnahme und in den darauffolgenden Jahren bis 1995 jeweils in den Sommermonaten vom fahrenden Wagen aus mit einer festmontierten Videokamera aufgenommen. Das Ingenieurbüro kommt in seinem Schlussbericht zu der Erkenntnis, dass



die videotechnische Erfassung kein geeignetes Verfahren für die Beurteilung eines Einzelbaumes darstellt und lediglich einen Gesamteindruck über den Zustand des jeweiligen Alleeabschnittes vermitteln kann.

Im Jahre 1995, zwei Jahre nach der Baumaßnahme, wurden in den Streckenbereichen Flecken-Zechlin–Lutterow (L 15), Keller–Lindow (L 22) und Schwanebeck–Dippmannsdorf (B 102) die oberen Wurzeln freigelegt und sichtbare Schädigungen festgestellt. Es wurden Sekundärschäden im Wurzelinnern vermutet. Bei einer Bohrkernentnahme konnten aber keine Sekundärschäden festgestellt werden.

Mit Hilfe von Kernbohrungen wurden an den U- und R-Bäumen dieser drei ausgewählten Alleeabschnitte Jahresringanalysen durchgeführt, die aber wegen zu geringen Datenmaterials nicht ausgewertet wurden.

Für Wipfeltriebmessungen wurden von den ursprünglich sieben in die Voruntersuchung einbezogenen Alleeabschnitten drei Abschnitte ausgewählt, an denen nach menschlichem Ermessen negative Auswirkungen der Baumaßnahme zu erwarten waren. Es handelt sich um dieselben Streckenabschnitten, an denen auch die Wurzelfreilegungen erfolgten. Dort wurden an jeweils zehn Untersuchungs- und fünf Referenz-Bäumen Wipfeltriebe entnommen und vermessen. Auf der Basis der Veröffentlichung von ROLOFF [6], der das Verzweigungsmuster von verschiedenen Baumarten für die von ihm entwickelte optische Kronenbildbeurteilung umfänglich beschreibt, führten die Überlegungen des mit der Voruntersuchung beauftragten Ingenieurbüros zu dem im Jahre 1995 erstmalig angewandten Verfahren, in dem die Abstände von Blattnarbe zu Blattnarbe gemessen und die Messwerte statistisch ausgewertet wurden. Die Stichprobe umfasste die Wipfeltriebzuwächse der Jahrgänge 1990 bis 1995. Danach erfolgte die statistische Auswertung mittels einer Varianzanalyse, die im Wesentlichen zu folgendem Ergebnis führte: Der Untersuchungszeitraum war für abgesicherte statistische Ergebnisse zu kurz und der Stichprobenumfang zu gering [1]. Lediglich im Streckenabschnitt Keller–Lindow konnte ein Einfluss der Baumaßnahme ermittelt werden (der sich aber im weiteren Verlauf der Untersuchung nicht bestätigte).

Zur visuellen Bewertung wurde in der Voruntersuchung das Modell einer Arbeitsgruppe der EU-Kommission für Forsten und Waldbau von 1984 ange-

wendet. Mit ihm wurden allerdings nur die gesamten Alleeabschnitte bewertet. Nach dieser Schätzung wurden bereits 1992/93 alle drei Alleeabschnitte in ihrem Gesamtbild als vorgeschädigt eingestuft. Die Ergebnisse dieser Schätzung der gesamten Alleeabschnitte nach dem EU-Modell sind in das Kapitel 3 eingeflossen. Im Rahmen der visuellen Bewertung wurden in der Voruntersuchung Stammumfangmessungen durchgeführt.

In vier von sieben Strecken wurden teilweise vor, während und/oder nach der Baumaßnahme Bodenproben entnommen und auf pH in  $\text{CaCl}_2$  (Standardverfahren für die pH-Wert-Bestimmung in Bodenproben), C org. in % (Gehalt an org. Substanz) und eL/S (elektrische Leitfähigkeit in Siemens) untersucht. Zusätzlich wurden die Korngrößenverteilung überprüft und die pf- (Verhältnis von Wasserspannung zu Wassergehalt) und kf-Werte (Wasserdurchlässigkeit) ermittelt. Die Ergebnisse sind im Abschlussbericht der Voruntersuchung anschaulich dargestellt. Ein Einfluss auf die Baumvitalität konnte nicht nachgewiesen werden

## 2.2 Untersuchungsparameter und Durchführung der vorliegenden Studie

Für die vorliegende Untersuchung wurden – ausgehend von den Ergebnissen und Erkenntnissen der Voruntersuchung – ein zweites (1996 bis 2000) und drittes (2001 bis 2005) Untersuchungsintervall vorgesehen, für die die Untersuchungsparameter übernommen und zum Teil verändert werden mussten. Da die Vermessung der Wipfeltriebe die einzige Untersuchungsvariante war, die in der Voruntersuchung zu einem verwertbaren Ergebnis geführt hatte, ergab sich für eine weiterführende Untersuchung zwangsläufig eine Beschränkung auf die dafür ausgewählten Streckenabschnitte. Untersuchungsmethoden, die in der ersten Untersuchung auch in den anderen Streckenabschnitten eingesetzt wurden, aber zu keinem auswertbaren Ergebnis geführt hatten, wurden aus dem Maßnahmenkatalog des Nachfolgeprojektes gestrichen.

Nach einer gründlichen Studie und kritischen Diskussion des Abschlussberichtes der Voruntersuchung sowie der Sichtung der gelieferten Videobänder wurde die videotechnische Erfassung der Alleebäume nicht wiederholt. Bodenuntersuchungen und Wurzeluntersuchungen wurden ebenfalls nicht fortgesetzt, da aus der Voruntersuchung keine

verwertbaren Ergebnisse für einen Vergleich zur Verfügung standen.

Im Jahre 1995 wurden an allen, in die damalige Untersuchung einbezogenen Bäumen jeweils zwei Bohrkerne entnommen. Die aus der Auswertung der Bohrkerne gewonnenen Daten waren allerdings für eine Auswertung vom Umfang her zu gering, sodass damals auf eine Auswertung verzichtet wurde [1].

Während des zweiten Untersuchungsintervalls im Jahre 2000 und nach Auswertung der Messung der Wipfeltriebzuzwächse wurde der erneute Einsatz eines Kernbohrgerätes am Stamm als Grundlage für eine Jahresringanalyse 2000 wieder in Erwägung gezogen, wegen der verletzungsbedingten nachteiligen Wirkung für den Baum aber zunächst ausgesetzt, bis erste Ergebnisse aus dem letzten Untersuchungsintervall im Jahre 2005 vorliegen. Heute, da diese Ergebnisse vorliegen, kann man vom Einsatz eines Kernbohrgerätes absehen. Die Ergebnisse aus der Beurteilung der Kronenbilder können als gleichwertig anerkannt werden, sodass ein Zugewinn an Erkenntnissen aus dem Einsatz eines Kernbohrgerätes nicht erwartet wird.

Die Ursachen für die Reduzierung im Untersuchungsaufwand sind zum einen in der Einsparung von Kosten (z. B. Bodenuntersuchungen), zum anderen in den Ergebnissen der Voruntersuchung begründet. Folgende Untersuchungsvarianten wurden für die Fortführung der Untersuchung ausgewählt und angewendet.

### **2.2.1 Messungen und Auswertung der Jahrestrieblängen von Wipfeltrieben**

#### **Probenahme und Messverfahren**

Die Messungen der Jahrestrieblängen von Wipfeltrieben aus der Kronenperipherie wurden weitergeführt. Hierfür liegen die Messwerte für die Jahre 1990 bis 1995 aus der Voruntersuchung und aus weiteren zwei Beprobungen in den Jahren 2000 und 2005 vor, sodass zusammen Aussagen über einen Zeitraum von nunmehr 16 Jahren gemacht werden können. Die Messungen wurden im Jahre 2005 für den Zeitraum 2001 bis 2005 letztmalig wiederholt.

Nach Eintritt der Vegetationsruhe wurden zwischen Oktober und Dezember 2000 und im Januar 2006 an allen bereits 1995 ausgewählten Bäumen erneut Wipfeltriebe entnommen. Mittels einer angemieteten selbstfahrenden Hebebühne konnten alle Berei-

che der äußeren Kronenperipherie gut erreicht werden, sodass sowohl aus den straßenzugewandten als auch aus den straßenabgewandten, dem Mittelteil und den den Nachbarbäumen zugewandten Bereichen der Baumkrone exponierte Wipfeltriebe abgeschnitten werden konnten.

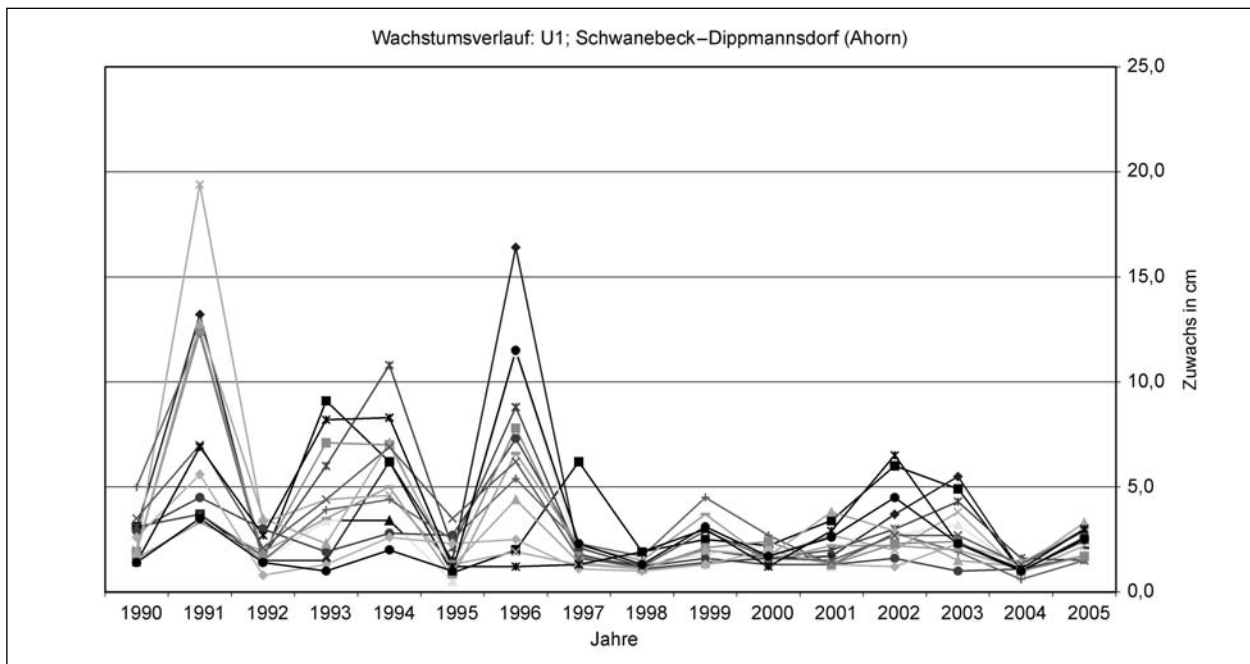
Ein erster Blick auf die Messreihen pro Baum (5 Wipfeltriebe x 3 Zweige = 15 Messreihen) zeigt, dass die Bäume zwar zum einen einzelne individuelle Reaktionen zeigen, die von denen anderer Bäume im Alleeabschnitt deutlich abweichen, aber zum anderen tendenziell einen ähnlichen Verlauf der Jahreslinien sowohl beim einzelnen Baum, als auch im Vergleich zu anderen Bäumen aufweisen. Dies gilt für U-Bäume wie für R-Bäume. Dies ist beispielhaft an den Bäumen U1 und R5 des Abschnittes Schwanebeck–Dippmannsdorf in den Bildern 2 und 3 dargestellt.

Pro Baum wurden fünf Wipfeltriebe mit jeweils drei messbaren Zweigen (d. h. Zweige, an denen mindestens die letzten fünf Zuwachs-Jahrgänge, wenn möglich am Terminaltrieb, gemessen werden konnten) entnommen, beschriftet und verladen. Die Triebe wurden wenige Tage nach der Entnahme millimetergenau vermessen. Um etwaige Trocknungsschrumpfungen zu vermeiden, wurden die Zweige unter normalem Witterungseinfluss im Freien zwischengelagert.

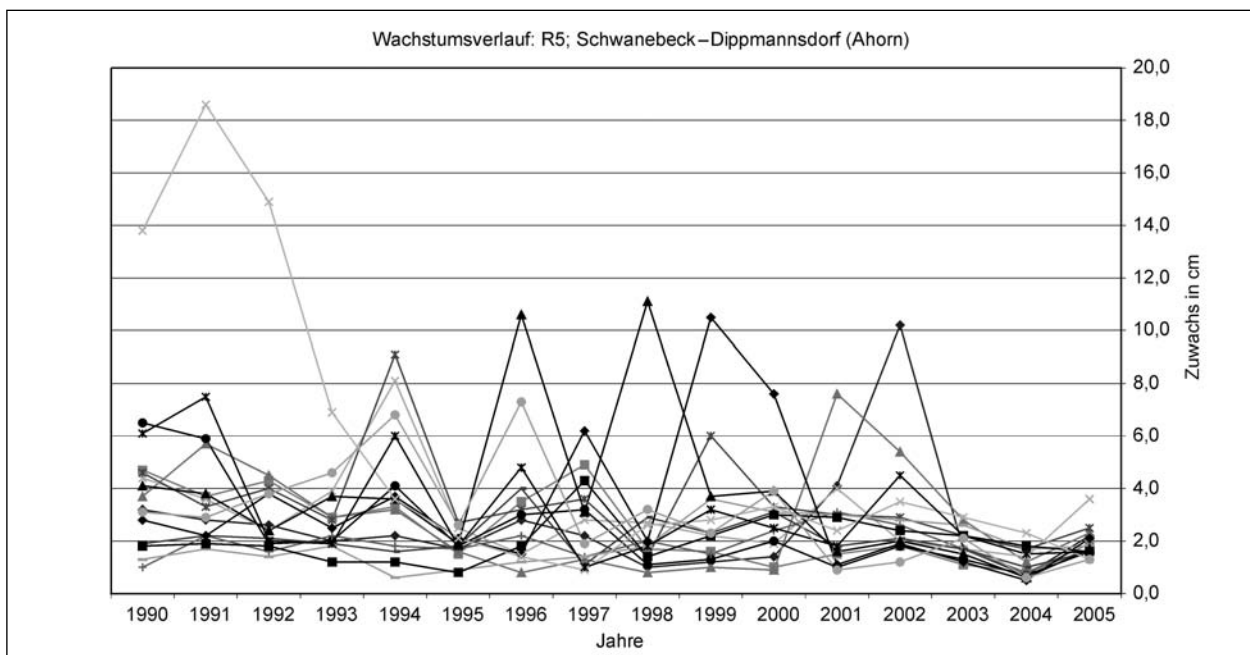
Die Stichprobe umfasst nach der zweiten Messung pro Alleeabschnitt nunmehr 1.200 Messwerte bei den Referenzbäumen sowie die doppelte Anzahl von 2.400 Messwerten bei den Untersuchungsbäumen. Im Streckenabschnitt Schwanebeck–Dippmannsdorf konnten drei der Untersuchungsbäume nicht mehr beprobt werden, sodass hier lediglich eine Stichprobe von 2.175 Messwerten zu Verfügung steht. Wegen erforderlicher Schnittmaßnahmen zur Herstellung der Verkehrssicherheit hatte die zuständige Straßenmeisterei diese Bäume derartig stark einkürzen müssen, dass keine Wipfeltriebe mehr vorhanden waren.

#### **Statistische Auswertung**

Bei der Auswertung der Messwerte wird die Anwendung von statistischen Methoden auf rein deskriptive Verfahren (Kurvenverlauf, Mittelwertbetrachtungen, Häufigkeitsverteilung) beschränkt. Da sich bereits bei diesen vergleichsweise einfachen Verfahren keine großen Unterschiede in den Messreihen der Untersuchungs- und Referenzbäume zeigen,



**Bild 2:** Beispiel für den Wachstumsverlauf an einem U-Baum (Ahorn)



**Bild 3:** Beispiel für den Wachstumsverlauf an einem R-Baum (Ahorn)

kann nicht erwartet werden, dass weitergehende statistische Analysen ein signifikantes Ergebnis liefern. Deshalb wurde auf zusätzliche statistische Auswertungen wie multivariate Analysemethoden oder komplexe Zeitreihenverfahren verzichtet.

Für die Mittelwertbetrachtungen wurden alle Zuwachswerte eines Jahrganges, getrennt nach U- und R-Bäumen, gemittelt. Alle Mittelwerte wurden nebeneinandergestellt, sodass eine Betrachtung von 16 Jahren möglich wurde. Diese werden mit

Hilfe von Tabellen und Diagrammen anschaulich dargestellt. Alle drei Alleebabschnitte weisen im zweiten Untersuchungsintervall, also kurz nach der Baumaßnahme, solche Jahre auf, in denen U- und R-Bäume in ihrer mittleren Zuwachsleistung sehr weit auseinanderliegen. Diese extremen Aufweitungen zwischen den Kurven in einem ansonsten weitgehend parallelen Verlauf liefern Verdachtsmomente dafür, dass hier eine andere Einflussgröße als lediglich die Witterungsbedingungen für diesen

Verlauf verantwortlich ist. Dieser Anfangsverdacht kann aber in keinem Abschnitt durch den Wachstumsverlauf bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes aufrecht erhalten werden.

Eine Betrachtung der Häufigkeitsverteilung liefert weitere Informationen über den Wachstumsverlauf und seine Beeinflussung durch Einzelereignisse in der Vergangenheit. Zur Überprüfung der Häufigkeitsverteilung wurden die Werte der Referenz- und Untersuchungsbäume über 16 Jahre auf Klassen mit einer Breite von 0,5 cm Zuwachs verteilt. Bei allen Baumarten ergaben sich rechtsschiefe Verteilungen, wobei diese bei den Linden am wenigsten, bei den Eschen deutlich und bei den Ahornen am stärksten ausgeprägt sind. In allen Fällen liegt der größte Teil der gemessenen Werte unter dem Mittelwert. Da hier eine Zusammenfassung der 16 Jahre stattgefunden hat, werden die Verteilungen durch einzelne Jahre, in denen generell ein größerer Wachstumsschub stattgefunden hat, sowohl bei den Untersuchungs- als auch bei den Referenzbäumen in ihrer Symmetrie beeinflusst.

Es besteht eine Abhängigkeit der Messwerte voneinander. Bei den ermittelten Daten handelt es sich nicht um unabhängige, normal verteilte Werte, sondern um jeweils fünf Messwerte, die in einem engen Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen, da sie vom selben Haupttrieb stammen. Jeweils drei Haupttriebe wurden an einem Zweig gemessen, sodass auch hier von einer – zwar weniger engen – Abhängigkeit ausgegangen werden muss. Jeweils fünf Zweige stammen vom selben Baum. Auch hier besteht eine geringe Abhängigkeit der Messwerte. Eine Varianz- oder Regressionsanalyse ist daher statistisch nicht zulässig.

Für einen statistischen Vergleich von Untersuchungs- und Referenzgruppen wären unbeeinflusste Referenzen nötig gewesen. Dazu wäre es bereits bei der Auswahl der Bäume zu Beginn der Voruntersuchung nötig gewesen, die Referenzbäume so auszuwählen, dass sie von der Baumaßnahme im Gegensatz zu den Untersuchungsbäumen nicht betroffen waren. Dies ist nicht geschehen. Die Referenzbäume wurden auf der gegenüberliegenden Straßenseite so ausgewählt, dass sie von der Baumaßnahme „weniger“ betroffen waren als die Untersuchungsbäume (siehe dazu auch Kapitel 3.1.1, zweiter Absatz; 3.2.1, zweiter Absatz und 3.3.1, zweiter und dritter Absatz). Für eine unbeeinflusste Referenz hätten Bäume derselben Art und des gleichen Alters in der näheren Umgebung an einem

nicht von einer Ausbaumaßnahme betroffenen Alleeabschnitt zur Verfügung stehen müssen.

### 2.2.2 Visuelle Vitalitätseinschätzung

Während in der Voruntersuchung höherer Wert auf die Beurteilung des gesamten Alleeabschnittes gelegt wurde, kommt in der Nachfolgeuntersuchung die höhere Bedeutung der Vitalitätsbeurteilung der ausgewählten Einzelbäume zu. In der Voruntersuchung wurde keine visuelle Vitalitätseinschätzung an den ausgewählten Untersuchungs- und Referenzbäumen durchgeführt, sondern nur ein prozentualer Totholzanteil in der Krone bestimmt, der in der Nachfolgeuntersuchung für eine Einschätzung des einzelnen U- oder R-Baums herangezogen wird. In der Voruntersuchung wurde der jeweilige Alleeabschnitt nach einer Begehung prozentual nach einem Schätzmodell der EU-Kommission für Forsten und Waldbau von 1984 klassifiziert. Die genaue Verfahrensweise ist zum heutigen Zeitpunkt nicht mehr exakt nachvollziehbar.

Im zweiten und dritten Untersuchungsintervall wird die Klassifizierung von Bäumen weitergeführt. Im Gegensatz zur Voruntersuchung wird aber wegen des hohen Aufwandes – für eine möglichst exakte Einschätzung müsste man eine repräsentative Stichprobe von Einzelbäumen auswählen und aus diesen Ergebnissen auf den gesamten Abschnitt hochgerechnete Schlüsse ziehen – nicht mehr der gesamte Alleeabschnitt, sondern nur die ausgewählten Untersuchungs- und Referenzbäume beurteilt. Ein zeitlicher Vergleich der Vitalität der gesamten Alleeabschnitte zwischen 1995 und 2000 bzw. 2005 ist daher nur auf der Basis einer begründeten Annahme möglich. Es wird hierfür unterstellt, dass der allgemeine Zustand der 15 optisch beurteilten Bäume tendenziell den Gesamtzustand des Abschnittes widerspiegelt. Deshalb kann an diesen Vergleich lediglich der Anspruch gestellt werden, einen Trend erkennbar zu machen.

Mit Hilfe der prozentual geschätzten Totholzanteile im Kronenbereich kann für das erste Untersuchungsintervall eine Differenz zwischen U-Bäumen und R-Bäumen ermittelt werden. Diese Differenzen lassen sich bei dem im zweiten und dritten Untersuchungsintervall angewendeten Bewertungsschema ebenfalls leicht ermitteln und können als Prozentwerte miteinander verglichen werden. Diese Vorgehensweise erscheint insoweit gerechtfertigt, als hierbei von der Erwartung ausgegangen wurde, dass die grundsätzlichen – nicht die qualitativen –

Unterschiede im Gesundheitszustand zwischen U-Bäumen und R-Bäumen sich nach 1995 nicht geändert haben. Grundsätzlich waren in allen drei Alleeabschnitten sowohl nach der ersten als auch nach der zweiten Beurteilung [10] die Referenzbäume in einem besseren Zustand als die Untersuchungsbäume. Auf diese Weise ist es möglich, trotz der verschiedenen Schwerpunktsetzung und der unterschiedlichen Beurteilungsergebnisse im ersten Drittel einerseits und andererseits im zweiten und letzten Drittel, sowohl über den Vitalitätszustand des gesamten Alleeabschnittes als auch über den der ausgewählten Probestämme begründete Aussagen zu machen.

Im zweiten und dritten Teil der Studie wird höheres Gewicht auf eine optische Beurteilung der ausgewählten Einzelbäume gelegt. Da das in der Voruntersuchung angewendete Modell einer Arbeitsgruppe der EU-Kommission für Forsten und Waldbau von 1984 in der Fachliteratur nicht gefunden werden konnte, wurde für die Vitalitätseinstufung das Modell von ROLOFF angewendet [6, 7]. Dieses Modell unterscheidet vier Vitalitätsstufen. Bild 4 zeigt am Beispiel von Berg- bzw. Spitzahorn in schematisierter Weise den Zustand des oberen Kronenbereiches in den Vitalitätsstufen 0 bis 3 im belaubten und unbelaubten Zustand. Der auf den Zeichnungen dargestellte Kronenbereich entspricht in etwa dem oberen Drittel der Baumkrone.

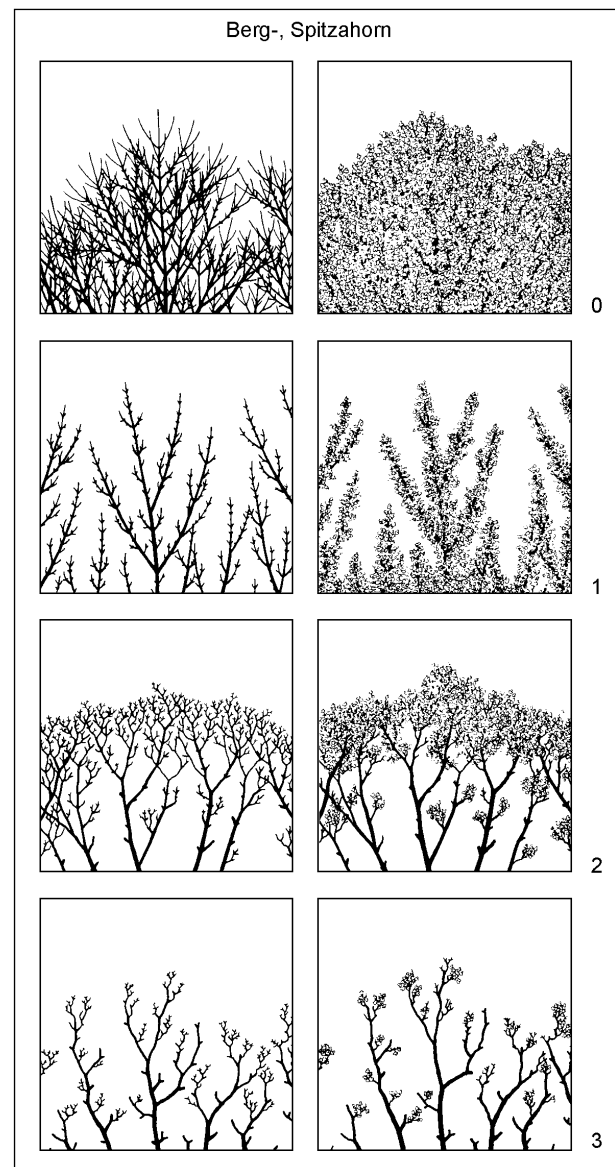
**Stufe 0** Exploration bzw. ungeschädigt: In der Explorationsphase besteht der Wipfelbereich aus einer Vielzahl auch lateraler Langtriebe, es entsteht ein sehr harmonischer Kronenaufbau.

**Stufe 1** Degeneration: Bei zurückgehenden Trieb-längen werden die seitlichen Trieb-längen an den Hauptachsen deutlich reduziert. Es kommt zur Ausbildung spießähnlicher Verzweigungsstrukturen in der Oberkrone.

**Stufe 2** Stagnation: Schließlich geht der Terminaltrieb bei weiter abnehmender Vitalität selbst zur Kurztriebbildung über, es entwickeln sich pinselartige Strukturen infolge der nach außen fortschreitenden Zweigreini-gung. Die Krone ist aber insgesamt noch einigermaßen intakt und geschlossen.

**Stufe 3** Resignation: Bei längerem Anhalten der Stagnationsphase sterben zunehmend Terminaltriebe und der Wipfelbereich zerfällt (ROLOFF [6]).

Die Kronenperipherie aller beurteilten Bäume wurde im zweiten und dritten Untersuchungszeitraum fotografisch festgehalten, um die Einschätzung anhand der Fotos abzusichern. Um eine genauere Klassifizierung zu bekommen, wurden Beurteilungen von halben Stufen vorgenommen. Die Beurteilung erfolgte an unbelaubten Bäumen sowohl durch den Projektleiter vor Ort als auch zur Überprüfung dieser Ergebnisse durch vier andere Personen anhand von Fotos des oberen Kronenbereiches. Die zur Bewertung herangezogenen Fotos wurden bei gleichmäßigem, diffusem Licht aufgenommen, sodass sich die dunklen Zweige vor dem grauen Hintergrund des Himmels gut abheben und ein optischer Vergleich der Fotos mit den Zeichnungen und eine sichere Einstufung ermöglicht



**Bild 4:** Vitalitätsstufen-Schlüssel von 0 bis 3 am Beispiel des Ahorns [6]

wurden. Eine ausführliche Fotodokumentation ist auf Datenträger gesichert.

Während der Schätzung im Jahre 2000 wurden von fünf Schätzern zusammen neun Schätzreihen mit Bewertungsstufen von null bis drei erstellt. Die Bewertung vor Ort wurde doppelt gewichtet. Bei Schätzwerte-Reihen mit starken Abweichungen der Werte untereinander wurde mit den Schätzern nochmals diskutiert und anhand der Fotos eine endgültige Nachbewertung vorgenommen. Für jeden Baum standen zehn Schätzwerte für eine Mittelwertbildung zur Verfügung (siehe Tabellen 3, 9 und 15). Die Mittelwerte lassen eine schärfere Beurteilung des Einzelbaumes in einem Dezimalwert mit zwei Nachkommastellen zu, die bei einem Vergleich mit den Schätzwerten bei Abschluss des Projekts etwaige positive wie negative Veränderungen in ihrer Tendenz deutlich machen. Für die grafischen und tabellarischen Darstellungen in diesem Zwischenbericht wurden die Mittelwerte wieder nach der vorgegebenen halbstufigen Scala den Vitalitätsstufen null bis drei zugeordnet (siehe Kapitel 3.1.5, 3.2.5 und 3.3.5).

Die Kronenbildbeurteilung 2005 wurde sowohl von der BAST als auch von Herrn Professor ROLOFF – der dieses Verfahren entwickelte [6, 7] – persönlich vorgenommen [8]. Die geschätzten Vitalitätsstufen weichen bei beiden Schätzung erfreulicherweise nur geringfügig voneinander ab. Da Professor ROLOFF aber ein ausgewiesener Fachmann auf diesem Gebiet ist, soll seine Schätzung für die Bewertung in diesem Schlussbericht das größere Gewicht haben.

### 2.2.3 Fotodokumentation und Lageskizzen

Alle Untersuchungs- und Referenzbäume wurden von der Feldseite im Winkel von 90° zur Straße fotografiert. Lediglich im Abschnitt Schwanebeck–Dippmannsdorf war dies an den Referenzbäumen 4 und 5 (R4 und R5) nicht möglich, da sie unmittelbar vor einem Waldsaum stehen. Hier wurden die Fotos aus einem Winkel von ca. 45° von der Fahrbahnseite aus aufgenommen. Diese Abweichungen sind in den Lageskizzen der Bäume festgehalten. Es liegen Fotodokumentationen aus den Jahren 2000 (belaubt und unbelaubt) und 2005 (unbelaubt) vor. Von jedem Baum wurde ein Bild der Totalen und eines von der oberen Kronenperipherie aufgenommen. In die Fotodokumentationen wurden Aufnahmen von der Baumaßnahme im Jahre 2000 im Alleeabschnitt Schwanebeck–Dippmannsdorf und von den Probennahmen einbezogen.

### 2.2.4 Stammumfangsmessungen

Zunächst wurden mit einem herkömmlichen „Zollstock“ vom Fuß des Baumes ausgehend die Messhöhen von 1 m und 2 m festgelegt. In diesen Höhen wurden die Stammumfangsmessungen mit einem Maßband bis zu einer Genauigkeit von 0,5 cm vorgenommen. Kontrollmessungen ergaben, dass sich eine Höhenverschiebung von +/-5 cm in diesem Genauigkeitsbereich auf das Messergebnis nicht auswirken. Waren in den vorgegebenen Höhen im Stamm Wülste oder Stummel vorhanden, so wurde die Messung knapp darunter oder darüber durchgeführt. Die geänderten Messhöhen wurden dokumentiert.

Die Ergebnisse der Stammumfangsmessungen konnten nach dem zweiten Untersuchungsintervall nur mit den Stammumfangangaben aus den Erfassungsbögen für Alleebäume aus der Voruntersuchung verglichen werden. Ein solcher Vergleich war aber fragwürdig, da die Messergebnisse aus der Voruntersuchung offensichtlich mit Ungenauigkeiten behaftet sind. Dadurch kam es an sieben der insgesamt 45 gemessenen Bäumen zu unlogischen Ergebnissen. Da es logischerweise bei einem Baum im Zeitraum von fünf Jahren nicht zu negativen Zuwächsen kommen kann, wurden die Bäume mit den ungenauen Messwerte von 1995 aus der Bewertung herausgenommen. Ein qualifizierter Vergleich der Zuwächse von 1995 bis 2000 mit denen von 2001 bis 2005 kann nun erfolgen.

Die aus diesem Vergleich resultierenden Ergebnisse bilden eine Hilfe bei der Entscheidung über den eventuellen fachmännischen Einsatz eines Kernbohrgerätes, womit die Vitalitätsentwicklung für die Jahre nach der Baumaßnahme und für eine wesentlich höhere Anzahl der Jahre davor anhand einer Jahresringanalyse sicher beurteilt werden könnte. Dazu mehr in der Schlussbewertung.

### 2.2.5 Witterungsverlauf

Um zu sehen, inwieweit Witterungsbedingungen und Wuchsverhalten der Bäume in Beziehung gesetzt werden können, wurden für die Jahre 1990 bis 2005 die Hauptwetterdaten der jährlichen Vegetationsperiode von März bis Oktober vom Deutschen Wetterdienst angefordert. Alle Wetterdaten liegen in den Akten zu diesem Projekt vor. Sie bilden die Grundlage für eine Interpretation der Wechselwirkung zwischen dem Wachstumsverlauf der Probebäume in den drei ausgewählten Alleeabschnitten und dem lokalen Witterungsverlauf.

Bei dieser Betrachtung werden die Werte für die Wachstumsfaktoren Licht (Mittlere monatliche Sonnenstunden), Temperatur (Monatliches Temperatur-Mittel) und Feuchtigkeit (Mittlere monatliche Niederschlagsmenge) berücksichtigt. Die für die Wachstumsfaktoren maßgebenden Werte lieferten die jeweils nächsten Wetterstationen aus der Umgebung der ausgewählten Alleeabschnitte. Für den Abschnitt Flecken-Zechlin-Lutterow kamen die Niederschlagsdaten von der Wetterstation Zechlinerhütte und die Werte für Temperatur und Sonnenstunden von der Wetterstation Neuruppin, die auch für den Abschnitt Keller-Lindow alle Daten lieferte. Für die Strecke Schwanebeck-Dippmannsdorf kamen die Niederschlagswerte aus Brück, die Temperaturwerte aus Brandenburg und die Sonnenstunden aus Potsdam. Die Klimastation Brandenburg wurde zum 30.04.2001 aufgelöst, die Ersatzstation Wusterwitz ist erst seit 01.05.2004 in Betrieb. Für die dazwischen liegende Zeit von Mai 2001 bis April 2004 kamen die Temperaturwerte aus Potsdam.

Die erste Nebeneinanderstellung der Wetterdaten von 1990 bis 2000 zeigte bereits vor fünf Jahren, dass sowohl bei den Niederschlägen als auch bei der Temperatur und den Sonnenstunden alle Werte dem gleichen Trend folgen und nur geringfügig voneinander abweichen. Dies wird von den Wetterdaten von 2001 bis 2005 bestätigt, was angesichts

der relativen Nähe der drei Alleeabschnitte zueinander nicht verwunderlich ist. Der größte räumliche Abstand von ca. 105 km befindet sich zwischen Flecken-Zechlin-Lutterow und Schwanebeck-Dippmannsdorf. Zwischen Flecken-Zechlin-Lutterow und Keller-Lindow liegen nur knapp 30 km Luftlinie; Keller-Lindow und Schwanebeck-Dippmannsdorf liegen ca. 85 km auseinander. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die drei beprobten Alleeabschnitte im Prinzip den gleichen Witterungsbedingungen ausgesetzt waren (siehe Bild 5).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Flecken-Zechlin-Lutterow

##### 3.1.1 Strecken- und Baubeschreibung

Ein 4,9 km langer Alleeabschnitt an der L 15, der in Ost-West-Richtung verläuft und der in zwei Streckenabschnitte aufgeteilt wurde, die vorwiegend mit ca. 80-jährigen Eschen [1] bestanden sind. Als Durchgangsstrecke ist ihr erst in den letzten Jahren eine geringe Bedeutung zugekommen, da die Strecke durch das Gebiet des Truppenübungsplatzes Kyritz-Ruppiner-Heide verläuft, der während der DDR-Zeit militärisches Sperrgebiet war. Die L 15 verbindet die Orte Wittstock und

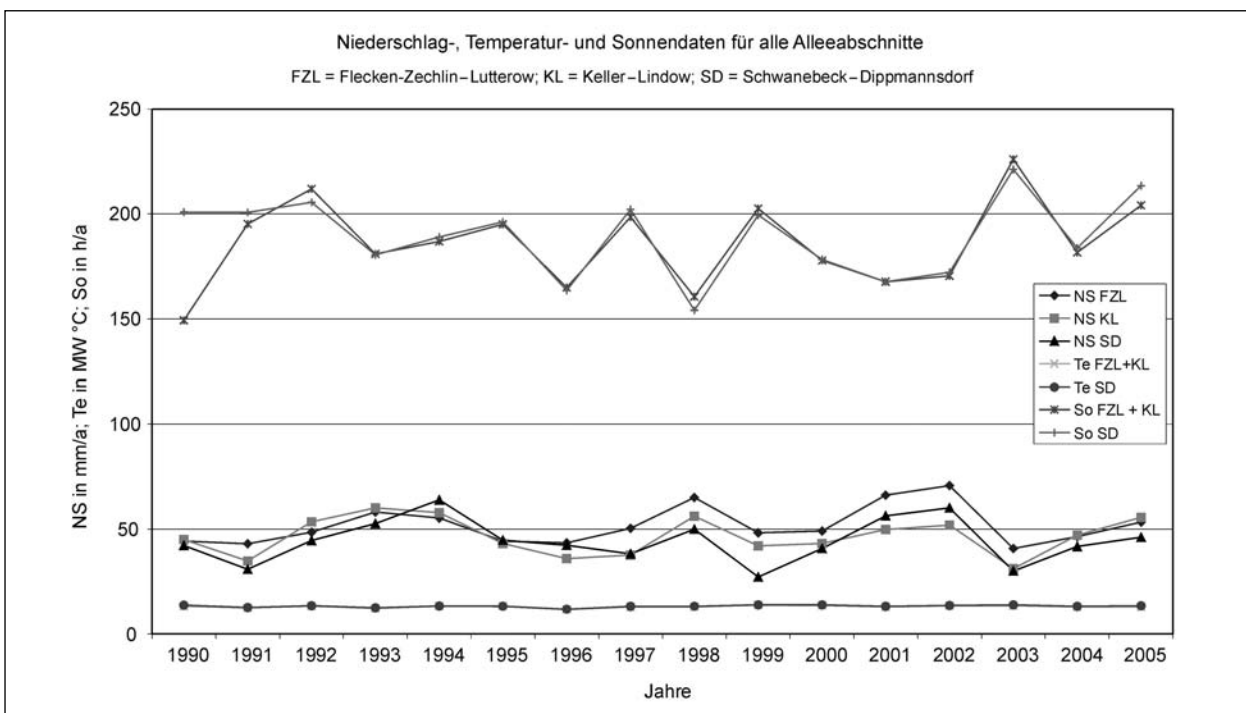


Bild 5: Hauptwetterdaten für alle einbezogenen Alleeabschnitte

Flecken-Zechlin miteinander. Eine Zählstelle befindet sich im weiteren Verlauf der L 15 zwischen Wittstock und Pritzwalk auf der Höhe von Heiligengrabe. Der hier ermittelte Wert von fast 9.000 Fahrzeugen pro Tag (Stand: Juni 2001) kann für den Bereich zwischen Flecken-Zechlin und Lutterow nicht herangezogen werden. Hier liegt das Verkehrsaufkommen schätzungsweise um die 1.000 Fahrzeuge pro Tag. Die Zählstelle Heiligengrabe wurde in jüngster Vergangenheit aufgegeben, sodass keine aktuellen Werte für 2005 zur Verfügung stehen. In der Zwischenzeit wurde allerdings die L 15 zwischen Flecken-Zechlin und Wittstock durch die Neuruppiner Heide (ehemaliges Bombenabwurfsgelände) für den Durchgangsverkehr freigegeben, sodass davon ausgegangen werden kann, dass das Verkehrsaufkommen geringfügig gestiegen ist.

Im Herbst 1993 wurde die Fahrbahn abschnittsweise einseitig bzw. zweiseitig unter Einbeziehung des Sommerweges auf der Südseite und des Randstreifenbereiches auf der Nordseite verbreitert und der Fahrbahnbelag in Asphaltbauweise erneuert. Im Bereich der Wipfeltrieblängenmessungen erfolgte lediglich eine einseitige Fahrbahnverbreiterung um etwa 1,5 Meter unter Einbeziehung des Sommerweges auf der Südseite (U-Seite).

Über dem 59 cm starken vorhandenen Straßenaufbau wurden eine 9 cm starke Asphalttragschicht (0/22 C) sowie eine Asphaltbetondeckschicht (0/16 S) von 5 cm Stärke aufgebracht. Im Verbreitungsbereich des Sommerweges wurde nach entsprechender Auskoffierung über einer 25 cm starken Tragschicht (0/22 C) eine 5 cm starke Deckschicht (0/16 S) aufgebaut. Im Bereich der Bankette sind auf beiden Seiten zwischen Fahrbahnrand und Mulde – also bis hinter die Baumreihe – auf einer Breite von ca. 2,5 Metern Oberbodenandeckungen vorgenommen worden, die nach außen mit ca. 12 % Gefälle auslaufen, und diese mit Rasen eingesät. [2].

Die Belange des Baum- und Wurzelschutzes nach DIN 18920 und dem Merkblatt Allees sowie deren Kontrolle, bei der an jedem fünften Baum eine Wurzelprüfung und alle 100 Meter eine Überprüfung des Abstandes zwischen der Fahrbahnkante und der Baumflucht stattfinden sollen, waren Bestandteil der schriftlichen Vereinbarungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer [5]. Inwieweit die Bedingungen der DIN 18920, insbesondere hinsichtlich der Vorschriften zur Bodenandeckung bei der Angleichung der Bankette, erfüllt wurden und die

geforderten Kontrollen tatsächlich durchgeführt wurden, lässt sich zum heutigen Zeitpunkt nicht mehr feststellen.

Die Untersuchungsbäume wurden auf der Südseite und die Referenzbäume auf der Nordseite ausgewählt. Alle beprobten Bäume sind Eschen. Neun von ihnen liegen in Fahrtrichtung Flecken–Zechlin unmittelbar hinter dem Abzweig Alt-Lutterow und sechs in derselben Fahrtrichtung unmittelbar hinter der Ortslage Alt-Lutterow (Lageskizzen liegen in den Projektakten vor).

### 3.1.2 Botanische Besonderheiten von gemeinsamen Eschen (*Fraxinus excelsior* L.)

Die Esche findet sich vor allem auf feuchten Standorten mit hoch anstehendem nährstoff- und sauerstoffreichem Grundwasser (Wassereschen). Aufgrund ihrer hohen Samenproduktion findet sie sich aber auch bald auf trockenen Kalkstandorten ein (Kalkeschen). Während sie in jungen Jahren als außerordentlich schattentolerant gilt, entwickelt sie im Alter einen hohen Lichtbedarf.

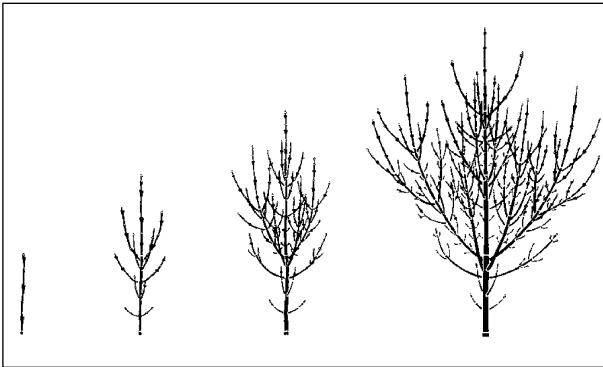
Eschen treten am häufigsten als zweigeschlechtliche Bäume auf, wogegen rein weibliche Bäume sehr selten sind. Das Wachstum der Esche ist gebunden, kann aber unter besonders günstigen Bedingungen auch frei und mit sylleptischer<sup>1</sup> Verzweigung erfolgen. An besonders wüchsigen Trieben finden sich zum Teil dreizählige Blattquirle.

Die ökologische Strategie der Esche ist im Schatten darauf gerichtet, sehr schnell in die Höhe zu wachsen, um ein Lücke im Kronendach zu erreichen. Dabei vermeidet sie jede „überflüssige“ Verzweigung. Bei frei stehenden Bäumen wachsen die nach außen weisenden Zweige besonders stark. Man kann bei der Esche Lang-, Kurz- und Lineartriebe unterscheiden. Nicht selten kann man Lineartriebketten von mehreren Jahren feststellen. Ein Lineartrieb unterscheidet sich vom Kurztrieb durch seine zum Teil erheblich größere Länge als 3 cm, vom Langtrieb durch seine fehlende Verzweigung (Bild 8).

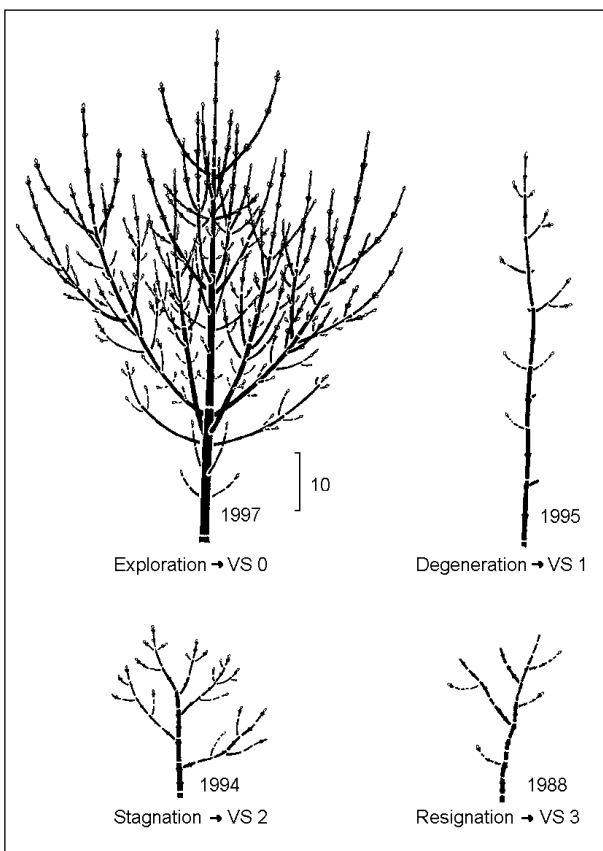
Die Triebbasisnarben lassen sich auf der bei Eschen lange glatt bleibenden Rinde ohne Schwie-

<sup>1</sup> Bei einer sylleptischen Verzweigung entstehen aus den unmittelbar unter dem Blütenstand gelegenen Blättern neue Triebe, die wieder in einem weiteren Blütenstand enden. Dieser Vorgang kann sich innerhalb einer Vegetationsperiode mehrmals wiederholen.



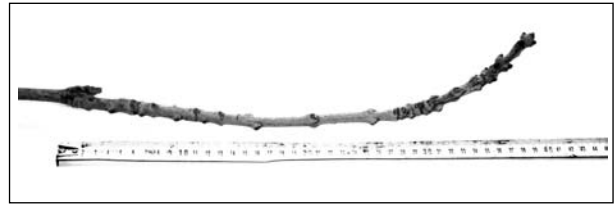


**Bild 6:** Vierjährige typische Verzweigungsentwicklung vitaler Eschenwipfel [6, 7]



**Bild 7:** Die vier Vitalitätsstufen bei Eschen [6, 7]

rigkeiten erkennen und über 20 Jahre zurückverfolgen. Die vierjährige Verzweigungsentwicklung vitaler Eschen zeigt Bild 6. In der Explorationsphase wird der Wipfelbereich aus einem dichten Netzwerk von Langtrieben gebildet. Bei zurückgehenden Trieb­längen wird der Kronenaufbau deutlich unharmonisch, zum Teil bestehen dann die Seitensprosse an den Hauptachsen fast nur noch aus Kurz- und Lineartrieben. Dadurch kommt es zu spießähnlichen, länglichen Strukturen (Degenerationsphase, Vitalitätsstufe 1). In der Stagnationsphase gehen auch die Hauptachsen selbst zu Kurz- und Linear-



**Bild 8:** Lineartrieb bei Eschen mit sechs unverzweigten Jahrgängen



**Bild 9:** Lineartrieb bei Eschen mit fünf unverzweigten Jahrgängen, davon vier Kurztriebe

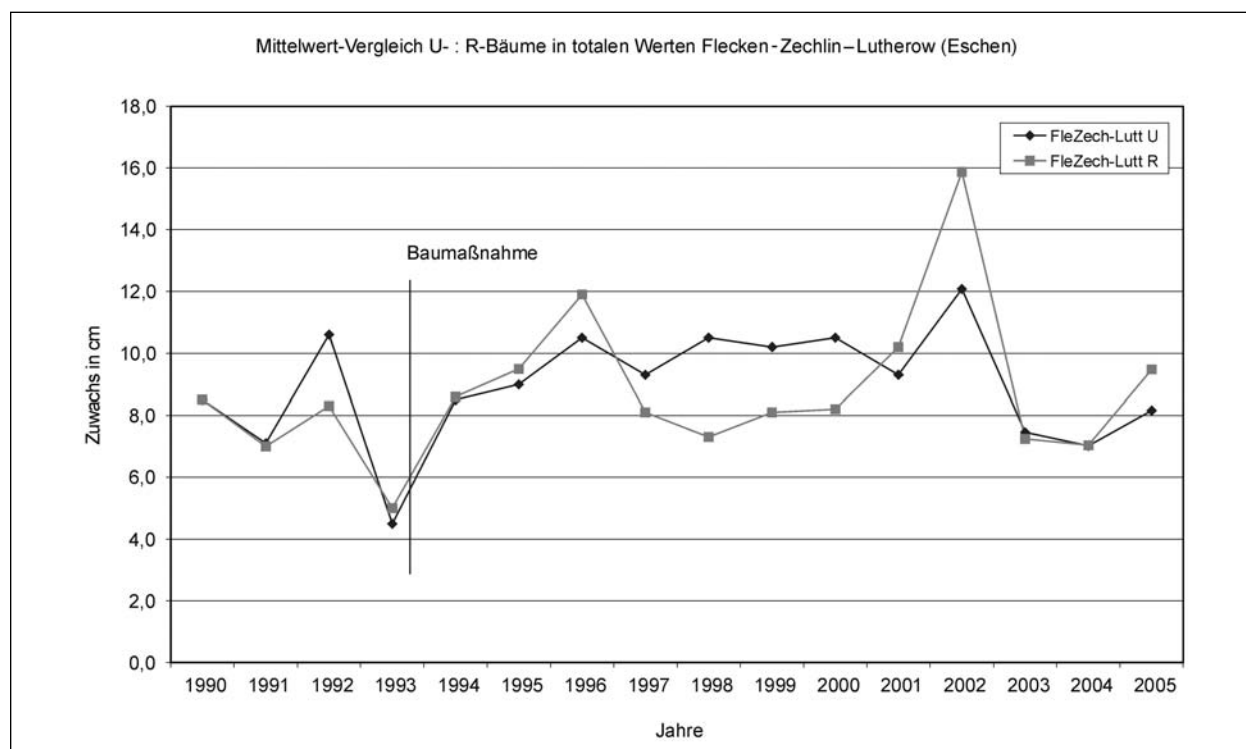
trieben über und es bilden sich Pinselstrukturen. Schließlich zerfällt der Wipfel in der Resignationsphase (Vitalitätsstufe 3) in einzelne fragmentarische Kronenteile (Bild 7). Die Reiterationsfähigkeit älterer Eschen im Wipfelbereich ist gering [7].

### 3.1.3 Mittelwerte der Trieb­längen

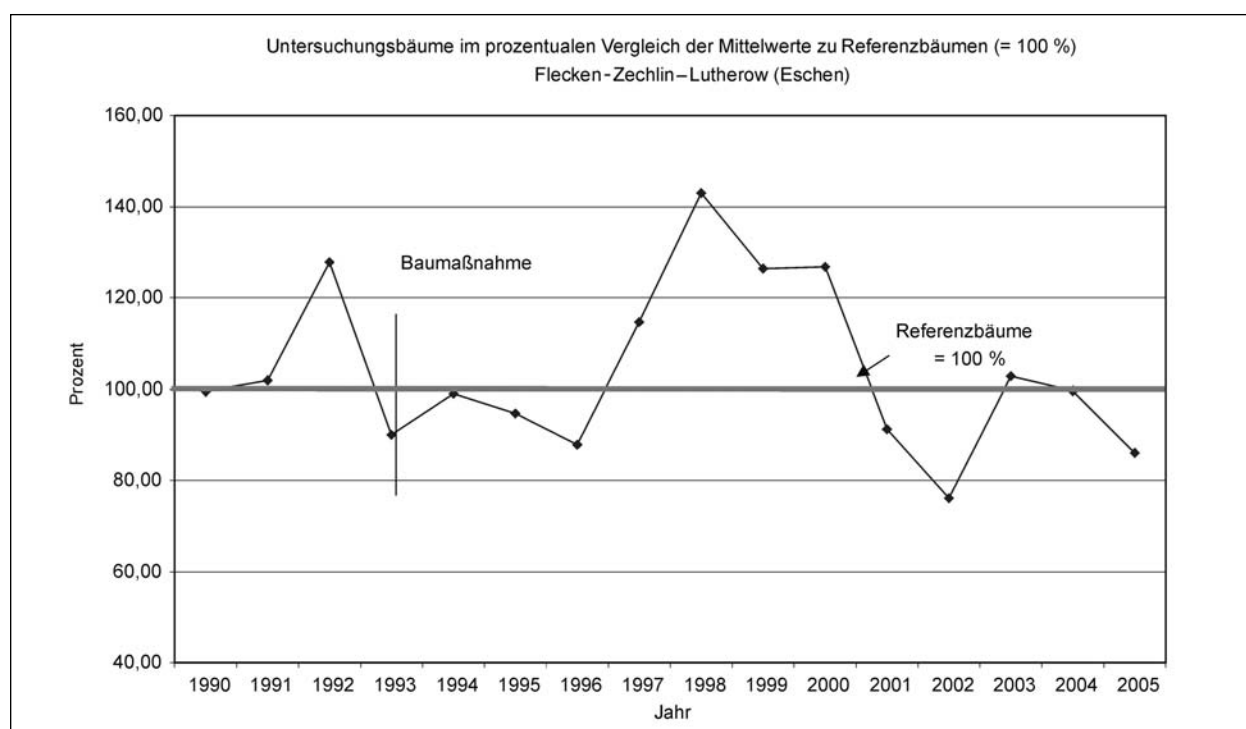
Beim Vergleich der Mittelwerte des Zuwachses von Untersuchungs- und Referenzbäumen in der Zeit vor und nach der Baumaßnahme kann man sehen, dass in den Bildern 10 und 11 sowohl die Linie der Referenzbäume als auch die der Untersuchungs­bäume grundsätzlich demselben Trend folgen.

Der Vitalitätsvorsprung der Untersuchungs­bäume vor den Referenzbäumen in den letzten Jahren vor der Baumaßnahme lässt den günstigeren Standort auf der Südseite vermuten (siehe Bild 10). Eschen vertragen Sonne gut, sind hitzeverträglich und wärme­liebend [4], sodass möglicherweise deshalb die höher beschatteten Referenzbäume auf der Nord­seite der Strecke zwischen Flecken-Zechlin und Lutterow geringfügig zurückblieben. Die Unter­schiede könnten aber auch in der auf der Südseite durch den Sommerweg verringerten Bodenversie­gelung und dem damit besseren Standort hinsicht­lich der Wasserbedingungen und der dadurch fahr­bahneinwärts größeren Wurzelbildung liegen.

Die Baumaßnahme trifft die Bäume nach einer Ve­getationsperiode mit ohnehin geringem Zuwachs. Im Sommer vor der Baumaßnahme sinkt der Zu­wachs der U-Bäume unter den der R-Bäume. Dies ist auf natürliche Schwankungen zurückzuführen. Nach dem Ausbau nehmen die mittleren Zuwächse



**Bild 10:** Vergleich der Mittelwerte von U- und R-Eschen in realen Werten



**Bild 11:** Prozentualer Vergleich der Mittelwerte von U- und R-Eschen

wieder deutlich zu, die U-Bäume bleiben aber noch drei Jahre hinter den R-Bäumen zurück. Ab 1997 stellt sich der 1990 vorgefundene Zustand wieder ein und bleibt vier Jahre stabil. Zu Beginn des dritten Untersuchungsintervalls werden die Untersuchungsbäume erneut von den Referenzbäumen

überholt: im Jahr 2001 nur geringfügig, 2002 jedoch deutlich. Im Jahre 2003 fallen sie bis auf das Niveau von 1991 ab und liegen zwei Jahre dicht beieinander. Zum Ende der Untersuchung zeichnet sich ein erneuter Anstieg im Zuwachsverhalten bei den Referenzbäumen ab.

Bei den Eschen lagen in der Zeit nach der Baumaßnahme die Zuwächse etwas höher als in der Zeit davor. Daraus könnte man zunächst einen leichten Einfluss der Fahrbahnerneuerung und der Versiegelung des Sommerweges schließen. Da aber diese Zuwachssteigerung sowohl bei Referenz- als auch bei Untersuchungsbäumen in annähernd gleichem Umfang stattgefunden hat, liegen wahrscheinlich andere Ursachen zugrunde. Wahrscheinlich handelt es sich um natürliche witterungsbedingte Schwankungen (siehe dazu auch Kapitel 3.1.6).

Setzt man, um den Witterungseinfluss auszublenden, alle Referenzbäume auf 100 % und berechnet die prozentuale Abweichung der U-Bäume, dann wird die Wechselbeziehung zwischen U- und R-Bäumen bei den Eschen noch deutlicher (Bild 11).

### 3.1.4 Häufigkeitsverteilung der Triebblängen

Über den gesamten Messzeitraum von 16 Jahren lagen bei den Eschen sowohl bei den U-Bäumen als auch bei den R-Bäumen mit leichten Abweichungen immer ca. 2 Drittel aller Werte unter dem Mittelwert. Separate Berechnungen für die vier Jahre vor der Baumaßnahme bzw. der zwölf Jahre danach bestätigen diese Verteilung (siehe Tabelle 1). Dadurch entstehen leicht schiefe Verteilungsmuster (Bilder 12 und 13), die über den Untersuchungszeitraum bis zum Ende des zweiten Untersuchungsintervalls annähernd gleich bleiben. Betrachtet man den Zeitraum von 2001 bis 2005 separat, so werden die Unterschiede bei den U-Bäumen immer geringer. Die Anzahl der Messwerte, die über und unter dem Mittelwert liegen, sind annähernd gleich verteilt.

Die leichten Unterschiede zwischen U- und R-Bäumen sind möglicherweise auf den unterschiedlichen Umfang der Stichproben zurückzuführen. Ein einseitiger Einfluss der Baumaßnahme auf die Untersuchungsbäume kann hier zwar nicht gänzlich ausgeschlossen, aber auch nicht mit Sicherheit angenommen werden. Eschen sind bestrebt, die in der Degenerationsphase auftretenden Lücken im Kronendach zu schließen. Sie bilden dazu sehr schnell wachsende lange Triebe aus, die jede „überflüssige“ Verzweigung vermeiden [7]. Die hohen Zuwachswerte dieser Lang- und Lineartriebe können den Mittelwert in die Höhe treiben (siehe Bild 8).

Besonderes bei den Eschen zeigt sich deutlich, wie schwierig es ist, solche oft individuellen und von vielen Faktoren abhängigen biologischen Vorgänge mit Hilfe der Statistik zu beurteilen. Das Problem dabei ist vor allem die klare Definition der Einflussfaktoren.

### 3.1.5 Visuelle Vitalitätseinschätzung

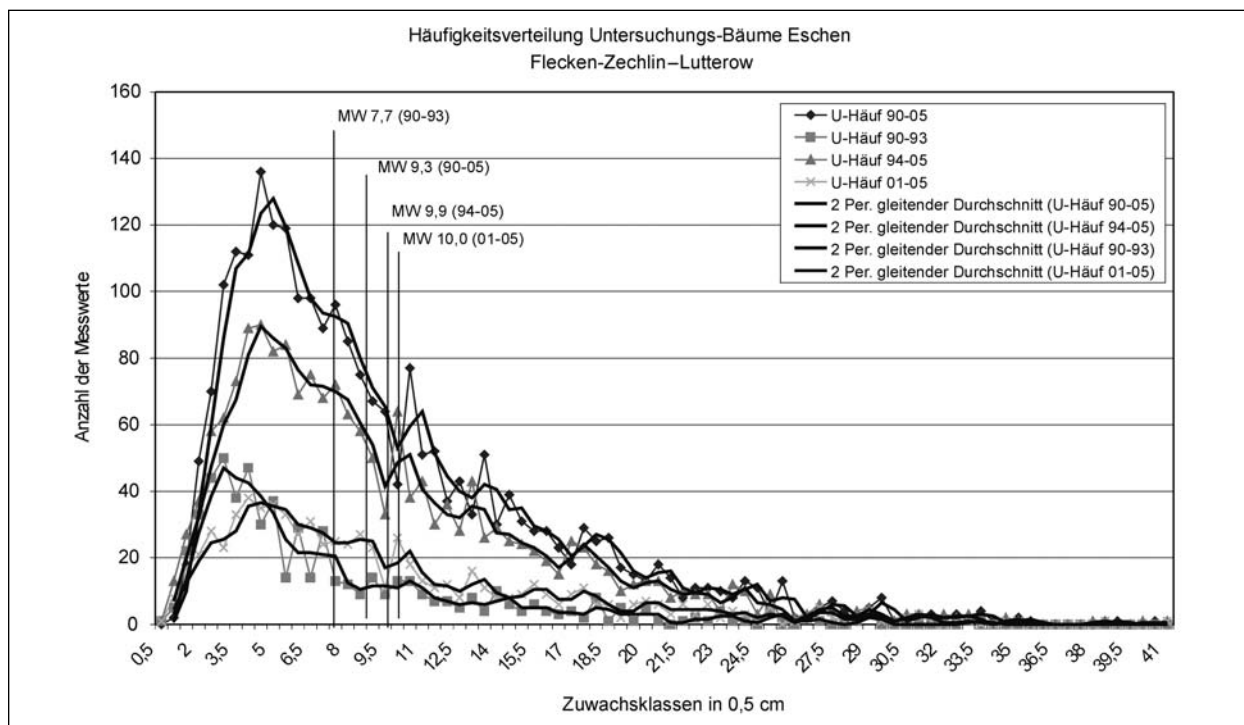
In der Voruntersuchung [1] wurde nach einer Begehung der Alleeabschnitte eine Gesamtbewertung in Form einer prozentualen Schätzung vorgenommen. In der vorliegenden Untersuchung wurde wegen des hohen Aufwandes auf eine Gesamtbeurteilung des Alleeabschnittes verzichtet (siehe dazu auch Kapitel 2.2.2). Stattdessen wurden die Ergebnisse aus den Beurteilungen der 15 näher untersuchten Bäume hochgeschätzt. Ein Vergleich zwischen den Gesamtwerten von 1995 und den Einzelwerten von 2000 und 2005 ist zwar heikel, kann aber zumindest einen Entwicklungstrend aufzeigen (Tabelle 2).

Verteilung der Messwerte	unter MW		MW	über MW	
	Anzahl	%	cm	Anzahl	%
U-Bäume von 1990-2005	1.491	62,2	9,3	908	37,9
R-Bäume von 1990-2005	752	62,7	8,4	448	37,3
U-Bäume von 1990-1993	399	66,5	7,7	201	33,5
R-Bäume von 1990-1993	183	61,0	7,2	117	39,0
U-Bäume von 1994-2000	630	60,0	9,8	420	40,0
R-Bäume von 1994-2000	337	64,2	8,8	188	35,8
U-Bäume von 1994-2005	1.021	56,8	9,9	778	43,3
R-Bäume von 1994-2005	572	63,6	8,8	328	36,4
U-Bäume von 2001-2005	701	52,1	10	645	47,9
R-Bäume von 2001-2005	235	62,7	8,8	140	37,3

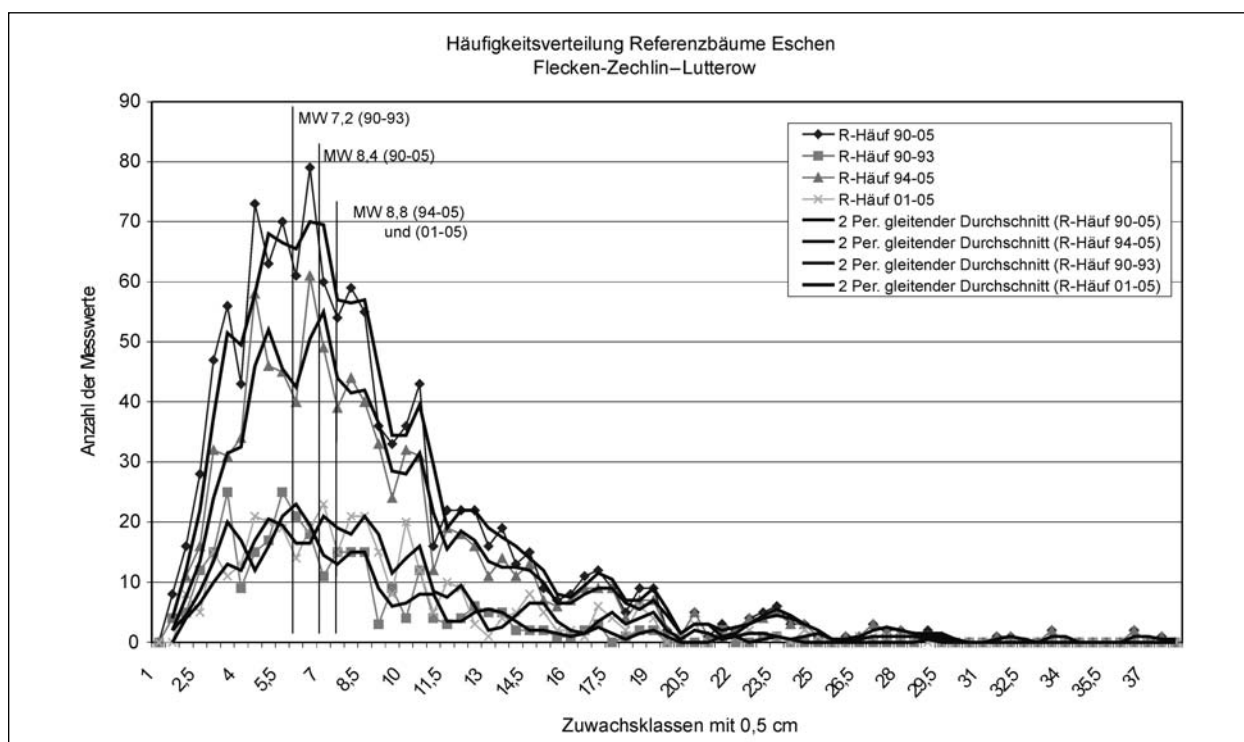
Tab. 1: Verteilung der Messwerte über oder unter dem Mittelwert

Der Abschnitt Flecken-Zechlin-Lutterow war vor der Baumaßnahme bereits vorgeschädigt. In der Erhebung von 1993 hat sich in der Voruntersuchung bei der prozentualen Verteilung ein Fehler eingeschlichen, der nachträglich nicht mehr korrigiert werden konnte. In der Summe ergeben die Prozentwer-

te der 1993er Schätzung lediglich 90 %. Dadurch wird ein Vergleich zwischen der Einschätzung 1993 und 1995 fraglich, aber immerhin wurde in beiden Fällen ein Teil der Bäume als vital bewertet. Bei der Beurteilung nach ROLOFF im Jahre 2000, konnte von den beprobten Bäumen kein Baum in die Vita-



**Bild 12:** Verteilungsmuster der Messwerte an R-Bäumen mit Trendlinie für den gleitenden Durchschnitt (Eschen)



**Bild 13:** Verteilungsmuster der Messwerte an U-Bäumen mit Trendlinie für den gleitenden Durchschnitt (Eschen)

litätsstufe null eingestuft werden. Im Jahre 2005 wurde die Schätzung vor Ort von ROLOFF selbst durchgeführt. Der Anteil der Eschen, die stark ge-

schädigt sind, beträgt jetzt fast die Hälfte (s. Tabellen 2 und 3).

Flecken-Zechlin-Lutterow (Eschen)				
nach EU	vital	schwach g.	stark g.	abgängig
1993	20	50	15	5
1995	20	45	25	10
nach ROLOFF	Exploration	Degeneration	Stagnation	Resignation
2000	-	80	20	-
nach ROLOFF	Exploration	Degeneration	Stagnation	Resignation
2005	-	53	47	-

Tab. 2: Vitalitätsbewertung des gesamten Eschen-Alleeabschnittes in Prozent

Baum-Nr.	Alle Bewerter 2000 (MW)	WIRTZ 2000	WIRTZ 2005	ROLOFF 2005
U1	1,20	1	1,5	2
U2	1,00	0,5	2	2
U3	2,10	2,5	2	2
U4	1,00	0,5	2	2
U5	1,10	1	2	1,5
U6	1,75	3	2,5	2
U7	0,85	0,5	2	2
U8	0,55	1	1	1
U9	1,80	2,5	2,5	1,5
U10	1,25	2	2	1,5
R1	1,20	2,5	2	1,5
R2	1,15	1	2	1,5
R3	0,85	0,5	1,5	1,5
R4	0,95	0,5	2,5	1,5
R5	1,25	1	2	2

Tab. 3: Einzelbaumbewertungen nach dem Vitalitätsstufenmodell von ROLOFF [6, 7, 8]

Alleeabschnitt		Mittlerer Totholzanteil in Prozent [1]	Gemittelte Dezimalwerte der Einzelbaumschätzung (alle Schätzer) [10]	Gemittelte Dezimalwerte der Einzelbaumschätzung ROLOFF [8]
	Bewertungsjahr	5,00	2000	2005
Flecken-Zechlin-Lutterow	R-Bäume		1,08	1,60
	U-Bäume	5,56	1,26	1,75

Tab. 4: Vergleichende Bewertung der beprobten Eschen

Halbstufen	Anzahl		Vollstufen	Anzahl		Prozentanteil	
	U-Bäume	R-Bäume		U-Bäume	R-Bäume	U-Bäume	R-Bäume
0	-	-		-	-	-	-
0,5	-	-		-	-	-	-
1	1	-	1	4	4	10,0	80,0
1,5	3	4				30,0	-
2	6	1	2	6	1	60,0	20,0
2,5	-	-		-	-	-	-
3	-	-	3	-	-	-	-
Summe	10	5		10	5	100	100

Tab. 5: Einteilung aller beprobten Eschen in Vitalitätsstufen in realen Werten und Prozentanteilen (Stand 2005)

Die häufige Übereinstimmung bei der Schätzung 2005 bei den Schätzwerten von WIRTZ und ROLOFF ist auffällig. Die Abweichungen betragen mit zwei Ausnahmen (U9 und R4) nicht mehr als eine halbe Stufe. Im Vergleich zu der Schätzung 2000 haben sich die Werte tendenziell verschlechtert. Dies entspricht dem allgemeinen Trend. Verbessert haben sich die Schätzwerte nur selten (U6, U9, R1). Man kann demnach davon ausgehen, dass 2000 in Einzelfällen – wahrscheinlich aufgrund von Anfängerfehlern – zu gut geschätzt wurde. Die Einzelbaumbeurteilung 2005 kommt zu folgenden Ergebnissen: Die Eschen sind durchgängig geschädigt. Kein Baum kann in die Vitalitätsstufe null eingestuft werden. Von 15 Bäumen befinden sich acht in der Stagnationsphase (Vitalitätsstufe 1 und 1,5) und sieben müssen der Resignationsphase (Vitalitätsstufe 2 und 2,5) zugeordnet werden (Tabelle 3). Der Unterschied zwischen U-Bäumen und R-Bäumen wird sehr deutlich. Von 10 U-Bäumen sind 6 in der Stagnationsphase, von 5 R-Bäumen nur einer.

Sowohl bei der optischen Beurteilung im ersten Untersuchungsdrittel (1995) als auch im zweiten und dritten Teil wurden die U-Bäume gegenüber den R-Bäumen schlechter beurteilt. In der Vorgängeruntersuchung wird dies am prozentualen Anteil des Tot-

holzes in der Krone geschätzt (Tabelle 4). Der etwas höhere Totholzanteil bei den U-Bäumen von einem halben Prozent entspricht einem Mehr von 11 %. Bei der Bewertung im Jahre 2000 werden die R-Bäume im Mittel mit 1,08 bewertet, die U-Bäume mit 1,26, dies entspricht einem Unterschied von 16 Prozent. Der Vitalitätszustand der U-Bäume gegenüber den R-Bäumen war demnach im Jahr 2000 im Verhältnis etwas schlechter als 1995. Dieser Trend bestätigt sich auch nach der Beurteilung 2005. Die U-Bäume werden mit durchschnittlich 1,75 bewertet, die R-Bäume mit 1,6. Das heißt: Sowohl U- als auch R-Bäume sind tendenziell in schlechterem Zustand als noch im Jahre 2000. Der Unterschied zwischen beiden beträgt nur noch rund 9 % (Tabelle 4). Alle Bäume liegen in den Vitalitätsstufen 1 und 2 oder einer dazugehörigen Halbstufe. Die Untersuchungs-bäume liegen nach dieser Schätzung in ihrer Vitalität deutlich unter den Referenzbäumen.

### 3.1.6 Stammumfangsmessungen

Die Stammumfangsmessungen zeigen, dass alle Bäume seit 1995 Zuwachs gebildet haben. Zehn von 14 Eschen (3 R- und 7 U-Bäume) haben im dritten Untersuchungsintervall weniger Zuwachs gebildet als im zweiten. Negative Zuwächse auf-

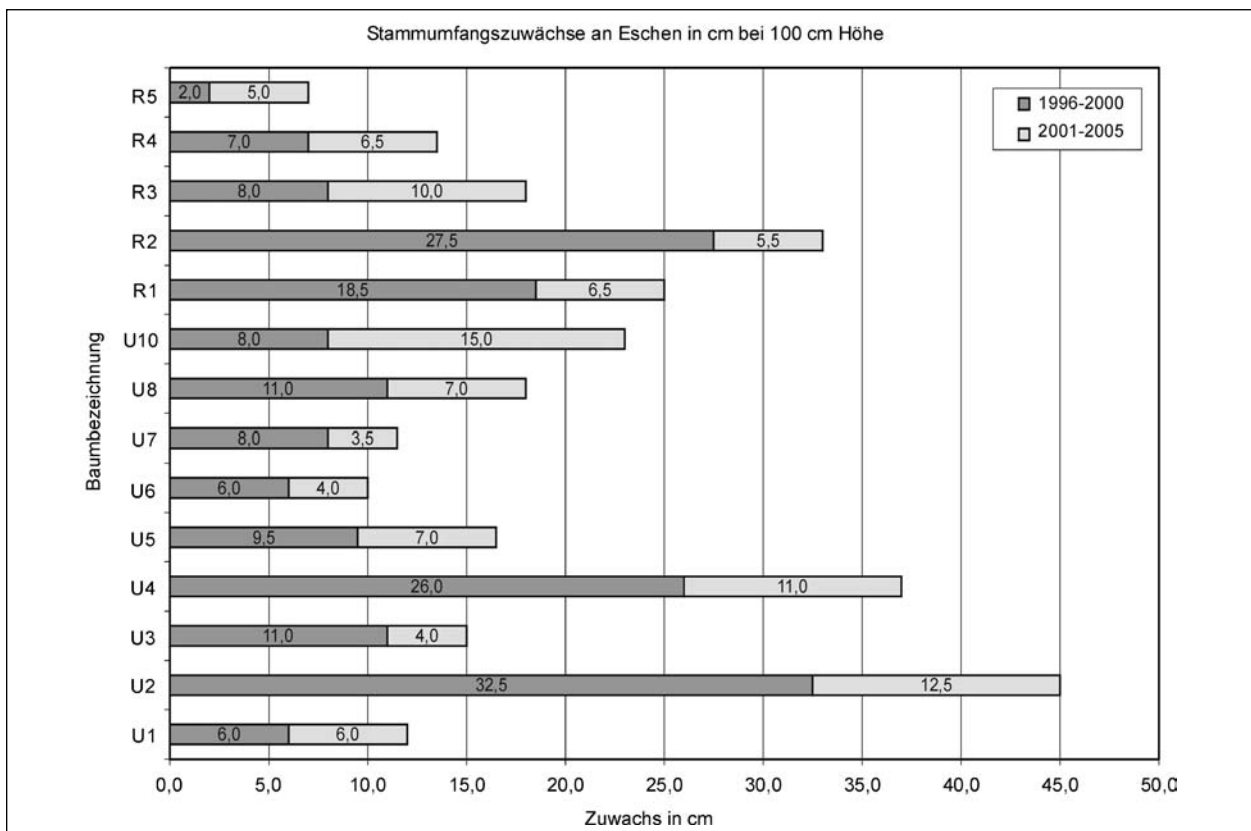


Bild 14: Stammumfangszuwächse bei Eschen

Flecken-Zechlin–Lutterow (Eschen)											
Baumnr.	Stammumfänge in cm						Stammzuwächse in cm				
Jahr	1995		2000		2005		1995-2000	2001-2005	1995-2005	2001-2005	
Messhöhe	100 cm	100 cm	Korr. Höhe	200 cm	Korr. Höhe	100 cm	200 cm	100 cm	100 cm	100 cm	200 cm
U1	155,0	161,0		147,5		167,0	155,0	6,0	6,0	12,0	7,5
U2	175,0	207,5		186,0		220,0	194,0	32,5	12,5	45,0	8,0
U3	155,0	166,0		173,0	170,0	170,0	178,0	11,0	4,0	15,0	5,0
U4	210,0	236,0		216,0		247,0	224,0	26,0	11,0	37,0	8,0
U5	185,0	194,5		184,5		201,5	193,5	9,5	7,0	16,5	9,0
U6	145,0	151,0		149,0		155,0	154,0	6,0	4,0	10,0	5,0
U7	250,0	258,0		245,0		261,5	255,5	8,0	3,5	11,5	10,5
U8	155,0	166,0		158,5		173,0	167,0	11,0	7,0	18,0	8,5
U10	225,0	233,0		233,0	180,0	248,0	248,0	8,0	15,0	23,0	15,0
R1	151,0	169,5		166,0		176,0	173,0	18,5	6,5	25,0	7,0
R2	185,0	212,5		196,5		218,0	205,0	27,5	5,5	33,0	8,5
R3	200,0	208,0		179,0		218,0	185,0	8,0	10,0	18,0	6,0
R4	165,0	172,0		170,0		178,5	179,0	7,0	6,5	13,5	9,0
R5	140,0	142,0		143,0		147,0	149,0	2,0	5,0	7,0	6,0

Tab. 6: Ergebnisse der Stammumfangmessungen bei Eschen

grund von ungenauen Messungen in der Voruntersuchung sind aus der Bewertung herausgenommen worden (siehe auch Kapitel 2.2.4).

### 3.1.7 Witterungsverlauf

Im Abschnitt Flecken-Zechlin–Lutterow fallen die niedrigen Zuwächse der Eschen vor der Baumaßnahme im Jahr 1993 in eine relativ kühle und feuchte Vegetationsperiode mit besonders wenigen Sonnenstunden im wüchsigen Monat Juli. Ähnliche Verhältnisse finden sich 1996, allerdings mit weniger Niederschlag. Aus den in diesem Jahr sowohl bei Referenz- als auch bei Untersuchungsbäumen hohen Zuwächsen kann man den Schluss ziehen, dass hohe Niederschläge sich nicht begünstigend auf das Wachstum auswirken. Zunächst wurde angenommen, dass der hohe Niederschlag 1993 möglicherweise durch Staunässe im Boden einen Anteil an den Ursachen für das geringe Zuwachsverhalten der Bäume hatte [10]. Ähnliche, noch etwas extremere Verhältnisse mit hohen Niederschlägen und vergleichsweise wenig Sonnenstunden und unterdurchschnittlichen Temperaturen finden sich im Jahre 1998. Hier fallen allerdings nur die Referenzbäume im Zuwachs ab, wenn auch nicht so stark wie 1993, während die Untersuchungsbäume zulegen. In den Jahren 2001 und 2002 überholen die U-Bäume die R-Bäume bei

annähernd gleichen Witterungsbedingungen (siehe Bild 15).

Dies widerspricht der Staunäsetheorie und lässt vermuten, dass in diesem Abschnitt der Einfluss der Witterungsverhältnisse nicht allein ausschlaggebend für das Wachstumsverhalten war und andere, unbekannte Einflüsse stattgefunden haben könnten, die sich positiv ausgewirkt haben. Der starke Abfall in den Jahren 2003 und 2004 ist auf den extrem trockenen und heißen Sommer 2003 zurückzuführen. Diese Einbuße kann in den darauffolgenden Jahren 2004 und 2005, die ebenfalls vergleichsweise niederschlagsarm sind, nicht aufgeholt werden. Die Untersuchungsbäume erholen sich offensichtlich etwas schneller. Ein negativer Einfluss der Baumaßnahme ist in diesem Alleebereich nicht festzustellen.

## 3.2 Keller–Lindow

### 3.2.1 Strecken- und Baubeschreibung

Ein 2,9 km langer Alleebereich an der L 22, der in Ost-West-Richtung verläuft und in zwei Streckenabschnitten aufgeteilt wurde, die vorwiegend mit 70- bis 90-jährigen Linden [1] bestanden sind. Die L 22 verbindet die Orte Lindow und Gransee miteinander. Als Strecke für den Durchgangsverkehr ist sie

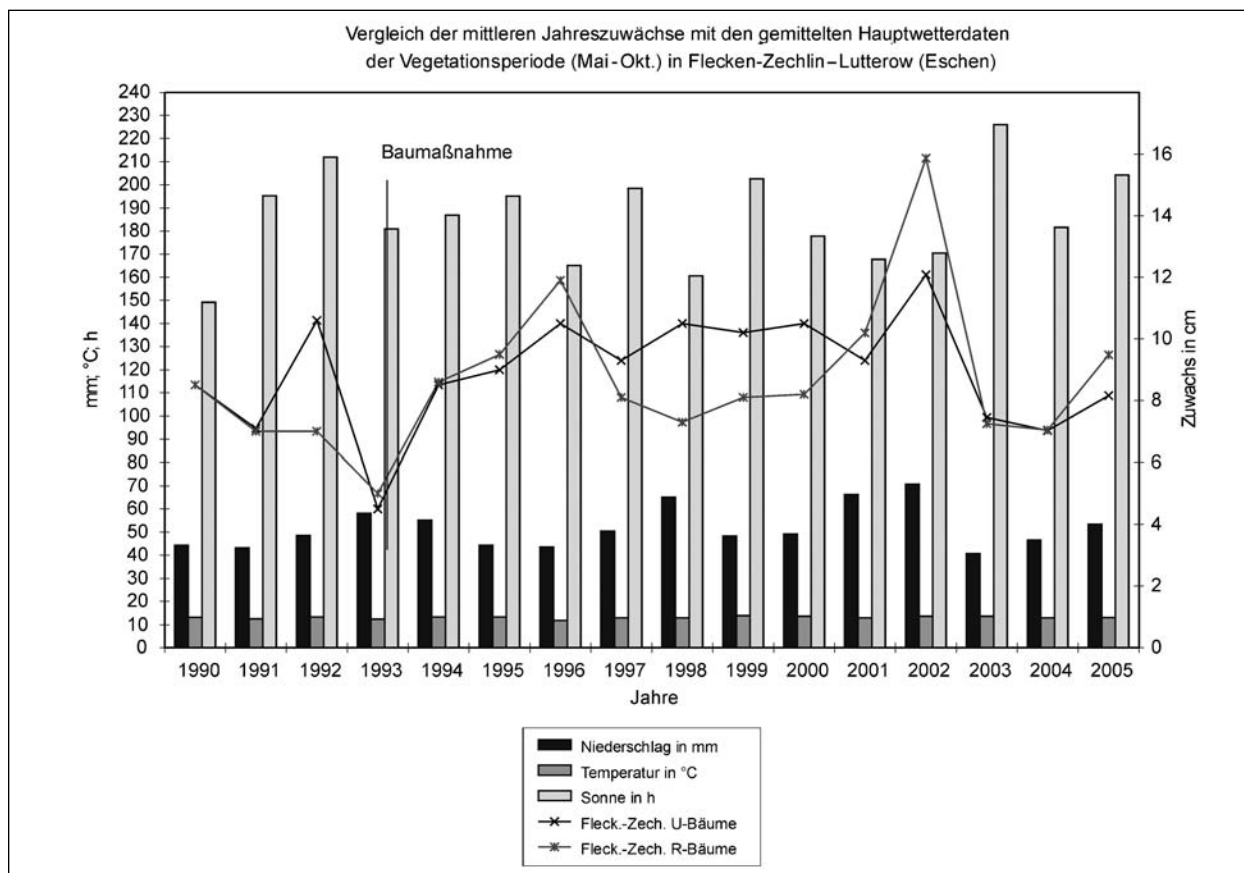


Bild 15: Wachstumsverlauf und Witterung (Eschen)

von untergeordneter Bedeutung und hat keine eigene Zählstelle. Der vergleichsweise hohe DTV-Wert von 3.786 Fahrzeugen mit einem Schwerlastanteil von 242 Fahrzeugen an der Zählstelle Gransee (Stand: Juni 2001) kann zwischen Lindow und Keller nicht zugrunde gelegt werden, da dort der Durchgangsverkehr nach Rheinsberg, Fürstenberg und Oranienburg erfasst wird, der zwischen Lindow und Keller nicht zu Buche schlägt. Der DTV-Wert kann hier auf unter 2.000 Fahrzeuge geschätzt werden. Der aktuelle Wert an der Zählstelle Gransee aus dem Jahre 2004 liegt incl. 207 Fahrzeuge Schwerverkehr bei 3.657 Fahrzeugen und weist einen Rückgang von rund 5 % auf. Es kann daher angenommen werden, dass auch auf der Strecke Keller-Lindow der Verkehr geringfügig abgenommen hat.

Im Herbst 1992 wurden eine Erneuerung und einseitige Verbreiterung der Fahrbahn durch Einbeziehung des zwei Meter breiten Sommerweges auf der Nordseite in Asphaltbauweise vorgenommen. Für den Schulterneubau wurde der Bereich des Sommerweges ca. 20 cm tief ausgekoffert. Danach wurde eine 15 cm starke hydraulisch gebundene Tragschicht DIN 1045 HGT 6 eingebaut und ver-

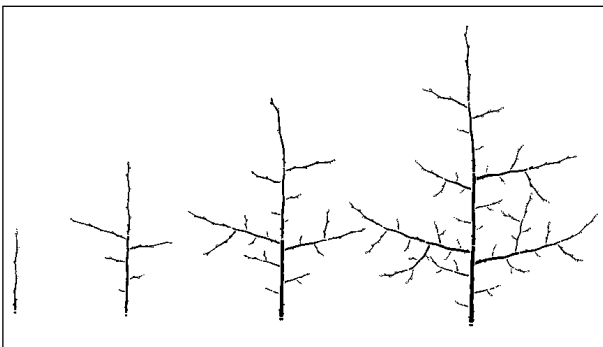
dichtet. Darauf wurden eine Binder- und Deckschicht aus Bitumen aufgebracht. Auf der Südseite wurde zusätzlich ein zwei Meter breiter Radweg in Asphaltbauweise, Tragschicht und bituminöse Deckschicht auf RC-Schotterschicht 0/45, angelegt. Für beide Maßnahmen liegen keine Bauunterlagen vor [5 und 1].

Die Untersuchungsbäume wurden auf der Südseite ausgewählt, die Referenzbäume auf der durch den Ausbau weniger belasteten Nordseite. Alle beprobten Bäume sind Linden. Sie liegen in Fahrtrichtung Lindow unmittelbar vor dem Bereich des Ortseingangsschildes Keller (Lageskizzen liegen in den Projektakten vor).

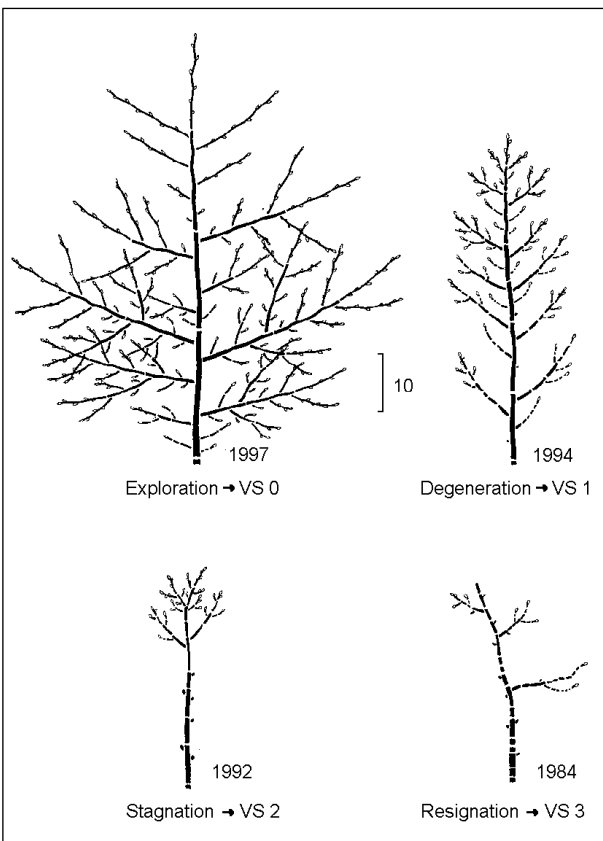
### 3.2.2 Botanische Besonderheiten von Linden (Tilia)

Sowohl Winterlinden (*Tilia cordata* Mill.) als auch Sommerlinden (*Tilia platyphyllos* Scop.) sind ausgesprochene Mischbestandsarten und auf trockenen bis halbtrockenen Böden zu Hause. Beide Lindenarten sind in der Jugend außerordentlich schattentolerant. Im Alter wird die Sommerlinde lichtbedürftiger als die Winterlinde. Beide werden zu Halb-

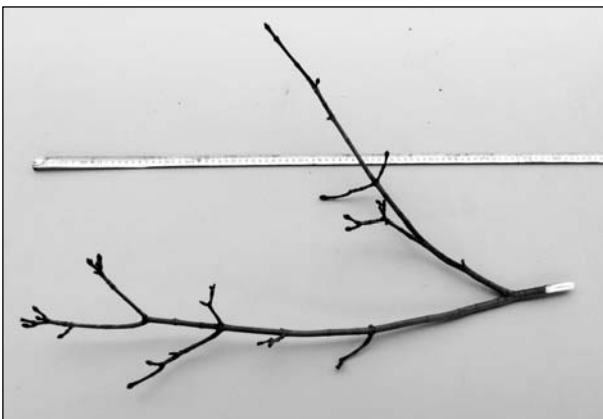




**Bild 16:** Vierjährige typische Verzweigungsentwicklung vitaler Lindenwipfel [6, 7]



**Bild 17:** Die vier Vitalitätsstufen bei Linden [6, 7]



**Bild 18:** Stark geschädigter Linden-Wipfeltrieb (VS 2)

schattenbaumarten. Beide können sie in ihrer Jugend freies Wachstum zeigen. Die Linden entwickeln Kurz-, Linear- und Langtriebe.

Die Triebbasisnarben sind bis etwa 15 Jahre zurückzuverfolgen. Bei dem Vergleich beider Lindenarten in unbelaubtem Zustand fällt sofort die viel feinere Verzweigung der Winterlinde auf, die hingegen bei der Sommerlinde aufgrund ihrer großen Blätter sehr grob ist. Erst bei abnehmender Vitalität und damit kleiner werdenden Blättern ähnelt sich die Verzweigung beider Baumarten immer mehr. Trotzdem stimmen beide Lindenarten in ihrer Verzweigungsstruktur und -entwicklung überein. Die vierjährige Verzweigungsentwicklung vitaler Sommerlinden zeigt Bild 16.

In der Explorationsphase (Vitalitätsstufe 0) wird der Wipfel aus einem Netzwerk von Langtrieben gebildet. Bei nachlassender Vitalität und abnehmenden Triebhängen schreitet die Astreinigung in der Krone nach außen fort, in einigen Fällen kommt es zur Bildung spießartiger und länglicher Strukturen, häufiger jedoch zu Verzweigungslücken im Kroneninneren (Degenerationsphase, VS 1). In der Stagnationsphase (VS 2), in der auch Terminaltriebe zur Kurztriebbildung übergehen, richtet sich der Wipfel meist nicht mehr auf und es entwickeln sich deutlich pinselartige Strukturen. In der Resignationsphase (VS 3) zerfällt die Krone schließlich in Fragmente. Beide Lindenarten sind im höheren Alter in seitlichen Kronenbereichen sehr reiterationsfreudig. Im Wipfelbereich ist die Reiterationsfähigkeit mäßig entwickelt [7].

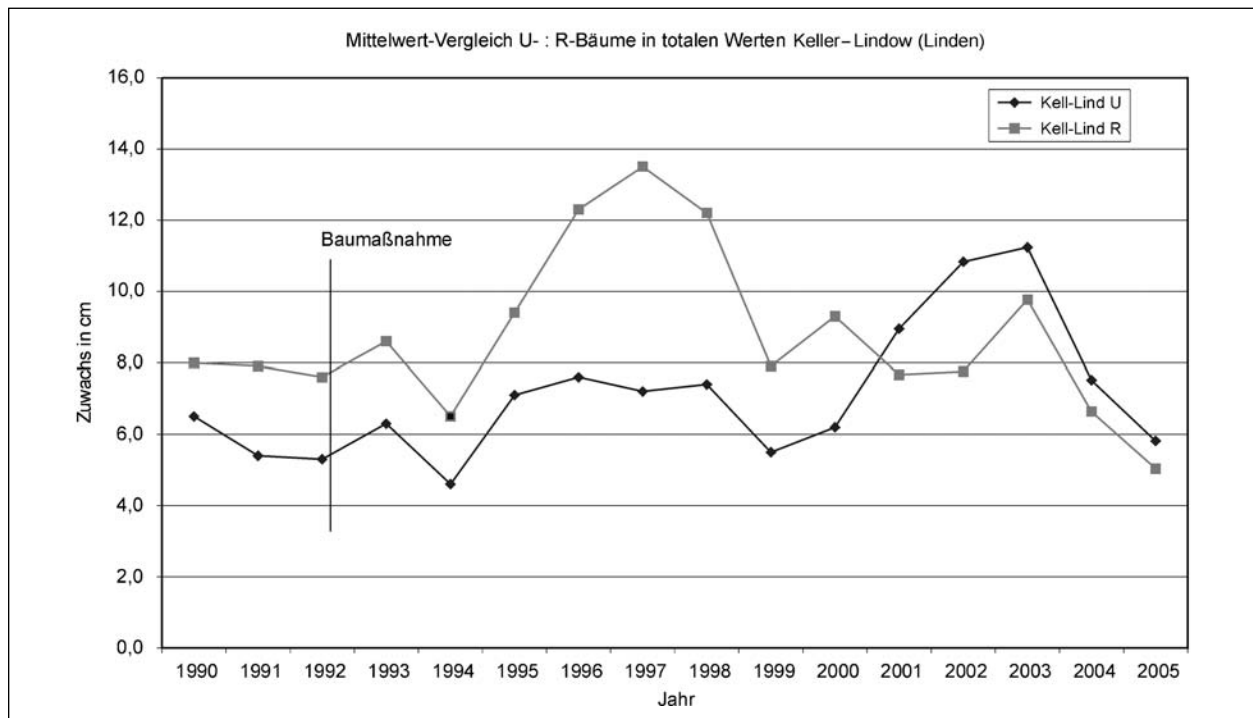
### 3.2.3 Mittelwerte der Triebhängen

Beim Vergleich der Mittelwerte des Zuwachses von Untersuchungs- und Referenzbäumen bei den Linden in der Zeit vor und nach der Baumaßnahme kann man sehen, dass sowohl die Kurve der Referenzbäume als auch die der Untersuchungsbäume grundsätzlich demselben Trend folgen. Die Linie der U-Bäume verläuft nahezu parallel ca. 2 cm unterhalb der Kurve der R-Bäume. Lediglich in den Jahren 1996 bis 1998 wird der Abstand noch 2 bis 4 cm größer (Bild 19).

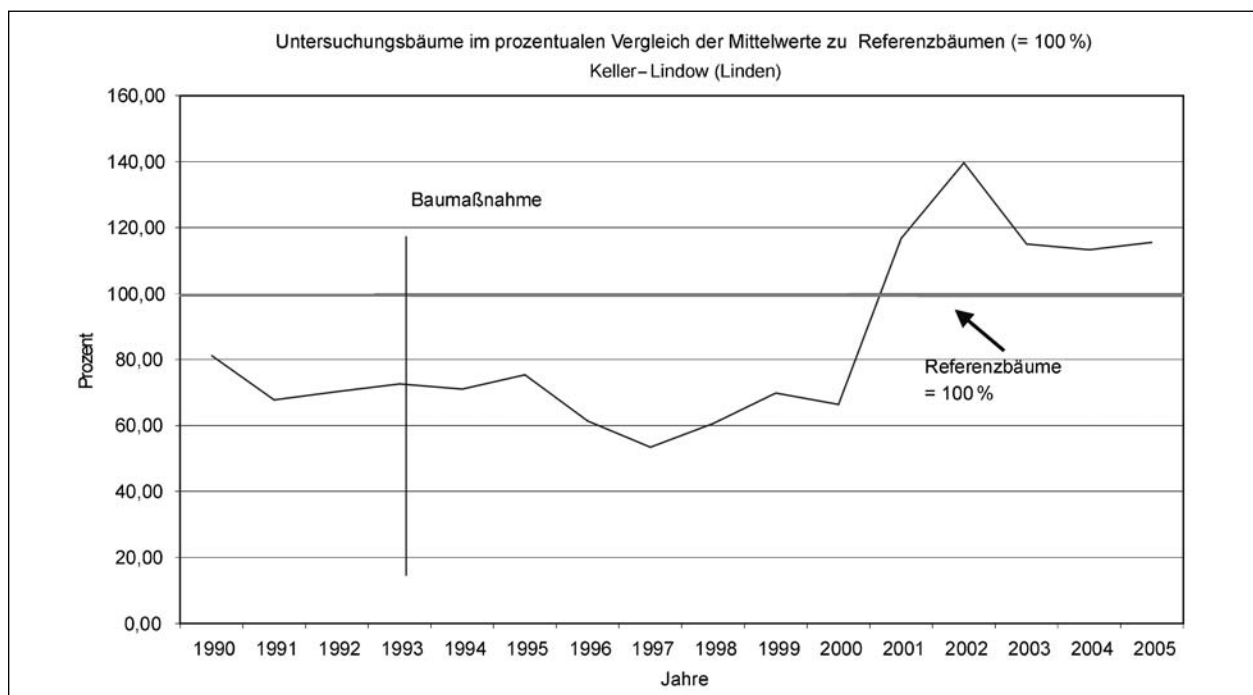
Das stärkere Wachstum der Referenzbäume bei den Linden in dem in Ost-West-Richtung verlaufenden Streckenabschnitt Keller-Lindow ließ bis zum Jahre 2000 die Vermutung zu, dass diese auf der Nordseite den günstigeren Standort haben, da sie die für Linden besseren etwas kühleren und ausge-

glicheneren Temperaturbedingungen [4] vorfinden als die Untersuchungsbäume auf der Südseite, die aufgrund ihrer exponierten Lage den größten Teil der Sonneneinstrahlung abbekommen. Betrachtet man die mittleren Zuwächse in realen Werten (Bild 19), so kommt man zu dem Ergebnis, dass die Baumaßnahme für die Entwicklung der Linden zwi-

schen 1990 und 2000 unerheblich war. Dies wird durch die prozentuale Abweichung der U-Bäume von den R-Bäumen (= 100 %) bestätigt (Bild 20). Im Jahre 2001 überholen die Untersuchungsbäume die Referenzbäume, behalten den parallelen Verlauf aber bei. Zunächst beträgt der Abstand zwischen beiden Linien etwa 1 cm im mittleren Zu-



**Bild 19:** Vergleich der Mittelwerte von U- und R-Linden in realen Werten



**Bild 20:** Prozentualer Vergleich der Mittelwerte von U- und R-Linden

wachs, im Jahre 2002 liegt er dann deutlich höher bei 2 cm und in den letzten drei Jahre behält er einen gleichen Abstand von knapp 1 cm bei, wenn auch beide Linien stetig abfallen. Ein negativer Einfluss der Baumaßnahme auf die Vitalität der Untersuchungs-bäume kann nun praktisch ausgeschlossen werden. Auch ein sowohl auf U-Bäume wie R-Bäume gleich bleibend negativer Einfluss scheint nicht vorzuliegen. Die mittleren Zuwachsraten haben zum Ende der Untersuchung im Jahre 2005 in etwa den gleichen Stand wie zu Beginn der Untersuchung. Die Auf- und Abschwünge im Zuwachsverhalten der Linden verlaufen annähernd parallel und sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf natürliche wachstumsbedingte Schwankungen zurückzuführen.

### 3.2.4 Häufigkeitsverteilung der Triebblängen

Betrachtet man neben den mittleren Jahreszuwachsen in den Bildern 19 und 20 die langjährigen Mittelwerte im Zuwachs über die Zeiträume in Tabelle 7, so haben bei den Linden die R-Bäume immer die höheren Zuwächse (Tabelle 6). Dies gilt auch, wenn man die Zeiträume vor und nach der Baumaßnahme vergleicht. Der Mittelwert für die Zuwächse in der Zeit nach der Baumaßnahme liegt bis 2000 sowohl bei den U- als auch bei den R-Bäumen etwas höher als der Mittelwert für die Zeit davor. Im letzten Drittel des Untersuchungszeitraumes (2001 bis 2005) bilden sowohl U- wie R-Bäume weniger Zuwachs als in dem Zeitraum vor der Baumaßnahme. Die mittleren Zuwachsraten sind bei den R-Bäumen in allen Fällen höher als bei den Untersuchungsbäumen.

Die Häufigkeitsverteilung ist in allen Zeiträumen nur wenig schief (Bilder 21 und 22). Die U-Bäume, besonders in dem Zeitraum vor der Baumaßnahme,

sind annähernd normalverteilt. Eliminiert man einmal alle Werte, die oberhalb des 90-Percentils liegen, als Ausreißer<sup>2</sup>, wird das Bild einer normal verteilten Stichprobe noch deutlicher. Es kann davon ausgegangen werden, dass hier kein seltenes Einzelereignis Einfluss auf die Vitalität der Bäume genommen hat.

### 3.2.5 Visuelle Vitalitätseinschätzung

Eine Einschätzung über den Zustand des gesamten Alleeabschnittes, die sich im Abschlussbericht des Vorprojektes [1] findet, kommt bereits 1992, kurz vor der Baumaßnahme, und 1995, zwei Jahre danach, zu dem Ergebnis, dass kein Baum im Alleeabschnitt mehr vital ist und mehr als die Hälfte aller Linden stark geschädigt oder bereits abgängig ist (Tabelle 8).

Ausgehend von der Stichprobe der 15 näher untersuchten Bäume wurden im Jahre 2000 ebenfalls Rückschlüsse auf den Vitalitätszustand des gesamten Alleeabschnittes gezogen. Danach hatten die Linden nach 1995 zunächst an Vitalität gewonnen. Mehrere Bäume wurden unterhalb der Vegetationsstufe 1 als vital eingestuft, was nach der Schätzung in der Voruntersuchung bei keinem Baum der Fall war. Der Anteil der schwach geschädigten Bäume,

2 Bei der Vermessung der Jahreszuwächse 2005 wurden – intuitiv geschätzt – etwa 10 % Lineartriebe einbezogen. Das Phänomen der Lineartriebe kann den Mittelwert verfälschen bzw. ein unrealistisches Bild liefern, da der Baum in der Regel bei nachlassender Vitalität zunächst sein Verzweigungsmuster aufgibt und danach erst die Zuwächse reduziert. Diese Häufung von Lineartrieben war bei den Messungen nach dem ersten und zweiten Untersuchungs-drittel nicht auffällig.

Verteilung der Messwerte	unter MW		MW	über MW	
	Anzahl	%	cm	Anzahl	%
U-Bäume von 1990-2005	1.398	58,3	6,6	1001	41,7
R-Bäume von 1990-2005	740	61,7	9,2	460	38,3
U-Bäume von 1990-1993	244	54,2	5,7	206	45,8
R-Bäume von 1990-1993	142	63,1	7,8	83	36,9
U-Bäume von 1994-2000	715	59,6	6,5	485	40,4
R-Bäume von 1994-2000	381	63,5	10,0	219	36,5
U-Bäume von 1994-2005	1149	58,9	6,8	801	41,1
R-Bäume von 1994-2005	591	60,6	9,5	384	39,4
U-Bäume von 2001-2005	387	51,6	7,4	363	48,4
R-Bäume von 2001-2005	227	60,5	8,9	148	39,5

Tab. 7: Verteilung der Messwerte über oder unter dem Mittelwert (Linden)

entsprechend der Degenerationsphase, ist gestiegen. Abgängige Bäume konnten unter den beprobten Bäumen nicht ausgemacht werden. Abgestorbene Bäume gab es im Alleeabschnitt nicht mehr. Sie wurden offensichtlich in den letzten Jahren entfernt. 2005 wird der Anteil der vitalen Bäume auf

13 % geschätzt, der Anteil der stark geschädigten Bäume ist auf mehr als die Hälfte angewachsen. Der Zustand im Jahre 2005 spiegelt den von 1995 wider. Dies wird auch von den Ergebnissen der Zuwachsmessungen an den Wipfeltrieben bestätigt.

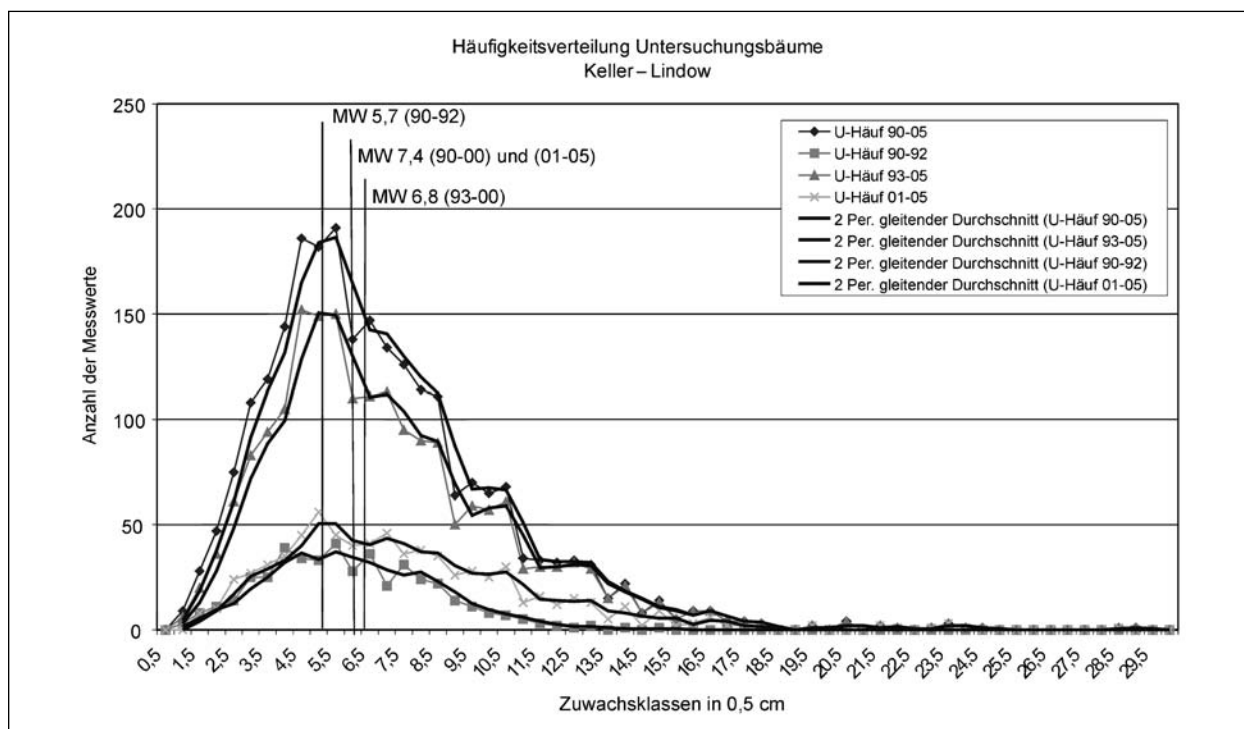


Bild 21: Häufigkeitsverteilung der Messwerte an R-Bäumen mit Trendlinie für den gleitenden Durchschnitt (Linden)

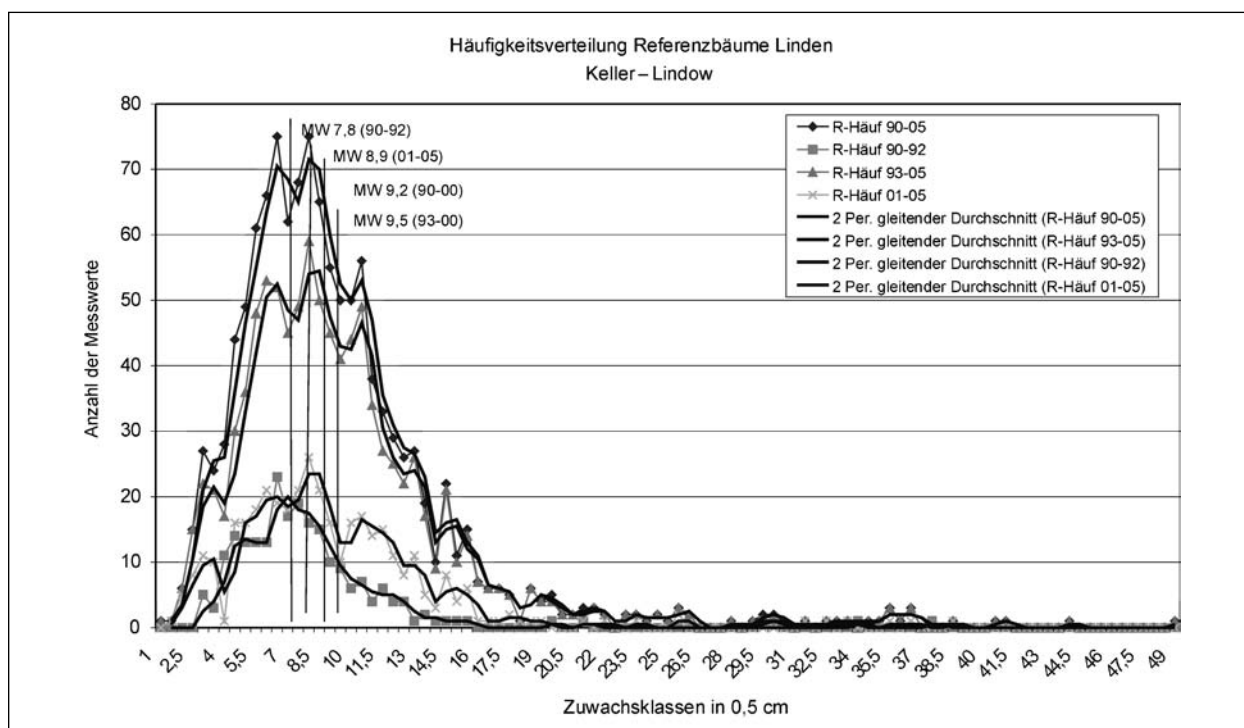


Bild 22: Häufigkeitsverteilung der Messwerte an U-Bäumen mit Trendlinie für den gleitenden Durchschnitt (Linden)

Bei der Einzelbaumbewertung (Tabelle 9) der zehn U- und fünf R-Bäume im Jahre 2000 war die Linde mit der Bezeichnung R1 der einzige Baum, der nach

Ansicht aller Schätzer problemlos in die Vitalitätsstufe null eingestuft werden konnte. Ein weiterer Referenzbaum und ein Untersuchungsbaum waren

Gesamtzustand des Alleeabschnittes Keller-Lindow (Linden)					
nach EU	vital	schwach g.	stark g.	abgängig	tot
1993		45	43	10	2
1995		45	43	10	2
nach ROLOFF	Exploration	Degeneration	Stagnation	Resignation	
2000	6,67	60	33,33		
nach ROLOFF	Exploration	Degeneration	Stagnation	Resignation	
2005	-	47	53		

Tab. 8: Vitalitätsbewertung des gesamten Linden-Alleeabschnittes in Prozent

Baum-Nr.	Alle Bewerter 2000 (MW)	WIRTZ 2000	WIRTZ 2005	ROLOFF 2005
U1	1,20	1,5	2	2
U2	1,60	2	2	2
U3	0,75	0,5	2	2
U4	0,85	2	2	1,5
U5	0,30	0	2	2
U6	0,90	1,5	2	1,5
U7	1,45	2	2	2
U8	1,40	0	2	2
U9	1,70	2	1,5	2
U10	0,75	1	0,5	1,5
R1	0,05	0	1	0,5
R2	1,45	1,5	2	1,5
R3	2,00	2,5	2,5	0,5
R4	0,30	0	2,5	2
R5	0,75	0,5	2	1,5

Tab. 9: Einzelbaumbewertung der Linden nach dem Vitalitätsstufenmodell von ROLOFF [6, 7, 8]

Alleeabschnitt	Bewertungsjahr	Mittlerer Totholzanteil in Prozent [1]	Gemittelte Dezimalwerte der Einzelbaumschätzung (alle Schätzer) [10]	Gemittelte Dezimalwerte der Einzelbaumschätzung ROLOFF [8]
		1994	2000	2005
Keller-Lindow	R-Bäume	8,00	0,91	1,20
	U-Bäume	10,33	1,09	1,85

Tab. 10: Vergleichende Bewertung der beprobten Linden

Halbstufen	Anzahl		Vollstufen	Anzahl		Prozentanteil	
	U-Bäume	R-Bäume		U-Bäume	R-Bäume	U-Bäume	R-Bäume
0	-	-		-	-	-	-
0,5	-	2		-	2		40
1	-	-	1	-	-	-	-
1,5	3	2				30	40
2	7	1	2	10	3	70	20
2,5	-	-		-	-	-	-
3	-	-	3	-	-	-	-
Summe	10	5		10	5	100	100

Tab. 11: Einteilung aller beprobten Linden in Vitalitätsstufen in realen Werten und Prozentanteilen (Stand 2005)

zwar geringfügig geschädigt, befanden sich aber noch in einem derartig guten Zustand, dass sie noch der Explorationsphase zugeordnet werden konnten. Neun Bäume lagen zwischen der Vitalitätsstufe 0,5 und 1,5 und mussten daher der Degenerationsphase zugeordnet werden. Drei Bäume lagen in der Bewertung über 1,5 und gehörten deshalb zu der Gruppe der Linden, die sich in der Stagnationsphase befanden. Allerdings hatte nur einer dieser drei Bäume den für diese Vitalitätsstufe kennzeichnenden vollen Wert von 2 erreicht. Bei der letzten Bewertung im Jahre 2005 [8] befinden sich sowohl die Untersuchungsbäume als auch die Referenzbäume ausnahmslos entweder in der Stufe der Degeneration (VS 1) oder der Stagnation (VS 2). Die beiden besten Bäume, die noch mit der halben Stufe 0,5 bewertet werden können, sind Referenzbäume. Insgesamt sind die Referenzbäume besser in Schuss als die Untersuchungsbäume (Tabelle 9). Zufrieden stellend ist die häufige Übereinstimmung bei der Schätzung 2005 von ROLOFF und WIRTZ. Die Abweichungen betragen mit zwei Ausnahmen (U10 und R3) nicht mehr als eine halbe Stufe.

### 3.2.6 Stammumfangsmessungen

Bei den Stammumfangsmessungen haben alle gemessenen Bäume Zuwächse erzielt (siehe Bild 23).

Sechs von 11 Bäumen (alles U-Bäume) haben im dritten Untersuchungsintervall weniger Zuwachs gebildet als im zweiten. Die Messungen, die im Jahr 1995 vor dem zweiten Untersuchungsintervall höhere Werte aufweisen als im Jahre 2000, sind auf ungenaue Messungen zurückzuführen und wurden aus der Bewertung herausgenommen.

### 3.2.7 Witterungsverlauf

Die Linden im Abschnitt Keller–Lindow mögen es trocken und nicht zu warm, wobei offensichtlich die geringere Feuchte sich begünstigender auswirkt als die Temperatur und die Sonnenscheindauer. Die höchsten Mittelwerte bei den jährlichen Zuwächsen finden sich in den niederschlagsarmen Jahren 1995 bis 1997, danach folgen zwei nassere und wärmere Jahre mit weniger Zuwachs. Die R-Bäume legen etwas mehr zu, was darauf schließen lässt, dass die Nordseite der klimatisch günstigeren Standort ist. In den Jahren nach der Baumaßnahme findet sich kein Merkmal im Wuchsverhalten, das nicht zum Witterungsverlauf passen würde. Mit der Vegetationsperiode 2001 überholen die Untersuchungsbäume die Referenzbäume und halten ihre höheren Zuwächse bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes bei. Aber auch in der dritten Untersuchungsphase verlaufen die beiden Kurven na-

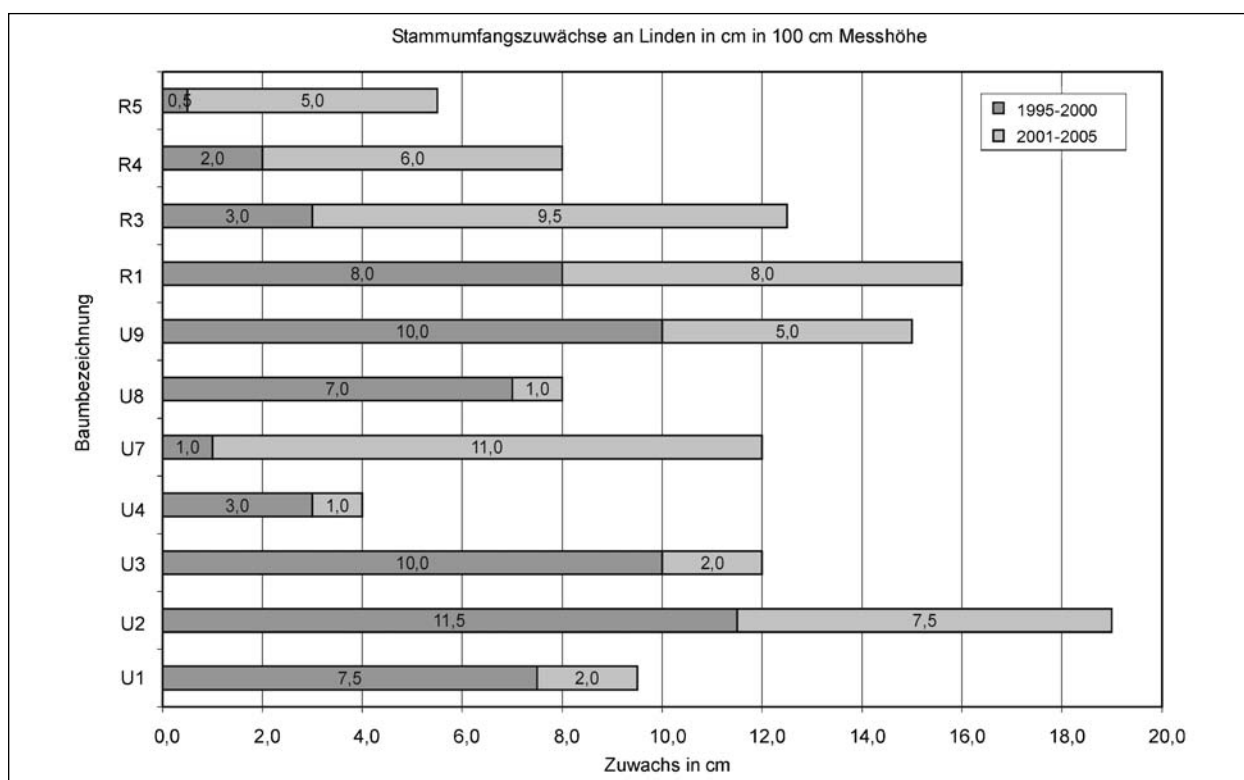


Bild 23: Stammumfangszuwächse bei Linden

hezu parallel. In der trockenen und heißen Vegetationsperiode des Jahres 2003 können die Linden ihren Zuwachs noch steigern, fallen dann aber in den darauffolgenden beiden Jahren stark ab und befinden sich am Ende des Untersuchungszeitraumes auf einem tieferen Stand als zu Beginn. Allerdings

wurden ähnlich geringe Zuwächse auch in den Jahren 1994 und 1999 gebildet, die sich in den darauffolgenden Jahren wieder erholten. Der Kurvenverlauf in Bild 24 gibt keine Anhaltspunkte dafür, dass die Baumaßnahme einen unmittelbaren Einfluss auf die Vitalität der Bäume hatte.

Keller-Lindow (Linden)											
Baumnr.	Stammumfänge in cm							Stammzuwächse in cm			
Jahr	1995	2000		2005				1996-2000	2001-2005	1996-2005	2001-2005
Messhöhe	100 cm	100 cm	Korr. Höhe	200 cm	Korr. Höhe	100 cm	200 cm	100 cm	100 cm	100 cm	200 cm
U1	205,0	212,5		208,0		214,5	214,5	7,5	2,0	9,5	6,5
U2	205,0	216,5		211,0	180	224,0	212,5	11,5	7,5	19,0	1,5
U3	230,0	240,0		240,0	180	242,0	242,0	10,0	2,0	12,0	2,0
U4	145,0	148,0		143,5	180	149,0	149,0	3,0	1,0	4,0	5,5
U7	210,0	211,0	110	171,5		222,0	178,0	1,0	11,0	12,0	6,5
U8	210,0	217,0	110	197,0		218,0	199,0	7,0	1,0	8,0	2,0
U9	260,0	270,0		267,0		275,0	272,0	10,0	5,0	15,0	5,0
R1	270,0	278,0		174,0		286,0	285,0	8,0	8,0	16,0	111,0
R3	200,0	203,0		186,0		212,5	195,5	3,0	9,5	12,5	9,5
R4	155,0	157,0		147,0		163,0	148,0	2,0	6,0	8,0	1,0
R5	169,0	169,5		154,0		174,5	157,0	0,5	5,0	5,5	3,0

Tab. 12: Ergebnisse der Stammumfangmessungen bei Linden

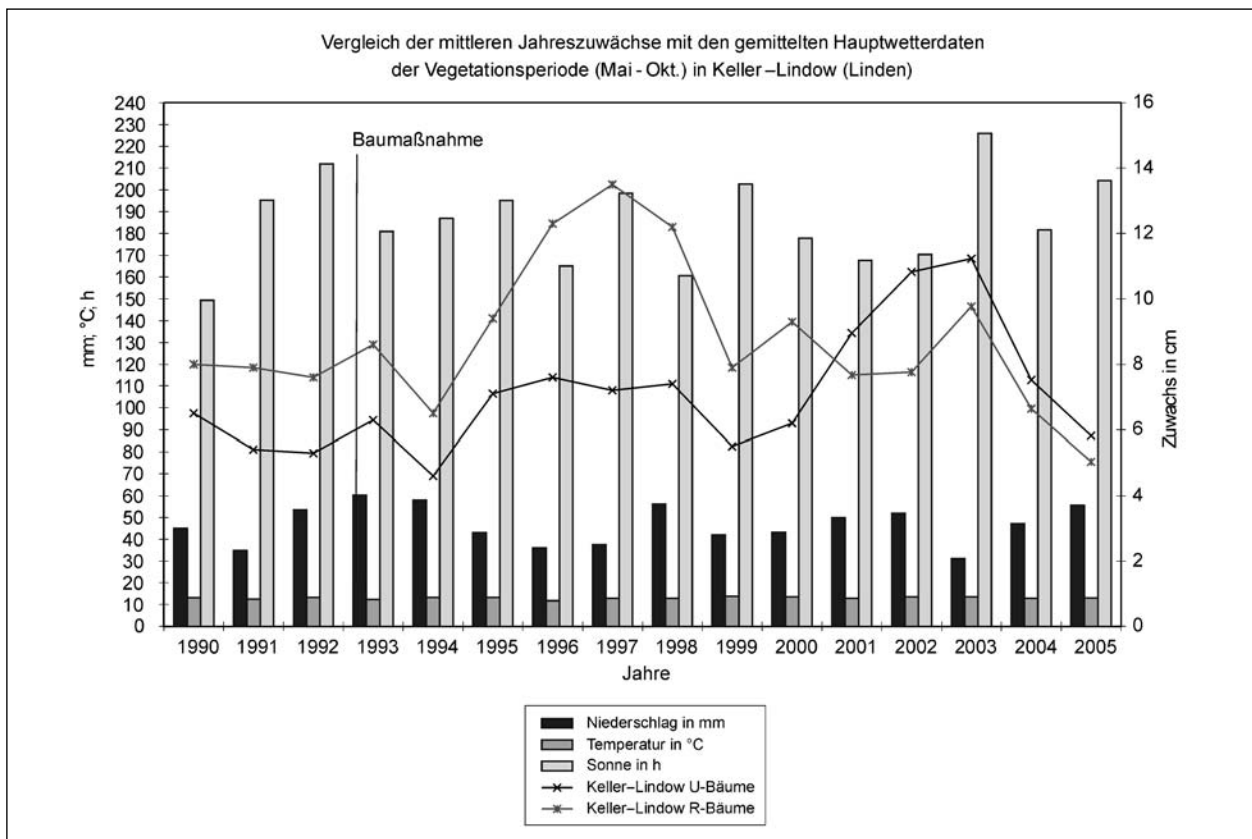


Bild 24: Wachstumsverlauf und Witterung (Linden)

### 3.3 Schwanebeck–Dippmannsdorf

#### 3.3.1 Strecken- und Baubeschreibung

Ein 3,7 km langer Alleeabschnitt an der B 102, der in Nord-Süd-Richtung verläuft und in drei Streckenabschnitte aufgeteilt wurde, die vorwiegend mit ca. 80-jährigen Ahornen [1] bestanden sind. Die B 102 verbindet die Städte Brandenburg und Belzig miteinander und gehört zu den landschaftlich schönen Strecken der Deutschen Alleenstraßen. Etwa 6 km südlich von Brandenburg befindet sich eine Anschlussstelle an die BAB A 2. Der DTV-Wert im beprobten Alleenabschnitt wird an der Zählstelle Fredersdorf ermittelt und lag dort im Juni 2001 bei 4.265 Fahrzeugen pro Tag mit einem Lkw-Anteil von 3,9 % (Stand: Juni 2001). Der aktuellste Wert stammt aus dem Jahre 2004 und weist einen Rückgang auf 4.039 Fahrzeugen aus. Der Schwerlastanteil im selben Zeitraum stieg allerdings auf 6,8 %.

Im Herbst 1993 wurde auf der Ostseite ein 2,5 Meter breiter Radweg in Asphaltbauweise angelegt. Dazu wurden 40 cm Mutterboden abgetragen. Der gewachsene Boden wurde verdichtet. Anschließend wurden eine 15 cm starke Schottertragschicht plus eine 8 cm starke bituminöse Tragdeckschicht aufgebaut. Zwischen den Bäumen und dem Radweg wurde zur Entwässerung von Fahrbahn und Radweg eine Mulde angelegt [5, 1].

Im Herbst 2000 wurde die Fahrbahn in Asphaltbauweise erneuert und verbreitert. Dabei wurde die vorhandene Fahrbahn, die zwischen 5,80 und 6,40 Meter breit war, als Unterbau benutzt und an beiden Seiten um 30 cm verbreitert. Im Verbreitungsbereich wurden zunächst mindestens 26 cm einer Asphalttragschicht (CS 0/16 Bit. 50/70) aufgebracht, um auf die Höhe der alten Fahrbahndecke zu kommen. Über die gesamte neue Fahrbahnbreite erfolgte dann ein Aufbau von 8 cm derselben Tragschicht plus 4 cm Splittmastixasphalt 0/8 mm. Auf den Banketten wurde eine nach den Seiten um 10 bis 12 % abfallende Bodenandeckung von 10 cm über eine Breite von 1,50 bis zur Mulde vorgenommen und mit Magerrasen eingesät. Im Bereich der Bäume wurde die Anschüttung bis zum Stammfuß fahrbahnseitig verkürzt [3].

Die Untersuchungsbäume wurden auf der Ostseite ausgewählt, die Referenzbäume auf der Westseite. Alle beprobten Bäume sind Ahorne. Sie liegen in Fahrtrichtung Dippmannsdorf unmittelbar im Bereich hinter der Kreuzung Abzweig Fredersdorf (Lageskizzen liegen in den Projektakten vor).

#### 3.3.2 Botanische Besonderheiten von Ahornen (Acer)

Der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus* L.) wächst zerstreut in mittleren und größeren Höhenlagen. In kühlen Lagen kommt er vor allem auf frischen, nährstoffreichen Böden vor. Während er in der Jugend sehr schattentolerant ist, wird er im höheren Alter als Halbschattenbaum bezeichnet. Demgegenüber benötigt der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides* L.) bereits in der Jugend mehr Licht und wird von einer Halbschattenbaumart zu einer Lichtbaumart im höheren Alter. Er kommt auch in tieferen Lagen vor. Seine Nährstoffansprüche sind ähnlich denen des Berg-Ahorns. Am häufigsten kommt er in Flußtälern vor, aber auch auf trockenen Geröllhängen, da seine Feuchtigkeitsamplitude weiter ist als die des Berg-Ahorns.

Die Krone besteht auch bei optimalem Wachstum zu etwa 90 % aus Kurztrieben und wird vor allem aus Zweigen dritter und vierter Ordnung aufgebaut. Das Wachstum beider Ahornarten ist gewöhnlich gebunden. In der Jugend ist aber bei beiden Arten freies Wachstum möglich. An besonders wüchsigen Wipfeltrieben beider Ahornarten können statt der sonst üblichen dekussierten<sup>3</sup> Blattstellung auch dreizählige Blattwirtel<sup>4</sup> vorkommen, die im Folgejahr zu dreizählig wirteliger Verzweigung führen.

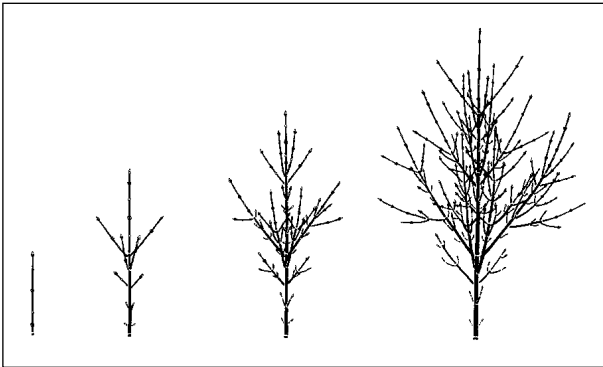
Die Triebbasisnarben sind bei beiden Ahornarten ohne Schwierigkeiten 15 bis 20 Jahre zurückzuverfolgen. Sowohl Berg- als auch Spitzahorn wachsen aufgrund der endständigen Blütenständen, an Seitenästen. Die vierjährige Verzweigungsentwicklung eines vitalen Ahorns zeigt Bild 25.

In der Explorationsphase (VS 0) besteht der Wipfelbereich aus einer Vielzahl auch seitlicher Langtriebe, es entsteht ein sehr harmonischer Kronenaufbau. Bei zurückgehenden Triebängen werden die seitlichen Triebzuwächse an den Hauptachsen deutlich reduziert, es kommt zur Ausbildung spießähnlicher Verzweigungsstrukturen in der Oberkrone (Degenerationsphase, VS 1). Schließlich geht der Terminaltrieb bei weiter abnehmender Vitalität selbst zur Kurztrieb Bildung über, es ent-

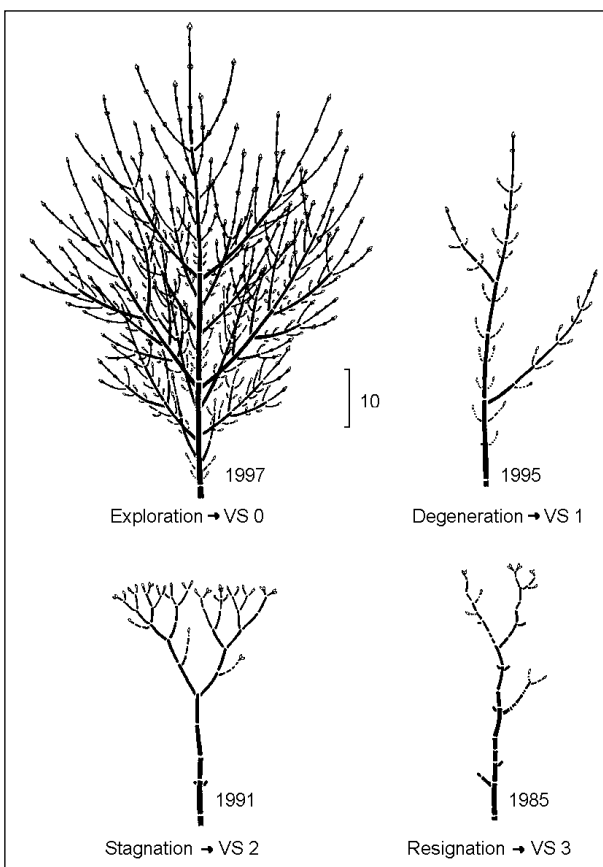
<sup>3</sup> dekussiert (lat.) kreuzweise gegenständig, d. h. sich kreuzweise abgestuft in Paaren gegenüberstehend

<sup>4</sup> Von einem Quirl oder auch Wirtel spricht man in der Botanik, wenn bei einer Pflanze zwei oder mehrere Blätter an einem Knoten stehen.





**Bild 25:** Vierjährige typische Verzweigungsentwicklung vitaler Ahornwipfel [6, 7]



**Bild 26:** Die vier Vitalitätsstufen bei Ahornen



**Bild 27:** Stark geschädigter Ahorn-Wipfeltrieb (VS 03)

wickeln sich pinselartige Strukturen. Die Krone ist aber insgesamt noch einigermaßen intakt und geschlossen. Bei längerem Anhalten der Stagnationsphase (VS 2) sterben zunehmend Terminaltriebe ab und der Wipfelbereich zerfällt (VS 3).

Die Reiterationsfreudigkeit beider Ahornarten ist sowohl im Wipfelbereich als auch in seitlichen Kronenbereichen bei frei stehenden Bäumen als gering zu bezeichnen. Lediglich bei absterbenden Bäumen kommt es vermehrt zum Austreiben schlafender Knospen [7].

### 3.3.3 Mittelwerte der Triebblängen

Beim Vergleich der Jahresmittelwerte des Zuwachses von Untersuchungs- und Referenzbäumen in der Zeit vor und nach der Baumaßnahme kann man sehen, dass sowohl die Linie der Referenzbäume als auch die der Untersuchungsbäume bei Ahornen nicht grundsätzlich dem gleichen Trend folgen, wie das bei den Eschen und Linden der Fall war. Während die R-Bäume in den Jahren 1993 und 1994 im Mittel im Zuwachs zulegen, sanken die Zuwächse der U-Bäume ab. Deutliche weitere Abstände zwischen den mittleren Zuwächsen von U- und R-Bäumen über die gesamte zweite Untersuchungsphase von 1996 bis 2000 zeigen die Bilder 28 und 29.

Ahorn kann auf sonnigen bis lichtschtigen Standorten gut gedeihen, liebt aber die Wärme [4]. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Ahorne der in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Allee zwischen Schwanebeck und Dippmannsdorf durchgängig annähernd gleiche Licht- und Temperaturbedingungen vorfinden. Die Referenzbäume auf der Westseite waren von der ersten Baumaßnahme im Jahr 1993 nicht betroffen, da in diesem Streckenabschnitt zunächst nur ein Fahrradweg auf der Ostseite gebaut wurde. Die Erneuerung der Fahrbahndecke mit teilweiser Verbreiterung wurde erst im Jahre 2000 zu einem Zeitpunkt durchgeführt, an dem sich die Untersuchungsbäume nach einem mehrjährigen Abschwung nunmehr in einer Aufschwungphase befanden, während die Referenzbäume ihren Abschwung beibehielten. Nach der Baumaßnahme 2000 fallen die Referenzbäume im mittleren Zuwachs unter die U-Bäume und dies bleibt so bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes. In den letzten beiden Jahren liegen beide nahezu gleichauf. In der Vegetationsperiode 2004 liegt der mittlere Zuwachs bei den U-Bäumen unter 2 cm. Dies war in den Jahren 1998 und 1999 auch

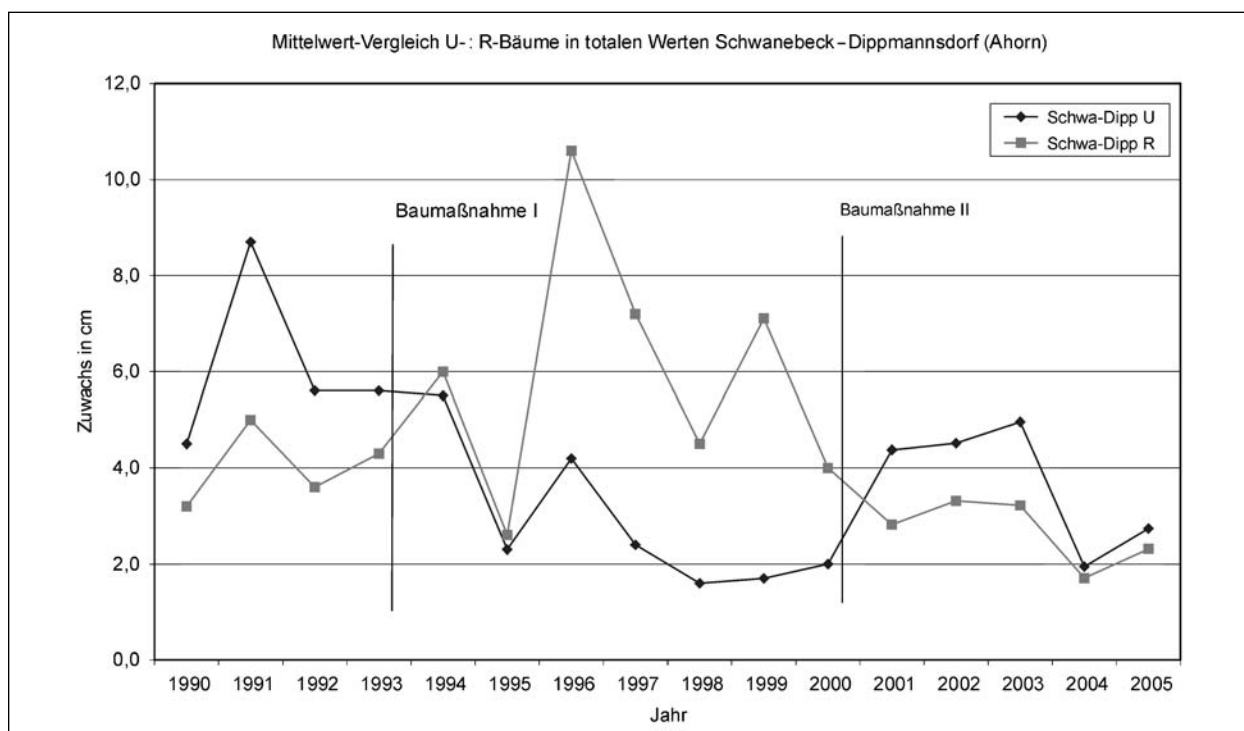


Bild 28: Vergleich der Mittelwerte von U- und R-Ahornen in realen Werten

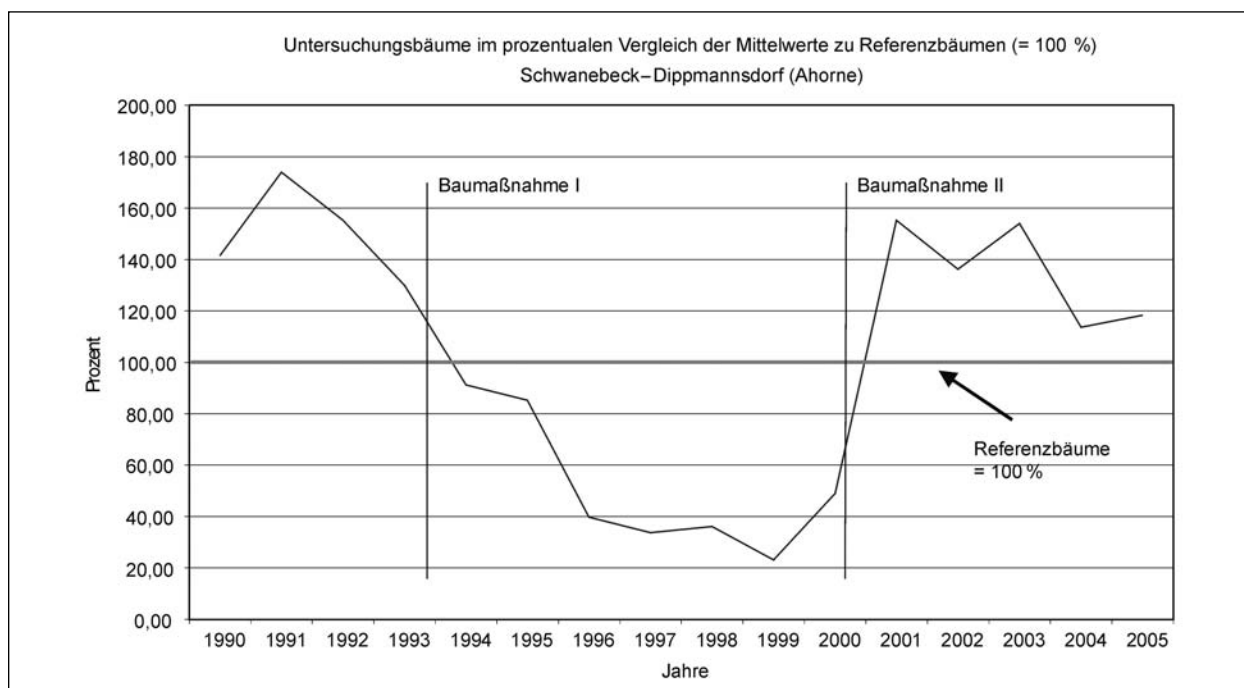


Bild 29: Prozentualer Vergleich der Mittelwerte von U- und R-Ahornen

der Fall. Die Referenzbäume sinken allerdings zum ersten Mal unter diese Marke. Im letzten Jahr ist eine leichte Erholung erkennbar.

Ein Grund, warum die Ahorne auf der Westseite denen auf der Ostseite in den drei Jahren vor der Baumaßnahme in der Zuwachsleistung überlegen

waren, lässt sich auf den ersten Blick nicht erkennen. Deutlich erkennbar ist aber, dass die mittleren Zuwächse der U-Bäume sowohl in realen Werten dargestellt (Bild 28) als auch in prozentualer Abweichung von den R-Bäumen (Bild 29) nach der Baumaßnahme bis zum Jahr 2000 deutlich hinter denen der R-Bäume zurückbleiben. Dies lässt die

Vermutung zu, dass zumindest die erste Baumaßnahme im Jahr 1993 hier einen negativen Einfluss auf die Vitalität der empfindlich reagierenden Ahorne auf der Ausbauseite hatte. Die zweite Baumaßnahme im Jahre 2000 trifft dann auch die Referenzbäume, und zwar gerade zu einem Zeitpunkt, an dem die Untersuchungsbäume einen leichten Aufschwung erleben. Zum Ende der Untersuchung fallen sowohl bei den Untersuchungs- als auch bei den Referenzbäumen die mittleren Zuwächse ab. Insgesamt weisen zum Ende der Untersuchung alle Bäume in etwa gleiche mittlere Zuwächse auf. Die Vitalität hat bei allen Bäumen im Laufe von 16 Jahren deutlich abgenommen. Die Untersuchungsbäume liegen allerdings am Ende noch geringfügig über den Referenzbäumen.

### 3.3.4 Häufigkeitsverteilung der Triebblängen

Auffällig ist, dass bei den U-Bäumen der langjährige Mittelwert aller vor der Baumaßnahme gemessenen Werte um etwa ein Drittel höher liegt als der Mittelwert aller Messwerte und doppelt so hoch wie der Mittelwert aller nach der Baumaßnahme gemessenen Werte. Bei den R-Bäumen liegt der Mittelwert aller vorher gemessenen Werte nur noch geringfügig über dem Gesamtmittelwert, aber immer noch ein Drittel höher als der Mittelwert der Messwerte nach der Baumaßnahme. Die mittlere Zuwachsleistung ist in diesem Streckenabschnitt nach der Baumaßnahme deutlich geringer geworden und beeinflusst den Gesamt-Mittelwert stark (Tabelle 13).

Diese extreme Schiefe der Verteilung im Abschnitt Schwanebeck–Dippmannsdorf ist sowohl bei Referenz- als auch bei Untersuchungsbäumen gleichermaßen auffällig. Betrachtet man die Verteilung bei

den Ahornen (Bilder 30 und 31), so ergibt sich kein gravierender Unterschied zwischen den Referenz- und Untersuchungsbäumen. Bei beiden tritt eine extrem schiefe Verteilung auf, deren Ursache hauptsächlich in den starken Zuwächsen einzelner Jahre – bei den U-Bäumen z. B. 1991 und bei den R-Bäumen z. B. 1997 – zu suchen ist (Bilder 28 und 29). Bei den Untersuchungsbäumen ist die schiefe Verteilung etwas deutlicher ausgeprägt.

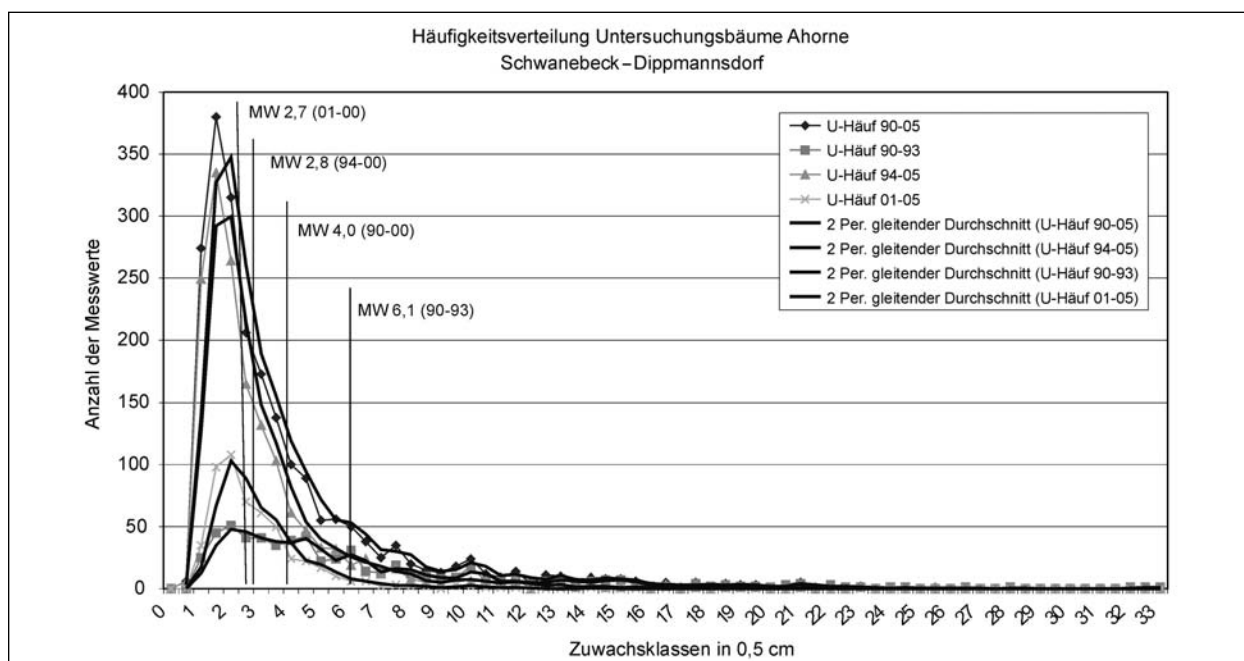
### 3.3.5 Visuelle Vitalitätseinschätzung

Die Schädigung der Ahorne ist im Vergleich zu den Eschen und Linden am weitesten fortgeschritten. Wurden 1993 bei Beginn der Baumaßnahme noch zehn Prozent aller Bäume im gesamten Alleeabschnitt nach der EU-Methode als vital eingestuft, so kamen die damaligen Schätzer bereits zwei Jahre später zu dem Ergebnis, dass nicht ein Baum mehr als vital bezeichnet werden konnte. Dieses Ergebnis wird nach der Schätzmethode von ROLOFF im Jahre 2000 auf der Basis der beprobten Bäume bestätigt. Rund zwei Drittel der Ahorne müssen in die Stagnationsphase (VS 2) eingestuft werden, was in etwa der Bezeichnung „stark geschädigt“ entspricht. Von diesen zwei Dritteln stark geschädigten Bäumen ist 2005 wiederum ein Drittel abgängig (Resignationsphase, VS 3).

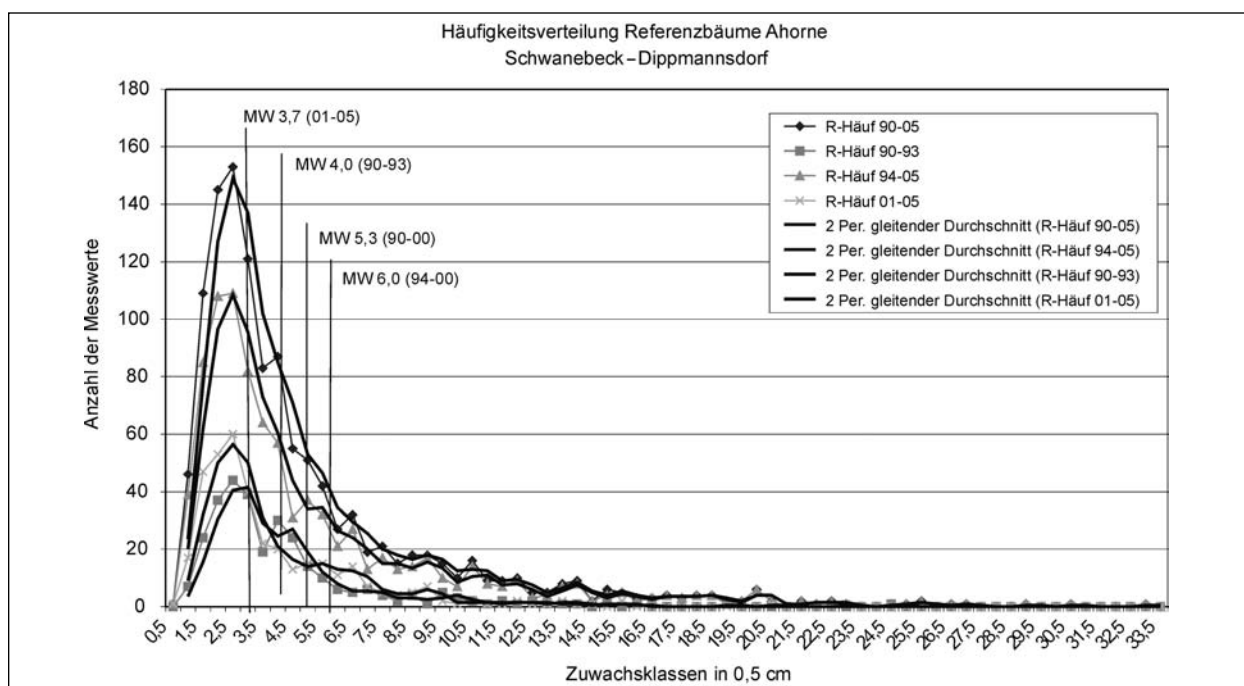
Bei der Einzelbaumbeurteilung der Ahorne finden sich fünf Übereinstimmungen zwischen WIRTZ und ROLOFF. Die Abweichung beträgt bei vier Bäumen eine ganze und bei 6 Bäumen eine halbe Vitalitätsstufe. Tendenziell wurden diese Bäume von WIRTZ zu positiv beurteilt (Tabelle 15). Wurde von den 5 Referenzbäumen im Jahre 2000 noch einer in die Explorationsphase, also Vitalitätsstufe null, eingestuft, so findet sich 2005 sowohl bei den Referenz-

Verteilung der Messwerte	unter MW		MW cm	über MW	
	Anzahl	%		Anzahl	%
U-Bäume von 1990-2005	1.592	73,3	3,7	580	26,7
R-Bäume von 1990-2005	878	73,2	4,8	322	26,8
U-Bäume von 1990-1993	399	66,5	6,1	201	33,5
R-Bäume von 1990-1993	200	66,7	4,0	100	33,3
U-Bäume von 1994-2000	752	71,6	2,8	298	28,4
R-Bäume von 1994-2000	352	67,0	6,0	173	33,0
U-Bäume von 1994-2005	1.446	91,8	2,8	129	8,2
R-Bäume von 1994-2005	666	74,0	5,1	234	26,0
U-Bäume von 2001-2005	501	95,4	2,7	24	4,6
R-Bäume von 2001-2005	314	83,7	3,7	61	16,3

Tab. 13: Verteilung der Messwerte über oder unter dem Mittelwert (Ahorne)



**Bild 30:** Häufigkeitsverteilung der Messwerte an R-Bäumen mit Trendlinie für den gleitenden Durchschnitt (Ahorne)



**Bild 31:** Häufigkeitsverteilung der Messwerte an U-Bäumen mit Trendlinie für den gleitenden Durchschnitt (Ahorne)

Schwanebeck–Dippmannsdorf (Ahorne)				
nach EU	vital	schwach g.	stark g.	abgängig
1993	10	50	30	10
1995		45	45	10
nach ROLOFF	Exploration	Degeneration	Stagnation	Resignation
2000	-	33,33	66,67	
ROLOFF pers.	Exploration	Degeneration	Stagnation	Resignation
2005		53	47	20

**Tab. 14:** Vitalitätsbewertung des gesamten Ahorn-Alleeabschnittes in Prozent

Baum-Nr.	MW alle 2000	WIRTZ 2000	WIRTZ 2005	ROLOFF 2005
U1	0,80	2	1,5	2
U2	1,45	2	1,5	2
U3	2,15	2	2,5	3
U4	1,75	1,5	3	3
U5	1,45	1	1,5	2
U6	1,75	2	3	2,5
U7	1,75	2	2,5	3,5
U8	1,95	2	2	2
U9	0,85	1	1	2
U10	0,90	1	1	2
R1	1,25	0	0,5	1,5
R2	1,50	1	1	1
R3	0,95	0,5	0,5	1
R4	1,55	1	1,5	1,5
R5	1,40	1	1,5	1,5

Tab. 15: Einzelbaumbewertung der Ahorne nach dem Vitalitätsstufenmodell von ROLOFF [6, 7, 8]

Alleeabschnitt	Bewertungsjahr	Mittlerer Totholzanteil in Prozent [1]	Gemittelte Dezimalwerte der Einzelbaumschätzung (alle Schätzer) [10]	Gemittelte Dezimalwerte der Einzelbaumschätzung ROLOFF [8]
		1995	2000	2005
Schwanebeck- Dippmannsdorf	R-Bäume	6,00	1,33	1,30
	U-Bäume	11,00	1,48	2,40

Tab. 16: Vergleichende Bewertung der beprobten Ahorne

Halbstufen	Anzahl		Vollstufen	Anzahl		Prozentanteil	
	U-Bäume	R-Bäume		U-Bäume	R-Bäume	U-Bäume	R-Bäume
0	-	-	-	-	-	-	-
0,5	-	-	-	-	-	-	-
1	0	2	1	-	5	-	40,0
1,5	0	3	-	-	-	-	60,0
2	6	-	2	7	-	60,0	-
2,5	1	-	-	-	-	10,0	-
3	3	-	3	3	-	30,0	-
Summe	10	5	-	10	5	100	100

Tab. 17: Einteilung aller beprobten Ahorne nach dem Vitalitätsstufenmodell in realen Werten und Prozentanteilen (Stand 2005)

bäumen als auch bei den zehn Untersuchungsbäumen kein Baum mehr, der als vital bezeichnet werden kann. Wurden 2000 von allen untersuchten Bäumen 7 als stark geschädigt (> Vitalitätsstufe 1) eingeschätzt, so sind es 2005 nur noch zwei, beides Referenzbäume. Alle anderen befinden sich bereits in der Stagnations- oder Resignationsphase (Tabelle 15).

Die U-Bäume sind von den Vitalitätseinbußen stärker betroffen als die R-Bäume. Im Jahr 1995 war der Totholzanteil in den Kronen der U-Bäume annähernd doppelt so hoch wie bei den Referenzbäumen. War der Unterschied bei der Kronenbild-

beurteilung im Jahre 2000 noch gering (wahrscheinlich durch zu positive Schätzungen), so wird er doch im Jahre 2005 sehr deutlich (Tabelle 16).

### 3.3.6 Stammumfangsmessungen

Alle Stämme zeigen Zuwachs (siehe Bild 32). Fünf von elf Bäumen (alles U-Bäume) bilden im dritten Untersuchungsintervall weniger Zuwachs als im zweiten. Die Messwerte der Messung aus dem Jahre 1995 sind auch bei den Ahornen mit hoher Ungenauigkeit behaftet, was man daran erkennen konnte, dass einige Messwerte aus 1995 höher

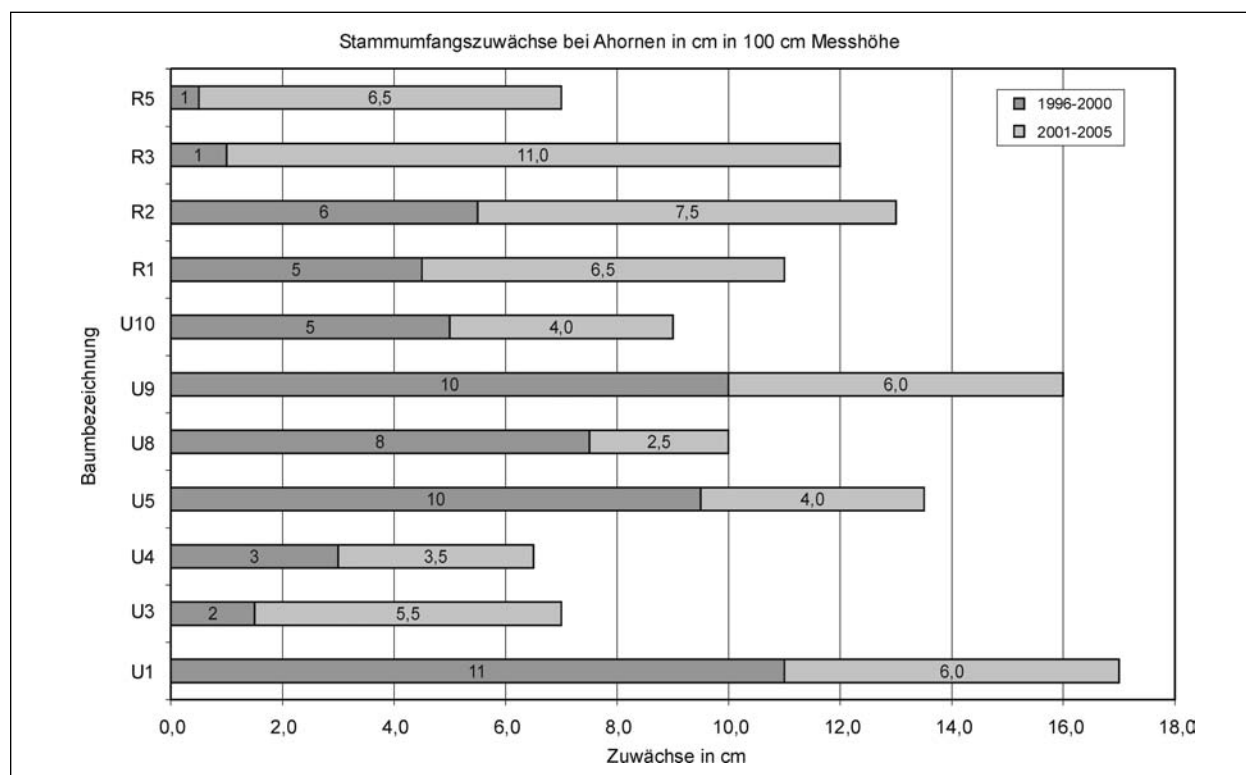


Bild 32: Stammumfangszuwächse bei Ahornen

Schwanebeck–Dickmannsdorf (Ahorne)											
Baumnr.	Stammumfänge in cm						Stammzuwächse in cm				
Jahr	1995	2000		2005		1995-2000	2001-2005	1995-2005	2001-2005		
Messhöhe	100 cm	100 cm	Korr. Höhe	200 cm	Korr. Höhe	100 cm	200 cm	100 cm	100 cm	100 cm	200 cm
U1	184,0	184,0		147,5		201,0	199,0	11,0	6,0	17,0	15,0
U3	135,0	125,5		186,0		142,0	131,0	1,5	5,5	7,0	5,5
U4	140,0	133,0		173,0		146,5	135,0	3,0	3,5	6,5	2,0
U5	170,0	175,0		216,0		183,5	176,0	9,5	4,0	13,5	1,0
U8	195,0	189,0		184,5		205,0	192,0	7,5	2,5	10,0	3,0
U9	160,0	154,0		149,0		176,0	158,0	10,0	6,0	16,0	4,0
U10	155,0	150,0		245,0		164,0	153,0	5,0	4,0	9,0	3,0
R1	135,0	129,5		158,5		146,0	135,0	4,5	6,5	11,0	5,5
R2	120,0	117,0		233,0		133,0	123,0	5,5	7,5	13,0	6,0
R3	150,0	147,0		166,0		162,0	157,0	1,0	11,0	12,0	10,0
R5	145,0	137,5		196,5		152,0	141,0	0,5	6,5	7,0	3,5

Tab. 18: Ergebnisse der Stammumfangmessungen bei Ahornen

waren als aus 2000. Diese Werte wurden aus der Bewertung entfernt.

### 3.3.7 Witterungsverlauf

Anders als bei den Linden und Eschen zeigen bei den Ahornen im Alleebereich Schwanebeck–

Dickmannsdorf die Untersuchungsbaume nach der Baumaßnahme eine Entwicklung, die in den ersten beiden Untersuchungsphasen nicht mehr zum Witterungsverlauf passt. Während die Referenzbaume tendenziell auf den Wechsel von warmen trockenen und kühleren feuchten Vegetationsperioden entsprechend reagieren, bauen die Untersuchungs-

bäume nach der Baumaßnahme im Jahr 1993 bis auf eine Ausnahme im Jahr 1996 tendenziell nur noch ab. Der Abwärtstrend setzt sich nach der zweiten Baumaßnahme mit noch niedrigeren Zuwachsraten fort, aber sowohl Untersuchungsbäume als auch Referenzbäume reagieren im letzten Drittel der Untersuchung (2001 bis 2005) im Zuwachsverhalten annähernd gleich und durchaus witterungskonform (siehe Bild 33).

Der relativ starke Anstieg (besonders der Referenzbäume) im Jahr 1996 ist auffällig und lässt sich wahrscheinlich durch den Witterungsverlauf erklären. Es war zwar insgesamt unterdurchschnittlich kühl und relativ trocken in dieser Vegetationsperiode, allerdings von Mai bis August gleichmäßig sehr sonnig, sodass insgesamt gute Photosyntheseleistungen erwartet werden konnten. Ein Jahr mit ähnlichen Bedingungen findet sich allerdings im Betrachtungszeitraum nicht, sodass ein direkter Vergleich nicht stattfinden kann. In den Jahren 2003 bis 2005 war das Frühjahr jeweils insgesamt sehr trocken, sodass der besonders zu Vegetationsbeginn hohe Feuchtigkeitsbedarf nicht in vollem Umfang gedeckt werden konnte. Der deutliche Abfall im Zuwachs gegen Ende des Untersuchungs-

zeitraumes erklärt sich hauptsächlich aus diesem Zusammenhang. Im Jahr 2005 können die Bäume durch den sehr feuchten Mai einiges aufholen.

Betrachtet man aber das Gesamtbild des Wachstumsverhaltens der Untersuchungsbäume vor dem Hintergrund der Wetterdaten, so kann hier ein fremder Einfluss nicht ausgeschlossen werden. Da dieser Einfluss sich offenbar ab 1994 negativ auf das Zuwachsverhalten der Bäume auswirkt, liegt es nahe, die Ursache in der ersten Baumaßnahme zu suchen. Nach der zweiten Baumaßnahme sinken die Zuwachswerte weiter ab und weisen über die letzten fünf Jahre bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes im jährlichen Mittel keine Spitzenwerte mehr auf. In den letzten drei Jahren verlaufen die Kurven annähernd parallel. Daraus kann man schließen, dass ein Einfluss gleichermaßen auf Referenz- wie Untersuchungsbäume stattfindet.

Offensichtlich waren vor der ersten Baumaßnahme im Jahr 1993 (Radweg auf der U-Seite) zunächst nur die U-Bäume negativ beeinflusst. Die Fahrbahnverbreiterung im Jahre 2000 trifft dann auch die Referenzbäume und gleicht diese den Untersuchungsbäumen an.

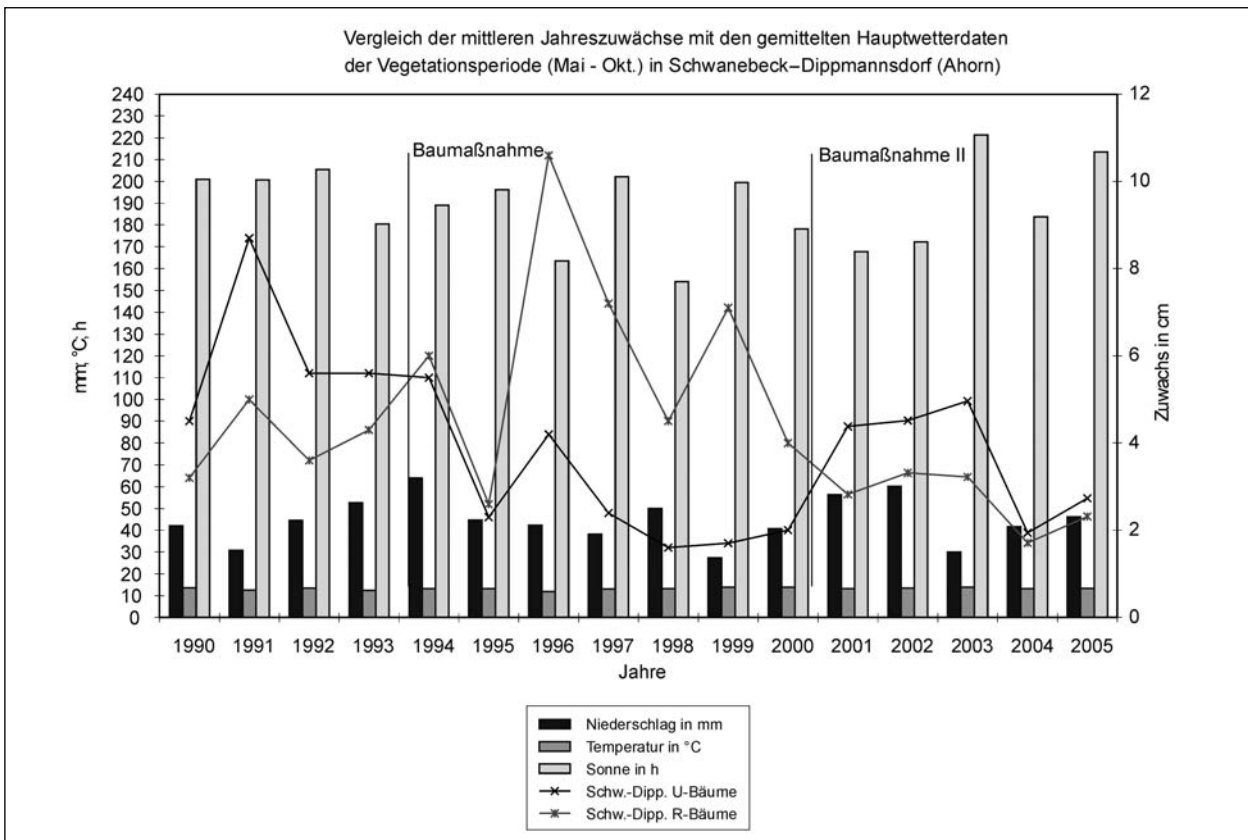


Bild 33: Wachstumsverlauf und Witterung bei Ahornen

## 4 Zusammenfassung, Schlussbewertung und Ausblick

Dieser Schlussbericht beschreibt eine zweistufige BAST-Untersuchung (zweites und drittes Untersuchungsintervall) an drei Alleeabschnitten im Bundesland Brandenburg, an denen in den Jahren 1992 bzw. 1993 Straßenbaumaßnahmen durchgeführt wurden.

Das Untersuchungskonzept baut auf den Ergebnissen und Erfahrungen einer Voruntersuchung, insbesondere des darin eingebundenen externen Forschungsauftrages 9.9210 (erstes Untersuchungsintervall), auf, die in den Jahren 1992 bis 1997 unter der Leitung der BAST-Außenstelle Berlin an denselben Alleeabschnitten durchgeführt wurde. Ausschlaggebend für die Weiterführung der Untersuchung war die Aussage, dass der Untersuchungszeitraum für gesicherte Erkenntnisse darüber, ob die Baumaßnahmen Einfluss auf die Vitalität der Alleebäume genommen hat, zu kurz war.

Für die Weiterführung der Beobachtungen wurde das Konzept der Voruntersuchung im Wesentlichen übernommen, aber in Teilen verändert und im Umfang reduziert. Die sehr aufwändige, aber im Ergebnis ineffiziente Videoerfassung wurde gestrichen, ebenfalls die Boden- und Wurzeluntersuchungen. Wiederholt wurden die Messungen der Wipfeltriebwachse, die visuellen Baumbeurteilungen und die Stammumfangmessungen. Dabei konzentrierten sich die Erwartungen zunächst in der Hauptsache auf brauchbare Ergebnisse aus der Auswertung der Wipfeltrieb-Messwerte, da dies die einzige Untersuchungskomponente war, die in der Voruntersuchung tendenzielle Veränderungen an den ausgewählten Alleebäumen vermuten ließ, die im Zusammenhang mit der Baumaßnahme stehen könnten.

Nach Auswertung der Jahrgänge 1996 bis 2005 liegen nunmehr Messwerte für einen Zeitraum von 16 Jahren vor, ein Zeitraum, der, gemessen an den langfristigen Reaktionszeiten von Bäumen, die nicht selten 15 bis 25 Jahre umfassen, immer noch vergleichsweise kurz ist, aber den Ergebnissen bereits ein höheres Maß an Sicherheit zuweist als denen der Voruntersuchung.

Zum heutigen Stand sind alle beprobten Bäume geschädigt. Dies zeigen vor allem die Ergebnisse der abschließenden visuellen Vitalitätsbeurteilung nach der Vegetationsperiode 2005, die nach dem heutigen Erkenntnisstand in ihrer Aussagefähigkeit höher bewertet wird als die Auswertung der Wipfeltriebwachse. Der Schädigungsgrad ist bei den Linden und Eschen annähernd gleich und bei den Ahornen am weitesten fortgeschritten. Dies gilt gleichermaßen für Referenz- wie für Untersuchungsbäume, wobei die Referenzbäume bei allen drei Baumarten in einem besseren Zustand sind als die Untersuchungsbäume. Die Schäden wurden zum größten Teil bereits bei Beginn der Voruntersuchung im Jahre 1992/3 vorgefunden.

Nach der optischen Vitalitätsbeurteilung zeigt ein Vergleich der Ergebnisse aus der Voruntersuchung mit denen dieser Studie, dass alle an der Untersuchung beteiligten Bäume in allen Alleeabschnitten am Ende des Untersuchungszeitraumes in einem deutlich schlechteren Zustand sind als zu Beginn. Dabei wiesen die Untersuchungsbäume im Schnitt durchgehend eine geringere Vitalität auf als die Referenzbäume. Sowohl U-Bäume als auch R-Bäume sind mit den Jahren immer stärker in ihrer Vitalität beeinträchtigt und die Differenzen zwischen der Vitalität von U-Bäumen und R-Bäumen werden mit den Jahren immer größer (siehe Tabelle 19 und Bilder 34 und 35).

Schätzung	MW der Einzelbaumbeurteilung			Differenz zwischen U- und R-Bäumen		
	[1] <sup>1</sup>	WIRTZ [10]	ROLOFF [8]	[1] <sup>1</sup>	WIRTZ [10]	ROLOFF [8]
Jahr	1995	2000	2005	1995	2000	2005
U-Eschen	0,60	1,45	1,75	0,10	0,35	0,15
R-Eschen	0,50	1,10	1,60			
U-Linden	1,00	1,19	1,85	0,20	0,29	0,65
R-Linden	0,80	0,90	1,20			
U-Ahorne	1,10	1,65	2,40	0,50	0,95	1,10
R-Ahorne	0,60	0,70	1,30			

<sup>1</sup> = analog Totholzanteil

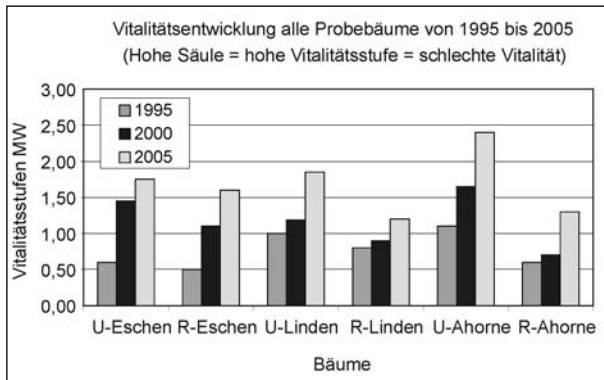
Tab. 19: Entwicklung der Vitalität von U- und R-Bäumen von 1995 bis 2005



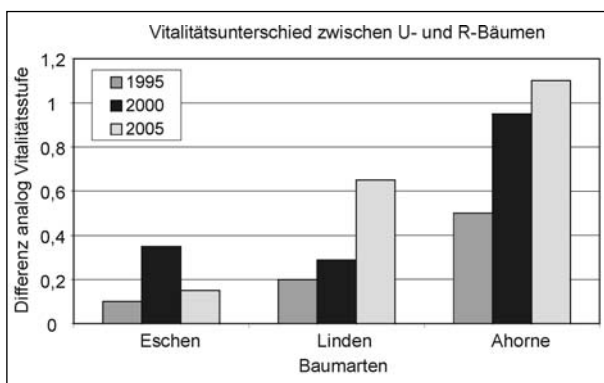
Der in Bild 35 im dritten Untersuchungsintervall kleinere Vitalitätsunterschied bei den Eschen als im davor liegenden mittleren Drittel ist nicht, wie man meinen könnte, darauf zurückzuführen, dass sich die U-Bäume etwas erholt hätten, sondern darauf, dass die R-Bäume ebenfalls stark abgebaut haben.

Am weitesten fortgeschritten ist die Vitalitätseinbuße bei den Ahornen an der B 102 zwischen Schwanebeck und Dippmannsdorf. Drei Untersuchungsbäume sind bereits derartig abgängig, dass ihre Krone aus Gründen der Verkehrssicherheit so drastisch eingekürzt werden musste, dass keine Wipfeltriebe mehr entnommen werden konnten. Sie werden in den nächsten Jahren vollständig aus der Reihe entfernt werden müssen. Der beobachtete Alleesabschnitt an dieser Bundesstraße hat den Abwärtstrend, der bereits bei der Beurteilung 2000 deutlich erkennbar war, im Laufe der letzten fünf Jahre kontinuierlich fortgesetzt und befindet sich nun in einem geradezu „jämmerlichen“ Zustand.

Die Auswertung der Messwerte aus der Wipfeltriebentnahme zeigte demgegenüber ein hiervon abwei-



**Bild 34:** Vitalitätsentwicklung der beprobten Bäume, dargestellt an mittleren Schätzwerten



**Bild 35:** Vitalitätsunterschiede zwischen U- und R-Bäumen, ausgehend von der Tatsache, dass alle U-Bäume schlechter sind als die R-Bäume

chendes Ergebnis. Eschen und Linden befinden sich demnach am Ende der Untersuchung in etwa in dem gleichen Zustand wie zu Beginn. Dazu muss gesagt werden, dass die Mittelwerte der Jahre 1990 und 2005 im Vergleich zu den dazwischen liegenden Jahren relativ niedrig sind. In der Zwischenzeit sind starke Schwankungen im jährlichen Mittelwert sowohl nach oben als auch nach unten zu beobachten. Bei den Ahornen bestätigt sich aber auch in dieser Untersuchungsvariante deutlich der bereits im Zwischenbericht 2000 dargestellte Trend. Die jährlichen Mittelwerte erreichen im letzten Drittel des Untersuchungszeitraumes und damit nach der zweiten Baumaßnahme im Jahr 2000 keine hohen Spitzenwerte mehr und die Referenzbäume liegen in ihrem mittleren Jahreszuwachs im Jahre 2005 0,4 cm unter dem Wert von 1990, die U-Bäume bilden sogar im Mittel 1,5 cm weniger Zuwachs als zu Beginn der Messung.

Inwieweit die Veränderungen an den Bäumen auf die Straßenbaumaßnahmen in den Jahren 1992 und 1993 zurückzuführen sind, kann auch am Ende der Untersuchung nicht mit hundertprozentiger Sicherheit gesagt werden. Die Beobachtung des Wachstumsverhaltens durch Auswertung der Wipfeltriebzüchse unter Einbeziehung der Witterungsverhältnisse zeigt, dass das Wetter als Einflussnehmender Faktor weitgehend auszuschließen ist. Mit einer einzigen Ausnahme – bei den Ahornen im zweiten Untersuchungsintervall von 1996 bis 2000 – verhalten sich alle Bäume in allen Abschnitten durchaus witterungskonform.

Die Linden zeigen sowohl vor als auch nach der Baumaßnahme ein gleichmäßiges Wachstumsverhalten bei den Referenzbäumen und den Untersuchungsbäumen. Hier kann ein Einfluss der Baumaßnahme weitgehend ausgeschlossen werden. Das Gleiche gilt wahrscheinlich für die Eschen, obwohl hier offensichtlich kurz vor Beginn der Baumaßnahme ein Einfluss stattgefunden hat, der neben den Witterungsverhältnissen für den geringen Zuwachs der Eschen in den Jahren 1993 und 1994 ursächlich oder zumindest teilweise ausschlaggebend ist. Es ist zu befürchten, dass die Vitalitätsverschlechterung, die durch die optische Beurteilung klar festgestellt wird, bei der Auswertung der Wipfeltriebzüchse nicht erkennbar wird, weil hier der Mittelwert von Lineartrieben positiv beeinflusst wird. Es muss aber berücksichtigt werden, dass der Baum bei abnehmender Vitalität zunächst sein Verzweigungsmuster aufgibt und dann erst kürzere Triebblängen ausbildet. Bei der Vermessung

der entnommenen Zweige wurden 2005 deutlich mehr Lineartriebe bemerkt als noch 2000. Im Bericht zur Voruntersuchung wird dieses Phänomen noch nicht erwähnt.

Im Streckenabschnitt Schwanebeck–Dippmannsdorf muss ein Einfluss der beiden Baumaßnahmen auf das Wachstumsverhalten der Ahorne nach vernünftigen Gesichtspunkten angenommen werden. Sowohl die Auswertung der Wipfeltriebmessungen als auch der Vergleich des Wachstumsverhaltens mit den Witterungsbedingungen und – vor allem – die optische Kronenbildbeurteilung lassen diese Vermutung zu. Besonders auffällig ist das starke Abweichen der Untersuchungs bäume von den Referenzbäumen während des mittleren Untersuchungsintervalls (1996 bis 2000). Hinzukommt der bereits erwähnte schlechte allgemeine Gesundheitszustand der Ahorne in diesem Alleebereich. Ein weiterer Grund für diese Vermutung ist der in der Voruntersuchung beklagte und dokumentierte drastische Wurzelabriss auf der Ausbauseite (Radweg), der wahrscheinlich für das zunächst starke Abweichen der Untersuchungs bäume von den Referenzbäumen ursächlich ist. Von der Baumaßnahme 2000 waren dann auch die Referenzbäume betroffen, sodass sich die Vitalität von U- und R-Bäumen einander anglich.

Neben den fehlerhaft und unsachgemäß durchgeführten Grabungen während der Baumaßnahme können aber auch andere, nicht näher qualifizierbare und quantifizierbare Einflüsse auf die Baumvitalität nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt im Wesentlichen für alle drei Alleeabschnitte, besonders aber für den Abschnitt an der B 102. Zunächst muss einmal klargestellt werden, dass Straßenbäume gegenüber Waldbestandsbäumen oder solitär stehenden Wiesenbäumen einen ohnehin suboptimalen Standort haben. Sie sind durch den Verkehr und den Straßenbetriebsdienst einem Stress ausgesetzt, der ihre Lebensdauer gegenüber „normalen“ Bäumen deutlich einschränkt. Die Bäume – besonders die Ahorne – in dieser Untersuchung befinden sich de facto bereits im Greisenalter. Des weiteren deckt der Untersuchungszeitraum annähernd den gleichen Zeitraum ab, der seit der Wiedervereinigung verstrichen ist. Seit Anfang der 90er sind die Allee bäume fast überall in den neuen Bundesländern einem größeren Stress ausgesetzt als vorher. Das Verkehrsaufkommen (und hier besonders der Schwerverkehr), der Einsatz von Tausalzen im Winterdienst, Anfahrschäden, Bodenverdichtungen sind – besonders auf Bundesstraßen und damit bei

den Ahornen zwischen Schwanebeck und Dippmannsdorf – überproportional angestiegen.

Obwohl auch ein Untersuchungszeitraum von nunmehr 16 Jahren für die sichtbare Reaktion eines Baumes auf Standortverschlechterungen noch relativ kurz ist, ist es vertretbar, das Projekt mit der Abfassung dieses Schlussberichtes abzuschließen. Die Deutlichkeit der schon im Jahre 2000 sichtbaren Tendenzen und Trends hat sich weiter gesteigert und die im Zwischenbericht noch mit allem gebotenen Vorbehalt beschriebenen und interpretierten Ergebnisse haben sich weitgehend bestätigt. Nach menschlichem Ermessen kann nicht erwartet werden, dass die Vitalität der Bäume an den ausgewählten Alleeabschnitten sich in Zukunft verbessern wird.

Aus den Stammumfangsmessungen lassen sich für die Aufgabenstellung dieser Untersuchung keine Erkenntnisse gewinnen. Alle Bäume haben erwartungsgemäß Zuwachs gebildet. Aufgrund der letzten drei relativ trockenen Vegetationsperioden haben die Bäume tendenziell im dritten Untersuchungsintervall weniger Zuwachs gebildet als im zweiten.

Eine zusätzliche Jahresringanalyse durch den Einsatz eines Kernbohrgerätes wird nicht empfohlen. Ein Zugewinn an Sicherheit bei den gewonnenen Erkenntnissen ist dadurch nicht zu erwarten. Es wird aber vorgeschlagen, die drei Alleeabschnitte auch in Zukunft weiter zu beobachten. So wäre es beispielsweise angeraten, mit den zuständigen Straßenmeistereien in Kontakt zu bleiben, sodass bei etwaigen Fällungen Holzproben in Form von Bohrkernen oder Baumscheiben entnommen und beurteilt werden können. Auch die optische Kronenbildbeurteilung – ein wenig aufwändiges, aber effizientes Verfahren – sollte mindestens noch einmal in den Jahren 2010 und 2015 an den ausgewählten Untersuchungs- und Referenzbäumen wiederholt werden.

## 5 Literatur

- [1] AHNER, W., BREHM, J.: Videotechnische Erfassung des Zustandes von Alleebäumen zur Überprüfung der Auswirkungen von Straßenbaumaßnahmen. Abschlussbericht des Forschungsprojektes der Bundesanstalt für Straßenwesen, FP 9.9210, 1996
- [2] Brandenburgisches Straßenbauamt Potsdam: Baubeschreibung Flecken-Zechlin-Lutterow, 1993
- [3] Brandenburgisches Straßenbauamt Potsdam: Baubeschreibung Schwanebeck-Dippmannsdorf, 2000
- [4] KIERMEIER, P.: Die Lebensbereiche der Gehölze, 1996
- [5] LOH, S.: Zustandserfassung von Baumalleen, Abschlussbericht des BAST-Projektes AP-Nr. 91 717, 1997
- [6] ROLOFF, A.: Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten, 1989
- [7] ROLOFF, A.: Baumkronen, 2001
- [8] ROLOFF, A.: Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2005
- [9] SACHS, L.: Angewandte Statistik, 1992
- [10] WIRTZ, H.: Zustandserfassung von Alleebäumen nach Baumaßnahmen, Zwischenbericht, Bundesanstalt für Straßenwesen, 2002

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Verkehrstechnik“

## 2002

V 88: Tägliches Fernpendeln und sekundär induzierter Verkehr  
Vogt, Lenz, Kalter, Dobeschinsky, Breuer € 17,50

V 89: Verkehrsqualität auf Busspuren bei Mitnutzung durch andere Verkehre  
Baier, Kathmann, Schuckließ, Trapp, Baier, Schäfer € 13,50

V 90: Anprallversuche mit Motorrädern an passiven Schutzeinrichtungen  
Bürkle, Berg € 16,50

V 91: Auswirkungen der Umnutzung von BAB-Standstreifen  
Mattheis € 15,50

V 92: Nahverkehrsbevorrechtigung an Lichtsignalanlagen unter besonderer Berücksichtigung des nichtmotorisierten Verkehrs  
Friedrich, Fischer € 14,00

V 93: Nothaltemöglichkeiten an stark belasteten Bundesfernstraßen  
Brilon, Bäumer € 17,00

V 94: Freigabe von Seitenstreifen an Bundesautobahnen  
Lemke, Moritz € 17,00

V 95: Führung des ÖPNV in kleinen Kreisverkehren  
Topp, Lagemann, Derstroff, Klink, Lentze, Lübke, Ohlschmid, Pires-Pinto, Thömmes € 14,00

V 96: Mittellage-Haltestellen mit Fahrbahnanhebung  
Angenendt, Bräuer, Klöckner, Cossé, Roeterink, Sprung, Wilken € 16,00

V 97: Linksparken in städtischen Straßen  
Topp, Riel, Albert, Bugiel, Elgun, Roßmark, Stahl € 13,50

V 98: Sicherheitsaudit für Straßen (SAS) in Deutschland  
Baier, Bark, Brühning, Krumm, Meewes, Nikolaus, Räder-Großmann, Rohloff, Schweinhuber € 15,00

V 99: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2000 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen  
Laffont, Nierhoff, Schmidt € 21,00

## 2003

V 100: Verkehrsqualität unterschiedlicher Verkehrsteilnehmerarten an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage  
Brilon, Miltner € 17,00

V 101: Straßenverkehrszählung 2000 – Ergebnisse  
Lensing € 13,50

V 102: Vernetzung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen  
Kniß € 12,50

V 103: Bemessung von Radverkehrsanlagen unter verkehrstechnischen Gesichtspunkten  
Falkenberg, Blase, Bonfranchi, Cossé, Draeger, Kautzsch, Stapf, Zimmermann € 11,00

V 104: Standortentwicklung an Verkehrsknotenpunkten – Randbedingungen und Wirkungen  
Beckmann, Wulfhorst, Eckers, Klönne, Wehmeier, Baier, Peter, Warnecke € 17,00

V 105: Sicherheitsaudits für Straßen international  
Brühning, Löhe € 12,00

V 106: Eignung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen gemäß den Anforderungen nach DIN EN 1317

Ellmers, Balzer-Hebborn, Fleisch, Friedrich, Keppler, Lukas, Schulte, Seliger € 15,50

V 107: Auswirkungen von Standstreifenumnutzungen auf den Straßenbetriebsdienst  
Moritz, Wirtz € 12,50

V 108: Verkehrsqualität auf Streckenabschnitten von Hauptverkehrsstraßen  
Baier, Kathmann, Baier, Schäfer € 14,00

V 109: Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf auf b2+1-Strecken mit allgemeinem Verkehr  
Weber, Löhe € 13,00

## 2004

V 110: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2001 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen  
Laffont, Nierhoff, Schmidt, Kathmann € 22,00

V 113: Car-Sharing in kleinen und mittleren Gemeinden  
Schweig, Keuchel, Kleine-Wiskott, Hermes, van Acken € 15,00

V 114: Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Weiterentwicklung von Car-Sharing  
Loose, Mohr, Nobis, Holm, Bake € 20,00

V 115: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2002 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen  
Kathmann, Laffont, Nierhoff € 24,50

V 116: Standardisierung der Schnittstellen von Lichtsignalanlagen – Zentralrechner/Knotenpunktgerät und Zentralrechner/Ingenieurarbeitsplatz  
Kroen, Klod, Sorgenfrei € 15,00

V 117: Standorte für Grünbrücken – Ermittlung konfliktreicher Streckenabschnitte gegenüber großräumigen Wanderungen jagdbarerer Säugetiere  
Surkus, Tegethof € 13,50

V 118: Einsatz neuer Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer  
Steinauer, Maier, Kemper, Baur, Meyer € 14,50

## 2005

V 111: Autobahnverzeichnis 2004  
Kühnen € 21,50

V 119: Alternative Methoden zur Überwachung der Parkdauer sowie zur Zahlung der Parkgebühren  
Boltze, Schäfer, Wohlfarth € 17,00

V 120: Fahrleistungserhebung 2002 – Inländerfahrleistung  
Hautzinger, Stock, Mayer, Schmidt, Heidemann € 17,50

V 121: Fahrleistungserhebung 2002 – Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko  
Hautzinger, Stock, Schmidt € 12,50

V 122: Untersuchungen zu Fremdstoffbelastungen im Straßenseitenraum  
Beer, Herpetz, Moritz, Peters, Saltzmann-Koschke, Tegethof, Wirtz € 18,50

V 123: Straßenverkehrszählung 2000: Methodik  
Lensing € 15,50

V 124: Verbesserung der Radverkehrsführung an Knoten  
Angenendt, Blase, Klöckner, Bonfranchi-Simović, Bozkurt, Buchmann, Roeterink € 15,50

V 125: PM<sub>10</sub>-Emissionen an Außerordnungsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen aus Messungen an der A1 Hamburg und Ausbreitungsberechnungen  
Düring, Böisinger, Lohmeyer € 17,00

- V 126: Anwendung von Sicherheitsaudits an Stadtstraßen  
Baier, Heidemann, Klemps, Schäfer, Schuckließ € 16,50
- V 127: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2003  
Fitschen, Koßmann € 24,50
- V 128: Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen – Sicherheitsüberprüfung vorhandener Lichtsignalanlagen und Anpassung der Steuerung an die heutige Verkehrssituation  
Boltze, Reusswig € 17,00
- V 129: Modell zur Glättewarnung im Straßenwinterdienst  
Badelt, Breitenstein € 13,50
- V 130: Fortschreibung der Emissionsdatenmatrix des MLuS 02  
Steven € 12,00
- V 131: Ausbaustandard und Überholverhalten auf 2+1-Strecken  
Friedrich, Dammann, Irzik € 14,50
- V 132: Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme  
Boltze, Breser € 15,50

## 2006

- V 133: Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offener Straßenbeläge  
Hübelt, Schmid € 17,50
- V 134: Qualifizierung von Auditoren für das Sicherheitsaudit für Innerortsstraßen  
Gerlach, Kesting, Lippert € 15,50
- V 135: Optimierung des Winterdienstes auf hoch belasteten Autobahnen  
Cypra, Roos, Zimmermann € 17,00
- V 136: Erhebung der individuellen Routenwahl zur Weiterentwicklung von Umlegungsmodellen  
Wermuth, Sommer, Wulff € 15,00
- V 137: PM<sub>x</sub>-Belastungen an BAB  
Baum, Hasskelo, Becker, Weidner € 14,00
- V 138: Kontinuierliche Stickoxid (NO<sub>x</sub>)- und Ozon (O<sub>3</sub>)-Messwertaufnahme an zwei BAB mit unterschiedlichen Verkehrsparametern 2004  
Baum, Hasskelo, Becker, Weidner € 14,50
- V 139: Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen  
Wirtz, Moritz, Thesenvitz € 14,00
- V 140: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2004 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen  
Fitschen, Koßmann € 15,50
- V 141: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2003  
Lensing € 15,00
- V 142: Sicherheitsbewertung von Maßnahmen zur Trennung des Gegenverkehrs in Arbeitsstellen  
Fischer, Brannolte € 17,50
- V 143: Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen  
Roos, Hess, Norkauer, Zimmermann, Zackor, Otto € 17,50
- V 144: Umsetzung der Neuerungen der StVO in die straßenverkehrsrechtliche und straßenbauliche Praxis  
Baier, Peter-Dosch, Schäfer, Schiffer € 17,50
- V 145: Aktuelle Praxis der Parkraumbewirtschaftung in Deutschland  
Baier, Klemps, Peter-Dosch € 15,50
- V 146: Prüfung von Sensoren für Glättemeldeanlagen  
Badelt, Breitenstein, Fleisch, Häusler, Scheurl, Wendl € 18,50
- V 147: Luftschadstoffe an BAB 2005  
Baum, Hasskelo, Becker, Weidner € 14,00
- V 148: Berücksichtigung psychologischer Aspekte beim Entwurf von Landstraßen – Grundlagenstudie –  
Becher, Baier, Steinauer, Scheuchenpflug, Krüger € 16,50
- V 149: Analyse und Bewertung neuer Forschungserkenntnisse zur Lichtsignalsteuerung  
Boltze, Friedrich, Jentsch, Kittler, Lehnhoff, Reusswig € 18,50
- V 150: Energetische Verwertung von Grünabfällen aus dem Straßenbetriebsdienst  
Rommeiß, Thrän, Schlägl, Daniel, Scholwin € 18,00

## 2007

- V 151: Städtischer Liefer- und Ladeverkehr – Analyse der kommunalen Praktiken zur Entwicklung eines Instrumentariums für die StVO  
Böhl, Mause, Kloppe, Brückner € 16,50
- V 152: Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer  
Gerlach, Oderwald € 15,50
- V 153: Standstreifenfreigabe – Sicherheitswirkung von Umnutzungsmaßnahmen  
Lemke € 13,50
- V 154: Autobahnverzeichnis 2006  
Kühnen € 22,00
- V 155: Umsetzung der Europäischen Umgebungslärmrichtlinie in Deutsches Recht  
Bartolomaeus € 12,50
- V 156: Optimierung der Anfeuchtung von Tausalzen  
Badelt, Seliger, Moritz, Scheurl, Häusler € 13,00
- V 157: Prüfung von Fahrzeugrückhaltesystemen an Straßen durch Anprallversuche gemäß DIN EN 1317  
Klößner, Fleisch, Balzer-Hebborn € 14,50
- V 158: Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen  
Wirtz € 13,50

---

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10  
D-27511 Bremerhaven  
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.