



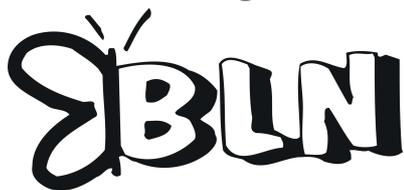
Endbericht zum Projekt

„Baumvitalität im Berliner Tiergarten in Zusammenhang mit den Baumaßnahmen im zentralen Bereich – Untersuchungen 1994-2008 (PROTIGA-Projekt)“



Nicolas A. Klöhn
und
Dr. Angela von Lührte

im Auftrag der



Berliner Landesarbeitsgemeinschaft
Naturschutz e.V. (BLN)

Endbericht zum Projekt
„Baumvitalität im Berliner Tiergarten in Zusammenhang
mit den Baumaßnahmen im zentralen Bereich –
Untersuchungen 1994-2008 (PROTIGA-Projekt)“

Dezember 2009



Nicolas A. Klöhn

Sachverständigenbüro für Bäume

Von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Bruchverhalten, Verkehrssicherheit
und Vitalität von Bäumen sowie für holzzersetzende Pilze in Bäumen

Dahlmannstraße 2, 10629 Berlin-Charlottenburg

info@baumdiagnostik.de

www.baumdiagnostik.de

Dr. Angela von Lührte

Stadt Wald Fluss

Büro für Landschaftsplanung
und Ökologische Gutachten

Schlossstraße 22, 14059 Berlin-Charlottenburg

von.luehrte@t-online.de

im Auftrag der



Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz e.V. (BLN)

gefördert durch:



stiftung
naturschutz
berlin

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung (Anlass und Ziel des Gutachtens)	1
2.	Bisherige Untersuchungen im Rahmen des PROTIGA-Projektes 1994-2005	5
2.1	„Photographische Dokumentation zur Kronenvitalität“ (1994)	5
2.2	„Baumvitalität, Wasserstatus und Altlastenproblematik“ (1995)	6
2.3	„Baumvitalität im Berliner Tiergarten während der Großbaumaßnahmen“ (1997)	7
2.4	„Baumvitalität im Berliner Tiergarten“ (1998).....	7
2.5	Kronenvitalität im Tiergarten (1999-2005)	8
2.6	Die bis 2005 untersuchten Baum-Standorte.....	8
3.	Zusammenstellung von Daten zu den wichtiger Einflussfaktoren im Untersuchungszeitraum	13
3.1	Klimadaten Berlin	13
3.2	Grundwasser	17
3.2.1	Langjährige Grundwasserganglinien der Senatsverwaltung	18
3.2.2	Grundwasserstandsveränderungen im Zuge der Baumaßnahmen (Baulog-Daten)	19
3.2.2.1	Planungen	19
3.2.2.2	Grundwassermonitoring der Baumaßnahmen.....	22
3.2.2.3	Die Baulog-Berichte 1995-2004	22
3.2.2.4	Verlauf der Grundwasserganglinien während der Bauzeit	26
3.3	Luftqualität	29
4.	Ergänzende Untersuchungen zur Baumvitalität 2007/2008 und beispielhafte Auswertung ausgewählter Probebäume	31
4.1	Auswahl der Probebäume	31
4.2	Auswertungsmethoden.....	35
4.2.1	Fotodokumentation der Baumvitalität	35
4.2.1.1	Standorte und Ausschnitte	35
4.2.1.2	Eingesetztes Filmmaterial	35
4.2.1.3	Eingesetzte Fototechnik	36
4.2.2	Bewertungskriterien für die Baumvitalität anhand von Fotos.....	36
4.2.3	Jahrringanalyse der Probebäume.....	38
5.	Ergebnisse der Untersuchungen an ausgewählten Probebäumen	39
5.1	Kronenvitalität.....	39
5.1.1	Kronenvitalität der Einzelbäume im Jahre 2008	39
5.1.2	Kronenvitalitätsbeurteilung 1994-2008	45
5.2	Zuwachsverlauf	46
5.2.1	Zuwachsverlauf der Einzelbäume.....	46
5.2.2	Zuwachsverlauf der Baumarten-Mittelkurven	48
5.3	Vergleichende Darstellung der Kronenvitalität und des Zuwachsverhaltens.....	49
5.4	Zur Einschätzung der Grundwasserabhängigkeit der untersuchten Bäume	59
5.5	Einschätzung der Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Baumvitalität	60
6.	Darstellung der Übertragbarkeit der Ergebnisse und Empfehlungen für zukünftige Projekte	64
6.1	Übertragbarkeit der Ergebnisse.....	64
6.2	Empfehlungen für zukünftige Erfassungen.....	64
6.3	Empfehlungen für die Gehölzartenauswahl bei Neupflanzungen.....	65
7.	Literatur	66

Tabellen

Tab. 1:	Übersicht der von 1994-bis 2008 untersuchten Baum-Standorte im Großen Tiergarten.....	9
Tab. 2:	Temperatur- und Niederschlagscharakteristika der Jahre 1994-2007 Berlin-Dahlem	13
Tab. 3:	Charakteristika der 2007 und 2008 untersuchten Bäume	32
Tab. 4:	Kronenvitalität ausgewählter Bäume im großen Tiergarten von 1994-2008.	45

Abbildungen

Abb. 1:	Tiergartentunnel und östlicher Tiergarten im August 2008.....	1
Abb. 2:	Blick über den östlichen Tiergarten zum Potsdamer Platz im Juni 2005.....	3
Abb. 3:	Standorte der von 1994-2008 im Tiergarten begutachteten Bäume.	12
Abb. 4:	Verlauf der Jahresniederschlagssummen und der Jahresdurchschnittstemperatur von 1990-2007 zusammen mit den langjährigen Mittelwerten von 1969-1990 Berlin Dahlem	14
Abb. 5:	Monatstemperaturen und Monatsniederschlagssummen Berlin-Dahlem 1994-2007 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten	15
Abb. 6:	Winterkälte und Sommertrockenheit 1994-2007 dargestellt anhand der Abweichung der Winterkältesummen bzw. des Dürreindex (N/T Mai-Juli) vom jeweiligen langjährigen Mittelwert, Station Berlin-Dahlem.....	16
Abb. 7:	Flurabstand des Grundwassers 2006 im Bereich des Großen Tiergartens (Ausgabe 2008) aus Umweltatlas	17
Abb. 8:	Verlauf der Grundwasserflurstände der Messstelle 554 (Großer Stern) und 556 (Kleiner Stern) im Großen Tiergartens von 1900-2008.....	18
Abb. 9:	Verlauf der monatlichen Grundwasserflurabstände an den Messstellen 554 (Großer Stern) und 556 (Kleiner Stern) im Großen Tiergartens von 1980-2008	19
Abb. 10:	Geplante Bauvorhaben am Potsdamer/Leipziger Platz in Berlin (aus: BÖHME 1994).	21
Abb. 11:	Monatliche Grundwasserstände einiger langjähriger Grundwassermessstellen im Großen Tiergarten von Januar 1980 bis Januar 1999.....	26
Abb. 12:	Monatliche Grundwasserstände einiger nur kurzzeitig betriebener Grundwassermessstellen im Großen Tiergarten von Januar 1995 bis Dezember 2003.....	27
Abb. 13:	Ozon an Sommertagen 1989 – 2006 Berlin.	29
Abb. 14:	Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid 1987- 2008 Berlin.	30
Abb. 15:	Jahresmittelwerte Schwefeldioxid 1987-2008 Berlin.	30
Abb. 16:	Standorte der 2007/2008 untersuchten Bäume im Tiergarten.	33
Abb. 17ab	Fotovergleich vom Dach des Kunstgewerbemuseum aufgenommen 1995 und 2008	34
Abb. 18:	Vitalitätsstufen - Übersicht nach ROLOFF (1998).....	37
Abb. 19ab:	Spitz-Ahorn 1Ba und Stiel-Eichen 1Bk 2008 (Fotos N.A, Klöhn)	39
Abb. 20a/b:	Buche 1Bg 2007 links und Spitz-Ahorn 4a 2008 (Fotos N.A, Klöhn)	40
Abb. 21a/b:	Berg-Ahorn 5b 2008 links und Stiel-Eiche 5e 2008 (Fotos N.A, Klöhn).	41
Abb. 22a/b:	Buchen 5h 2008 links und Stiel-Eiche 7c 2007 (Fotos N.A, Klöhn).....	42
Abb. 23a/b:	Stiel-Eiche 8a 2007 links und Stiel-Eiche 9a 2008 (Fotos N.A, Klöhn).	43
Abb. 24a/b:	Trauben-Eiche 10a 2007 links und Buche 10g 2008 (Fotos N.A, Klöhn).....	44
Abb. 25:	Summen der positiven bzw. negativen Veränderungen der Schadstufen aller ausgewählten Bäume gegenüber dem Vorjahreswert von 1995-2008.	46
Abb. 26:	Jahringkurven der 2007 untersuchten 4 Nachkriegs-Eichen im Tiergarten von 1970 bis 2007 (Größenachse logarithmisch).....	47
Abb. 27:	Jahringkurven der 2007 untersuchten 3 Nachkriegs-Buchen im Tiergarten von 1970 bis 2007 (Größenachse logarithmisch).....	47

Baumvitalität im Berliner Tiergarten – Untersuchungen 1994-2008

Abb. 28:	Jahringkurven der 2007 untersuchten Nachkriegs-Ahorne im Tiergarten von 1970 bis 2007 (Größenachse logarithmisch)	48
Abb. 29:	Jahring-Mittelkurven der 2007 untersuchten Nachkriegs-Eichen, -Buchen und -Ahorne und der zwei Alteichen sowie der Mittelkurve von 5 Alteichen vom Kurfürstenplatz	49
Abb. 30:	Vergleich der Jahringbreiten (linke Achse in mm) und der Kronenvitalitäts-Stufe nach ROLOFF (rechte Größenachse umgekehrt = Schadstufe) für die Stiel-Eiche am Standort 1Bk von 1994-2008	50
Abb. 31:	Fotoserie Kronenfotos Eiche 1Bk rechts von 1994-2008 (Fotos N. A. Klöhn)	51/52
Abb. 32:	Vergleich der Jahringbreiten (linke Achse in mm) und der Kronenvitalitäts-Stufe nach ROLOFF (rechte Größenachse umgekehrt = Schadstufe) für den Berg-Ahorn am Standort 5b von 1994-2008	53
Abb. 33:	Fotoserie Kronenfotos Ahorn 5b von 1994-2008 (Fotos N. A. Klöhn)	54/55
Abb. 34:	Vergleich der Jahringbreiten (linke Achse in mm) und der Kronenvitalitäts-Stufe nach Roloff (rechte Größenachse umgekehrt = Schadstufe) für die Buche am Standort 10g von 1994-2008	56
Abb. 35:	Fotoserie Kronenfotos Buche 10g von 1994-2008 (Fotos N. A. Klöhn)	57/58
Abb. 36:	Vergleich von A) Sommer-Niederschlagssummen und Sommer-Mitteltemperatur (Mai-Juli) Berlin-Dahlem, B) Grundwasserständen verschiedener Messstellen im Tiergarten, C) Veränderung der Kronenvitalität gegenüber dem Vorjahr (auf summiert dargestellt) der 14 bis 2008 erfassten Bäume und D) Jahring-Mittelkurven der 12 beprobten Bäume, gruppiert nach Standorten	61

1. Einleitung – Anlass und Ziele des Gutachtens

Der ca. 200 ha große Tiergarten ist als Gartendenkmal und größte innerstädtische Grünanlage von enormer Bedeutung für die Erholungsnutzung, den Natur- und den Klimaschutz. Aufgrund seiner zentralen Lage war er v.a. seit Beginn des letzten Jahrhunderts immer wieder von städtebaulichen Eingriffen betroffen. Der Aufbau hauptstädtischer Funktionen nach der Wende führte zu großen Bauvorhaben an den nördlichen, östlichen und südlichen Tiergartenrändern und tangierte den Park v.a. durch den Tunnelbau unterhalb der ehemaligen Entlastungsstraße und die Neubebauung des Potsdamer Platzes. Die damit verbundenen großflächigen Grundwasserabsenkungen sollten im Rahmen eines abgestimmten Managementsystems kontrolliert und abgepuffert werden.

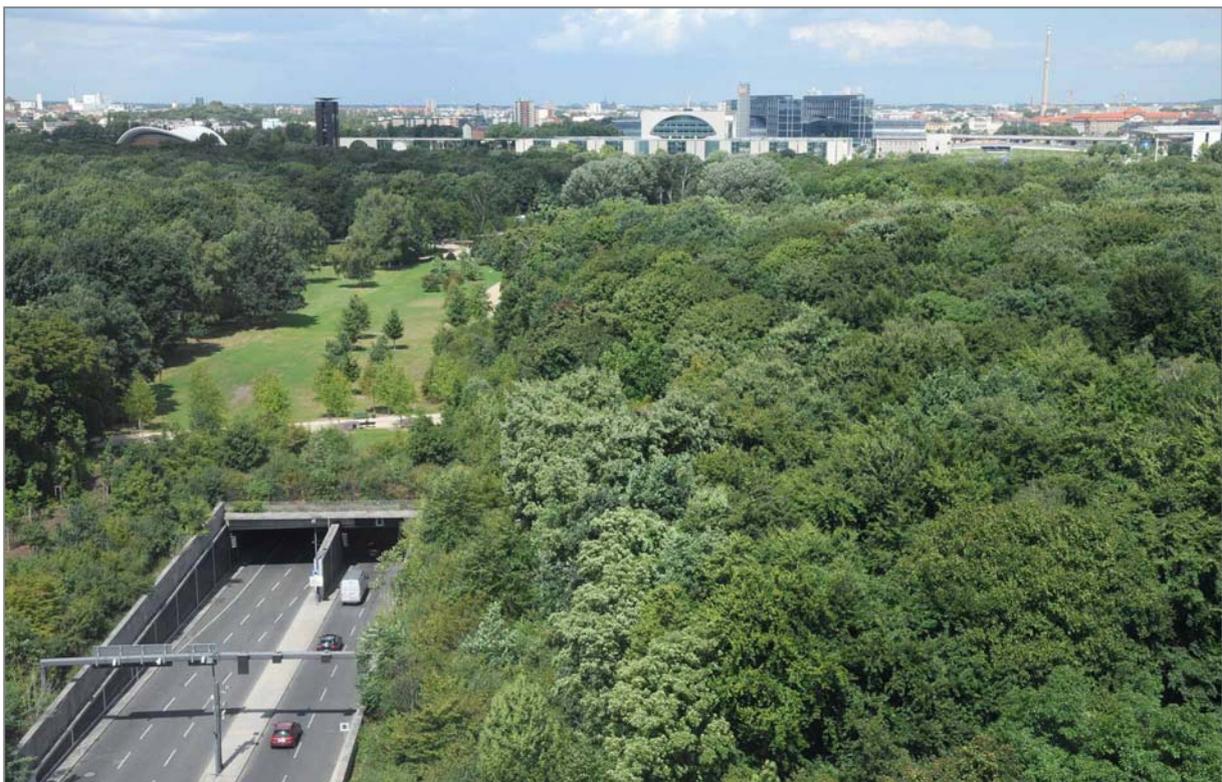


Abb. 1: Tiergartentunnel und östlicher Tiergarten im August 2008 (Foto: N.A. Klöhn).

Zu Beginn der Planungen zu den Großbauten am und im Tiergarten wurden von verschiedenen Seiten und Experten im Bezug auf die Auswirkungen der Baumaßnahmen für die Baumbestände des Tiergartens sehr unterschiedliche Szenarien entwickelt. An diesem besonders hervorgehobenen Projekt prallten letztlich die jeweils bekannten Argumente aufeinander, wie bei unzähligen kleineren Bauprojekten zuvor.

Frühere Untersuchungen

Dass frühere Bauprojekte im Bereich des Tiergarten-Tunnels, die heutige U6, die Reichkanzlei, der S-Bahntunnel aber auch der Bau der U9 Ende der 50er Jahre, durchaus massive Auswirkungen auf die Vegetation hatten, konnte durch Jahrringanalytik an Alt-Eichen und das Studium historischer Quellen belegt werden (VON LÜHRTE 1981).

Das PROTIGA-Projekt

Bereits 1994 wurde daher von Seiten der Naturschutzverbände ein Konzept entwickelt, welche Erhebungen und Untersuchungen an ausgewählten Bäumen des Großen Tiergartens sinnvoll vorzunehmen wären, um einen Status vor Baubeginn zu dokumentieren, doch ließ sich dies leider nicht finanzieren. Daher sprang gewissermaßen kubus (TU Berlin¹) ein:

- In einer ersten fotografischen Dokumentation wurde das Erscheinungsbild und der Zustand der Kronen der von Michael Barsig exemplarisch ausgewählten Bäume vor Baubeginn festgehalten (BARSIG & BISOM 1994).

Diese 1994 von Seiten der Naturschutzverbände begonnene Untersuchungsreihe hatte zum Ziel, die Entwicklung der Baumbestände während der Baumaßnahmen fotografisch zu dokumentieren, um nach dem Abschluss der Baumaßnahmen die Auswirkungen auf die Baumvitalität darstellen zu können. Dieses Ziel wurde von der Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz und N.A. Klöhn, trotz der sich ausdehnenden Bauphase nicht aus den Augen verloren, da es wichtige Ergebnisse für künftige Bauprojekte liefern kann.

- Seit 1995 wurden zahlreiche, teils sehr detaillierte Untersuchungen zur Baumvitalität, zum Bodenstatus, zum Grundwasser u.a. im Auftrag verschiedener Institutionen (Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz, kubus, Stiftung Naturschutz Berlin, Landesdenkmalamt Berlin) im Tiergarten durchgeführt.

Eine Besonderheit stellt die seit 1994 bis 2005 nahezu durchgängige jährliche Reihe der Fotos des Kronenzustandes ausgewählter Bäume dar. Die meist ehrenamtlich erfolgte Arbeit hierzu wurde in einigen Jahren von der BLN oder auch der Stiftung Naturschutz Berlin durch Sachkosten finanziell unterstützt.

Hiermit liegt nun eine einmalige Monitoringreihe zur Vitalitätseinschätzung von über 70 Tiergarten-Bäumen über 11 Jahre vor. Bereits 1997 konnten mithilfe dieser Daten erste Entwicklungen der Baumvitalität dargestellt werden. Da eine umfassende Auswertung erhobenen Daten durch ehrenamtliche Arbeit nicht zu leisten ist, konnten die Ergebnisse leider bislang nicht zusammenfassend dargestellt werden. Die soll nun mit diesem, dankenswerterweise durch die SNB finanzierten Gutachten, zumindest ansatzweise versucht werden.

Ziele dieses Gutachtens sind:

- Die bereits über 11 Jahre von BLN, SNB u.a. geförderten Untersuchungen im Tiergarten zusammenzufassen, deren Ergebnisse zu dokumentieren und punktuell an ausgewählten Bäumen auch zu aktualisieren.
- Anhand ausgewählter Parameter und Bäume mögliche Auswirkungen der Baumaßnahmen und anderer Einflussfaktoren zu interpretieren.
- Hinweise für die zukünftige Entwicklung und Pflege der Bestände im Tiergarten zu geben, in Ergänzung zur 2006 im Auftrag des Landesbeauftragten für Naturschutz und

¹ kubus: Die Kooperations- und Beratungsstelle für Umweltfragen ist eine Serviceeinrichtung der TU Berlin

Landschaftspflege durchgeführten Untersuchung der Wiesen und Säume (ROHNER 2006).

- Empfehlung für die Verfahrensweise der Untersuchung bei ähnlich gelagerten, auch kleineren Projekten zu geben.

Die wesentliche Fragestellung lautet:

- Gibt es Schäden, die mit den Baumaßnahmen am Potsdamer Platz in Verbindung gebracht werden können oder waren die „Schutzmaßnahmen“ während der Bauphase erfolgreich und somit beispielhaft und übertragbar auf zukünftige Baumaßnahmen im Grundwasserleiter in der Nähe von Vegetationsflächen?
- Zwar ist es nicht zu flächigem Absterben gekommen, doch waren Schwankungen in der Vitalität der Bäume deutlich sichtbar. Die Auswertung soll nun klären, ob diese Vitalitätsänderungen einen Trend darstellen und ob dieser mit den Auswirkungen der Baumaßnahmen in Verbindung zu bringen ist.
- Sind diese Vitalitätsänderungen im Kronenbild im Zuwachsverhalten erkennbar? Kann man daraus Rückschlüsse zur „Schwere“ der Einflüsse und zu Trends ziehen?
- Sind die Veränderungen „wetterbedingt“ und/oder baubedingt ?



Abb. 2: Blick über den östlichen Tiergarten zum Potsdamer Platz im Juni 2005 (Foto N.A. Klöhn).

Eine Trennung der „Ursachen“ erfordert dabei Vergleiche folgender Parameter:

- Auswertungsergebnisse Kronenbild (jahrelange fotografische Dokumentation) und Jahrringfolgen („gespeicherte“ Wachstumsdaten der letzten Jahre) an ausgewählten Probenbäumen.
- Jahrringanalytik: Trends der Nachkriegsentwicklung (lag von Altbäumen bereits vor).
- Klimadaten – Witterungsverlauf seit den 80er Jahren.
- Grundwasserverlauf (Baulog-Daten und GW-Daten SenGUV Berlin).

Dafür wurden 2007 und 2008 noch ergänzende Kronenfotos von 12 ausgewählten Bäumen angefertigt und ausgewertet und diese Bäume zugleich auch jahrringanalytisch untersucht (s. Kap. 4).

Die Darstellung der Entwicklungen kann im Rahmen dieses „kleinen“ Projektes natürlich nur an beispielhaft ausgewählten Bäumen erfolgen, da z.B. allein mehr als 500 Kronenfotos vorliegen. Doch ist über die Zeitreihenanalyse von mehr als 11 Jahren sowohl bei den Kronenbildern als auch bei den Jahrringanalysen eine vergleichende Auswertung auch bei einer exemplarischen Auswahl durchaus aussagefähig.

Dank:

- Der Stiftung Naturschutz Berlin für die finanzielle Förderung dieses Gutachtens und von Sachmitteln für die Dokumentation in den Jahren 1995, 1997, 1999 und 2001.
- Dem Auftraggeber Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz e.V., hier ganz besonders Manfred Schubert, für die jahrelange gedeihliche und angenehme Zusammenarbeit.
- Kubus (TU-Berlin), hier ganz besonders Dr. Wolfgang Endler, für wesentliche Anregungen und die Finanzierung der ersten fotografischen Dokumentation im Sommer 1994.
- Dem Natur- und Grünflächenamt Tiergarten (jetzt Straßen- und Grünflächenamt Mitte) für Hubsteigereinsätze.
- Der Verwaltung des Kunstgewerbemuseums und SONY-Europe für die Möglichkeit, vom Dach fotografieren zu dürfen.
- Frau Eichler, Herrn Karajannis und Herrn Schneemann von der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz für die Unterstützung bei der Recherche zu Grundwasser- und Baulog-Daten.

2. Bisherige Untersuchungen im Rahmen des PROTIGA-Projektes in den Jahren 1994-2005

Im folgenden sollen kurz die Daten und Ergebnisse der zwischen 1994 und 2005 durchgeführten Untersuchungen zur Baumvitalität im Tiergarten dargestellt werden. Es handelte sich dabei um Gutachten verschiedener Auftraggeber, die zwar insgesamt das Thema Baumvitalität zum Thema hatten, jedoch in keine zusammenfassende Auswertung mündeten.

2.1 „Fotographische Dokumentation zur Kronenvitalität“ (1994)

Eine erste Untersuchung der Kronenvitalität des Baumbestandes wurde im Sommer 1994 im Vorfeld der Planungen des Tiergarten-Tunnelbaus (BARSIG & BISOM 1994) durchgeführt. Entsprechend der Fragestellung erfolgte hier die Auswahl der Probebäume für die Dokumentation der Kronenvitalität nach folgenden Kriterien, die verschiedene Vergleiche zulassen sollten:

- trassennah (geplante Straßen- oder Bahntunnel) oder trassenfern
- vor und hinter dem Tunnelbauwerken aus Richtung der Grundwasserfließrichtung betrachtet
- unterschiedliche Wasserversorgung
- repräsentativ für die Artenzusammensetzung Tiergarten
- unterschiedliche Schadstufen
- unterschiedliche Altersklassen (trassenfern v.a. Altbäume)
- verschiedene Bodentypen (Pararendzina aus Bauschutt bzw. rigolte Braunerde-Gley) mit unterschiedlichem Wurzelsystem (Tief- oder Flachwurzler).

Es wurden 74 Bäume verschiedenen Alters und verschiedener Baumarten an verschiedenen Standorten ausgewählt (s. Abb. 3 - Standorte und Tabelle 1), ihr Kronenzustand fotografiert und nach dem System von ROLOFF (1998) in verschiedene Vitalitätsstufen eingestuft.

Die Autoren führten die erfassten Kronenschäden (insbesondere bei den Buchen) neben den Immissionsbelastungen auch auf Störungen im Nährstoffhaushalt sowie auf klimatische Stressoren zurück. Es wurde die Empfehlung vergleichender Wiederholungen der Fotodokumentation sowie weiterer Untersuchungen (biochemisch, Jahrringanalysen, Wurzeln und Schadinsekten) gegeben.

BARSIG, M. & N. BISOM 1994: Photographische Dokumentation zur Vitalität der Kronen von Laubbäumen im östlichen Tiergarten. Gutachten i.A. der Kooperations- und Beratungsstelle für Umweltfragen (Kubus) der TU Berlin, 51 S.

2.2 „Baumvitalität, Wasserstatus und Altlastenproblematik“ (1995)

1995 wurde das Untersuchungsprogramm vor allem hinsichtlich der Vitalitätsdaten und des Wasserstatus der Bäume ausgeweitet (BARSIG et al. 1995). Neben der Wiederholung der Fotodokumentation der Baumkronen von 1994 wurden an 17 davon ausgewählten Bäumen folgende Parameter erhoben:

- Triebblängen 1993-1995
- Blattmorphologie
- Schadflächenanteile der Blätter
- Blattdicke
- Blattfall 1995 (an 10 Bäumen)
- Blattgewichte und Wassergehalte
- Zellstruktur (mikroskopisch) an 16 Bäumen
- Mineralstoffgehalte
- sowie an 5 Bäumen genauere Bodenanalysen (Nährstoffe, Schwermetalle u.a.) bis 50 cm Tiefe durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse zeigten ein sehr heterogenes Bild und meist nur eine geringe Korrelation möglicher Schadparameter mit der optisch bestimmten Schadstufe.

Die Bodenuntersuchungen ergaben recht unausgeglichene Nährstoffgehalte mit sehr niedrigen Mg-Werten und teilweise recht hohen Schwermetallgehalten.

Zum Wasserstatus wurden alle vorhandenen Daten im Umkreis der Baufläche, das waren 25 Messpegel der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin und die Baug- und Pegel bis 1995 zusammengestellt .

Im gesamten Untersuchungsbereich des Tiergartens wurden die Daten von insgesamt 50 Straßenbrunnen und 4 Senats-Messstellen in Oberflächengewässern hinsichtlich der Grundwasserqualität ausgewertet.

Es erfolgte zudem eine Risiko-Analyse bisher bekannter Daten zur Altlastenproblematik im Tiergarten.

BARSIG, M., BISOM, N.A., BISOM, K., WICHMANN, A., PAUST-LASSEN, P. 1995: Baumvitalität, Wasserstatus und Altlastenproblematik im Bereich des Tiergartens. Gutachten i.A. der Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz e.V.

2.3 „Baumvitalität im Berliner Tiergarten während der Großbaumaßnahmen“ (1997)

Auch 1996 erfolgte eine fotografische Dokumentation der Kronenvitalität, allerdings nur an 71 der bisherigen Untersuchungsbäume (BARSIG & KLÖHN 1997).

BARSIG, M. & N. A. KLÖHN 1997: Baumvitalität im Berliner Tiergarten während der Großbaumaßnahmen. Fotografische Dokumentation. Studie i.A. der Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz e.V.

2.4 „Baumvitalität im Berliner Tiergarten“ (1998)

In den Jahren 1997/1998 wurde im Auftrag des Landesdenkmalamtes nochmals eine detailliertere Untersuchung einzelner Baumstandorte vorgenommen (BARSIG 1998).

Hierzu wurden jeweils 10 typische Waldbäume in 3 sensiblen Parkarealen des Tiergartens (Gebietsbezeichnungen nach dem Parkpflegewerk 1993) ausgewählt:

- Englischer Garten (E14 und Steingarten)
- Nördlich Tiergartenstraße (B65/B61) – nahe Hiroshimastraße.
- Östlich Entlastungsstraße (A 22) - darunter ein Baum aus der Untersuchung von 1995 (Buche 2b).

Zumindest teilweise mit in das Gutachten einbezogen wurden 15 Bäume aus dem 1994 begonnenen Kronenmonitoring (hier genannt Standort „Bäume an Gehölzrändern/Wiesen“).

Es wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Vegetationsaufnahmen (4x5 m) in den drei Arealen
- Bodenproben mit Bohrstock (Bodenart, Humus, Bodenwasserbestimmung, pH, Schwermetalle, austauschbare Kationen - Basensättigung, C/N-Werte Humus) in den drei Arealen sowie an 15 Bäumen der Untersuchung von 1995
- Erfassung der N-Gehalte im Oberboden bei jeweils 3 Bäumen in den drei Arealen und einem Standort an der Straße des 17.Juni
- Wasserstatus – Pegelablesung des Teichs im Englischen Garten und Erfassung des aktuellen GW-Flurabstands im Juli 1997 an 7 Bäumen in den drei Arealen
- Wurzelvitalitätsbestimmung einmalig an allen 30 Bäumen der 3 Areale und an jeweils 3 Bäumen/Areal wiederholte Beprobung mit Wurzel- und Mykorrhiza-Bonitur
- Zuwachs- und Höhenmessungen (incl. h/d-Verhältnisse) an je 5 Bäumen der 3 Areale
- Erfassung der Kronenvitalität und Kronenkonkurrenz aller 30 Bäume
- Triebhlängen + Kronenkonkurrenz, Nährstoffgehalte der Blätter an allen 30 Bäumen sowie 15 Bäumen der Untersuchung von 1995.

An 2 Birken wurde mithilfe von Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen die Vitalität der Lichtkronenblätter untersucht.

Für die Analyse wurden ferner auf dem Gelände des Grünflächenamtes Mitte im Tiergarten gemessenen Niederschlagswerte mit den Daten von Berlin-Dahlem verglichen.

Allerdings waren die Untersuchungen im wesentlichen auf generelle Empfehlungen zu Pflegemaßnahmen und nicht so sehr auf die Auswirkungen der Baumaßnahmen ausgerichtet und erbrachten in den Details teilweise widersprüchliche Ergebnisse. Im wesentlichen wurde deutlich, dass die Nährstoffgleichgewichte der Bäume gestört sind und insbesondere im Feinwurzelbereich (und der Mykorrhiza) Schäden vorliegen. Die Böden sind insbesondere durch die hohen Stickstoff-Einträge in ihrer Nährstoffzusammensetzung verändert.

BARSIG, M. 1998: Baumvitalität im Berliner Tiergarten. Wissenschaftliche Begleituntersuchung von Bäumen im Tiergarten im Rahmen von baulichen Eingriffen im Denkmal Großer Tiergarten und seiner Umgebung. Gutachten i.A. Landesdenkmalamt Berlin.

2.5 Kronenvitalität im Tiergarten (1999-2005)

Darüber hinaus wurde von N.A. Klöhn die 1994 begonnene fotografische Dokumentation zur Vitalität der Kronen in den Jahren 1999-2005 in ehrenamtlicher Arbeit fortgeführt, wobei die Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz sowie die Stiftung Naturschutz Berlin die Materialkosten übernahmen.

2.6 Die bis 2005 untersuchten Baum-Standorte

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die langfristig in den verschiedenen Gutachten untersuchten Baumstandorte, Abb. 3 zeigt die Standorte. Nicht mit aufgenommen wurden die 1998 von BARSIG neu ausgewählten 3 Standorte von 30 Parkbäumen, da diese (bis auf die Buche 2b) nur in diesem Jahr für zahlreiche Spezialuntersuchungen verwendet wurden und keine Daten aus anderen Jahren dazu vorliegen.

Allerdings war eine Zuordnung der Untersuchungen zu den einzelnen Bäumen nicht immer einfach, da sich erstens unter einem Standort teilweise 2 beobachtete Bäume „verstecken“ und sich zweitens im Laufe der Untersuchungen teilweise die verwendeten Nummerierungen der Bäume verändert haben.

Es wäre daher für zukünftige Untersuchungen zu empfehlen, ein einfaches, aber eindeutiges Nummerierungsverfahren und eine langfristige Markierung der Bäume im Gelände zu verwenden.

In der Tabelle wurden ergänzend auch die 2007/2008 im Rahmen dieses Gutachtens (KLÖHN & VON LÜHRTE 2009) wieder fotografierten und jahrringanalytisch beprobten Bäume gekennzeichnet (s. dazu Kap.4).

Baumvitalität im Berliner Tiergarten (PROTIGA) – Untersuchungen 1994-2008

Tab.1: Übersicht der 1994 bis 2008 untersuchten Baum-Standorte im Großen Tiergarten (zu den Untersuchungen im Rahmen diese Gutachtens s. Kap. 4).

Bäume und Standort				Gutachten Barsig & Bisom (1994)	Gutachten Barsig et al. (1995)		Gutachten Barsig & Klöhn (1997)	Gutachten Barsig (1998)		neue Nr.	Gutachten Klöhn & von Lührte (2009)		
Lfd. Nr.	Probe-Nr.	Baumart	Besonderes	Schadstufe 8/1994	Schadstufe 8/1995	Detailuntersuchung 1995	Schadstufe 1996	Bemerkung 1998	Detailuntersuchung 1998		Bemerkung	Schadstufe 2007	Probenahme Jahrringe
<i>Standort 1 Langgraswiese</i>													
1	1Aa	Ti eu			0	0	0				1		
2	1Ab	Be pen	mehrere Bäume	0-1	0 bzw. 1		0,5 bzw. 1				2		
3	1Ac	Be pen		0-1	0		0-1				3		
4	1Ad	Que rob		1	1		0-1				4	! Foto 96 ist anderer Baum	
5	1Ae	Que rob	2 Bäume	1	1		1				5		
6	1Ba	Ac pseu		0	1	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min	1		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N		?	1,5	X
7	1Bb	Ac sac x nig bzw. Ac pseu purp	2 Bäume	0	0-1		0-1				8		
8	1Bc	Ac pseu	2 Bäume	0 bzw. 1	0 bzw. 1		0-1 bzw. 1				9		
9	1Bd	Ac pseu bzw. Ac pseu purp	2 Bäume	0 bzw. 1	0 bzw. 1		0 bzw. 1-2				10		
10	1Be	Ac spec.		0-1	1	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min	0-1		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N		6		
11	1Bf	Que rob	3 Bäume	1-2	1	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min	1 bzw. 0,5		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N		7		
12	1Bg	Bet pen + Fag syl	2 Bäume	1-2	1 bzw. 1-2		1 bzw. 1-2				19 18	0,5	X
13	1Bh	Que rob	2 Bäume	1	0-1		0-1 bzw. 1				17 15		
14	1Bi	Que rob	3 Bäume?	1	0-1 bzw. 0 bzw. 0-1		0-1 bzw. 1*				13	nur zwei Bäume	
15	1Bk	Que rob	2 Bäume	1	1 bzw. 0		1-2 bzw. 1				11 12	2 bzw. 0,5	X
<i>Standort 2 Waldbereich Alte Siegesallee</i>													
16	2a		allgm. Blick?	?	?								
17	2b	Buchenzweig		?	?	TrLä, Bflf, Bldi, Blge, M, Min, Bod	1-2	x jetzt Nr. A2	Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N		20		
18	2c	Carp bet		1			01. Feb				?	13?	
<i>Standort 3 Goldfischteich</i>													
19	3a	Pop alb hyb	mehrere Bäume	1	0		0-1				21		
20	3b	Pop alb hyb	mehrere Bäume	0	0	Bflf, Bldi, Blge, M, Min	0				22		
21	3c	Que rob	Baum 432	1-2	1		1-2				23		
22	3d	Aln glu		0	0		0				24		
23	3e	Que rob	Baum 428	2-3	2-3		gefallt 96/97				24b		

Baumvitalität im Berliner Tiergarten (PROTIGA) – Untersuchungen 1994-2008

Bäume und Standort				Gutachten Barsig & Bisom (1994)	Gutachten Barsig et al. (1995)		Gutachten Barsig & Klöhn (1997)	Gutachten Barsig (1998)		neue Nr.	Gutachten Klöhn & von Lührte (2009)		
Lfd. Nr.	Probe-Nr.	Baumart	Besonderes	Schadstufe 8/1994	Schadstufe 8/1995	Detailuntersuchung 1995	Schadstufe 1996	Bemerkung 1998	Detailuntersuchung 1998		Bemerkung	Schadstufe 2007	Probenahme Jahrringe
<i>Standort 4 Liegewiese Ahornsteig</i>													
24	4a	Ac pseu		0	0-1		1			28		1,5	X
25	4b	Ac plat		0	0		0			29			
26	4c	Bet pen	3 Bäume	0-1	0 bzw. 1	2 Birken: Bflf, Bldi, Blge, M, Min, Bod	0-1 bzw. 1	jetzt 2 Bi 4c1 + 4c2	Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	30			
27	4d	Que rob	2 bewertete Bäume (von 3 Ei)	0 bzw. 1	0-1		1			31			
<i>Standort 5 Liegewiese südöstl. Kleiner Stern</i>													
28	5a	Fag syl		1	1-2		1-2			35			
29	5b	Ac pseu + Ac cam	2 Bäume	0-1 bzw. 0	1 bzw. 0	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min	1 bzw. 0	nur Ac ps	Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	36		0,5	X
30	5c	Que rob		2	1-2		2			37			
31	5d	Que rub		1	1		1			38			
32	5e	Que rob		1	1		1			39		1,5	X
33	5f	Quer rob + Ti cor	2 Bäume	1-2 bzw. 0-1	1-2 bzw. 0	TrLä, Bldi, Bflf, Blge, M, Min	1-2 bzw. 0	nur Ei	Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	40 + 41	T. c. nach Zwischerversagen gefällt		
34	5g	Que rob		1	0-1		1			42?			
35	5h	Fag syl	zwei Bäume, 1x jünger 1x älter + hohl	1	1-2 bzw. 1-2		1-2 bzw. 1-2			43	Jungbaum beprobt	1,0 bzw. 2,0	X
36	5i1	Fag syl + Carp bet	Stammhöhle 510	1-2 bzw. 1	1-2 bzw. 1		1-2 bzw. 1			44	Bu gefällt		
37	5i2	Fag syl	Stammhöhle 505	1-2	1-2		1-2			45			
38	5k	Fag syl		1-2	1-2	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min, Bod	1-2		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	46			
<i>Standort 6 Bellevueallee</i>													
39	6a	Que rob		1	1		1			33			
40	6b	Que rob	Nr. 433	0-1	1		1-2			32			
41	6c	Ul min var	(34)	1	0-1	Bflf, Bldi, Blge, M	0		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	34			
<i>Standort 7 Amazone</i>													
42	7a	Bet pen + Ac plat	2 Bi + 1 SpAh	1 bzw. 1 bzw. 0	0-1 bzw. 0-1 bzw. 0		0	Bi		27			
43	7b	Frax ex		1	0	Bflf, Bldi, Blge, M, Min	0		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	26			
44	7c	Que rob		2	1-2	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min	1-2		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	25		1,5	X

Baumvitalität im Berliner Tiergarten (PROTIGA) – Untersuchungen 1994-2008

Bäume und Standort				Gutachten Barsig & Bisom (1994)	Gutachten Barsig et al. (1995)		Gutachten Barsig & Klöhn (1997)	Gutachten Barsig (1998)		neue Nr.	Gutachten Klöhn & von Lührte (2009)		
Lfd. Nr.	Probe-Nr.	Baumart	Besonderes	Schadstufe 8/1994	Schadstufe 8/1995	Detailuntersuchung 1995	Schadstufe 1996	Bemerkung 1998	Detailuntersuchung 1998		Bemerkung	Schadstufe 2007	Probenahme Jahrringe
Standort 8 Großer Weg nahe Rousseauinsel													
45	8 a	Que rob	Nr. 557* Jahrringbaum	1-2	1-2		1-2					2,5	X
Standort 9 Wiese südlich Stufenbrücke													
46	9 a	Que rob		1	1	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min, Bod	1		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	48		1,0	X
47	9 b	Fag syl	2 Bäume	1 bzw. 0-1	1	TrLä, Bflf, Blfa, Blge, Min, Bod	1		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	49			
Standort 10 Große Sternallee													
48	10 a	Que pet	Nr. 543, Höhlung	0-1	0	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min	0-1			50		1,0	X
49	10 b	Que rob		0-1	0		0			xx	gefällt		
50	10 c	Ti cor		0	0		0			51			
51	10 d	Ti cor	ehemals umgesetzter Baum	2	2-3		2-3			52			
52	10 e	Fag syl	mehrere Bäume	?	fehlt						fehlt		
53	10 f	Fag syl		1-2	2		1-2			53	?		
54	10 g	Fag syl		2	2	TrLä, Bflf, Bldi, Blfa, Blge, M, Min	1-2		Veg, BoW, Schw, pH, AK, CN, N	54		0,5	X
Abkürzungen													
						Untersuchung 1994/1995		Untersuchung 1997/1998					
Zellen gelb unterlegt - intensiver untersuchte Baumstandorte						TrLä = Trieblänge		Veg = Vegetationsaufnahme					
						Schadflächenanteil		Gew% 5-15cm Tiefe					
						Bldi = Blattdicke		Schwermetallgehalte, Mittelwert					
						Blfa = Blattfall		pH - Werte Boden					
						Blge = Blattgewicht		Boden 5-15cm Mai					
						M = Blatt-Mikroskopie		Boden					
						Min = Mineralstoffgehalte		N - Nährstoffgehalt der Blätter (K, Mg, P, N), Mittelwert aller Bäume					
						Bod = Bodenuntersuchung							

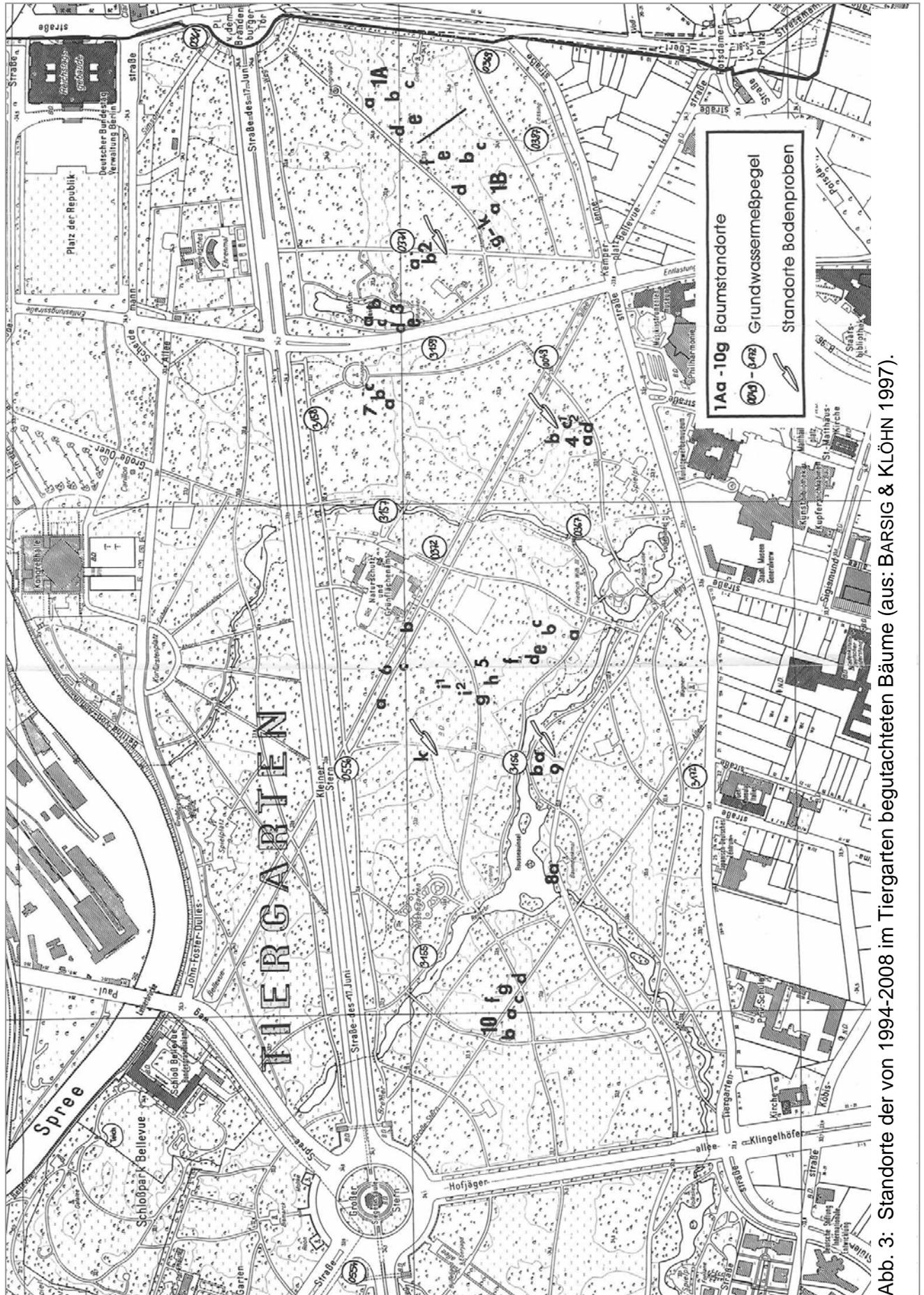


Abb. 3: Standorte der von 1994-2008 im Tiergarten begutachteten Bäume (aus: BARSIG & KLÖHN 1997).

3. Zusammenstellung der Daten zu den wichtiger Einflussfaktoren im Untersuchungszeitraum

3.1 Klimadaten Berlin

Der Große Tiergarten als größte innerstädtische Grünfläche Berlins ist von herausragender bioklimatischer Bedeutung, wie bereits Untersuchungen von SUKOPP (1979) zeigte, da er insbesondere an Strahlungstagen als Kaltluftentstehungsgebiet zur einer erheblichen Abkühlung führt und zudem Feinstaub bindet (s.a. aktuelle Karten Umweltatlas Stadtklima und Planungshinweise (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/karten/>)).

Für den Tiergarten liegen keine speziellen Klimamessdaten vor. Im Rahmen der Bauglog-Berichte wurden Niederschlagswerte der Station Tempelhof von 1995-2004 dargestellt. Diese Station ist aber als Freilandstation nicht für die Vegetation im Tiergarten verwendbar. Daher werden im folgenden die langjährig zur Verfügung stehenden Daten für die Station Berlin-Dahlem dargestellt (Institut für Meteorologie der FU). Lediglich in den Planfeststellungsunterlagen für die Verkehrsanlagen im Zentralen Bereich wurde im Teil Wasserrechtliche Belange (Bd. 27, Teil 7.2.) ein langjähriger Niederschlag im Zentralen Bereich (MW 1961-1990) von 540 mm genannt (Messstelle nicht bekannt). Er liegt damit ca. 8 % unter dem entsprechenden Mittelwert von Berlin-Dahlem. Vom Trend her verlaufen aber beide Messreihen weitgehend parallel.

Tab. 2: Temperatur- und Niederschlagscharakteristika der Jahre 1994-2007 Berlin-Dahlem. Quelle: Berliner Wetterkarte, Institut für Meteorologie der FU Berlin.

Jahr	T-Mittel (C°)	Abweichung T-Mittel vom langj. MW in %	N-Summe (mm)	Abweichung N-Summe vom langj. MW in %	Besonderes
1994	10,1	+15	722	+21	
1995	9,5	+8	600	+1	
1996	7,8	-11	550	-21	überdurchschnittlich kalter Winter 95/96
1997	9,7	+10	500	-16	
1998	8,9	+1	602	+1	
1999	10,4	+18	439	-26	
2000	10,5	+19	566	+5	überdurchschnittlich warmer Winter 1999/2000
2001	9,1	+3	649	+9	
2002	10,0	+14	721	+21	
2003	9,9	+13	431	-28	
2004	9,6	+9	564	-5	
2005	9,7	+10	642	+8	
2006	10,2	+16	484	-19	
2007	10,6	+20	907	+52	

Generell besteht seit den 50er Jahren ein Trend zu geringeren Jahresniederschlägen und erhöhten Jahresdurchschnittstemperaturen. Dieser Trend hat sich insbesondere seit 1988 auch in extrem milden Wintern und seit 1991 in teilweise extrem warmen Sommern verstärkt gezeigt (HEISE 2006).

Im betrachteten Zeitraum lagen bis auf das Jahr 1996 alle Jahresmitteltemperaturen über dem bzw. am langjährigen Durchschnitt, während die Niederschlagssummen deutlich stärker von Jahr zu Jahr schwankten. Besonders geringe Niederschlagssummen gab es 1996 und 1997, 1999, 2003 und 2006, hohe Niederschläge waren insbesondere im Jahr 2007, aber auch 1994 und 2002 zu verzeichnen.

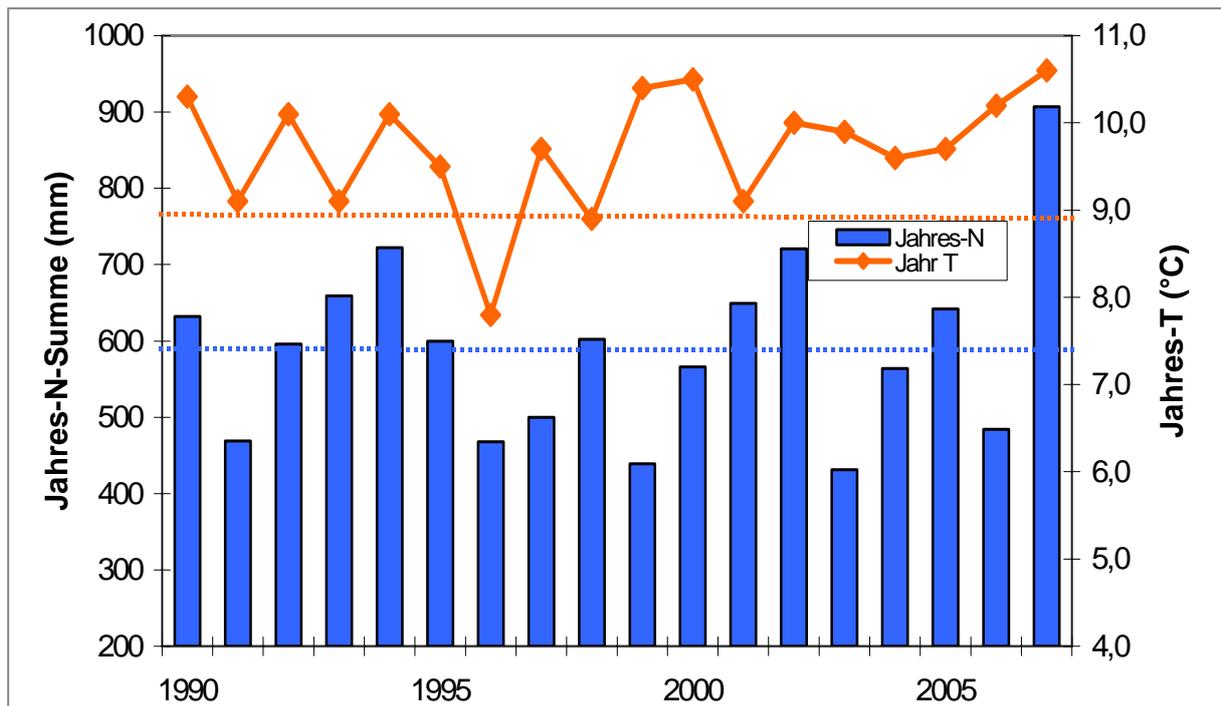


Abb. 4: Verlauf der Jahresniederschlagssummen und der Jahresdurchschnittstemperatur von 1990-2007 zusammen mit den langjährigen Mittelwerten von 1969-1990 (gestrichelte Linien) für Berlin Dahlem. Daten: Berliner Wetterkarte, Institut f. Meteorologie 1990-2007.

Auch die Abbildung 4 zeigt diese Schwankungen der Jahreswerte von 1990-2007 deutlich.

Doch geben die Jahreswerte natürlich nur einen groben Eindruck der Witterungsverhältnisse wieder, während zur Einschätzung pflanzenphysiologisch relevanten Ereignisse eigentlich Tageswerte und Bodenwasser-Daten notwendig wären. Doch konnte eine solch aufwendige Analyse im Rahmen dieses Gutachtens nicht durchgeführt werden, daher wird im folgenden auf die Monatswerte zurückgegriffen.

Abbildung 5 gibt den Verlauf der Monats-Mitteltemperaturen und Monats-Niederschlagssummen von Berlin-Dahlem von 1994-bis 2007 (blau) verglichen mit den langjährigen Monatswerten (grau) wieder.

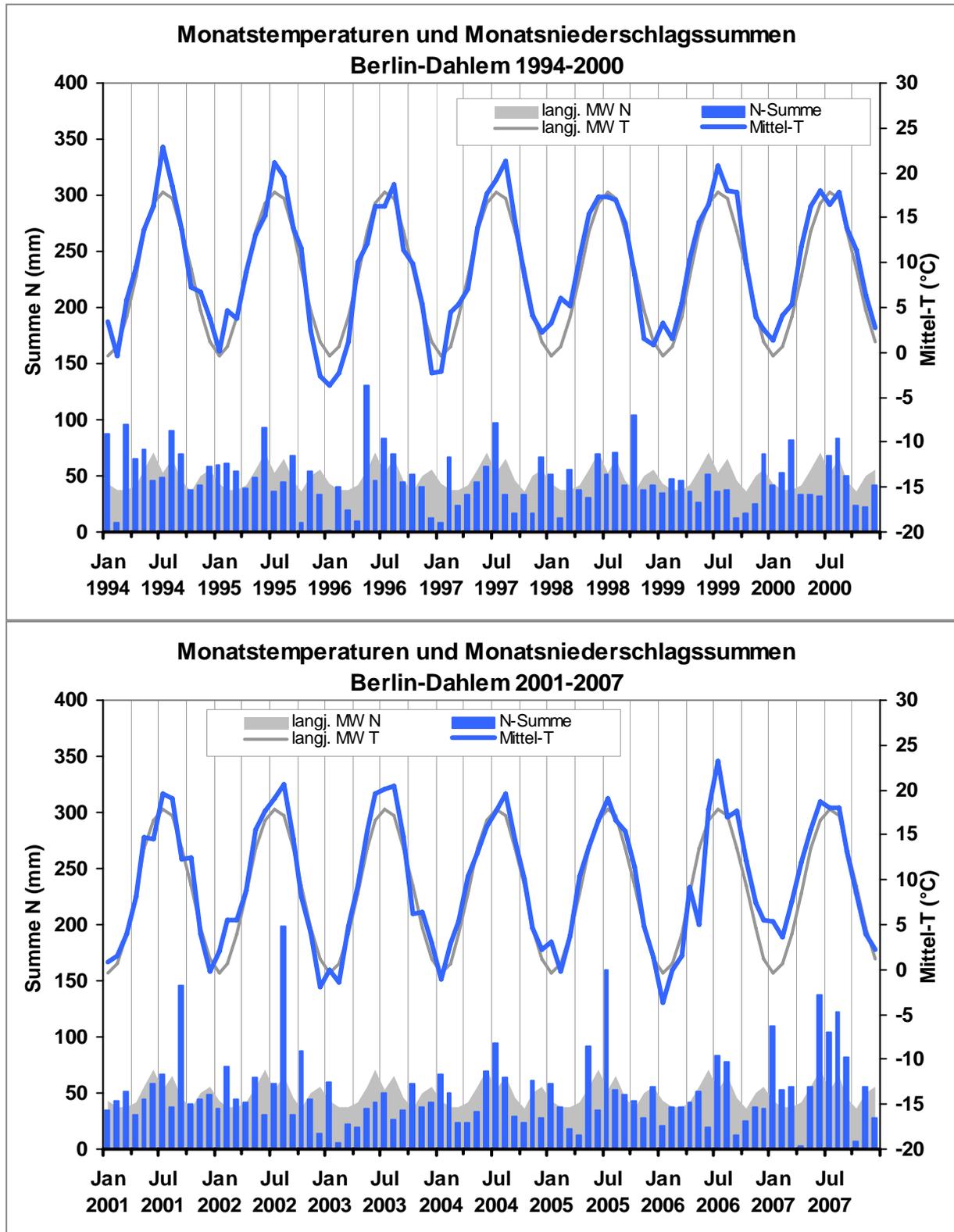


Abb. 5: Monatstemperaturen und Monatsniederschlagssummen Berlin-Dahlem 1994-2007 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten. Daten: Berliner Wetterkarte 1994-2007, Institut für Meteorologie der FU Berlin.

Hier wird deutlich, dass vor allem die Sommertemperaturen (Mai-Juli) in zahlreichen der betrachteten Jahre über dem langjährigen Durchschnitt lagen. Das zeigt auch die Abbildung 6 anhand des Dürreindex (Niederschlagssumme Mai-Juli/Mittelwert T Mai-Juli).

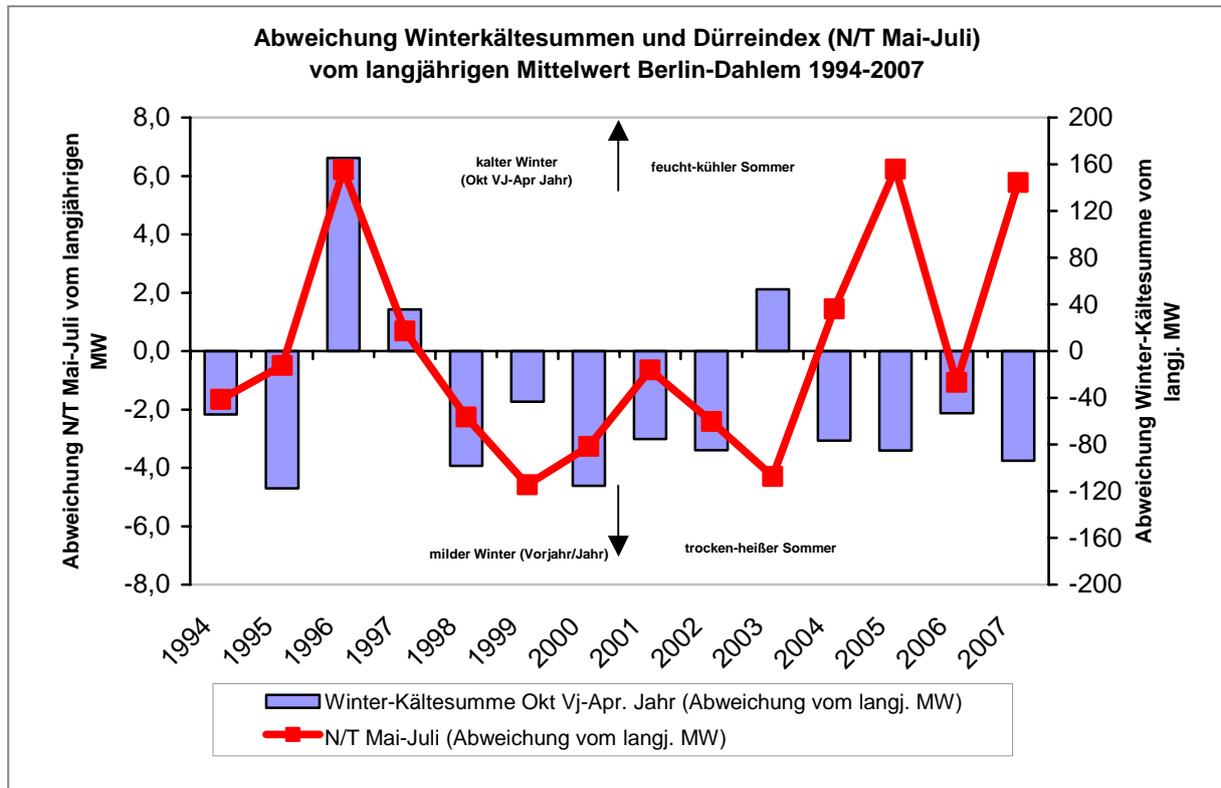


Abb. 6: Sommertrockenheit und Winterkälte 1994-2007 dargestellt anhand der Abweichung der des Dürreindex (N/T Mai-Juli) bzw. der Winterkältesummen vom jeweiligen langjährigen Mittelwert, Station Berlin-Dahlem. Je stärker die negative Abweichung des Dürreindex vom Mittelwert umso trocken-heißer war der Sommer. Je stärker die negative Abweichung von der langjährigen Kältesumme, um so milder war der Winter.

Daten: Berliner Wetterkarte 1994-2007, Institut f. Meteorologie der FU Berlin.

Zwischen 1998 und 2003 liegt dieser Dürreindex teilweise deutlich unter dem langjährigen Mittelwert und weist damit auf überdurchschnittlich trocken-heiße Sommer hin. Lediglich 2001 und 2002 gab es trotz hoher Sommer-Temperaturen normalere Niederschlagsverhältnisse.

Das bedeutet, dass gerade im Zeitraum der intensiven Bauphase und damit der Eingriffe in den Grundwasserhaushalt zugleich die Witterungsverhältnisse für die Vegetation belastend waren.

3.2 Grundwasser

Der Große Tiergarten liegt im Bereich des Berliner Urstromtales mit durchlässigen feinkörnigen Sanden und ursprünglich geringen Grundwasserflurabständen. Der Grundwasserstrom war nach Norden zur Spree hin gerichtet. Durch Aufschüttungen und frühere Grundwasserabsenkungen wurden diese Grundwasserverhältnisse bereits im letzten Jahrhundert verändert. Aktuell werden Grundwasser-Flurabstände von meist 2-3 m u. Fl., lediglich in der Umgebung der Gewässer und nordwestlich des Großen Sterns werden geringere Grundwasserflurabstände von weniger als 2 m angegeben (Abb. 7; Daten 2006, Karte 2008 s. Digitaler Umweltatlas Berlin <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/karten/>). Demgegenüber liegen die Flurabstände der Parkbereiche vor dem Reichstag und östlich des Sowjetischen Ehrenmals bei über 3-4 m u. Fl. Ein Vergleich dieser Karte mit den früheren Flurabstandskarten (Umweltatlas 1998, 2003 und 2006) ist jedoch nicht möglich, da für die Version 2008 ein verändertes weitaus genaueres digital verbessertes Höhenmodell mit einer Genauigkeit von +/- 0,5 m und einer Rastergröße von 10 m verwendet wurde.

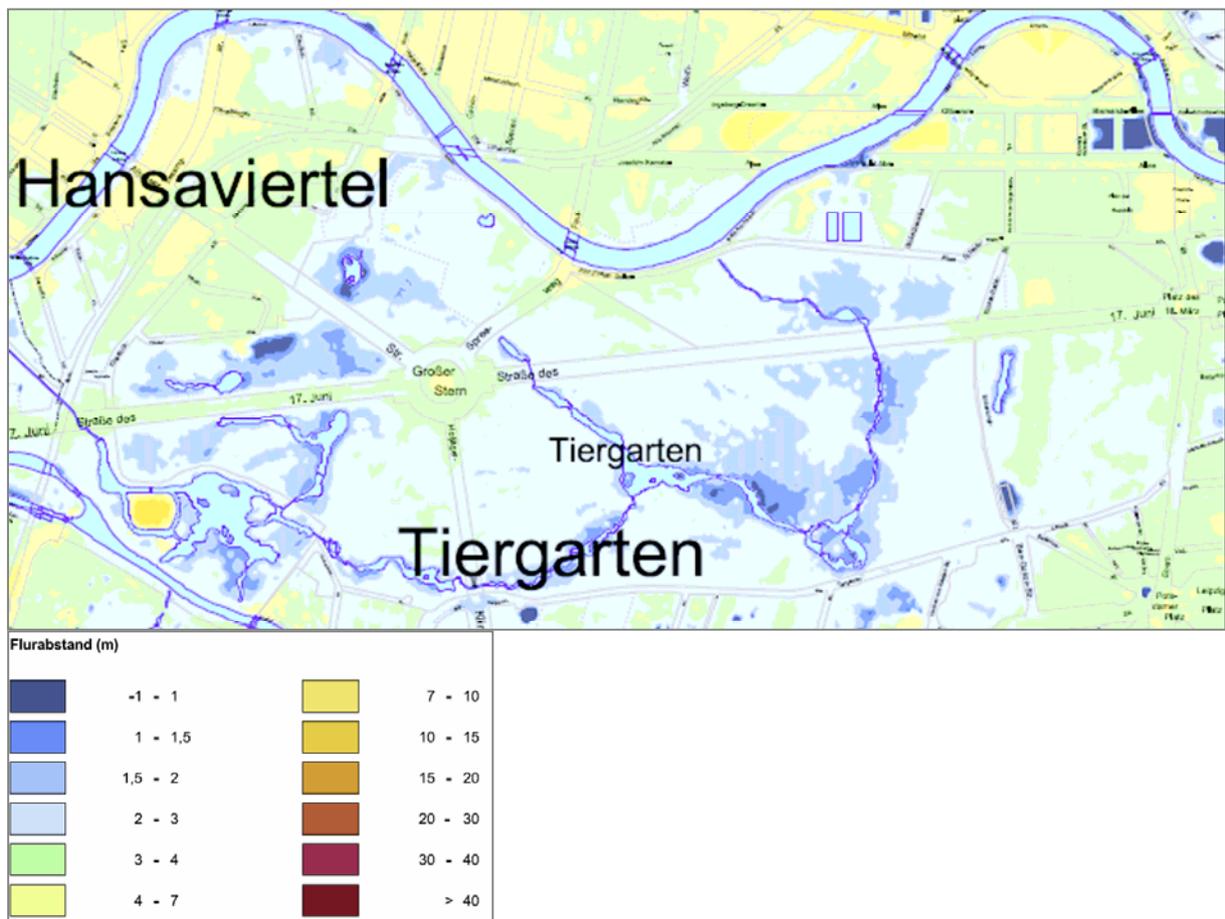


Abb. 7: Flurabstand des Grundwassers 2006 im Bereich des Großen Tiergartens (Ausgabe 2008) aus Umweltatlas:

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/karten/pdf/02_07_2006_z.pdf

3.2.1 Langjährige Grundwasserganglinien der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz

Berlin verfügt über ein umfangreiches System von mehr als 100 Grundwassermessstellen, von denen einige bereits seit langem existieren, wie z.B. die seit 1870 betriebenen Messstellen 554 und 556 im Tiergarten. Die Abbildung 8 zeigt den Verlauf der Grundwasserflurabstände für die Messstellen 554 und 556 von 1900-2008.

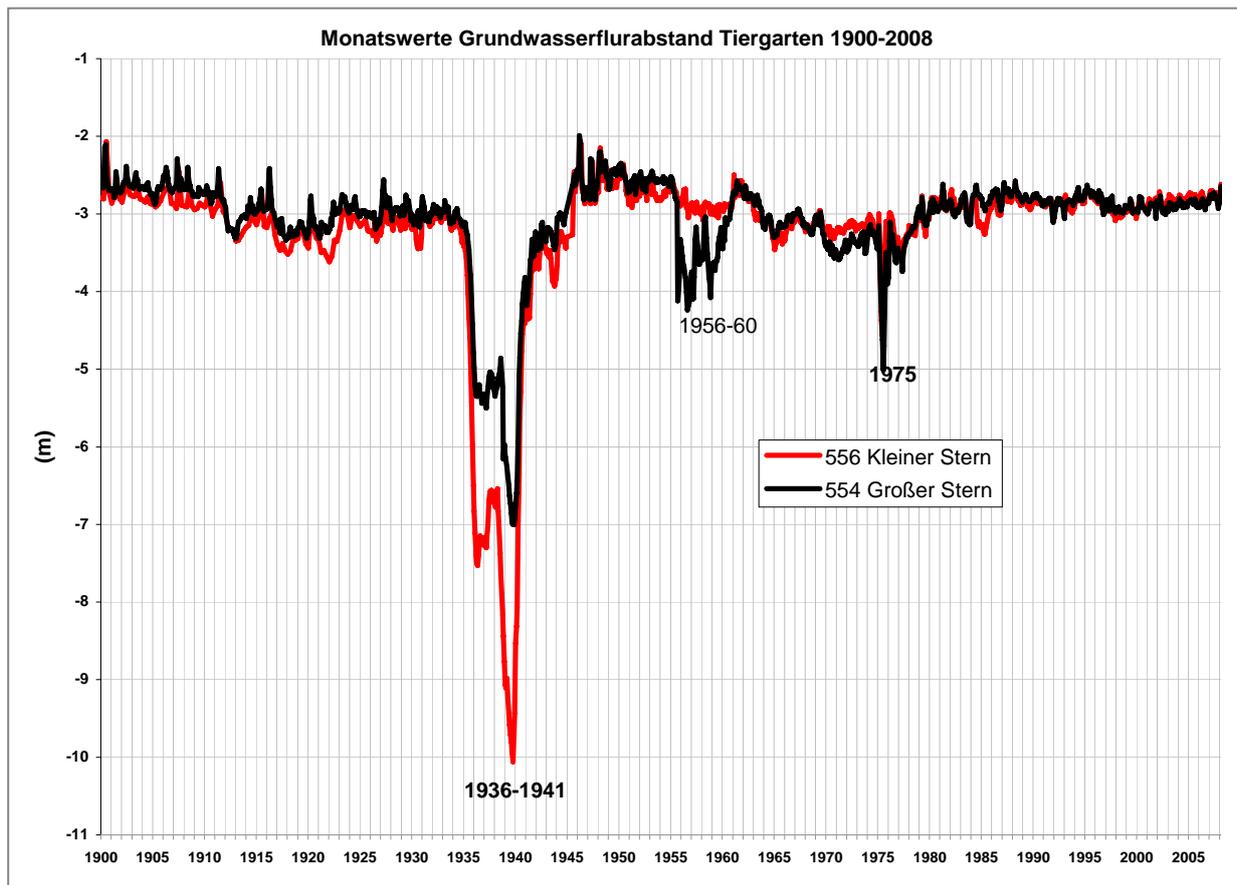


Abb. 8: Verlauf der Grundwasserflurstände der Messstellen 554 (Großer Stern) und 556 (Kleiner Stern) im Großen Tiergartens von 1900-2008.

Es wird deutlich, dass die Grundwasserstände hier heute erheblich niedriger als vor 1900 liegen. Vor allem zwischen 1936 und 1941 bei Bau der Nord-Süd-Achse ist es zu enormen Grundwasserabsenkungen in diesem Bereich gekommen, die für den Baumbestand zu unerreichbaren Grundwasserständen geführt haben. Auch Mitte der 50er Jahre ist eine, wenn auch geringere Absenkung bei der Messstelle am Großen Stern zu erkennen. Ein deutlicher Rückgang der Grundwasserstände zeigt sich ab 1960 mit einer Minimum im Jahr 1975. Erst seit den 80er Jahren liegt das Grundwasserniveau wieder etwa auf der Höhe wie vor 1920 - bei etwa 3 m unter Flur.

Betrachtet man nun einmal die Grundwasserflurabstände am Großen und Kleinen Stern seit 1980 etwas genauer, so wird deutlich, dass es vor allem bis Mitte der 90er Jahre recht unterschiedlich ausgeprägte Minima an den beiden Messstellen gab (Abb. 9). Seitdem weisen aber die beiden Flurabstandskurven deutlich gleichgerichtete Trends auf: mit einem Tiefpunkt der Flurabstände Ende der 90er Jahre und dann einem erneuten langsamen Anstieg der Werte bis 2008 etwa auf das Niveau vor 1990.

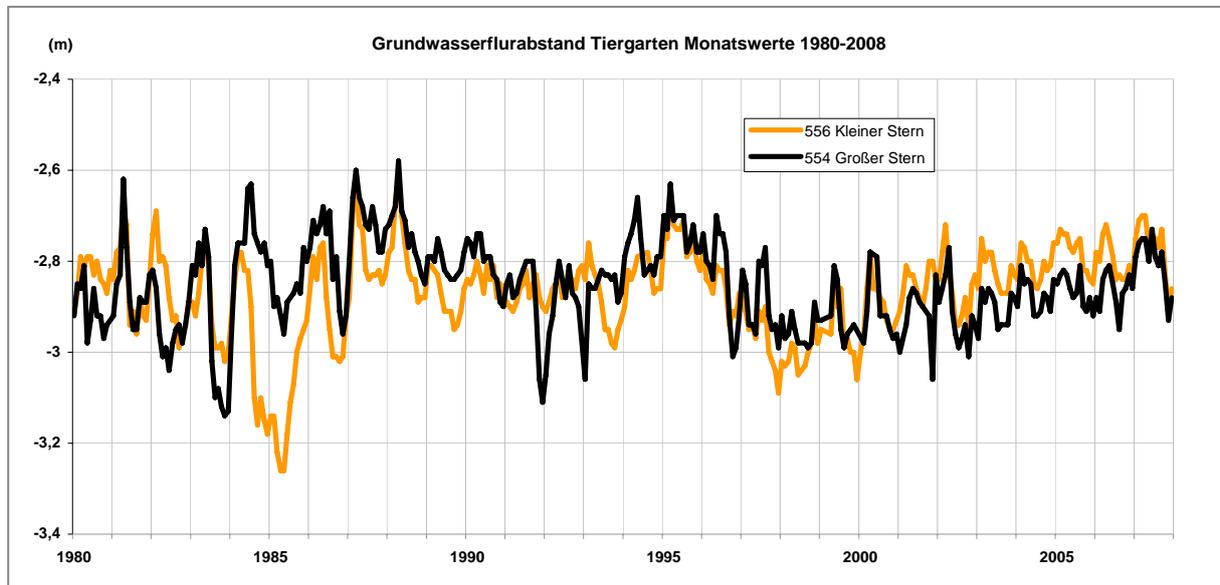


Abb. 9: Verlauf der monatlichen Grundwasserflurabstände an den Messstellen 554 (Großer Stern) und 556 (Kleiner Stern) im Großen Tiergarten von 1980-2008.

Allerdings liegen diese zwei Messstellen relativ weit westlich im Tiergarten und können daher die eigentlichen Grundwasserbeeinflussungen während der Zeit der Großbauten nur grob in ihrer Dimension darstellen. Interessant für den mittleren bzw. östlichen Tiergarten dürften noch die Messstellen 0049, 372 und 387 sein, für die jedoch nur kürzere bzw. unterbrochene Messreihen vorliegen (s. Kap. 3.2.2.4.).

Für die Vegetation insbesondere im östlichen, direkt betroffenen Teil des Tiergartens wurden daher im folgenden zunächst die Daten der Baulog ausgewertet.

3.2.2 Grundwasserstandsveränderungen im Zuge der Baumaßnahmen (Baulog-Daten)

3.2.2.1 Planungen

Grundwasserentnahmen bei Bauverfahren sind in Berlin durch eine Senats-Richtlinie von 1999 geregelt und bedürfen der Genehmigung durch die Wasserbehörde. Da bei der Neubebauung des Potsdamer Platzes wegen des vorherrschenden geringen Grundwasserflurabstandes mit erheblichen Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und Vegetationsschäden zu rechnen war, wurden beim wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren nicht nur möglichst grundwassersparende Bauverfahren sondern auch ein zu entwickelndes Grundwassermanagement für alle Investoren festgelegt (BÖHME 1994).

Dieses Grundwassermanagement-System sollte unabhängig von den einzelnen Bauvorhaben die zu entnehmenden Grundwassermengen insgesamt überwachen, die Wiederherstellung bestimmter Grundwasserstände durch Wiederversickerungsmaßnahmen sicherstellen und evt. die Reinigung kontaminierten Grundwassers zu planen. Ziel des Systems sollte es sein, durch eine kontinuierliche Überwachung der Grundwasserstände und daran gekoppelte mögliche Gegenmaßnahmen, die Auswirkungen aller Baumaßnahmen auf den Grundwasserhaushalt auf ein ökologisch vertretbares Maß zu reduzieren.

Die Empfehlung für ein solches projekt-übergreifendes Monitoring zur Minderung und Steuerung der Grundwasserabsenkungen war bereits 1994 im ökologischen Gutachten zu den Auswirkungen der Grundwasserentnahmen beim Bau der Verkehrsanlagen im Zentralen Bereich gegeben worden (NEUMANN & HOFFMANN 1994). Zumal gleichzeitig auch größere andere Bauvorhaben im Bezirk Mitte und am Potsdamer Platz (Daimler, Sony, Asea u.a.) zu Eingriffen in das Grundwasser führen würden. Die Gutachter gingen davon aus, dass allein im Rahmen der Verkehrsbauten (Fernbahn, Straßentunnel, U-Bahnlinie 3 und 5) von 1995 bis 2000 trotz grundwasserschonender Bauweise **ca. 27 Mio m³ Grundwasser** entnommen und zahlreiche Absenkungstrichter unterschiedlicher Tiefe entstehen würden. Grundwasserentnahmen würden sich durch Aushub der Gruben (bis zu 18 m tief ins Grundwasser gebaut) mit Lenzwasser, Restwasserzufluss in die Gruben und Grundwasserabpumpungen durch Brunnen ergeben. Die Auswirkungen der einzelnen Bauphasen auf die Baumbestände wurden simuliert und mögliche Einflussbereiche in Karten dargestellt. Zur Minderung der Auswirkungen wurde im Gutachten eine hohe Wiederversickerung des Entnahmewassers durch eine große Zahl (ca. 140) von miteinander verbundenen Versickerungsbrunnen rings um den Tiergarten, empfohlen. Nicht zu versickerndes Grundwasser sollte in die Spree und den Landwehrkanal eingeleitet werden. Berechnungen der Grundwasserströmungen wurden von der ARGE für 4 grundwasserrelevante Bauphasen vorgenommen:

1. Ende 1996, Baugrubenaushub, GW-Absenkung östlicher Tiergarten 0,2 – 0,6 m.
2. Juni 1997, größte offene Baugrube, Wiederversickerung, max. Absenkung in sensiblen Bereichen < 0,5 m.
3. Oktober 1997-Juni 1998, Grundwasserabsenkung bis auf 27 m NN für U2/U3-Anbindung, hohe Wiederversickerung, GW-Absenkung östlicher Tiergarten 0,2 m.
4. Januar 1999, Baugrube Straßentunnel – größte benässte Baugrubenfläche mit maximalen Entnahmen im sensiblen östlichen Tiergarten, 100% Wiederversickerung, GW-Absenkung bzw. möglicher Aufstau zwischen -0,3 und + 0,2 m.

Insgesamt kamen die Gutachter zu dem Ergebnis, dass durch Wiederversickerung (außerhalb der Parkanlage) und ggf. ergänzende Bewässerung eine Gefährdung des Baumbestandes reduziert werden könnte.

Die natürlichen Schwankungen des Grundwassers in diesem Bereich werden mit weniger als 40 cm/Jahr angegeben, die Grundwasserhöhen lagen im Bereich der Bauvorhaben zwischen 30,2 m und 32 m NN.

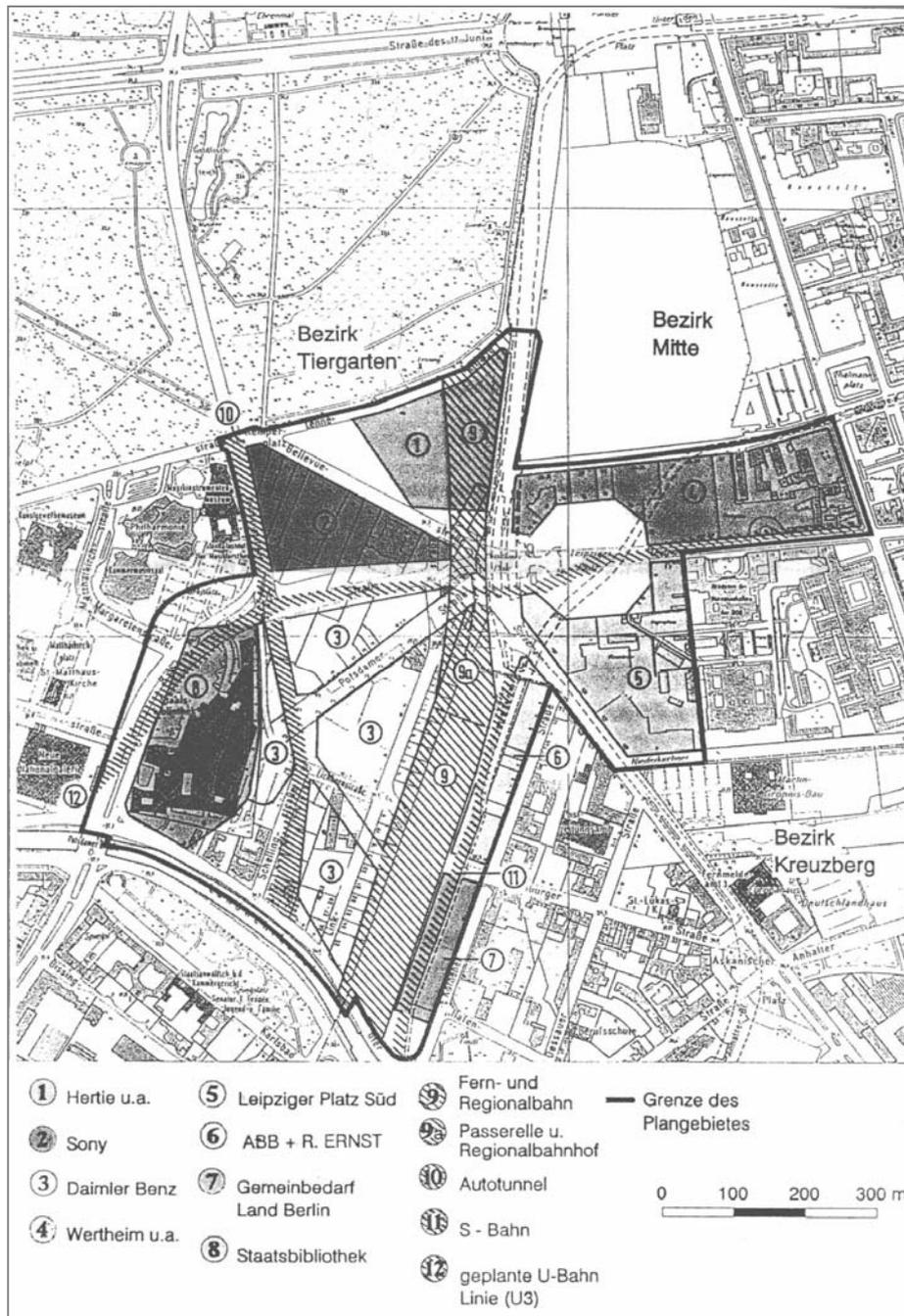


Abb. 10: Geplante Bauvorhaben am Potsdamer/Leipziger Platz in Berlin (aus: BÖHME 1994).

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens (ARGE Geotechnik und Umweltgeologie, Anlage 11.2, S. 102) wurden dann zum Schutz der Baumbestände mit der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz folgende einzuhaltende GW-Höhen zum Schutz der Baumbestände im Tiergarten (Park) vorgegeben:

- Planungshöhen der Grundwasserstände zwischen 30 und 31 m NN, mit einem Maximum von 31,25 m NN und einem Minimum von 29,75 m NN für langfristige GW-Absenkungen.
- Ein maximaler Grundwasserstand von + 31 m NN sollte wenigstens alle 2 Jahre für 4-6 Wochen erreicht werden.

3.2.2.2 Grundwasser-Monitoring der Baumaßnahmen

Auf Basis der Auflagen der Wasserbehörde zum Schwankungsbereich des Grundwassers in den Grünflächen, zur Menge der Re-Infiltration, zur Behandlung des wieder zu infiltrierenden Grundwassers und zur Rate der Restleckage wurde ein technisches Konzept (IMS & GCI) für die Kontrolle und Steuerung der Grundwasserentnahmen der in der Baulog (Baustellenlogistik Potsdamer Platz GmbH) zusammengeschlossenen Bauherren DB, Debis, Sony/Tishmann Speyer, ABB und Land Berlin erstellt.

Ab Anfang 1995 nahm die beauftragte Firmengemeinschaft (IMS & GCI) im Auftrag der Baulog die Umsetzung dieses Grundwassermanagements wahr. Für die Beweissicherung gegenüber der Aufsichtsbehörde wurden regelmäßig vierteljährlich Berichte zur Grundwassersituation erstellt, in denen auch in Abhängigkeit von den ökologischen Notwendigkeiten jeweils Wiederversickerungsraten festgelegt wurden. Die Wasserbehörde wurde direkt mit dem DV-System verbunden, so dass Daten auch online abgerufen werden konnten.

Bis 1999 gehörte zum Überwachungsgebiet der Tiergarten östlich des Großen Sterns. Ab 2001 wurde das Grundwassermanagement zunächst noch für die DB fortgeführt, später wurden weitere private Bauvorhaben überwacht.

3.2.2.3 Die Baulog-Berichte 1995-2004

Die Vierteljahresberichte der Baulog lagen bei der zuständigen Senatsverwaltung (SenGUV, Abteilung Wasserbehördliche Genehmigungen) von 1995-2003 in gedruckter Form vor und wurden für dieses Gutachten eingesehen. Die sehr umfangreichen Daten (Ganglinien, Hydroisohypsen, Grundwasserspiegeldifferenzpläne usw.) der insgesamt 38 Berichte können hier nicht im Detail wiedergegeben werden, es sollen aber für die einzelnen Jahre wesentliche Fakten kurz dargestellt werden.

Neben den bereits bestehenden Grundwassermessstellen der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umweltschutz und Verbraucherschutz wurden für das Grundwassermanagement im Rahmen der Baulog eigene Messstellen eingerichtet, die täglich abgelesen wurden.

Das Jahr 1995

In diesem Jahr beginnen zunehmend die Bautätigkeiten (Debis, ISP, Adlon, Mosse-Palais). Die Grundwasserstände sind in der ersten Jahreshälfte relativ normal, steigen aber bis zum 4. Quartal im Tiergarten und südlich davon teilweise 30-70 cm über den Sollwert von 31 m NN, wobei sich bereits wieder erste Absenkungen bemerkbar machen. Die Lindenallee in der Alten Potsdamer Str. wurde durch die Debis-Baugruben hydrodynamisch vom Umfeld wie in einem Trog abgetrennt.

Das Jahr 1996

Zahlreiche Bauflächen: Debis/Straßentunnel, Fernbahn, Sony, Museum f. Verkehr und Technik u.a. Die geringen Niederschläge im Winter und Frühjahr haben großflächig die Grundwasserstände um 30 cm absinken lassen. Im 1. Quartal kommt es zum einen zu Grundwasserwerten > 31 m in der Nähe des Rosengartens (vermutlich durch Gewässer-Infiltration), zum anderen sinkt durch ein Leckageproblem bei der Debis-Baustelle der Grundwasserstand an der Lindenallee unter den Mindeststand von 30 m NN. Hier wird eine Bohrung in den II. Grundwasserleiter gesetzt, um eine bessere Wasserversorgung im Trog zu gewährleisten.

In der zweiten Jahreshälfte sinken auch die Grundwasserstände im Westen (Bau Bundespräsidialamt) und am Ostrand Ebertstraße. Am Brandenburger Tor (Messstelle 361) hat sich der Grundwasserstand gegenüber dem vorigen Quartal um 60 cm ! auf 30,08 m NN verringert. Dennoch heißt es im Bericht Nr. 10, dass die Grundwassersituation im Bereich der Grünanlagen im Dezember 1996 dem mittleren unbeeinflussten Grundwasserstand vom Dezember 2003 (also vor Baubeginn) entspricht, wie es die wasserbehördliche Auflage für die Debis-Baustelle vorschreibt.

Das Jahr 1997

In diesem Jahr kommt es zu hohen Entnahmemengen aus dem Grundwasser durch eine Vielzahl von Baugruben (jetzt auch U3, Fernbahntunnel), wie bereits beim Ökologischen Gutachten VZB (NEUMANN & HOFFMANN 1994) prognostiziert. Während im Westteil des Beobachtungsgebietes (Großer Stern) die Grundwasserstände immer noch knapp über 31 m NN liegen, fallen die Grundwasserstände im Ostteil (zwischen Entlastungsstraße und Ebertstraße) nun flächenhaft bis II/1997 stärker ab (um 20-40 cm). Dies ist teilweise durch eine Baugrubenleckage beim Straßentunnel bedingt. Nach der Empfehlung der Gutachter eine stärkere Grundwasserversickerung vorzunehmen, werden an der Lennestraße 8 Infiltrationsbrunnen in Betrieb genommen. Deren Wirkungsbereich erstreckt sich von der Entlastungsstraße bis zur Ebertstraße auch ca. 200 m in den südlichen Tiergarten hinein und führt bei einem Funktionstest im Juli 1997 zu Grundwasseraufhöhungen von >10 cm. Die Grundwasserfließrichtung wird teilweise nach Südosten zum Potsdamer Platz abgelenkt. Am 25.11. 1997 kommt es durch einen Wassereinbruch im Straßentunnel zu einer plötzlichen Grundwasserabsenkung um max. 16 cm (über 12 Tage) beiderseits bis zu 250 m in die Parkanlage hinein und damit zu einer Unterschreitung der festgelegten Grundwassermindesthöhe. Östlich der Entlastungsstraße sinken die Grundwasserstände weiter ab (< 30,3 m NN).

Das Jahr 1998

Auch 1998 liegen die höchsten Grundwasserstände des Beobachtungsbereiches im westlichen Tiergarten (Großer Stern) vor, der durch die Havarie am Tunnel verursachte Absenkungstrichter wurde wieder kompensiert. Ab Mai 1998 führt eine viermonatige Baustellen-Wasserhaltung der Landesvertretung Baden-Württemberg an der Tiergartenstraße zu einer Grundwasserabsenkung von 10-70 cm, die bis zu 250 m weit in den Tiergarten hineinreicht. Ab September 1998 macht sich die Infiltration von Restgrundwasser durch einen Grundwasseranstieg um bis zu 35 cm im Bereich zwischen Straße des 17. Juni, Ebert-, Lenne-, und Entlastungsstraße bemerkbar. Diese Infiltration erfolgt auf Bitte des NGA Tiergarten zur Regenerierung des östlichen Tiergartens und wird auch bis November des Jahres an der Lennestraße fortgesetzt. Nachdem diese Infiltrationsbrunnen ausfallen, wird die Versickerung am Lennedreieck (bis 16.3.99) fortgeführt. Dort reicht der Effekt aber nicht so weit in den Tiergarten und kann nur die massive Absenkung (auf 29,65 m NN Messstelle 3208) durch den Bau des Bürohauses Lennestraße auffangen. Diese Unterschreitung der Mindestgrundwasserhöhe ist aber nicht durch die Baulog zu verantworten und wird aufgrund der kurzen Dauer behördlicherseits toleriert. Der Grundwasserabstrom erfolgt jetzt Richtung Nordosten. Im Bericht werden die Wasserstände des Goldfischeiches erwähnt, die relativ konstant über 31 m NN liegen und anscheinend nicht mit dem Grundwasser kommunizieren.

Das Jahr 1999

Nach Einstellen der Wiederversickerung im März kommt es im südöstlichen Tiergarten-Bereich zu einem kontinuierlichen Abfall des Grundwasserspiegels, der vorher teilweise über 31 m NN lag. Ab April zeigen sich deutlich die Auswirkungen der offenen Baugruben im Bereich der Ministergärten, die auf der Höhe Lenne-/Ebertstraße zu Grundwasserständen unter 29,7 m NN (Absenkungen um -20 cm) führen und bis in den südöstlichen Tiergarten reichen.

Hinzu kommen Grundwasserabsenkungen im Bereich der Tiergartenstraße (Österreichische Botschaft), der Bellevuestraße (Sony) und die massive Wasserhaltung am D.-Rohwedder-Haus (Wilhelmstraße), so dass die Grundwasserstände westlich der Ebertstr. und nördlich der Lennestraße um bis zu 40 cm absinken. Zur Kompensation wird daher im Mai/Juni wieder entnommenes Grundwasser versickert. Über die Auswirkungen weiterer nicht der Baulog angeschlossener Bauvorhaben wie z.B. der Japanischen Botschaft (Tiergartenstraße) oder dem Spreebogen ist nichts bekannt. Zum Ende des Jahres erfolgt in Abstimmung mit der Wasserbehörde ein massiver Rückbau (um 65 %) des Grundwassermessnetzes, es werden jedoch auch neue Messstellen integriert (z.B. D.-Rohwedder-Haus). **Somit wird das Überwachungsgebiet auf den östlichen Teil zwischen Entlastungsstraße und Ebertstraße reduziert, mit Grundwasser-Höhen von 30,5 - 30,2 m NN.**

Das Jahr 2000

Nach Beendigung der Großwasserhaltungen am Potsdamer Platz und mitverursacht durch hohe Niederschlagssummen steigen im östlichen Tiergarten die Grundwasserstände um bis zu einem halben Meter gegenüber dem vorigen Quartal. Die Grundwasserströme sind wieder wie ursprünglich nach Norden gerichtet. Bis zum Juni 2000 kommt es dort im Südosten (v.a. Umgebung Kemperplatz) zur Überschreitung des festgelegten Höchstwertes von 31 m NN. Gleichzeitig findet jedoch am südwestlichen Tiergartenrand durch den Bau der Landesvertretung NRW eine deutliche Absenkung statt, die nicht im Rahmen der Baulog dokumentiert wird. Zum Ende des Jahres werden vereinbarungsgemäß weitere Grundwassermessstellen rückgebaut. Die Grundwasserstände im östlichen Tiergartenteil liegen in den beiden letzten Quartalen um 30,8 m NN.

Nachdem Ende 2000 die Mehrzahl der Baulog-Bauvorhaben beendet ist, wird ein **zusammenfassende Fazit** des Monitorings gezogen:

- Die Gw-Absenkungen an der Messstelle 00049 (Bellevueallee) zwischen 1980 und 2000 waren im Mittel geringer als in den 60er und 70er Jahren (Palast der Republik, Charite).
- Es gab einzelne Havarien (10/1996, 6/1997), wo durch Überleitung von Landwehrkanalwasser erneut Baugruben geflutet werden mussten sowie einen Wassereinbruch im Senkkasten am Gleisdreieck (7/1997).
- Während der Bauzeit wurden 1,7 Mio m³ Grundwasser weniger entnommen als geplant.
- Die stärksten Entnahmen fanden zwischen Juli 1997 und Juni 1998 statt, wobei das Entnahme-Maximum im 3. Quartal 1997 erreicht wurde. Zusammen mit einem Niederschlagsdefizit 1996/1997 (73 bzw. 82 % des langjährige MW Tempelhof) ergab sich daraus die stärkste Grundwasserabsenkung im Herbst /Winter 1997, wo teilweise auch die kritische untere Grenze von 30 m NN erreicht wurde.
- Anfang 1998 führte die Beendigung der Wasserhaltung zahlreicher Baugruben zu einer Entspannung der Grundwassersituation, bereits Ende 1998/Anfang 1999 kam es aber erneut im südlichen Randbereich zu einem Grundwasserabfall.
- Eine Havarie beim Bauvorhaben D.-Rohwedder-Haus führte Ende 1999 zu einer extremen Belastung des Grundwassermanagements, da im südöstlichen Tiergarten der Grundwasserstand kurzfristig auf 30 m NN absank.
- Auf ein Schreiben des Bezirksamtes Tiergarten vom 26.6.1998 hin wurde zum Schutz des Baumbestandes im Tiergarten vom 15.9.98-15.3.99 und vom 21.5.-3.6.99 über die Einhaltung des festgelegten Grenzflurabstandes hinaus eine Grundwasseranreicherung über Infiltrationsbrunnen durchgeführt. Diese führte zu Grundwasserständen östlich der Entlastungsstrasse von bis zu 31 m NN.

- Die Einrichtung des gemeinsamen Grundwassermanagements der Investoren hat sich als zweckmäßige Auflage der Wasserbehörde erwiesen, um der Einhaltung aller Forderungen im räumlichen und zeitlichen Kontext Sorge zu tragen. Die Daten waren den beteiligten Behörden jederzeit zugänglich und wurden detailliert dokumentiert.

Das Jahr 2001

Ab 1/2001 werden die Baulog-Daten mit reduziertem Messnetz nur noch für die Bauten der DB-Netz als Beweisführung für die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung weitergeführt. Daher werden für den westlichen Tiergartenbereich keine Daten mehr erhoben. Auch 2001 liegen die Grundwasserstände im östlichen Tiergarten um 31 m NN.

Ab Ende 2001 steht das Grundwassermanagement auch für eine Vielzahl von Bauvorhaben anderer Bauherren offen, die zwar nicht mehr zu gemeinsamen Handeln verpflichtet sind, aber weiterhin generell für den Schutz des Großen Tiergartens eine Grundwassermindesthöhe von 30 m NN einhalten müssen. Die wasserbehördlichen Auflagen von 2001 für das Beilsheim-Center sowie die Bauvorhaben Lennestr. verlangen weiterhin **im südlichen Tiergarten einen Grundwasserstand von 30,3 m NN nicht dauerhaft zu unterschreiten** und ggf. Grundwasser dafür wieder zu versickern. Allerdings können aufgrund des reduzierten Messnetzes nun keine flächendeckenden Daten mehr erhoben werden.

Trotz der Wiederversickerung kommt es ab Oktober bereits zur Unterschreitung des Grenzwertes von 30,3 m NN, ab Dezember liegen die Werte im Tiergarten sogar unter 29,6 m NN.

Das Jahr 2002

Auch im ersten Halbjahr 2002 vergrößert sich der Absenkungstrichter vom südöstlichen Tiergarten weiter Richtung Norden, der Grundwasserstrom wird südlich der Straße des 17. Juni nach Süden abgelenkt. Zwischen April und Juni werden die **höchsten Grundwasserförderraten** zwischen 1999 und 2004 gemessen, die teilweise die Werte von 1997 erreichen!

Durch die hohen Niederschläge im Sommer und Herbst 2002 und reduzierte Grundwasserentnahmen steigt das Grundwasser bis Ende 2002 im östlichen Tiergarten dann jedoch teilweise wieder bis auf 31 m NN an.

Die Jahre 2003/2004

Ab 2003 wird die Dokumentation der Daten vereinfacht und neue Bauvorhaben, z.B. am Leipziger Platz, werden in die Überwachung aufgenommen. Die Dokumentation endet 2004. 2003 besteht weiterhin ein Schwerpunkt hoher Grundwasserstände (31 m NN und mehr) im Bereich zwischen Tunnel und Tiergartenstraße bzw. entlang der Lennestraße.

Die Grundwasser-Gutachter weisen darauf hin, dass sich durch die inzwischen erheblichen Einbauten von Gründungsbauwerken die geohydraulischen Randbedingungen für Grundwasserentnahmen und -einleitungen grundlegend geändert haben. Dementsprechend könnten nun vergleichsweise (zu früher) geringe Grundwasserentnahmen bereits zu bemerkenswerten Grundwasserstandsveränderungen führen.

Ende 2003 wird nur noch das Bauvorhaben „Denkmal für die ermordeten Juden“ überwacht. Durch die überdurchschnittlichen Niederschlagssummen in diesem Quartal kommt es zu einer verstärkten Grundwasserneubildung und infolge dessen zum Anstieg der Grundwasserstände um bis zu 0,3 m. In weiten Bereichen des Tiergartens zwischen Tunnel (und auch etwas westlich davon), Straße des 17. Juni und Ebertstraße überschreiten die Grundwasserwerte geringfügig die 31 m NN-Grenze.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass neben den Bauvorhaben im Rahmen der Baulog-Grundwasserüberwachung zwischen 1994 und 2004 eine Vielzahl weiterer Bauvorhaben in der Umgebung des Tiergartens mit Grundwasserhaltungen durchgeführt wurden, deren Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse teilweise sehr lokal zu Grundwasserabsenkungen geführt haben. Insbesondere starke Absenkung gab es **1997 und 2002**, teilweise stieg das Grundwasser insbesondere im östlichen Tiergarten über 31 m NN (Auswirkungen?). Zwar konnten über das Grundwassermanagement anscheinend extreme langfristige Grundwasserabsenkungen zumindest im Bereich des Großen Tiergartens abgemindert werden, dennoch gab es aber lokal (im südöstlichen Bereich) vor allem starke Wechsel der Grundwasserstände.

3.2.2.4 Verlauf der Grundwasserganglinien während der Bauzeit

Im Rahmen des Grundwasser-Monitorings der Baulog wurde eine Vielzahl von Grundwasser-Messstellen installiert, die aber meist nur für den relativ kurzen Zeitraum der Überwachung in Betrieb waren und somit lediglich kurze Messreihen von teilweise nur 4-5 Jahren lieferten. Daher wurden hier im Zusammenhang mit den Baulog-Berichten nur wenige der Datenreihen ausgewertet (zur Lage der Messstellen s.a. Abb. 3: Baum-Standorte und Grundwassermesspegel während der Untersuchungen 1994-2005).

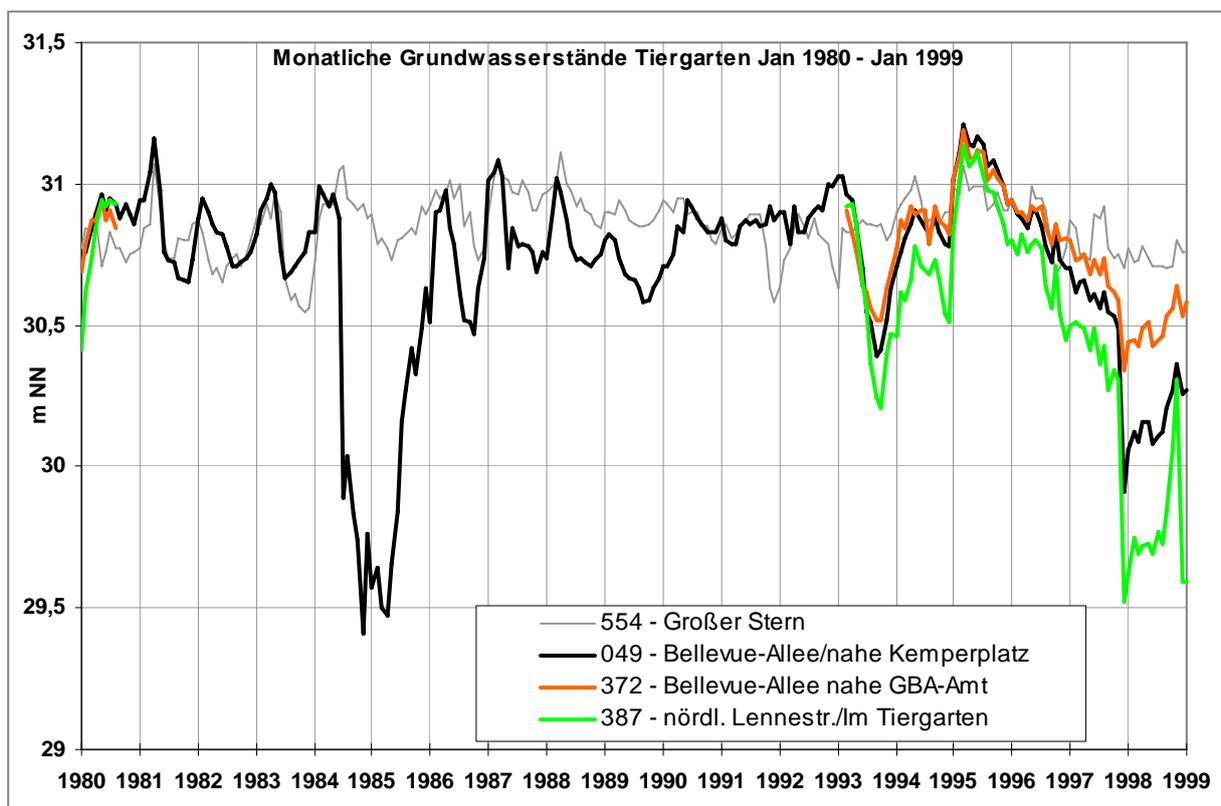


Abb. 11: Monatliche Grundwasserstände einiger langjähriger Grundwassermessstellen im großen Tiergarten von Januar 1980 bis Januar 1999 (Daten: SenGUV 2008).

Abbildung 11 zeigt den Verlauf der Grundwasserstände einiger bis Anfang 1999 betriebener Messstellen im östlichen Tiergarten im Vergleich zur langjährigen Messstelle 554 am Großen Stern. Dabei wird deutlich, dass einerseits der absinkende Trend der Grundwasserganglinien ab 1995 zwar parallel verläuft, andererseits die Grundwasserabsenkungen im östlichen Tiergarten, insbesondere ab Ende 1997 in der Umgebung des Kemperplatzes (Nr. 387 und 0049) aber sehr viel stärker ausfallen.

Das Minimum, das teilweise unter 30 m NN liegt, wird im Dezember 1997 erreicht, danach erholen sich die Grundwasserstände wieder. Nur bei der Messstelle 387 nördlich der Lennestraße fällt der Grundwasserstand ab Dezember 1998 erneut wieder deutlich ab.

Das bedeutet für die Messstellen 387 und 0049, dass dort der Grundwasserstand innerhalb von 31 Monaten um 1,6 m bzw. 1,3 m (!) abgesunken ist, wobei die stärksten Veränderungen Mitte bis Ende 1996 stattfanden. Dieser Grundwassergang spiegelt anscheinend die in den Baulog-Daten beschriebenen Grundwasserabsenkungen durch die verstärkte Bautätigkeit ab 1996 und einige Leckagen wieder. Ab September 1998 wurde im östlichen Tiergarten verstärkt wieder Grundwasser versickert, was auch zur Erholung der Grundwasserstände beigetragen haben dürfte. Auffällig ist allerdings der Verlauf der Ganglinie 0049, bei der es auch bereits 1984/1985 zu extrem niedrigen Grundwasserständen gekommen war, möglicherweise im Zusammenhang mit dem Bau des Musikinstrumentenmuseums (die im Zwischenbericht der Baulog 2000 erwähnten Grundwasserabsenkungen in den 60er Jahren betragen bei Messstelle 0049 in zwei Jahren 1,7 m).

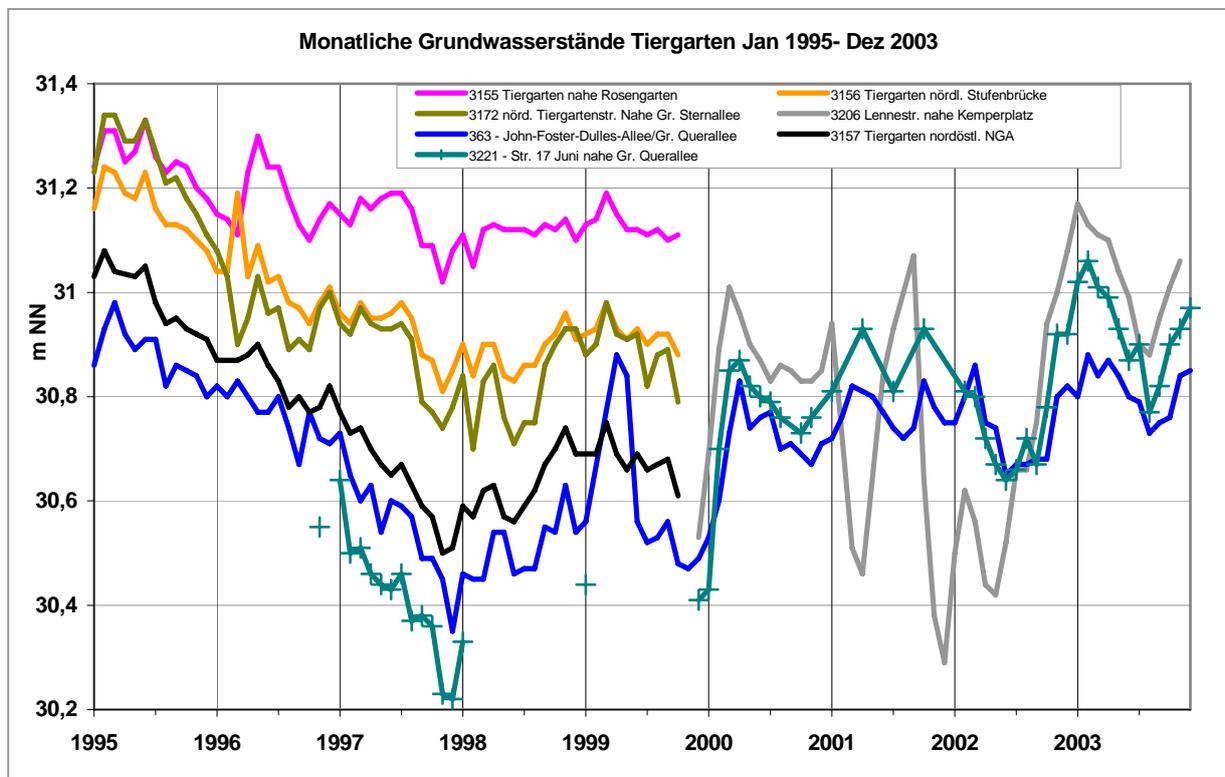


Abb. 12: Monatliche Grundwasserstände einiger nur kurzzeitig betriebener Grundwassermessstellen im Großen Tiergarten von Januar 1995 bis Dezember 2003 (Daten: SenGUV 2008).

Abbildung 12 gibt den Verlauf einiger der nur wenige Jahr in Betrieb gewesenen Messstellen im Bereich östlich des Großen Sterns wieder. Während die Messstelle am Rosengarten (3155) vermutlich auch aufgrund der Gewässernähe, nur geringe Grundwasserveränderungen aufweist, sinken bei allen anderen Messstellen die Grundwasserstände ab 1996 deutlich bis zu einem Minimum 1998 ab.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass sich die Kurvenverläufe der Messstellen 3156 und 3172 sehr ähneln, dass heißt, die Absenkungen haben sich hier an der Tiergartenstraße etwa gleich stark ausgewirkt wie auf Höhe der Rousseauinsel weiter nördlich im Tiergarten. Bei den über das Jahr 2000 hinaus reichenden Grundwassermessstellen im nördlichen Tiergarten (363, 3221) wird ebenso wie bei der Messstelle nahe Kemperplatz (3206) eine Erholung der Grundwasserstände ab 2000 deutlich, mit einem leichten Minimum im Sommer 2002.

Das extreme Auf-und-Ab der in den Baulog-Berichten beschriebenen neuen Bauvorhaben wie Beilshem-Center und Lennestraße, in deren Rahmen es zu extremen Grundwasserabsenkungen 2001 und auch im Frühsommer 2002 kam, ist z.B. bei der Messstelle 3206 mit Absenkungen um bis zu 80 cm deutlich zu verfolgen. Erst Anfang 2003 erholen sich die Grundwasserstände wieder. Die in der Abbildung bei allen Kurven sichtbaren Minimumjahre 1997, 2000 und 2002 finden sich auch, wenn auch in abgeschwächter Form in den Kurven der langjährigen Messstellen am Großen und Kleinen Stern wieder (s. Abb. 9).

Zusammenfassung:

- Signifikante großflächige Grundwasserabsenkungen gab es im Zusammenhang mit den Großbaumaßnahmen ab 1996 bis etwa 2000, mit einem Maximum der Grundwasserentnahmen 1997 und einem Tiefpunkt der Grundwasserstände 1998. Einflüsse auf die Vegetation des Tiergartens sind mit höherer Wahrscheinlichkeit in diesem Zeitraum zu erwarten. Aber auch 2002 waren zumindest lokal größere Grundwasserförderungen für Baumaßnahmen in Betrieb, die zu Grundwasserabsenkungen im südöstlichen Bereich des Tiergartens geführt haben.
- Für die Beurteilung der Grundwasserganglinien ist es leider ungünstig, dass Pegel, die signifikante Veränderungen der Grundwasserstände anzeigten, 1999 außer Betrieb genommen wurden.

3.3 Luftqualität

Das Berliner Luftgütemessnetz liefert seit den 80er Jahren kontinuierliche Messwerte von verschiedenen Stationen, die im Außenbereich, in der Innenstadt und städtischen Straßen liegen. Allerdings liegt keine der Stationen im oder am Tiergarten, so dass hier nur auf die langfristige durchschnittliche Entwicklung der Schadstoffwerte von Ozon, Stickoxid und Schwefeldioxid eingegangen werden kann.

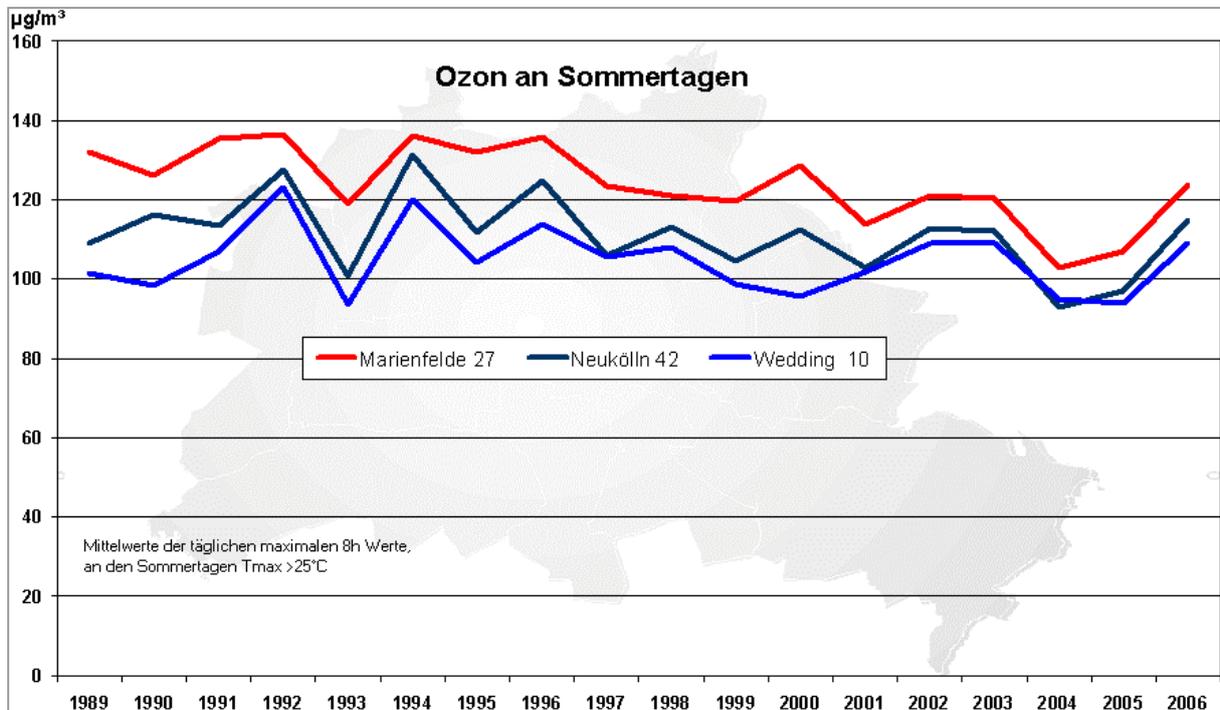


Abb. 13 : Ozon an Sommertagen 1989 – 2006 Berlin.
 aus: http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/entwicklung/lang_ozon.shtml

Problematisch sind weiterhin die hohen Ozonwerte; v.a. Ozon bildet sich bei Sonnenschein und höheren Temperaturen durch chemische Reaktion aus Sauerstoff, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen. Betrachtet man die Mittelwerte der täglichen maximalen 8h-Stunden-Werte der Sommertage seit 1989-2006 (Abb. 13), so zeigt sich nur ein geringfügiger Rückgang. Obwohl die Emissionen der Quellen der Vorläuferstoffe seit 1990 fast halbiert wurden, ist Ozon nicht im gleichen Maße reduziert worden, was vermutlich auch am Ferntransport über Landesgrenzen liegt. Grenzwerte zum Schutz von Waldökosystemen wurden z.B. 2006 an allen Messstationen überschritten. Im hier zu betrachtenden Zeitraum von 1994-2005 sind keine besonders auffälligen Maxi- oder Minima zu beobachten. Lediglich im Jahr 2000 wird der absteigende Trend etwas durch erhöhte Werte unterbrochen.

Beim Stickstoffdioxid ist laut SenGUV (2008) ein deutlicher Rückgang der Jahres-Mittelwerte seit 1990 zu verzeichnen, was v.a. auf die Einführung des 3-Wege-Katalysators zurückgeführt wird (Abb. 14). Allerdings wurde dieser Effekt durch die zunehmende Zahl der Fahrzeuge wieder aufgehoben, so dass sich ab 2005 die Werte erneut erhöhten, teilweise sicher auch durch die klimatische Situation (windschwacher Hochdrucklagen) verstärkt. An zahlreichen Stationen in Straßennähe kommt es jedoch weiterhin zur Überschreitung der Grenzwerte.

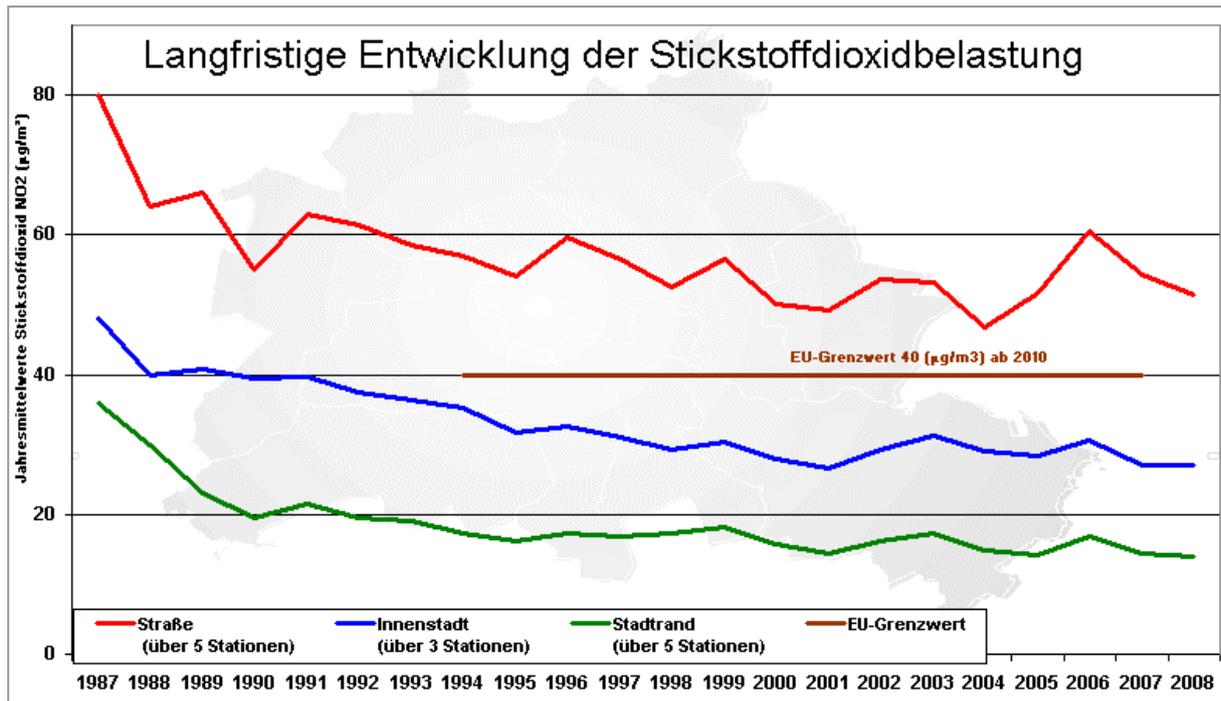


Abb. 14: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid 1987- 2008 Berlin.
 aus: http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/entwicklung/lang_no2_co.shtml

Beim Schwefeldioxid (Abb. 15) sind die Werte seit 1987 durch verschiedene Emissionsminderungsmaßnahmen (Stilllegung von Industrie, Rauchgasentschwefelung, Gas- statt Kohleheizung u.a.) extrem stark zurückgegangen und betragen mit durchschnittlich 3 µg/m³ nur noch 4 % des Wertes von 1989.

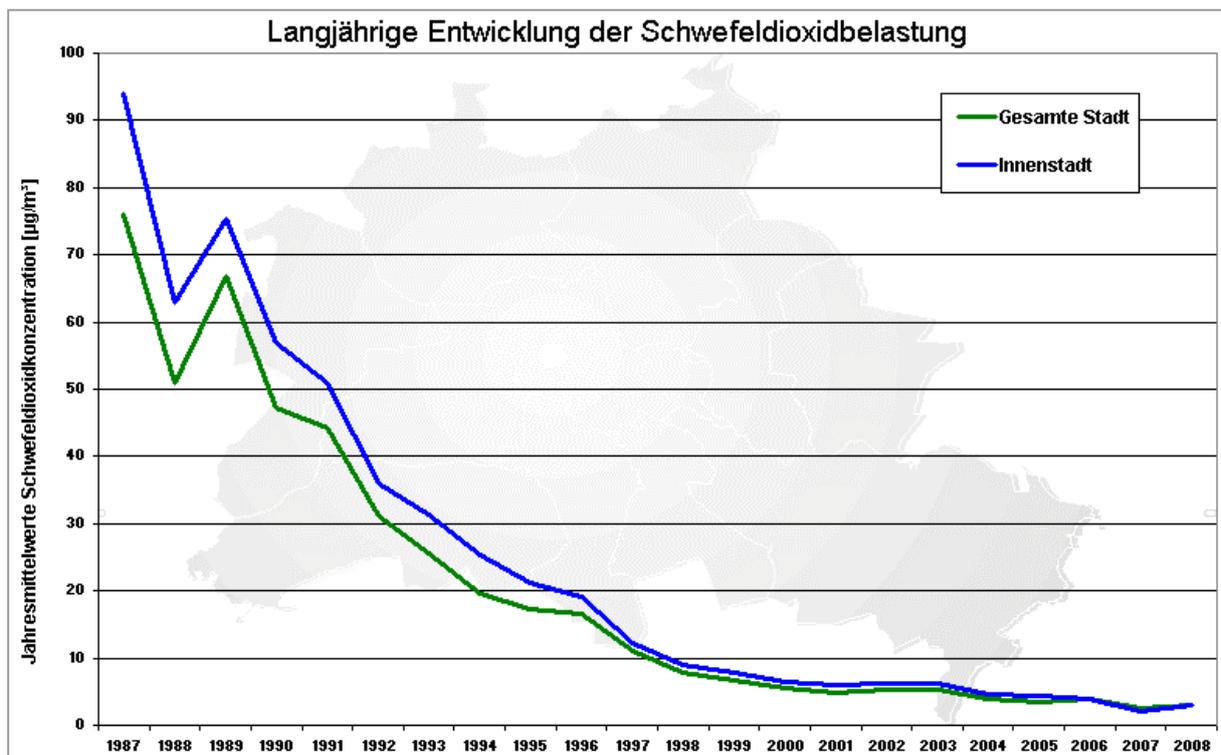


Abb. 15: Jahresmittelwerte Schwefeldioxid 1987-2008 Berlin.
 aus: http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/entwicklung/lang_so2.shtml4.

4. Ergänzende Untersuchungen zur Baumvitalität 2007/2008 und beispielhafte Auswertung ausgewählter Probebäume

4.1 Auswahl der Probebäume

Für eine vergleichende Untersuchung zu Auswirkungen von Großbaumaßnahmen auf einen Baumbestand sollten grundsätzlich solche Baum-Kollektive herangezogen werden, die

- a) einen Überblick über verschiedene Arten ermöglichen,
- b) Vergleiche zwischen etwa gleich alten Gehölzen gleicher Art an etwa vergleichbaren Standorten ermöglichen und
- c) die optimalerweise an Standorten stehen, die mehr oder weniger exponiert sind für die erwarteten Einflüsse.

Da es im Rahmen dieses Gutachtens nicht möglich war, alle seit 1994 im Tiergarten untersuchten Bäume detailliert auszuwerten, wurde im Gelände eine repräsentative Auswahl von 12 Bäumen aus dem seit 1994 fotografisch dokumentierten Baum-Kollektiv vorgenommen. Dazu wurden zunächst im Sommer 2007 alle Standorte der alten Untersuchungen aufgesucht (s.a. Tab. 1, Kap. 2.6).

Allerdings war die Identifikation der alten Probebäume nicht immer so einfach möglich, da zum sich zum einen die Kronen(gesamt)Bilder aufgrund von Bestandeseingriffen verändert haben, zu anderen die am Baum angebrachten Nummern zum Teil nicht mehr zu lesen waren.

Weitere Probleme ergaben sich aus dem zu Verfügung stehenden Kartenmaterial, in dem keine Einzelbäume verzeichnet sind, so dass eine Lokalisierung generell schwierig ist. Die von BARSIG & BISOM (1994) ausgewählten Bäume sind aufgrund z.T. ungenauer und leicht abweichender Einzeichnung in der Übersichtskarte (Abb. 3) ohne die Kenntnis zum Aussehen des Baumes (Foto) und genaue Ortskenntnisse z.T. nicht sicher identifizierbar. Vor allem beim Standort 1A war dies problematisch, da es hier sehr ähnlich aussehende Bäume gibt. Zudem beinhalten die Standortangaben (s.a. Tab 1) oft mehrere Bäume. Eine Umnummerierung und neue genaue Einzeichnung in eine geeignete Karte, die eine eindeutige Zuordnung der einzelnen Bäume ermöglicht hätte, wurde seinerzeit nicht beendet (s.a. Tab. 1, Spalte neue Baum-Nr.).

Während der Bauphase gab es am Standort 3, am Goldfischteich (jetzt Venusbassin) erhebliche Schwankungen des Wasserspiegels, die vom wochenlangen Trockenfallen des Sees bis hin zu einer wochenlangen Überfüllung des Feinwurzelbereichs der Bäume in der Uferzone geführt haben. Daher konnten beispielsweise sämtliche Bäume dieses Standortes für eine Beurteilung der Langzeitfolgen nicht verwendet werden. Hinzu kamen Maßnahmen der Gartendenkmalpflege, die das Untersuchungsgebiet inzwischen durch eine Vielzahl neuer Wege zerschnitten haben. Durch die unmittelbaren baulichen Eingriffe und diverse Folgewirkungen dürfte es für einzelne Bäume zu erheblich ungünstigen Einflüssen gekommen sein.

Bei der Auswahl der in der vorliegenden Studie vergleichend beurteilten Gehölze wurde verstärkt ein Augenmerk darauf gerichtet, dass unter Anwendung effektiver Methoden möglichst genaue und möglichst sichere Aussagen zu treffen sind (Tab. 3 und Abb. 16).

Tab. 3: Charakteristika der 2007 und 2008 untersuchten Bäume (die Baum-Nr. beziehen sich auf die Standort-Nummerierung aus BARSIG et al. 1995, s. Abb. 16). Von allen Bäumen wurden Kronenfotos angefertigt, mit Ausnahme von 1Bk und 5h wurden alle Bäume jahringanalytisch beprobt.

Nr.	Baum-Nr. (neu)	Art	Umfang (m)	Alter (ca)	Standort	Bemerkung
1	1 Ba	Spitz-Ahorn	1,08-2,51		Südlich Ahornsteig, östlich der gr. Querallee	5-stämmig ab 0,5mH, Bohrung am dicksten Stammteil
2	1 Bg (18)	Buche	1,40	55-60	Südlich Ahornsteig, östlich der gr. Querallee	Zwischen altem und neuem Weg, Stamm etwas schräg
3	1Bk	Stiel-Eiche			Neben 1 Bg	<i>der weniger vitale Baum links im Bild wurde nicht jahringanalytisch untersucht</i>
4	1 Bk	Stiel-Eiche	2,33	60	Neben 1 Bg	Zwischen Weg und Wiese, auf den Kronenfotos 2 Bäume
5	4 a	Berg-Ahorn	1,25	55-60	Nahe Ahornsteig, westlich Gr. Sternallee	4-stämmig auf der Wiese, Bohrung am dicksten Stamm
6	5 b	Berg-Ahorn	1,51	60	Wiese südwestlich GBA zum Gewässer hin	wächst zusammen mit einem Feldahorn auf der Wiese, teilweise Kronen ineinander gewachsen
7	5 e (39)	Stiel-Eiche	2,65	55-60	Neben 5 b	Baum auf der Wiese, breitkronig
8	5 h (43)	Buche	Nr. 9 D = 0,74	60	Etwas nördlich von 5 e	Auf der Wiese, tiefbeastet, * Umfang nicht zu messen, da tief beastet, Jungbaum, Kronenfotos auch mit älterem Baum (s. Nr. 8)
9	5 h	Alt-Buche		150	Etwas nördlich von 5 e	<i>keine Bohrkernentnahme</i>
10	7c	Stiel-Eiche	1,58	55-60	An der Amazone (nahe ehem. Entlastungsstr.)	Wurde bei Vergrößerung des Amazonen-Platzes 2006 in Weg integriert
11	8 a - 557	Stiel-Eiche	3,40	>150	Südlich Rousseauinsel	Altbaum, Zwischen Gewässer und Weg, Stammfuß südlich durch Bordstein eingeengt
12	9a (48)	Stiel-Eiche	2,38	60	Südöstlich der Rousseauinsel	An neuem Rindenweg
13	10a - 543 (50)	Trauben-Eiche	3,36	> 250	Gr. Stern-Allee nordwestl. Rousseauinsel	Tiefbeastet, Altbaum
14	10 g (54)	Buche	2,20	50	Gegenüber 10g	Tiefbeastet am Bestandesrand

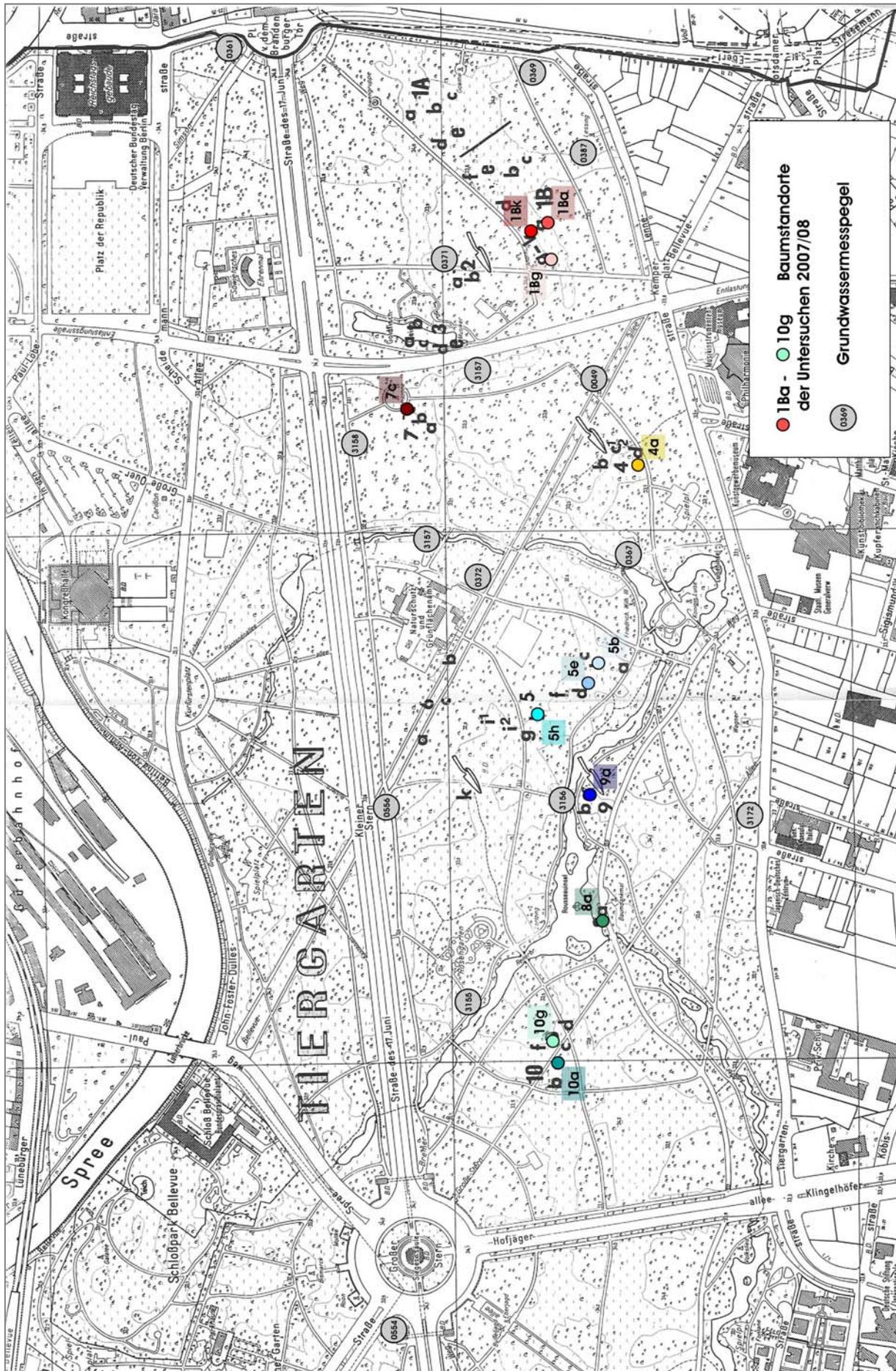


Abb. 16: Standorte der 2007/2008 im Tiergarten begutachteten Bäume (farbig markiert). Kartengrundlage: BARSIG & KLÖHN (1997).

In der Auswahl der ersten PROTIGA-Untersuchung von 1994 gab es östlich der Entlastungsstraße - heute Tunnelverlauf - keine Bäume der Vorkriegsgeneration. Daher wurden für die aktuelle Untersuchung westlich der Entlastungsstraße überwiegend Gehölze ausgewählt, die nach Baumalter und Standortverhältnissen (meint nicht Bodenparameter) Vergleiche zu entsprechenden Gehölzen östlich der (ehemaligen) Entlastungsstraße zulassen. Ausnahmen sind die Alt-Buche 5h, da sie Vergleiche zur nebenstehenden jüngeren Buche erlaubt, die Stiel-Eiche 8a, da sie Vergleiche zur Jahrringanalysen von 1981 ermöglicht (VON LÜHRTE 1981) und Trauben-Eiche 10a, die Vergleiche zur benachbarten jüngeren Buche 10g und zu anderen früher untersuchten Alt-Eichen erlaubt.

Von den 12 ausgewählten Bäumen wurden im Spätsommer 2007 und 2008 Kronenfotos angefertigt, die Bäume wurden kurz beschrieben und es wurde je ein Bohrkern für die Jahrringanalyse entnommen.

Eine Kronenbeurteilung erfolgte jedoch tatsächlich für 14 Bäume, da bei den Standorten 1 Bk und 5 h jeweils 2 zwei Bäume auf den Fotos zu sehen sind (s.a. Tab. 3).

Insgesamt wurden 3 Ahorne (2 Berg- und 1 Spitz-Ahorn), 4 Buchen und 7 Eichen (6 Stiel- und 1 Trauben-Eiche) in die Untersuchung einbezogen. Das ursprüngliche Kollektiv von 1994 enthielt auch einzelne Birken oder Eschen, die jedoch aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit nicht beprobt wurden. Tabelle 3 gibt die wesentlichen Charakteristika der untersuchten Bäume wieder.



Abb.17a/b: Beide Bilder wurden von Dach des Kunstgewerbemuseums aufgenommen – das obere 1994 und das untere 2008. Mit den Pfeilen sind jeweils die selben Stellen am Dach des Hauses der Kulturen der Welt und dem Carillon markiert. Der Vergleich verdeutlicht die Zunahme der Höhe des Gehölzbestandes (Fotos: N.A. Klöhn).

4.2 Auswertungsmethoden

4.2.1 Fotodokumentation der Baumvitalität

4.2.1.1 Standorte und Ausschnitte

Bei der ersten Untersuchung im Jahr 1994 wurde festgelegt, die ausgewählten Bäume der Standortgruppen 1 bis 10 jeweils vom gleichen Standort mit dem gleichen Bildausschnitt, möglichst jeweils den gesamten Baum, aufzunehmen, um nicht nur die Oberkrone, sondern auch andere Veränderungen (Laubdichte, durch Wasserspannungsverluste absinkende Äste u.a.) mit zu dokumentieren (s.a. Abb. 3).

Von 1994 bis 2004 wurden von ca. 50 Aufnahmestandorten einzelne Bäume und Baumgruppen mindestens einmal jährlich in der Vegetationsperiode (jeweils Anfang August bis spätestens Anfang September) und 1995-1997 sowie 2005 auch jeweils im März aufgenommen. Hierbei wurde die Kronenentwicklung von etwa 75 Bäumen dokumentiert. Während der Aufnahmeperiode von 1994 bis 2004 wurde aus logistischen Gründen auf Aufnahmen an einzelnen Standorten verzichtet, da die Fotos hier nur von einem Hubsteiger bzw. kletternd von einer Baumkrone aus aufgenommen werden konnten (2a bis 2c und 10b). Ein Baum wurde wegen des Tunnelbaus gefällt (3e), zwei weitere wurden nach Kronenausbrüchen gefällt (5f und 5i1). Bei den Standorten 7c, 6a, 10f und 9a mussten über die Jahre die Aufnahmestandorte leicht variiert werden, da entweder benachbarte Bäume den Betrachtungswinkel durch starkes Wachstum „zuwachsen“ oder mal Bauzäune standen und dann Beete auf dem Foto standort angelegt wurden (7c).

2007 und auch zusätzlich noch 2008 wurden weitere Durchgänge in der Vegetationsperiode aufgenommen, jedoch nur noch von den 12 ausgewählten Standorten.

1994 und 1996 wurden Übersichtsfotos von den Teilen des Parks aufgenommen, in denen schwerpunktmäßig die beobachteten Bäume stehen. 1994 wurde vom Dach des Kunstgewerbemuseums fotografiert und 1996 vom einem Hubsteiger aus, der auf der südöstlichen Ecke des Kemper Platz stehend senkrecht auf 22 m ausgefahren wurde.

2008 wurden wiederum Übersichtsfotos vom Dach des Kunstgewerbemuseums aufgenommen (wie 14 Jahre zuvor) und vom Dach des SONY-Gebäudes (etwa dort wo 1996 der Hubsteiger stand, nur liegt die Dachfläche nun wesentlich höher) – s.a. Abb. 17a/b.

4.2.1.2 Eingesetztes Filmmaterial

Das in den 90er Jahren verfügbare und bezahlbare Kleinbild-Filmmaterial ließ zunächst nur die Verwendung von S/W-Filmen (Kodak T-Max 100) für die Einzelbaumaufnahmen zu, da mit Farbfilmen die gute Auflösung von Wipfeltrieben gegen den Himmel als Hintergrund z.T. problematisch war. Hierzu wurden zuvor Vergleiche mit verschiedenen Filmen vorgenommen.

Über die Jahre wurde möglichst weitgehend durchgehalten, die Bäume gegen den blauen Himmel mit dem Sonnenlicht im Rücken aufzunehmen, wodurch die jeweilige Aufnahmezeit durch die Standorte vorgegeben war.

Durch die Verwendung von S/W-Filmen entstanden jedoch vergleichbar höhere Kosten. Daher wurden erneut Versuche mit verschiedenen Farbfilmen durchgeführt. Danach wurden ab 1997 auch für die Einzelbaumaufnahmen überwiegend professionelle „Portraitfilme“ (aktueller Handelsname: Kodak Portra NC 160) verwendet, da sie durch eine flachere Gradationskurve bei natürlicher Farbabbildung am besten geeignet waren.

Die Übersichtsfotos wurden 1994 auf Kodak Ektar 100 Film und 1996 auf Kodak Ektar 200 Film aufgenommen.

4.2.1.3 Eingesetzte Fototechnik

Versuche im Jahr 2002 zur Kostenersparnis auf digitale Aufnahmen umzurüsten waren zunächst ernüchternd. Bis März 2005 wurde daher analog fotografiert.

Von 1994 bis 2005 kam dabei eine Nikon F3HP, ab 1997 mit MF14 (Rückwand zur Dateneinbelichtung) und mit den Objektiven AI 50mm/f1.2, AI 50mm/f1.4, AF 85mm/f1.8, AF 80-200mm/f2.8 ED und AF 35-70 mm/f2.8 zum Einsatz. Für die Einzelbaumfotos wurde bevorzugt die Standardbrennweite 50 mm verwendet, da diese beim Kleinbildformat etwa dem menschlichen Blickwinkel und so dem natürlichsten Eindruck entspricht. Bei entsprechender Vergrößerung sind die wesentlichen Details der Verzweigung ausreichend gut erkennbar.

Im Sommer 2005 und 2006 wurden keine Bilder mehr aufgenommen, da das PROTIGA-Projekt ursprünglich schon abgeschlossen sein sollte. Aufgrund von Verzögerungen für den Beginn der Erstellung der Abschlussstudie wurden 2007 und 2008 die ausgewählten 12 Standorte in der Vegetationsphase nochmals aufgenommen, nun mit inzwischen absolut tauglicher Digitaltechnik. Das Auflösungs- und Abbildungsvermögen von guten CCD- und CMOS-Sensoren hat die Leistungsfähigkeit analoger Filme mehr als erreicht.

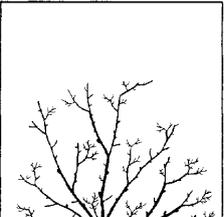
Eingesetzte Technik: Kameras Nikon D70s und D300 sowie den Objektiven AFS DX 18-70mm/f3.5-5.6G, AFS DX 16-85mm/f3.5-5.6G VR ED und das bewährte AF 80-200 mm / 2.8 ED.

Zur Verarbeitung der Bilder für diese Studie wurden die auf Negativen vorhandenen Bilder (nur die für die Abschlussstudie selektierten Bäume und ausgewählte Übersichten) von 1994 bis 2005 mit einem Dia/Filmscanner Nikon Coolscan V ED digitalisiert.

Von allen 1994 ausgesuchten Bäumen liegen auf Negativfilm Aufnahmen aus den Vegetationsphasen von 1994 bis 2004 und in der Vegetationsruhe (jeweils März) von 1995 bis 1998, sowie 2005 vor. Von den 12 ausgewählten Bäumen gibt es auch Bilder aus den Vegetationsphasen 2007 und 2008.

4.2.2 Bewertungskriterien für die Baumvitalität anhand von Fotos

Die Auswertung der Kronenfotos erfolgte orientiert an den Stufen der Kronenvitalität nach ROLOFF (1998). Mit seinen Arbeiten belegte ROLOFF (1993, 2001), dass charakteristische Veränderungen in der Kronenstruktur eine gute Grundlage zur Vitalitätsbeurteilung sein können: Abweichungen des Triebwachstums und der Verzweigung im Wipfelbereich sind sichtbare Merkmale, die eine Beurteilung der Vitalität erlauben.

		<p>Checkliste Baumvitalität nach der Verzweigung A. Roloff, Tharandt</p> <p>VS 0: vital</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerk von Langtrieben in der Oberkrone • relativ dichte u. gleichmäßige Verzweigung • kaum Verzweigungslücken <p>VS 1: geschwächt</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Flaschenbürsten“ aus Oberkrone herausragend • seitlich an den Hauptwipfelachsen Kurztriebe • zerfranste Krone <p>VS 2: geschädigt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pinselstrukturen in der Oberkrone (unbelaubt: „Krallen“) • Wipfeltriebe in Waagerechte umschwenkend • Kurztrieb(ketten)-Häufung <p>VS 3: absterbend</p> <ul style="list-style-type: none"> • skelettartige Krone • Absterben von Hauptwipfeltrieben • große Lücken in der Verzweigung
		
		
		

Vitalitätsstufen (VS) von Laubbäumen nach der Verzweigung (von oben nach unten abnehmende Vitalität)

Abb. 18: Vitalitätsstufen - Übersicht nach ROLOFF (1998), links unbelaubter, rechts belaubter Zustand.

Nach ROLOFF (1998) lassen sich folgende Symptome im Wachstum der oberen Baumkrone unterscheiden (allgemeine Beschreibung):

- Explorationsphase (Vitalitätsstufe 0):

Es entsteht eine normale arttypische Verzweigung gesunder Langtriebe mit Seitenzweigen erster und zweiter Ordnung, unter optimaler Ausnutzung des Lichtraumes, bei vitalen Bäumen bis ins hohe Alter. Aus der Distanz ist eine dichte Oberkrone aus einem Netzwerk dichter Verzweigung aus Langtrieben erkennbar.

- Degenerationsphase (Vitalitätsstufe 1):

Durch abnehmende Triebblängen, der aus den Endknospen entstehenden Langtrieben und Bildung unverzweigter Kurztriebketten aus allen Seitenknospen, kommt es zu spießförmigen Deformationen. Aus der Ferne betrachtet bildet sich eine „flaschenbürstenartige“ Degeneration der Oberkrone.

- Stagnationsphase (Vitalitätsstufe 2):

Es entsteht eine durchgehend krallen- oder pinselförmige Gestalt der Verzweigung der Oberkrone. I.d.R. findet keine oder nur noch eine rudimentäre Verzweigung statt, da sich fast ausschließlich nicht verzweigende Kurztriebketten bilden. Durch die geringe Länge der jährlichen Triebe und gestauchter Internodien ergibt sich eine büschelig angeordnete Blattstellung. Kurztriebketten (künftig unverzweigt) haben in der Regel nur eine eingeschränkte Lebensdauer. Bei zunehmender Schädigung wirken die Kurztriebe deutlich "krallenförmig". Bei einigen Baumarten erscheint die Krone sogar „geschlossener“ als in der Degenerationsphase/VS 1.

- Resignationsphase (Vitalitätsstufe 3):

Die Kurztriebe auf den früheren Hauptachsen sterben teilweise bereits ab. Die Seitenzweige sind meist schon abgestorben und/oder ausgebrochen. Häufig kommt es nun zum Absterben der Wipfeltriebe, fortschreitenden Abfallen ganzer Zweige und Äste sowie dem Absterben von größeren Kronenpartien. Die Krone beginnt in labile Teilkronen zu verfallen, die „skelettiert“ erscheinen können.

Da 1994 festgelegt wurde, jeweils den gesamten Baum aufzunehmen, entsteht für eine Vitalitätsbeurteilung anhand von Fotos die Einschränkung, dass der letztjährige Triebzuwachs auf dem gewählten größeren Bildausschnitt auch durch eine hohe Detailvergrößerung nicht immer sicher abgrenzbar ist. Daher wurde jeweils das „Gesamtbild“ zur Beurteilung herangezogen. Dadurch werden deutlichere Sprünge in der Vitalitätsentwicklung im Grand der Beurteilung in einigen Fällen möglicherweise etwas abgepuffert.

4.2.3 Jahrringanalyse der Probebäume

Anfang September 2007 wurden von den 12 ausgewählten Untersuchungsbäumen (Tab. 3) Bohrkerne für die Jahrringanalyse in ca. 1,2 - 1,3 m mit einem Zuwachsbohrer entnommen. Die Bohrungen wurden so platziert, dass mechanische Wachstumseinflüsse neben dem „normalen“ sekundären Dickenwachstum eine möglichst geringe Rolle spielen, d.h. bevorzugt im Bereich der neutralen Faser der Biegung bei Nordwestwind oder einer Neigung.

Die Bohrkerne wurden getrocknet und in Leisten geklebt. Die Messstrecken wurden mit einem Cutter angeschnitten und teilweise mit Kreide eingerieben, um anatomische Details und damit die Jahrringgrenzen deutlicher hervorzuheben.

Die Messung der Jahrringe erfolgte mit einem Jahrringmessgerät (ANIOL) am Binokular auf 1/100 mm genau. Die Weiterverarbeitung der Daten wurde mit dem Programm TSAP (RINN 1996) durchgeführt, die Daten werden in Form von Jahrringkurven ausgegeben.

In die Analyse der Daten wurden neben den 12 Probe-Bäumen auch mehrere Alteichen des Tiergartens, von denen längere Jahrringkurven vorliegen (VON LÜHRTE 1981, WEBER et al. 2006) integriert.

5. Ergebnisse der Untersuchungen an ausgewählten Probebäumen

5.1 Kronenvitalität

5.1.1 Kronenvitalitätsbeurteilungen der Einzelbäume im Jahr 2008



Abb. 19a/b: Spitz-Ahorn 1Ba und Stiel-Eichen 1Bk 2008 (Fotos N.A, Klöhn)

1Ba (Spitz-Ahorn)

Im Jahre 2008 bildet der Baum Langtriebe und eine relativ dichte Belaubung. Er weist jedoch leicht gekrümmte Blätter auf, die zum Teil „schlaff“ am Baum hängen. Die dichte Belaubung lässt keine Möglichkeiten der Beurteilung früherer Verzweigungsentwicklung zu, sodass der Baum nach aktuellem Sichtbefund der Vitalitätsstufe 0 zuzuordnen wäre.

Eine "langjährige" Vitalitätsstufe 1, die zur Ausbildung der "typischen" spießförmigen Kronendegeneration führen würde, wurde bei den ausgewählten Ahornen nicht beobachtet. Die Ahorne gehen von VS 0 nach 2 und/oder umgekehrt über. Die Übergangsformen wurden daher dennoch als VS 1 bezeichnet, obwohl die "klassische" Degeneration nicht ausgebildet wurde.²

1Bk (2 Stiel-Eichen)

Der Baum im Bild rechts weist eine dichte Verzweigung der Oberkrone mit nur sehr geringen Verzweigungsdefiziten auf. Der Baum befindet sich in der Explorationsphase, wobei geringe Abstriche in Richtung Degenerationsphase anzusetzen wären. Der Baum wird daher der Vitalitätsstufe 0,5 zugeordnet.

Der Baum im Bild links weist insgesamt eine schütterere Oberkrone auf, die auch auf Zweigverlust der Laub tragenden Verzweigung der letzten Jahre schließen lässt. In der aktuellen Vegetationsperiode 2008 wurden Langtriebe gebildet. Aktuell wäre der Baum der Vitalitätsstufe 2 - Stagnationsphase mit möglicherweise positiver Prognose - zuzuordnen.

² Beobachtungen von Entwicklungen, die unter Heranziehung der Bilder der Jahre 1994 bis 2008 erfolgten, sind kursiv dargestellt.



Abb. 20a/b: Buche 1Bg 2007 links und Spitz-Ahorn 4a 2008 (Fotos N.A, Klöhn).

1Bg (Buche)

Peitschenförmig ragen aus der Oberkrone die Ergebnisse deutlicher Langtriebbildung mit der entsprechenden Verzweigung der letzten Jahre hervor. Der Baum wäre der Vitalitätsstufe 0 mit leichten Abstrichen, also 0,5, zuzuordnen, da die Verzweigung der entwickelten Langtriebe insgesamt doch als nicht artgemäß optimal zu bezeichnen wäre. Auch eine Beurteilung als 1 wäre angemessen.

Es fällt auf, dass die Buche im Vergleich zur benachbarten Birke über die Jahre auffällig an Höhe gewonnen hat.

4a (Berg-Ahorn):

Während sich die Oberkrone von Weitem als dicht belaubt und harmonisch geformt darstellt, offenbart ein Blick durch das Fernglas eine nicht altersgemäß optimal entwickelte Verzweigung und eine geschlossene Oberkrone. Zwar wurden im Jahr 2008 (aktuelle Vegetationsperiode) optimal entwickelte Langtriebe gebildet, doch zeigt die Verzweigung darunter Defizite in Trieblänge und Verzweigungstypus der vergangenen Jahre, sodass der Baum insgesamt der Stagnationsphase, d.h. der Vitalitätsstufe 1, zugeordnet wird.

5b (Berg-Ahorn)

Vergleichbar wie bei Baum 1Ba stellt sich die Belaubung hier ebenfalls als schlaff herabhängend und die Blätter leicht eingerollt dar. Langtriebe wurden am Berg-Ahorn in diesem Jahr nicht gebildet. Stattdessen sind vereinzelt abgestorbene Zweige in der Oberkrone erkennbar. Der Baum wird mit der Vitalitätsstufe 2 - Stagnationsphase - beurteilt. Eine für die Zielstellung des Projektes sinnvolle Beurteilung des Feld-Ahorns, der unmittelbar neben dem Baum 5b steht, ist aufgrund der massiven Bedrängung der Krone nicht sinnvoll.



Abb. 21a/b: Berg-Ahorn 5b 2008 links und Stiel-Eiche 5e 2008 (Fotos N.A, Klöhn).

5e (Stiel-Eiche)

Die Eiche steht direkt neben der Rot-Eiche 5d. Sie hat daher eine deutlich südliche Kronenexposition entwickelt und in dieselbe Richtung auch kopflastige und überlange Äste. Die für die Vitalitätsbeurteilung maßgebliche Oberkrone ist jedoch weitgehend unbedrängt und kann daher uneingeschränkt bewertet werden. Das Verzweigungsbild der Oberkrone stellt sich im hohen Maße inhomogen dar. Teilweise werden die Blätter an langen und teilweise an verkürzten Internodien gebildet. Dies ist selbst durch ein Fernglas nicht exakt differenzierbar.

Da nur wenige verstreut erkennbare Langtriebe gebildet werden, und es offenbar eher eine Tendenz zur Bildung von Lücken in der Oberkrone gibt, wird der Baum in die Vitalitätsstufe 2 (Stagnationsphase) eingestuft.

Einer der in der Kronenperipherie absinkenden Starkäste weist einen Unglücksbalkenriss auf. *Das Absinken der seitlichen Krone, das vermutlich am Rissgeschehen beteiligt war, fand bevorzugt in den Jahren 1999 bis 2001 statt.. Die Oberkrone wäre im Grunde recht eindeutig mit VS2 zu bewerten, doch führten über die Jahre häufiger ausgebildete proleptische Triebe ("Johannistriebe") zu einem insgesamt weniger ungünstigeren Erscheinungsbild.*

5h (2 Buchen)

Auf diesem Bild sind zwei Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) erkennbar. Die rechte ist ein „Vorkriegsbaum“, der linke gehört zu einer „Nachkriegsgeneration“. Die Oberkrone der Alt-Buche weist Anzeichen von fortgeschrittenen Verzweigungs- und Laubverlusten auf. Die Krone ist insgesamt zu transparent, sodass für eine Buche unüblich, sogar die Grobäste der Oberkrone durch die Belaubung deutlich erkennbar sind ebenso wie die „Krallen- und Peitschenbildung“. Der Baum ist daher der Vitalitätsstufe 2,5 zuzuordnen, soweit es um die Beurteilung der Oberkrone geht. In den unteren 2/3 der Baumhöhe sind in den letzten Jahren sehr deutliche Regenerationstendenzen erkennbar, die jedoch für eine Beurteilung nach ROLOFF nicht heranzuziehen sind.

Der jüngere Nachbarbaum weist im Verzweigungsbild seiner Oberkrone eine derart auffällig stramm aufrechte Verzweigung aller verzweigenden Triebe auf, dass Zweifel an einer klaren Zuordnung zur Art *Fagus sylvatica* aufkommen. Eine langjährig anhaltende Langtriebbildung der Hauptachsen ist klar erkennbar, jedoch ebenso deutlich eine verminderte Langtriebbildung der hier verzweigenden Zweige I. Ordnung, die zu einer deutlich „pfeifenputzerartigen“ Struktur der Oberkrone führen, sodass der Baum mit der Vitalitätsstufe 1 (Degenerationsphase) beurteilt wird.

Über die Jahre fällt deutlich auf, dass der Altbaum in der Oberkrone sehr deutlich zerfällt, wohingegen der Baum der Nachkriegsgeneration sichtbar an Höhe gewonnen hat.



Abb. 22a/b: Buchen 5h 2008 links und Stiel-Eiche 7c 2007 (Fotos N.A, Klöhn).

7c (Stiel-Eiche)

Die Oberkrone weist deutliche Lücken und Belaubungsdefizite auf. Die vorhandene Belaubung wird an deutlich verkürzten Internodien gebildet, sodass sich daraus eine büschelige Stellung des Laubes ergibt. Die deutliche Lückenbildung zwischen den kralligen Verzweigungsstrukturen deutet auf eine Neigung zu Zweigabsprüngen hin, sodass der Baum mit Vitalitätsstufe 2 (Stagnationsphase) zu beurteilen ist, jedoch eher mit ungünstiger Tendenz.

Bei diesem Baum sind jedoch negative Einflüsse des Wegebbaus der letzten Jahre wahrscheinlich. Der Baum stand früher im Randbestand einer Parkwiese, sodass nur in Teilen des Wurzelbereichs eine leichte Verdichtung durch Vertritt bzw. Rasenmähd festzustellen war.

Inzwischen ist der Baum vollständig in eine wassergebundene Wegedecke integriert und steht in dem Weg, der kreisförmig das Denkmal der Flora umfasst. Es ist wahrscheinlich, dass im Rahmen der Gartenbaumaßnahmen Verdichtungen durch Baufahrzeuge mit entsprechenden Wurzelschäden sowie die Verdichtung des Bodenbelages durch die Deckschicht verursacht wurden. Weitere Beeinträchtigungen können durch die anderen gartenbaulichen Arbeiten in der Umgebung ebenfalls entstanden sein.



Abb. 23a/b: Stiel-Eiche 8a 2007 links und Stiel-Eiche 9a 2008 (Fotos N.A, Klöhn).

8a (Stiel-Eiche):

Am Standort 8, (im Altbaum-Kataster des Tiergartens Baum-Nr. 7), befindet sich eine Alt-Eiche, bei der ein einzelner westlich weisender Ast in ca. 14 m Höhe über die Jahre fotografiert und beurteilt wurde. Aktuell weist dieser eine deutlich büschelige Verzweigung auf (Kurztriebkettenbildung), sodass er der Vitalitätsstufe 2 zuzuordnen wäre. Da für die Vitalitätsbeurteilung nach ROLOFF, wie beschrieben, die Oberkrone heranzuziehen ist, sind nur anhand dieses Astes abgesicherte Rückschlüsse auf die Vitalitätsentwicklung des Baumes nur bedingt möglich.

9a (Stiel-Eiche)

Am Standort 9 wurden eine Rotbuche und eine Stiel-Eiche langjährig beobachtet, wobei hier nur die Stiel-Eiche zur Beurteilung herangezogen wird. Bei diesem Baum musste im Untersuchungszeitraum der Standort für die vergleichende Aufnahme der Oberkrone über die Jahre leicht modifiziert werden, da die beiden benachbarten Buchen, wie auch ein Silberahorn, (jüngst deutlich eingekürzt), einen Blick auf die Oberkrone des Baumes 9a sonst verdeckt hätten. Auch die verwendeten Brennweiten mussten über die Jahre jeweils angepasst werden (85-135 mm bei Kleinbildformat).

Insgesamt stellt sich die Belaubung des Baumes tendenziell eher schütter und aufgelockert dar. Die für die Beurteilung nach ROLOFF relevante Oberkrone weist auf den Hauptachsen eine Tendenz zur Bildung von Langtrieben auf bei einer weniger ausgeprägten Verzweigung der Seitenachsen, sodass der Baum mit der Vitalitätsstufe 1 beurteilt wird.



Abb. 24a/b: Trauben-Eiche 10a 2007 links und Buche 10g 2008 (Fotos N.A, Klöhn).

10a (Trauben-Eiche)

Dieser Altbaum weist eine ausschließlich aus nach 1945 adaptiv entwickelten Ästen gebildete Krone auf.

Unter Außerachtlassung des gesamten Verzweigungsbildes könnte der Baum aufgrund der letzten sehr guten Triebentwicklung mit Vitalitätsstufe 0 beurteilt werden. Doch zeigen die weiterhin erkennbaren leichten Defizite der Triblängenentwicklung in früheren Phasen, insbesondere bei den Seitenachsen, dass der Baum Vitalitätsschwankungen aufwies. Im 2008 wird der Baum daher mit Vitalitätsstufe 0 bis 0,5 beurteilt.

10g (Buche)

Aus der Distanz betrachtet würde man die Oberkrone mit Vitalitätsstufe 0 beurteilen. Mit einem Fernglas betrachtet ist jedoch einzuschränken, dass die Seitenachsen teilweise nicht optimal verzweigen. Die Lücken, die sich unterhalb des oberen Kronenmantels ergeben, sind bei diesem Baum auf frühere Vitalitätsdefizite zurückzuführen. Aktuell fallen jedoch die leicht eingerollte Blattform und deren aufrechte Stellung an den Zweigen auf. Daher wird der Baum mit Vitalitätsstufe 0,5 bewertet.

Diese Buche schien zu Beginn der Studie eine ungünstige Entwicklungstendenz zu haben. Dass es anders kam, belegt erneut die bisweilen den Experten überraschenden Kompensationsvermögen von Bäumen.

5.1.2 Kronenvitalitätsbeurteilung 1994-2008

Die Tabelle 4 gibt die Veränderungen der Kronenvitalität der ausgewählten Bäume von 1994 bis 2008 wieder. Es wurden hier nur die Beurteilungen der Kronen im Spätsommer verwendet, eine Ausnahme bildet das Jahr 2005, in dem die Kronen nur im März aufgenommen wurden.

Tab. 4: Kronenvitalität ausgewählter Bäume im großen Tiergarten von 1994-2008. Angegeben sind die Vitalitätsstufen nach ROLOFF für die Spätsommer-Fotos (Ausnahme 2005 – Aufnahmen im März)

Nr.	Standort	Baumart	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	*	2007	2008
1	1Ba	Spitz-Ahorn	1,0	1,0	k.W.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5	1,5
2	1Bg	Buche	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0		0,5	1,0
3	1Bk - li	Stiel-Eiche	1,5	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0		2,0	2,0
4	1Bk – re	Stiel-Eiche	0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5
5	4a	Berg-Ahorn	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0
6	5b	Berg-Ahorn	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5		0,5	0,5
7	5e	Stiel-Eiche	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0		1,5	2,0
8	5h - ju	Buche	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0
9	5h –alt	Buche	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		2,0	2,0
10	7c	Stiel-Eiche	2,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5	2,0
11	8a	Stiel-Eiche	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5		2,5	2,0
12	9a	Stiel-Eiche	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,5		1,0	1,0
13	10a	Trauben-Eiche	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	0,5
14	10g	Buche	2,0	1,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0		0,5	0,5

* 2006 keine Aufnahmen, grau hinterlegte Bäume ohne jahrringanalytische Untersuchung

Zeichnet man die Schadstufenwerte über der Zeitachse, so gibt sich ein sehr verwirrendes Bild unterschiedlichster Verläufe und unterschiedlichster Schadniveaus. Daher wurde zunächst pro Baum jeweils die Veränderung gegenüber dem Vorjahr berechnet und diese Werte dann jahrweise für alle Bäume getrennt nach positiven Werten (Zunahme der Schadstufe gegenüber dem Vorjahr) und negativen Werten (Abnahme der Schadstufe) aufsummiert.

Dabei zeigt sich (Abb. 25), dass bei vielen der Bäume zunächst 1995 eine Verbesserung der Kronenvitalität eintrat, dann ab 1996 bis 2000 jedoch, wenn auch nur bei wenigen Bäumen die Schadstufen anstiegen. 2007 und 2008 halten sich die positiven und negativen Veränderungen der Kronenvitalität fast die Waage. Generell zeigen seit 1997 jedoch immer nur wenige Bäume (max. 5) Veränderungen in der Kronenvitalität, sodass die Interpretation dieser Grafik eingeschränkt werden muss.

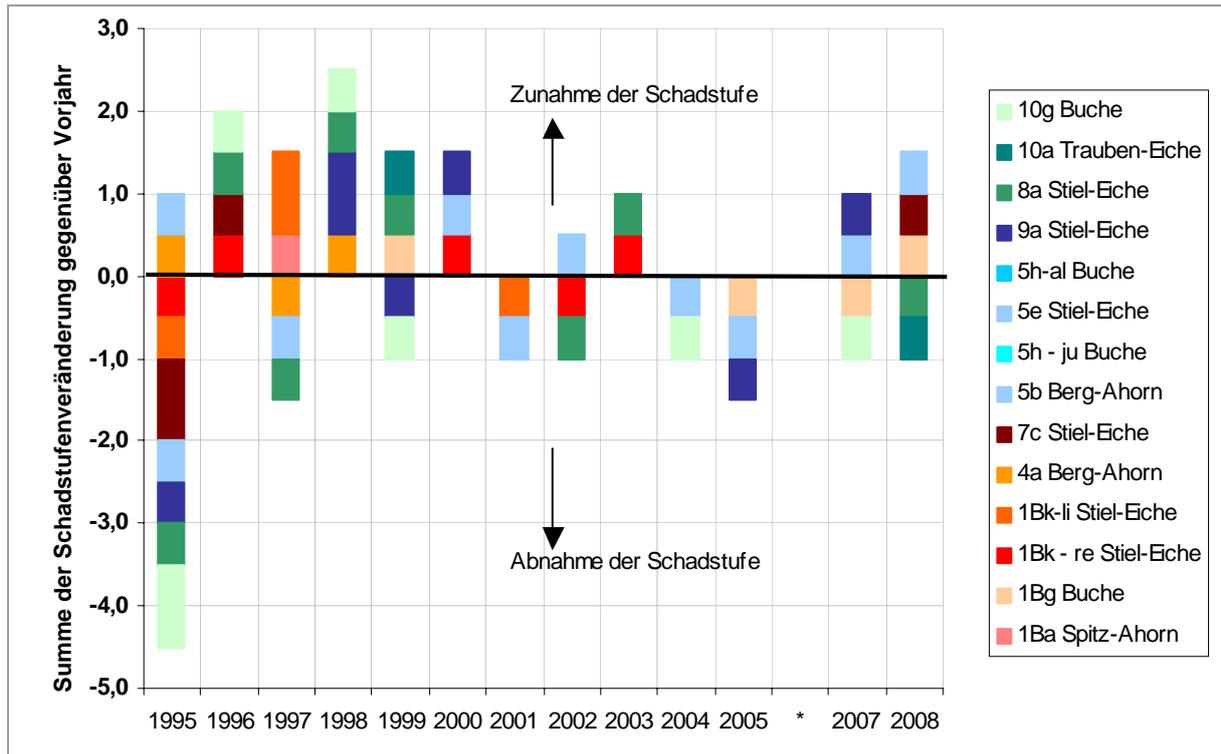


Abb. 25: Summen der positiven bzw. negativen Veränderungen der Schadstufen aller ausgewählten Bäume gegenüber dem Vorjahreswert von 1995-2008. Positive Werte bedeuten eine Zunahme, negative eine Abnahme der Schadstufen. Die rot-braunen Bäume stehen am nächsten zum Potsdamer Platz, die grünen am weitesten nach Westen entfernt.

5.2 Zuwachsverlauf

5.2.1 Zuwachsverlauf der Einzelbäume

Bei der Auswertung der Zuwachskurven ergibt sich die Schwierigkeit, dass es sich sowohl um verschiedene Baumarten als auch verschiedene Standorte handelt. Bei den Eichen unterscheiden sich die Bäume auch gravierend im Alter, so wurden hier neben Nachkriegsbäumen auch zwei Alt-Bäume beprobt.

Zunächst wurde daher die Jahrringkurven der Einzelbäume getrennt nach Arten für die Nachkriegsbäume von 1970-2007 (unter Auslassung der extrem unterschiedlichen Jugendphase) betrachtet. Die Standorte 1-3, 4 und 7 liegen in der Umgebung des Straßentunnels, die Standorte 5 und 9 südlich des Kleinen Sterns und der Standort 10 am westlichsten an der Großen Sternallee.

Bei den Eichen (Abb. 26) fällt auf, dass die Jahrringbreiten um 1995 zwar recht ähnlich lagen, die Kurven nach einem deutlichen Abwärtstrend (am stärksten bei 1 Bk + 7c) ab 2000 sehr stark variieren. Besonders die Eiche 1Bk zeigt eine starke Erholungstendenz bis 2007.

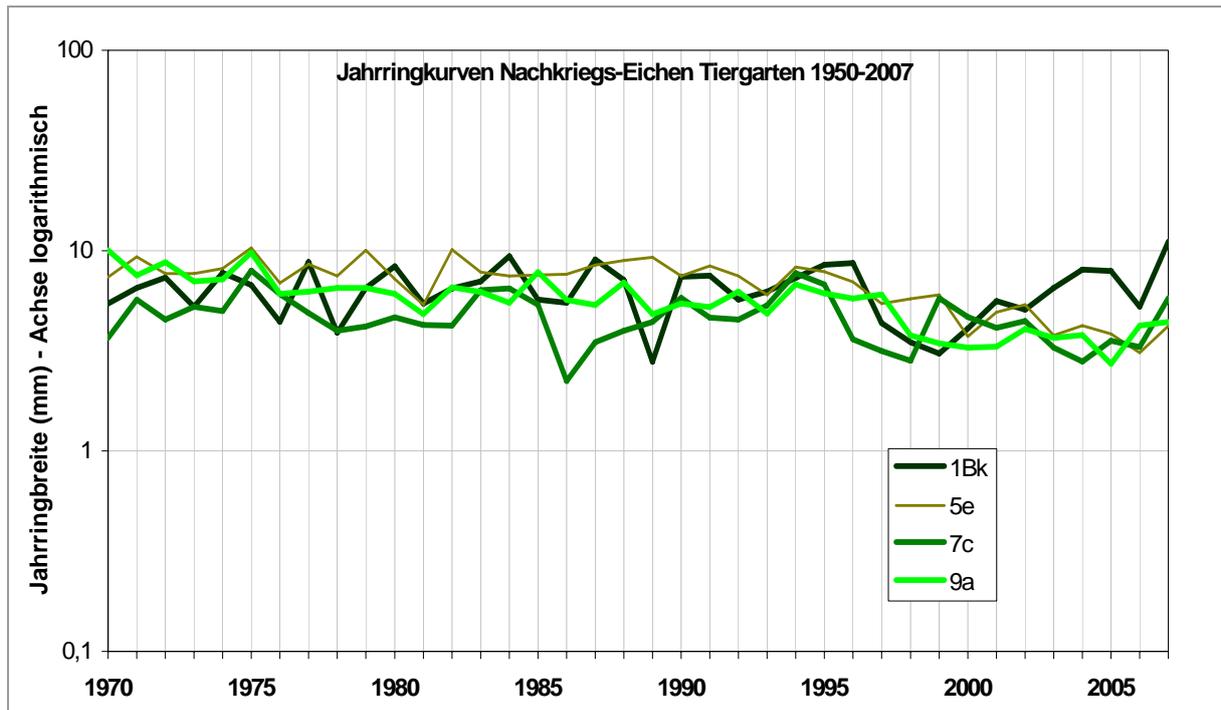


Abb. 26: Jahringkurven der 2007 untersuchten 4 Nachkriegs-Eichen im Tiergarten von 1970 bis 2007 (Größenachse logarithmisch).

Bei den Buchen (Abb. 27) ist deutlich das Trockenjahr 1976 als Einschnitt in den Kurven zu erkennen. Das Zuwachsniveau der 3 Bäume verläuft generell auf unterschiedlicher Höhe, bei den Buchen 1Bg und 10g jedoch weitgehend synchron, auch bei den Minima 1998-2000. Bei der Buche 5h zeigt sich demgegenüber ein langfristiger Abwärtstrend verstärkt seit 2001.

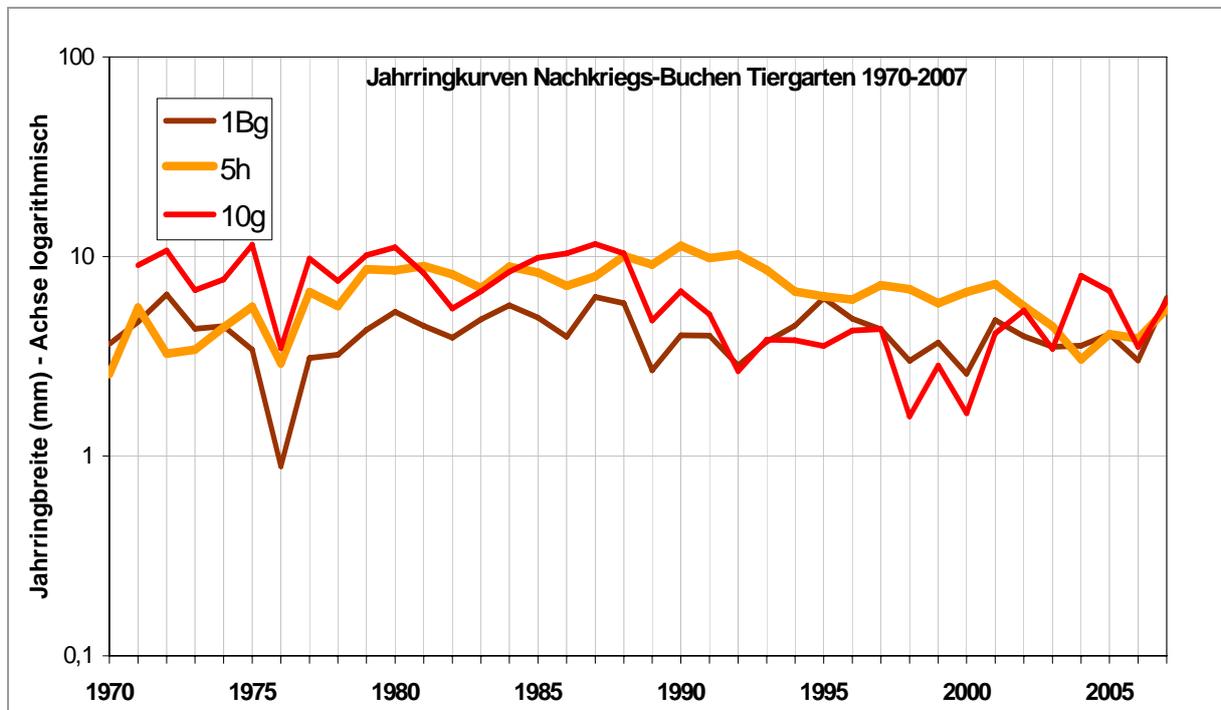


Abb. 27: Jahringkurven der 2007 untersuchten 3 Nachkriegs-Buchen im Tiergarten von 1970 bis 2007 (Größenachse logarithmisch).

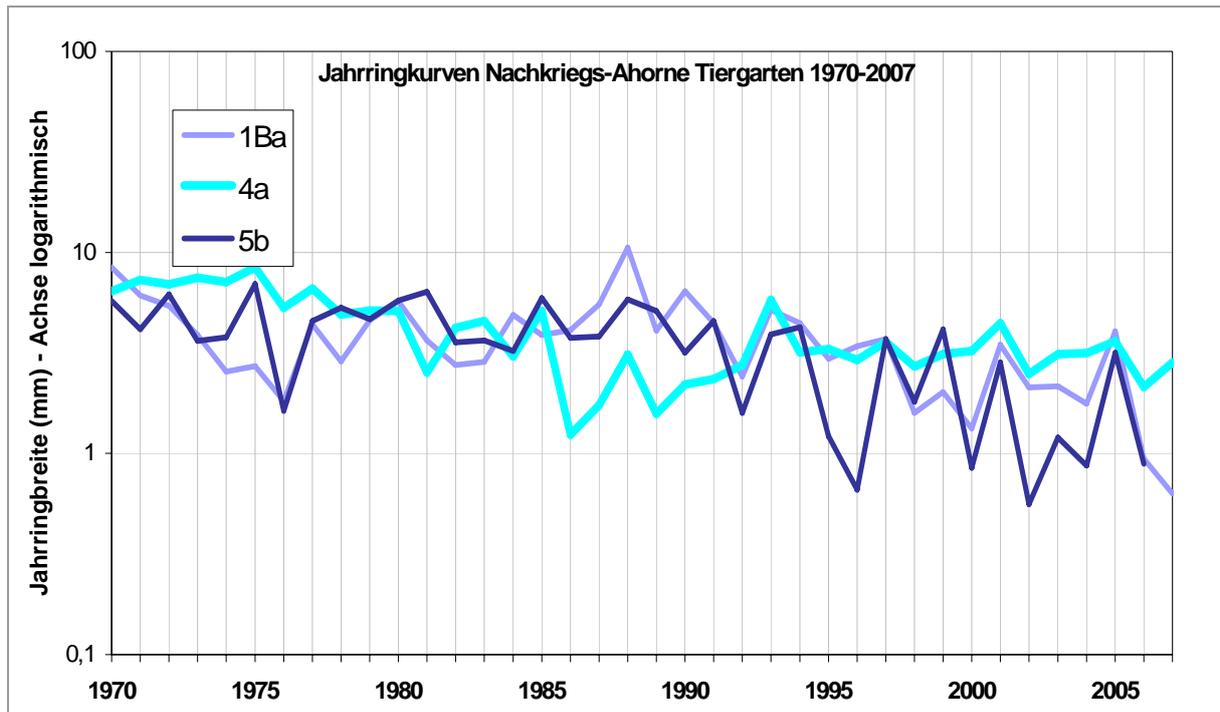


Abb. 28: Jahringkurven der 2007 untersuchten Nachkriegs-Ahorne im Tiergarten von 1970 bis 2007 (Größenachse logarithmisch)

Bei den Ahornen (Abb. 28) zeigen sich die stärksten Schwankungen der Jahringbreiten. Dabei fällt der Baum 5b besonders durch zahlreiche Minima in den Jahren 1995/1996, 2000, 2002-2004 auf. Auch der Ahorn 1Ba zeigt 1998 bis 2000 einen Zuwachsrückgang.

5.2.2 Zuwachsverlauf der Baumarten-Mittelkurven

Für den Vergleich der Zuwachsverläufe ab 1970 wurden insgesamt 4 Mittelkurven erstellt:

1. der Buchen,
2. der Ahorne,
3. der Nachkriegs-Eichen und der
4. zwei älteren Eichen.

Neben diesen 4 Mittelkurven wurde in die Abbildung 29 zusätzlich noch die 2006 im Rahmen einer anderen Untersuchung (WEBER et al. 2006) erstellte Mittelkurve von 5 Alteichen aus dem Bereich des Kurfürstenplatzes integriert (s.a. Kap 4.2.3).

Es wird deutlich, dass alle Mittelkurven einen Trend absinkender Zuwachswerte aufweisen, was zumindest bei den zwei Altbäumen seit Ende der 80er Jahre nicht mit einem Alterstrend zu erklären ist, wie der Vergleich mit den anderen Alt-Eichen zeigt.

Deutliche Minima der Jahringbreiten finden sich in allen Kurven 1976 sowie 1998, 2000 und 2002.

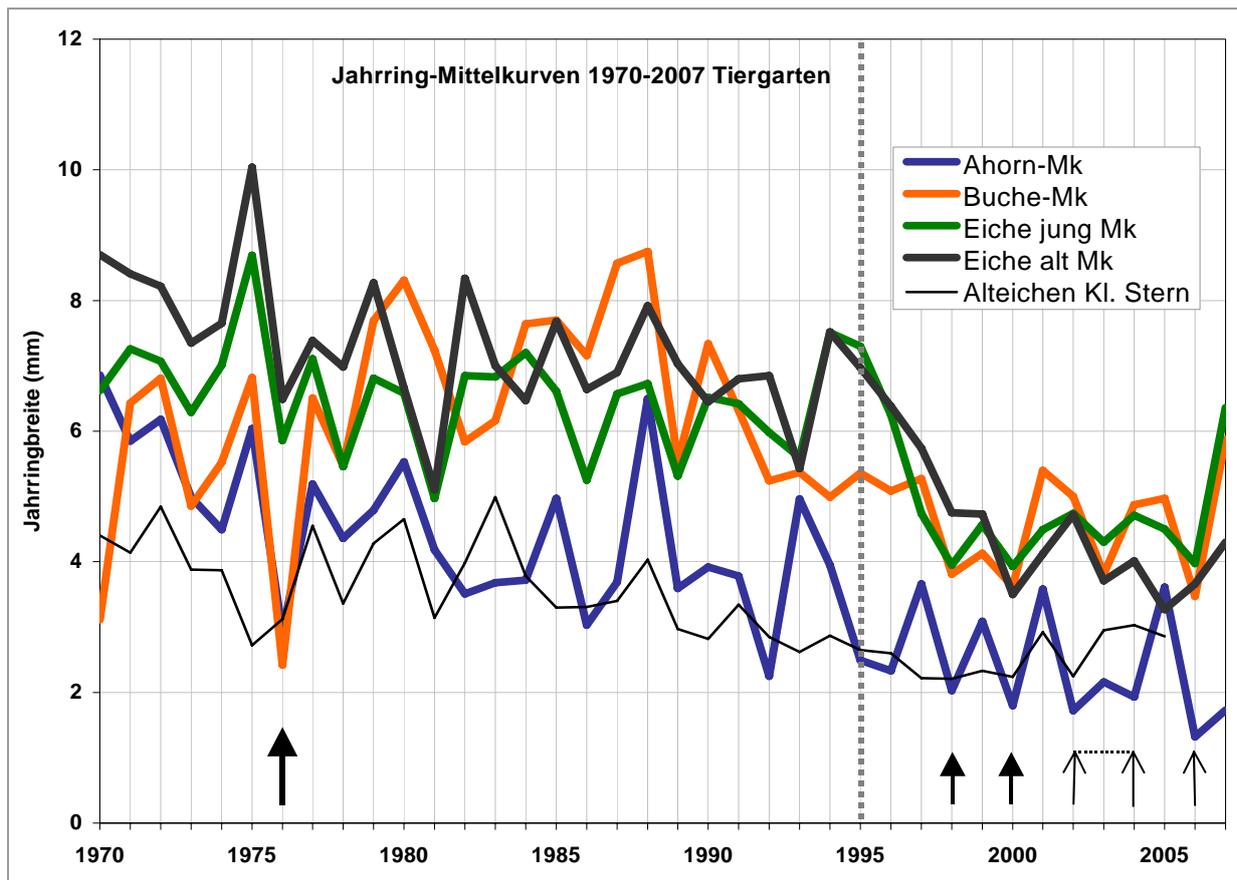


Abb. 29: Jahring-Mittelkurven der 2007 untersuchten Nachkriegs-Eichen, -Buchen und Ahorne und der zwei Alteichen. Im Vergleich dazu dargestellt auch die Mittelkurve (bis 2005) von 5 Alt-Eichen am Kleinen Stern (VON LÜHRTE unveröff., s.a. WEBER et al. 2006). Die Pfeile kennzeichnen deutliche Minimumjahre (fett bzw. dünne Pfeile = Jahre, in denen mehrere Kurven Zuwachsrückgänge zeigen). Die gestrichelte graue Linie markiert den Beginn der Baulog-Bauphase.

5.3 Vergleichende Darstellung der Kronenvitalität und des Zuwachsverhaltens

Da für die Untersuchungs-Bäume im Tiergarten sowohl Zeitreihen der Kronenvitalität (1994-2008) als auch Zuwachskurven vorliegen, war es möglich diese beiden Baum-„Vitalitäts“-Parameter über den gemeinsamen Zeitraum in ihrer Entwicklung zu vergleichen. Dies wurde für alle 12 jahringanalytisch untersuchten Bäume durchgeführt, ergab jedoch teilweise recht unterschiedliche Tendenzen der beiden Parameter über den Zeitraum.

Drei Beispiele sollen beispielhaft die verschiedenen Verlaufs-Typen des Vergleichs der Kronenvitalität und des Zuwachsverhaltens von einzelnen Untersuchungsbäumen verdeutlichen. In den Abbildungen ist jeweils auf der linken Achse die Jahringbreite in mm dargestellt, auf der rechten Achse wird die Kronenvitalität in Form der Kronen-Schadstufen nach ROLOFF abgebildet. Diese Achse wurde umgekehrt, d.h. die kleinsten Werte (Kronenvitalität = 0) stehen oben, die höchsten (Kronenvitalität 2,5) unten nahe der Zeitachse. Dies ermöglicht den Einblick in die Parallelität von Zuwachs und Kronenzustand, da bei einer hohen Schadstufe eine geringe Jahringbreite zu erwarten ist und umgekehrt.

Stiel-Eiche 1 Bk:

Die hier dargestellte rechte Eiche ist die vitalere am Standort 1Bk. Im Vergleich zum Nachbarbaum ist in der Fotoreihe (Abb. 31) gut erkennbar, dass der Baum über den Untersuchungszeitraum an Größe deutlich zugenommen hat, während die andere eher „verfällt“. Dennoch ist bei diesem „explorierenden“ Baum sowohl in der Veränderung der Kronenvitalität (wenn auch nur gering), als auch korrelierend im Verlauf des Zuwachsverhaltens erkennbar, dass im Zeitraum zwischen 1997 bis 2000 ungünstige Faktoren auf den Baum eingewirkt haben (Abb. 30). Dies könnte sowohl mit den Grundwasserabsenkungen im Rahmen der Bau-Vorhaben in der Umgebung des Tiergartens in Verbindung stehen als auch mit dem warm-trockenen Jahren bzw. Sommern 1997-2000.

Nach 2000 erfolgte eine Stabilisierung etwa auf dem vorherigen Niveau.

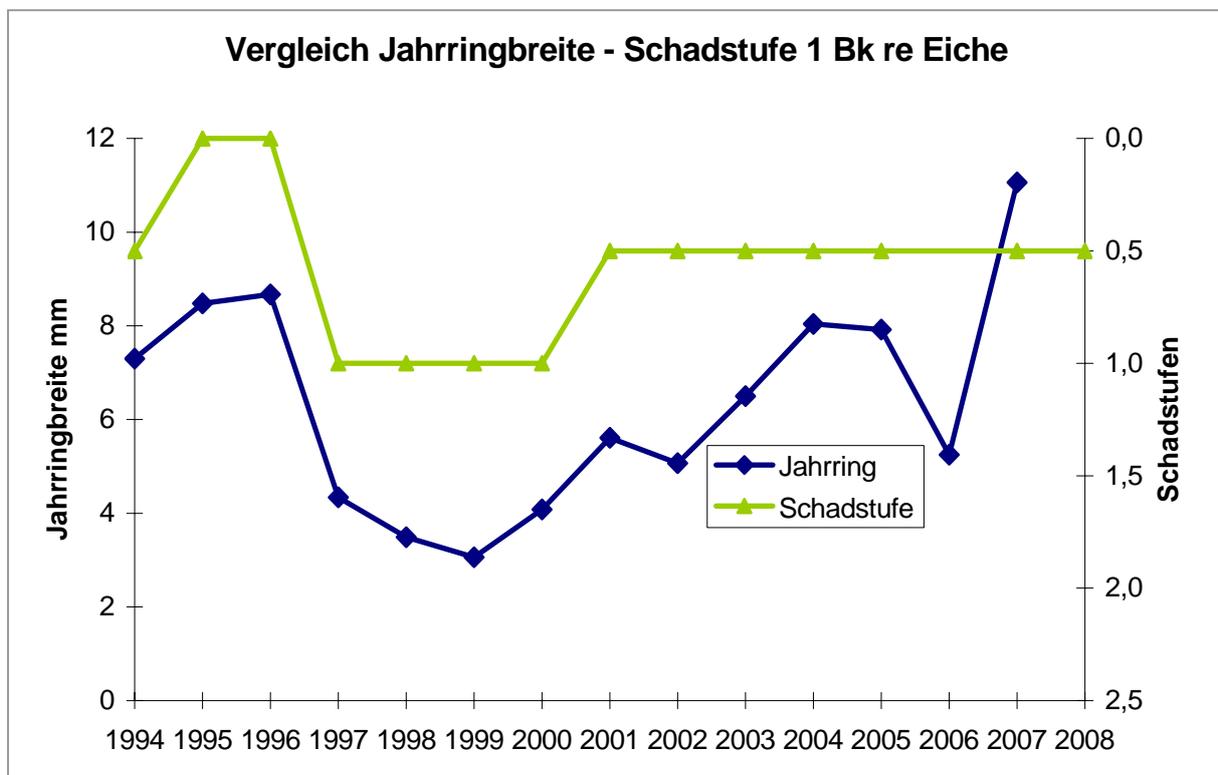


Abb. 30: Vergleich der Jahrringbreiten (linke Achse in mm) und der Kronenvitalitäts-Stufe nach ROLOFF (rechte Achse = Schadstufe; Größenachse umgekehrt) für die Stiel-Eiche am Standort 1 Bk von 1994-2008.

Die Fotoserie auf den folgenden 2 Seiten (Abb. 31) zeigt die Kronenfotos dieser Eiche (zusammen mit dem linken Nachbarbaum) von 1994 bis 2008 im Vergleich.

1Bk re Eiche



Hier wurde die rechte Eiche bearbeitet. Die ebenfalls abgebildete linke Eiche war 1994 ähnlich entwickelt. Am Beispiel dieser Eichen wird deutlich, wie sich gleiche Bäume entwickeln, wenn sie verschiedene Triebzuwächse entwickeln: Die rechte Eiche exploriert, wenngleich weniger in den Jahren 1997 bis 2000.

Zudem hat die rechte Eiche in einige Jahren zusätzliche Johannistriebe gebildet (95, 01, 02, 04, und 07), was ihr zusätzliche Vorteile erbrachte.

Ende 2010 wurde die etwa Hälfte der der Wurzelbereiche dieser Eichen mit wassergebundener Wegedecke versiegelt. Die bislang gute Entwicklung der rechten Eiche ist dadurch in Frage gestellt .

1Bk re Eiche



Berg-Ahorn 5b:

Wie bereits in der Abbildung 28 in den Jahrringkurven der 2007 beprobten Nachkriegs-Ahorne im Tiergarten von 1970 bis 2007 erkennbar, unterliegen die Jahreszuwächse bei den Ahornen großen Schwankungen, die sich mit der Kronenvitalität nicht korrelieren lassen. Besonders bei diesem Baum 5b sind keine Zusammenhänge erkennbar (Abb. 32).

Nach dieser Auswertung scheinen Ahorne generell für solche Monitoringuntersuchungen weniger geeignet zu sein (mit der Einschränkung, dass die untersuchte Gruppe klein war).

Im Vergleich zum langfristigen Zuwachsverhalten könnten jedoch die starken jährlichen Schwankungen ein Hinweis auf ungünstige Zuwachsfaktoren sein, sie lassen sich jedoch nicht immer einem „Schadereignis“ zuordnen. Allerdings fällt die Minimumphase der Jahrringbreiten 2002-2004 sowohl mit starken Grundwasserabsenkungen bei den Baulog-Vorhaben als auch den trocken-warmen Sommern 2002 und 2003 zusammen.

Die in der Fotoreihe erkennbaren Schwankungen der Belaubungsdichte haben auf das Verzweigungsmuster keine wesentlichen Einflüsse gehabt.

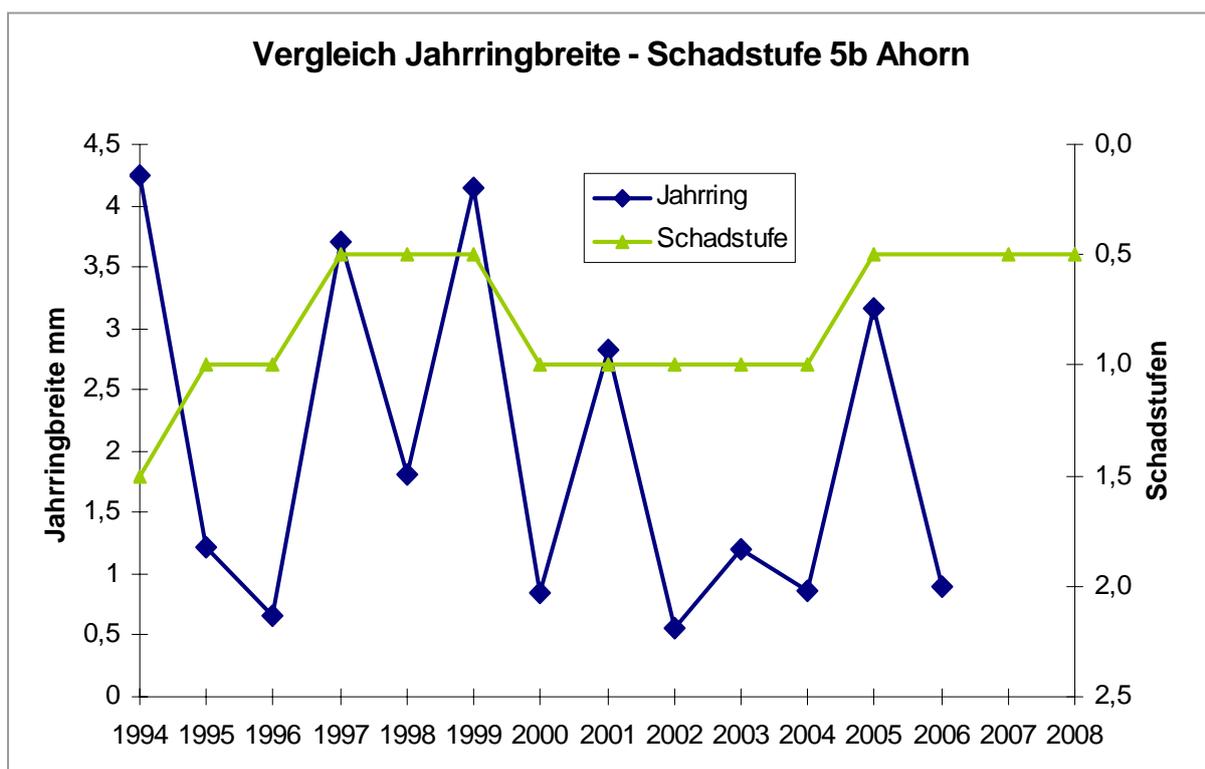


Abb. 32: Vergleich der Jahrringbreiten (linke Achse in mm) und der Kronenvitalitäts-Stufe nach ROLOFF (rechte Achse = Schadstufe; Größenachse umgekehrt) für den Berg-Ahorn am Standort 5b von 1994-2008.

Die Fotoserie auf den folgenden 2 Seiten (Abb. 33) zeigt die Kronenfotos dieses Ahorns von 1994 bis 2008 im Vergleich.

5b Ahorn



Bei diesem Ahorn ist gut nachvollziehbar, dass nicht die Blattmenge und -größe für die Beurteilung der Vitalitätsstufen entscheidend ist.

Die Vitalitätsstufen bleiben relativ konstant, auch während der stärksten Grundwassereingriffe.

Die Jahrringbreiten schwanken dagegen vergleichbar sehr deutlich, D.h. die hier beprobten Ahorne reagierten kurzfristig deutlich auf ungünstige Einflüsse durch geringeren Zuwachs, während sich diese Einflüsse in der Vitalität kurzfristig nicht abgebildet haben.



5b Ahorn



Buche 10g:

Wie auch bei der Buche 5h fiel bei diesem Baum während der Probenentnahme für die Jahrringuntersuchung die vergleichbar hohe Holzfestigkeit auf. Bereits zu Beginn des Untersuchungszeitraumes 1994 war die Krone als weniger vital einzuschätzen (Abb. 34). Die beschriebenen negativen Einflüsse (Klima, GW) haben sich scheinbar zusätzlich ungünstig ausgewirkt (siehe auch Fotoreihe Abb. 35).

Bei dieser Buche gibt es eine klare Korrelation zwischen Kronenvitalität und Jahrringbreite (Abb. 34). Dies wird besonders im Zeitraum der intensiven Baulog-Phase zwischen 1997 und 2001 deutlich, wo sowohl die Jahrringbreite 1998-2000 minimale Werte aufweist, als auch die Kronenschadstufe bis auf 2 steigt (obwohl der Baum eher fern des Potsdamer Platzes steht). Nach 2001 sind schwankende aber tendenziell stärkere Zuwächse erkennbar, sowie eine sehr deutlich positive Vitalitätsentwicklung.

Eine benachbarte Buche zeigte diese Erholung nicht (nicht in dieser Studie dargestellt – Bilder liegen jedoch vor), doch ist bei diesem Baumindividuum erkennbar, dass auch stärker geschwächt scheinende jüngere Buchen noch über ein bemerkenswertes Kompensationsvermögen verfügen können.

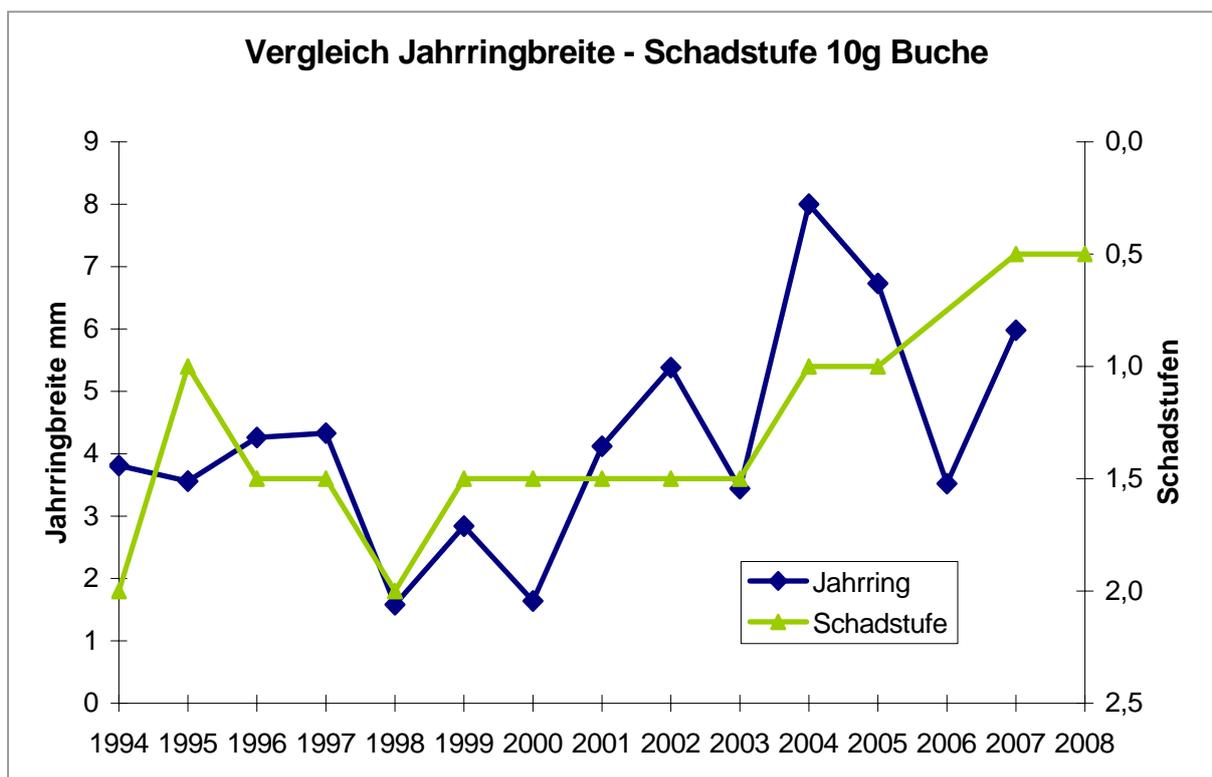


Abb. 34: Vergleich der Jahrringbreiten (linke Achse in mm) und der Kronenvitalitäts-Stufe nach ROLOFF (rechte Achse = Schadstufe; Größenachse umgekehrt) für die Buche am Standort 10g von 1994-2008.

Die Fotoserie auf den folgenden 2 Seiten (Abb. 35) zeigt die Kronenfotos dieser Buche von 1994 bis 2008 im Vergleich.

10g Buche



Buchen wird i.Z.m. mit der Klimaentwicklung eine eher ungünstige Entwicklungsprognose gestellt. Das dies individuell unterschiedliche sein kann, z.B. durch standortangepasste Genotypen (bei Baumschulware heute recht unwahrscheinlich) zeigt dieser Baum: Nach Vitalitätsschwankungen ab 1994 und einem Tiefpunkt 1998 (hier mit Korrelation zur Jahrringentwicklung) kam es zu einer hervorragenden Kompensation, die bei den Buchen so leider die Ausnahme blieb.

10g Buche



5.4 Zur Einschätzung der Grundwasserabhängigkeit der untersuchten Bäume

Nach Angaben aus dem Umweltatlas Berlin (Karte 02.07 Flurabstand des Grundwassers Ausgabe 2007) kann man davon ausgehen, dass der sogenannte Grenzflurabstand, bei dem Grundwasser bis zu einem gewissen Grad für Bäume nutzbar sein kann, für Berliner Verhältnisse im Allgemeinen bei vier Metern liegt. Die aktuelle Flurabstandskarte (s.a. Abb. 7 Kap. 3.2) aus dem Umweltatlas gibt für die Standorte der untersuchten Bäume Grundwasserflurabstände von durchschnittlich 2-3 m an, lediglich bei den beiden Alt-Eichen nahe der Rousseau-Insel (Baum 8a, 9a) und auch dem nordöstlich davon gelegenen Standort 5 liegen Flurabstände von 2,5-2 m vor. Somit können alle der im Rahmen des Langzeitmonitorings untersuchten Standorte als zumindest grundwasserbeeinflusst gelten, wenn auch in unterschiedlichem Maße.

Leider liegen für die untersuchten Baumstandorte keine detaillierten Angaben zu den Grundwasserflurabständen vor, da der von den Gutachtern (BARSIG et al. 1995) empfohlene Einrichtung von Messpegeln an den Baumstandorten im Zuge der Baumaßnahmen nicht gefolgt wurde. BARSIG (1998) gibt aber für die von ihm neu untersuchten Standorte (E14, B65 und A 22) für das Jahr 1997 Grundwasserflurabstände zwischen 1,9 m (Eiche 9a an der Stufenbrücke sogar nur 1,3 m) und 3,5 m an, was auch etwa den Angaben des Umweltatlas entspricht. Er kommt zu dem Schluss, dass jede Grundwasserabsenkung angesichts der relativ geringen Jahresniederschläge eine negative Wirkung auf die Entwicklung der Wurzelsysteme der langsam dem Jugendstadium entwachsenen Nachkriegsbäume hat (S. 42). Er erwähnt auch, dass im Spätsommer 1997 im östlichen Tiergarten die Strauchvegetation extrem unter Wassermangelstress litt.

Im Rahmen der Planungsunterlagen für die Bauten im Zentralen Bereich wurden 1994 von NEUMANN & HOFMANN die ökologischen Auswirkungen der Grundwasserschwankungen beurteilt. Sie gehen von einer effektiven Wurzeltiefe von 1,5 m aus, da sie im relativ trockenen Innenstadtbereich eine tiefere Durchwurzelung annehmen. Zum kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser zitieren sie unterschiedliche Berliner Autoren, die Werte zwischen 80-90 cm und 130 cm für solche Böden angeben. Die Empfindlichkeit gegenüber Grundwassermangel wird von ihnen in drei Kategorien eingeteilt:

- hohe Empfindlichkeit bei GW-Flurabständen < 2 m und kapillarem Aufstieg von 1,3 m
- mittlere Empfindlichkeit bei GW-Flurabständen von 2 – 3 m
- geringe Empfindlichkeit bei GW-Flurabständen von 3 - 4 m.

Darüber hinaus sind Grundwasserabsenkungen nach Dauer (permanent, kurzfristig, langfristig), Zeitpunkt (außerhalb oder innerhalb der Vegetationsperiode), nach Witterung (evtl. zusätzlicher Trockenstress) und Vorbelastung (z.B. durch Immissionen o.ä.) unterschiedlich zu beurteilen. Dementsprechend wäre die stärkste Beeinträchtigung bei Grundwasserabsenkungen von > 50 cm zu Beginn bzw. innerhalb der Vegetationsperiode zu erwarten. Doch auch Grundwasseraufstau kann bei Starkwurzlern, die im direkten Grundwasser-Kontakt sind zu Fäulnis führen, was für den Tiergarten heißt, dass alle Bereiche mit Flurabständen unter 3 m gegen Aufstau empfindlich sind (NEUMANN & HOFFMANN 1994).

Wenn auch keine genauen Flurabstandsdaten für die untersuchten Bäume vorliegen, so lässt sich doch sagen, dass alle Baumstandorte zumindest grundwasserbeeinflusst sind. Wieweit die Bäume v.a. im östlichen Tiergarten tatsächlich noch über den Kapillarsaum Grundwasseranschluss haben, kann aufgrund mangelnder Daten nicht bestimmt werden, doch kann man zumindest davon ausgehen, dass sie zumindest im Grenzbereich eines Grundwasseranschlusses liegen, sodass sich auch hier die Grundwasserabsenkungen durchaus ausgewirkt haben könnten. So sind auch NEUMANN & HOFFMANN (1994) davon ausgegangen, dass die geplanten Grundwasserabsenkungen 1997 je nach Zeitpunkt während der Vegetationsperiode zu einer großräumigen Belastung des Baumbestandes führen könnten, wenn nicht entsprechende Wiederversickerungen vorgenommen werden würden.

5.5 Einschätzung der Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Baumvitalität

Wie bereits in Kapitel 3 dargestellt, wird die Interpretation der Vitalitätsparameter Kronenvitalität und Jahrringbreite der 2007 untersuchten Proben-Bäume dadurch erschwert, dass sich Perioden, in denen auch ohne baubedingte Grundwasserentnahmen Auswirkungen durch Trockenstress bei den Bäumen wahrscheinlich waren (Hitze und fehlende Niederschläge) mit den Zeiträumen decken, in denen witterungsbedingte Grundwasserspiegelabsenkungen und auch die größten baubedingten Absenkungen fielen. Eine Trennung, welche Einflüsse mit ausreichender Aussagegenauigkeit welche Auswirkung hatten, ist daher vor allem auf der Ebene der Einzelbaum-Auswertung nicht möglich.

Sowohl die Kronenvitalitätsentwicklungen als auch die Jahrringbreiten-Entwicklungen zeichnen sich durch starke individuelle Unterschiede, natürlich auch bedingt durch Art- und Altersunterschiede, aus. So sind zwar gewisse „Muster“ erkennbar, aber nicht bei allen Bäumen gleich stark ausgeprägt und die Tendenzen von Kronenvitalität und Zuwachs verlaufen, wie die drei ausgewählten Bäume zeigen, durchaus auch konträr.

Daher wurde im folgenden versucht, die Veränderungen der zwei wesentlichen Umweltparameter, nämlich Witterungsverhältnisse und Grundwasserstände vergleichend zu beurteilen. Zwar sind auch die Luftbelastungen, z.B. durch Ozon oder Stickstoffdioxid noch immer relativ hoch, doch waren im betrachteten Zeitraum der Baulog-Phase keine auffälligen Trends der Messreihen (s.a. Kap. 3.3) zu beobachten. Wenn auch nicht zu quantifizieren, müssen diese Faktoren jedoch als zusätzliche Grundbelastung für die Vegetation in die Betrachtung einbezogen werden.

Die folgende Abbildung 36 zeigt in der Übersicht die Sommer-Niederschlagssummen und Sommer-Mitteltemperatur (Mai-Juli) von Berlin-Dahlem (A), die Grundwasserstände verschiedener Messstellen im Tiergarten (B), die Veränderung der Kronenvitalität gegenüber dem Vorjahr (aufsummiert dargestellt) der 14 bis 2008 erfassten Bäume und die Jahrring-Mittelkurven der 12 beprobten Bäume, gruppiert nach Standorten von 1990-2007.

Baumvitalität im Berliner Tiergarten (PROTIGA) – Untersuchungen 1994-2008

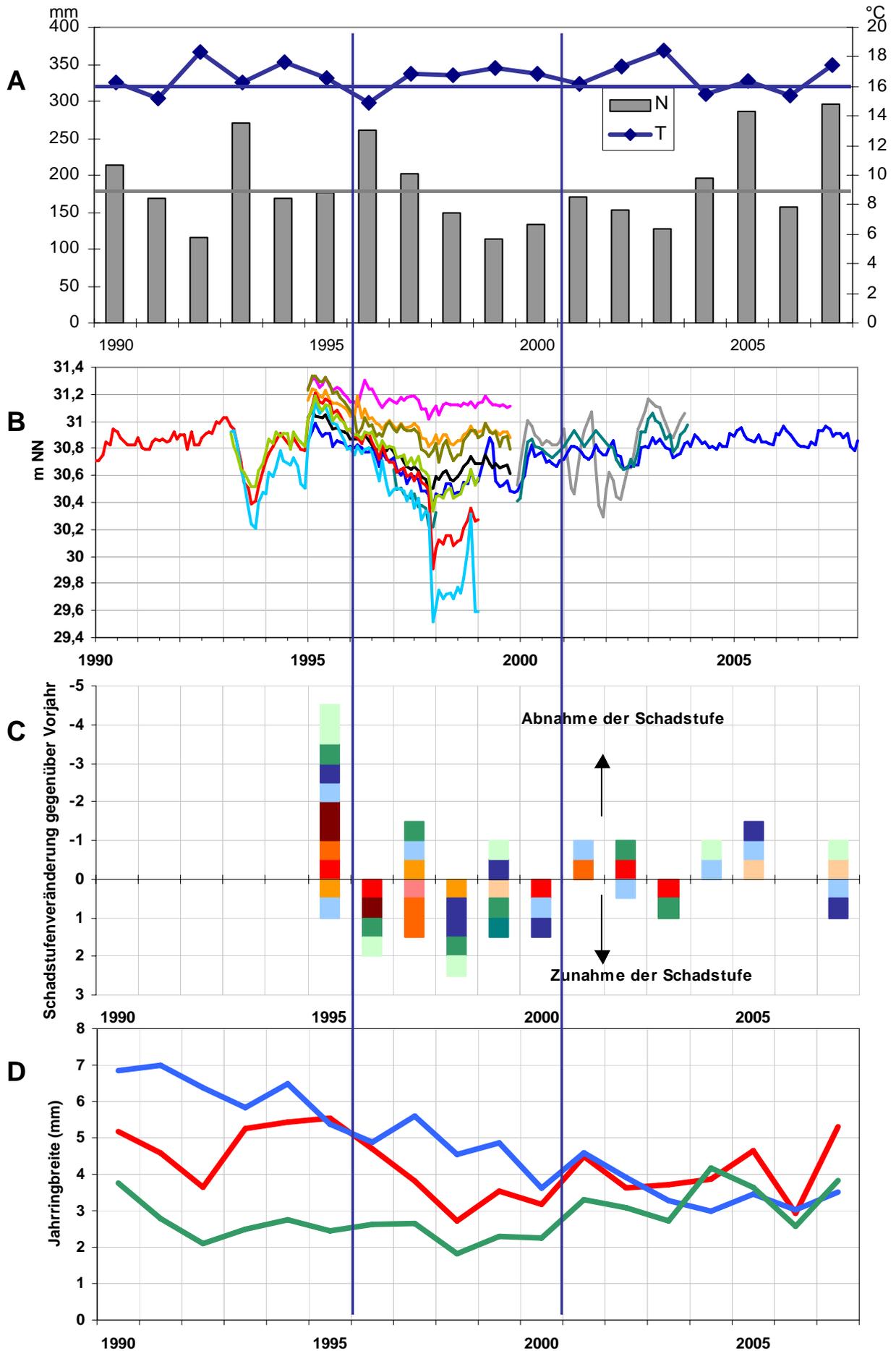


Abbildung 36: vorige Seite (von oben nach unten):

- A) Sommer-Niederschlagssummen (Säulen) und Sommer-Mitteltemperatur (Mai-Juli; Linie) Berlin-Dahlem 1990-2007
- B) Grundwasserstände verschiedener Messstellen im Tiergarten 1990-2007
- C) Veränderung der Kronenvitalität gegenüber dem Vorjahr (aufsummiert dargestellt) der 14 bis 2008 erfassten Bäume von 1990-2007
- D) Jahrring-Mittelkurven der 12 beprobten Bäume, gruppiert nach Standorten 1990-2007.

Werden die Klimadaten, die Grundganglinien³, die Jahrringverläufe⁴ und die Veränderungen der Kronen-Vitalitätsstufen im Zusammenhang betrachtet, fällt insbesondere im Zeitraum 1996 bis 2000 auf, dass es eine Korrelation zwischen den abnehmenden Jahrringbreiten und der Vitalitätseinstufung (Schadstufe) der untersuchten Bäume gibt. Den größten Anteil von Bäumen mit abnehmender Vitalität gab es 1998.

Im gleichen Zeitraum, insbesondere 1997/1998, wurden auch die stärksten Grundwasserentnahmen und -absenkungen durchgeführt⁵. Zugleich waren die Jahre 1996-1999 durch geringe Jahresniederschläge geprägt, zwischen 1998-2000 gab es gleich mehrere trockene heiße Sommer hintereinander.

Sowohl der Grundwasserspiegel als auch die durchschnittliche Niederschlagssumme im Sommer waren zu Beginn der Studie 1994 auf einem überdurchschnittlich hohen Niveau und nahmen dann ab. Daher ist nicht zu trennen, ob überwiegend die klimatischen Einflüsse oder bevorzugt die Grundwasserabsenkungen zu einer Reaktion bei den Bäumen geführt haben. Doch lässt sich feststellen, dass sich das verringerte Wasserangebot in diesem Zeitraum negativ auf Kronenvitalität und Zuwachs der Untersuchungsbäume ausgewirkt hat.

Ob überwiegend die Grundwasserabsenkungen oder überwiegend die klimatischen Faktoren den größeren Einfluss hatten, lässt sich ergo nicht feststellen. Wahrscheinlich ist eine kombinierte Wirkung, wobei eine Gewichtung der Anteile unmöglich ist.

Es ließ sich jedoch feststellen, dass die kombinierte Methodik der Untersuchungen von Jahrringbreiten und Kronenmonitoring grundsätzlich geeignet ist, die Folgen eines länger wirkenden verringerten Wasserangebotes darzustellen.

Dass allein ungünstige Klimaverläufe zu Abnahmen der Jahrringbreiten führen können, belegt im Untersuchungszeitraum das Jahr 2006, mit einem sehr trockenen Sommer, wobei hier nach einem kurzen Einbruch eine sofortige Erholung einsetzte.

Eine Zuordnung der Ursache, ob Grundwasser oder klimatische Einflüsse einem ungünstigen Einfluss auf die Baumvitalität oder den Zuwachs hatten, ist jedoch nicht möglich, wenn Trockenphasen und Grundwasserabsenkungen zeitlich zusammenfallen, zumal der Niederschlag auch den natürlichen Grundwasserstand mit beeinflusst. Das gilt z.B. auch für die Jahre 2002/2003, in denen einige Zuwachskurven (v.a. die Ahorne) deutliche Zuwachsminderungen aufweisen. 2002 war es insbesondere im Frühsommer erneut zu stärkeren Grundwasserentnahmen gekommen, gleichzeitig betrug die Niederschlagssumme 2003 nur 431 mm, war also ähnlich extrem gering wie 1999.

³ Schwankungen des Grundwasserspiegels im Projektzeitraum

⁴ Entwicklung der Jahreszuwächse (Jahrringbreiten)

⁵ Die Grundwasserabsenkungen haben etwa wie in der Planung prognostiziert stattgefunden.

Wie auch die Jahrring-Untersuchungen an Alt-Eichen des Tiergartens (VON LÜHRTE 1981) gezeigt haben, sind Bäume, bei denen der Kapillarsaum für die Versorgung der Bäume eine Rolle spielt⁶, bei Grundwasserabsenkungen stärker von den Niederschlägen abhängig, so dass bei solchen Standorten Grundwasserabsenkungen in Trockenperioden als besonders ungünstig zu bewerten sind.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass es eine gewisse Reaktion der Bäume im Zeitraum mit den geplanten und gesteuerten Grundwasserabsenkungen gab, wohl auch im Zusammenhang mit klimatischen Effekten, doch kann ebenfalls als gesichert gelten, dass ohne Grundwasser-Monitoring und eine gewisse Abpufferung durch Wiederversickerung die Effekte weit drastischer ausgefallen wären.

Allerdings waren leider nicht alle Bauvorhaben in der Umgebung des Tiergartens in das Baulog-Verfahren integriert, z.B. die Bauten der Landesvertretungen, was immer wieder zu „überraschenden“ Grundwasserabsenkungen bis in den Tiergarten geführt hat (s.a. Auswertung Baulog-Daten Kap. 3.2.2.3). Hinzu kommt, dass durch das Grundwassermanagement zwar langfristige Grundwasserabsenkungen abgemindert wurden, es im südöstlichen Tiergarten aber auch durch Havarien und Wiederversickerung zu kurzzeitig stark wechselnden Grundwasserständen kam, deren Auswirkungen (auch des Grundwasseraufstaus) auf die Bäume im einzelnen schwer einzuschätzen sind.

Trotzdem kann das durchgeführte Grundwassermanagement angesichts der Dimension der Bauvorhaben und geplanten Grundwasserhaltungen im Ergebnis als positiv beurteilt werden. Daher sollten solche Verfahren für ähnlich gelagerte grundwasserbeeinflussende Bauvorhaben, die wertvolle Grünbereiche tangieren, gefordert werden. Wichtig ist jedoch das Grundwassermanagement mit einem Monitoring der Gehölzbestände zumindest im Grundwasserabstromgebiet zu koppeln.

⁶ An diesem Standort befinden sich die Bäume wahrscheinlich gerade noch im Grenzbereich des Abstandes des GW unter Flur, in dem der kapillare Aufstieg des GW zur Wasserversorgung der Bäume noch eine wesentliche Bedeutung hat.

6. Darstellung der Übertragbarkeit der Ergebnisse und Empfehlungen für zukünftige Projekte

6.1 Übertragbarkeit der Ergebnisse

Den Autoren der vorliegenden Arbeit ist klar, dass sie das große Potenzial, das sich aus diesem Langzeit-Monitoring, wie es in dieser Form wohl äußerst selten sein dürfte, nicht in wünschenswerter Weise ausschöpfen konnten. Die dieser Studie zugrunde liegende klare Fragestellung und andere Beschränkungen setzen beinahe bedauerlich nun einmal einen gewissen Rahmen. Das in über einem Jahrzehnt gesammelte Bildmaterial, das von 1994 bis 2008 in Form von Negativen bzw. digital vorliegt, wird ebenso weiterhin sicher verwahrt wie die Ergebnisse der diversen dendrochronologischen Untersuchungen im Großen Tiergarten. Sollte zukünftig Interesse an diesen Ergebnissen aufkommen, um wissenschaftliche Fragestellungen zu entsprechenden Themenkomplexen zu bearbeiten, darf von entgegenkommendem Interesse der Autoren ausgegangen werden.

6.2 Empfehlungen für zukünftige Erfassungen

Basierend auf den vorliegenden Auswertungen können folgende Empfehlungen für zukünftige Monitoring-Untersuchungen an Gehölzbeständen gegeben werden:

- Eine Auswahl der Untersuchungsstandorte nach Einschätzung der zu erwartenden Auswirkungen einer (Bau)Maßnahme /eines Eingriffs, d.h. Zonierung nach Einflussbereichen.
- Die Erhebung der wichtigsten Standort-Parameter (Boden, GW u.ä.) vor dem Eingriff und deren Verwendung für die Auswahl geeigneter Standorte.
- Bei einer Fotodokumentation möglichst auch die Anfertigung von Detailbildern der Oberkronen.
- Eine gute und eindeutige Dokumentation der ausgewählten Baum-Standorte (ggf. GPS-Daten) anhand von Karten und Baum-Markierungen im Gelände.
- Eine hinsichtlich Baumart und/oder Alter möglichst vergleichbar und gleich große Auswahl der Probe-Kollektive verschiedener Standorte.
- Eine Erstaufnahme der Baumparameter (auch Vitalität) vor Beginn der Maßnahme.
- Die Festlegung der zukünftig regelmäßig zu erhebenden Vitalitäts-Parameter, der zu verwendenden Methoden und Erhebungszeiträume zu Beginn der Untersuchung.
- Die Erhebung sinnvoller Parameter – sollen z.B. Auswirkungen von GW-Schwankungen erhoben werden, ist eine Erhebung von Temperatur- und Niederschlagsdaten und Grundwasserständen vor Ort sinnvoll.
- Keine Installation von Grundwasser-Pegeln in Gewässernähe.
- Orientierung der Grundwasser-Pegel an der Grundwasser-Fließrichtung („im Abstrom“).

Im Ergebnis dieser Studie sind bei der Vorgabe zulässiger Grundwasserschwankungen in Genehmigungsaufgaben in jedem Fall engere Toleranzen vorzugeben als die natürlichen Amplituden vor Ort, da es nach unseren Untersuchungen als gesichert gelten kann, dass sich aufsummierende Überlagerungen in jedem Fall ungünstig auswirken.

Insofern können die Gutachten von NEUMANN & HOFFMANN (1994) bestätigt werden, in denen entsprechende Auswirkungen prognostiziert worden sind und eben deswegen die Einrichtung der **Baulog** mit einem gesteuerten Wiederversickerungsmanagement empfohlen wurde.

Es ist nach unseren Erfahrungen unabdingbar, eine größere Menge von vergleichbaren Bäumen zu beobachten, keinesfalls nur Einzelexemplare, da sich bei der Beobachtung nur einzelner Bäume viele Einflüsse auf das Individuum und auch individuelle Reaktionen auswirken und sich eine Gesamtentwicklung nur mit geringer Wahrscheinlichkeit darstellen lässt. Die Veränderung von Vitalitätsstufen in Zusammenhang mit Reaktionen auf das Wasserangebot wird erst bei einer ausreichend großen Probenzahl erkennbar.

Besonders bedeutsam ist die Darstellung der verschiedenen erfassten Parameter Klima, Grundwasser, Jahrringbildung und Vitalitätsentwicklung in einer Gesamtübersicht (siehe Abb. 36). Werden diese nicht in der Übersicht betrachtet, können wesentliche Reaktionen und Zusammenhänge leicht übersehen werden.

6.3 Empfehlungen für die Gehölzartenauswahl bei Neupflanzungen

Grundsätzlich erscheint es bedeutsam, bei einer zukünftigen Auswahl von Gehölzen für Neupflanzungen insbesondere auf deren Kompensationsvermögen hinsichtlich klimatischer Veränderungen zu achten. So sollte zumindest ein gewisser Anteil von möglichst gebietsheimischen standortangepassten Bäumen gepflanzt werden, von denen im Falle von wesentlichen Beeinträchtigungen tendenziell ein höheres Abpufferungsvermögen erwartet werden kann. Vor diesem Hintergrund ist der Einkauf aus Baumschulkatalogen eher kritisch zu betrachten.

Diese spezifischen Parameter der örtlichen Geeignetheit haben leider keinen Eingang in die Empfehlungsliste zur Pflanzung von Bäumen an Straßen der GALK gefunden.

7. Literatur

- BARSIG, M. 1998: Baumvitalität im Berliner Tiergarten. Wissenschaftliche Begleituntersuchung von Bäumen im Tiergarten im Rahmen von baulichen Eingriffen im Denkmal Großer Tiergarten und seiner Umgebung. Gutachten i.A. Landesdenkmalamt.
- BARSIG, M. & N. KLÖHN 1997: Baumvitalität im Berliner Tiergarten während der Großbaumaßnahmen. Fotografische Dokumentation. Studie i.A. der Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz e.V.
- BARSIG, M. & N. BISOM 1994: Photographische Dokumentation zur Vitalität der Kronen von Laubbäumen im östlichen Tiergarten. Gutachten i.A. der Kooperations- und Beratungsstelle für Umweltfragen (Kubus) der TU Berlin, 51 S.
- BARSIG, M., BISOM, N.A., BISOM, K., WICHMANN, A., PAUST-LASSEN, P. 1995: Baumvitalität, Wasserstatus und Altlastenproblematik im Bereich des Tiergartens i.a. der Berliner Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz e.V.
- BÖHME, M. 1994: Wasserwirtschaftliche Konsequenzen desr Neubebauung des Potsdamer Platzes. Gwf Wasser Abwasser 135, 10, 565- 572.
- HEISE, J. 2006: Der Temperaturverlauf der vergangenen 15 Jahre in Berlin-Dahlem. Beitr. Instituts f. Meteorologie der Fu Berlin zur Berliner Wetterkarte SO03/06, 24.1.2006, 2 S.
- NEUMANN, U. & J. HOFFMANN 1994: Umweltverträglichkeitsstudie und Landschaftspflegerischer Begleitplan im Rahmen der Planungsunterlagen zu den Tunnelbauvorhaben u.a. im Tiergarten. I.A. der DB AG und SenBauWohnen.
- NEUMANN, U. 1993: Gutachten zu ökologischen Auswirkungen der Grundwasserveränderung bei dem Bauvorhaben der Daimler Benz AG am Potsdamer Platz, i.A. Ingenieurbüro für Grundbau und Bodenmechanik Elmiger & Krastädt GmbH zum Antrag auf wasserbehördliche Genehmigung.
- ROHNER, M.-S. 2006: Biotoptypenkartierung und Studie zu Vegetationserfassung der Rasen, Wiesen und Säume und Entwicklungsmaßnahmen im Großen Tiergarten in Berlin-Mitte. Gutachten i.A. Senatsverwaltung Stadtentwicklung – der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege Berlin, 90 S. + Kartenteil.
- ROLOFF, A., 1993: Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten, Sauerländers Verlag Frankfurt a. M., 258 S.
- ROLOFF, A., 1998: Die Verzweigung als Vitalitätsweiser von Laubbäumen, Beitrag in den Tagungsunterlagen des 4. VTA-Spezialseminar, Forschungszentrum Karlsruhe.
- ROLOFF, A., 2001: Baumkronen, Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 164 S.
- SENGUV (SENATSVORWALTUNG FÜR GESUNDHEIT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ BERLIN, HRSG) 2008: LUFTGÜTEMESSE DATEN 2006. BERLIN, 19 S.
- SUKOPP, H. 1979: Ökologisches Gutachten über die Auswirkungen von Bau und Betrieb der BAB Berlin (West) auf den großen Tiergarten i.A. SenBauWohnen Berlin, Kulturbuchverlag.
- VON LÜHRTE, A. 1981: Jahrringanalytische Untersuchungen an Eichen des Großen Tiergartens in Berlin (West). Diplom-Arbeit FB 23 Biologie FU Berlin.
- WEBER, K., KLÖHN, N.A. & A. VON LÜHRTE 2006: Untersuchungen zu Langzeitfolgen von Zuwachsbohrungen bei Alteichen (*Quercus petraea*). Poster Forschungszentrum Karlsruhe GmbH., Institut für Materialforschung.