

Modellvorhaben zur Erfassung der Wechselwirkungen von Umweltbelastungen, Boden- und Wasserverhältnissen



zur Gefahrenabwehr für den
Gehölzbestand der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums



BKM



Endbericht Az: 21667

„Modellvorhaben zur Erfassung der Wechselwirkungen von Umweltbelastungen, Boden- und Wasserverhältnissen zur Gefahrenabwehr für den Gehölzbestand der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums“

Bearbeitungszeitraum vom 20.06.2003 – 28.02.2005

Projektbeginn: 20.06.2003

Projektende: 28.02.2005

Projektleitung: Kulturstiftung DessauWörlitz
Schloss Großkühnau
06846 Dessau

Kooperationspartner: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Str. 34
06118 Halle

Förderung: Land Sachsen-Anhalt

Beauftragte der Bundesregierung für Kultur und Medien

Deutsche Bundesstiftung Umwelt
An der Bornau 2
49090 Osnabrück

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	21667	Referat	45	Fördersumme	90.000,00 €
----	--------------	---------	-----------	-------------	--------------------

Antragstitel **Modellvorhaben zur Erfassung der Wechselwirkungen von Umweltbelastungen, Boden- und Wasserverhältnissen zur Gefahrenabwehr für den Gehölzbestand der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums**

Stichworte Denkmal, Park, Analyse

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
20 Monate	20.06.2003	28.02.2005	1
Zwischenberichte	August 2004		

Bewilligungsempfänger Kulturstiftung DessauWörlitz Schloss Großkühnau 06846 Dessau	Tel. 034905/22611
	Fax 034905/22613
	Projektleitung Cordelia Stieler
	Bearbeiter Cordelia Stieler

Kooperationspartner Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Mit der Erfassung der aktuellen Schäden und Gefährdungen für den Gehölzbestand im Zusammenhang mit **einer Boden- sowie Grund- und Oberflächenwasseranalyse** in den Gärten Wörlitz und Luisium bei Dessau, sollen neben der Erkenntnis der **Ursachen für den schlechten Zustand der Gehölze** auch die **Voraussetzungen für eine gezielte Verbesserung der Wachstumsbedingungen** sowie Maßnahmen zur **Gefahrenabwehr** vorgeschlagen sowie ein Mess- und Überwachungssystem geschaffen werden.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Komplexität des Untersuchungsgegenstandes erforderte die effiziente und koordinierte Bearbeitung fachlich und methodisch unterschiedlicher Schwerpunkte, die aufeinander aufbauen bzw. sich gegenseitig ergänzen.

Auf der Grundlage eines **digitalen Dokumentations- und Informationssystems** (Web GIS System car-do) erfolgte die Verarbeitung und Verschneidung der Daten. Die bodenkundlichen Verhältnisse wurden durch eine **Bodenkartierung** geklärt. Dies beinhaltete die Auswertung vorhandener Unterlagen, die Planung und Durchführung von Geländearbeiten (437 Peilstangenbohrungen, 250 Rammkernsondierungen, Entnahme von 1.258 Proben mit pH-Wert-Bestimmung, 250 Messungen der Mobilität des Sauerstoffs im Wurzelraum) sowie die Anlage von fünf Grundwassermessstellen, zwei Sauerstoffmessstellen und sechs Bodenschürfen. Weiterhin wurden **die hydrodynamischen Verhältnisse sowie die Grund- und Oberflächenwasserbeschaffenheiten** erkundet bzw. ein regelmäßiges Grund- und Oberflächenwassermonitoring durchgeführt. Im Rahmen der Messrunden wurden die Milieuparameter Leitfähigkeit, pH-Wert, Redoxpotential, Sauerstoffgehalt und Temperatur der Wässer bestimmt und ggf. der Wasserspiegel und die Durchflussmenge gemessen.

Die **Zustandserfassung und Bewertung von insgesamt 9.871 Gehölzen** erfolgte nach der Visual Tree Assessment (VTA) Methode nach Mattheck und Hötzel sowie der „Hamburger Baumkontrolle“. Die Daten wurden in das digitale Baumkataster übernommen und in Beziehung zu den Ergebnissen der Boden- und Wasseranalysen gestellt. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse können jetzt eine Reihe von Maßnahmen zur allgemeinen Verbesserung der Vitalität bemessen und angewandt werden.

Ergebnisse und Diskussion

Mit dem **Aufbau eines Informationssystems** wurden alle zu erhebenden und auswertbaren Datenbestände aktuell und eindeutig in der Lage auf einander beziehbar organisiert. Die berechtigten Nutzer können somit die umfassenden Projektdaten an verschiedenen Standorten einsehen und bearbeiten. Eine wichtige implementierte Funktion stellt die Verbindung vom Gehölz zu den bodenkundlichen und hydrologischen Analyseergebnissen her.

Die detaillierten und flächendeckenden **Bodenuntersuchungen** zeigen neben der Verbreitung von dominierenden Bodentypen, dass weite Teile der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums im Wurzelraum der Gehölze pH-Werte im stark sauren Bereich aufweisen. Teilweise sind diese Werte so niedrig, dass durch Freisetzung größerer Mengen von Aluminium pflanzentoxische Bedingungen vorhanden sind sowie keine Nährstoffe gebunden werden können. Weiterhin wurde festgestellt, dass eine wasserstauende, stark bindige Stauschicht aus größtenteils Ton in den Unterböden der Wörlitzer Anlagen eine Barriere für die Durchwurzelung der Gehölze darstellt. Aus diesen Ergebnissen resultiert unter anderem bei bestimmten **Gehölzarten und -sorten eine negative Auswirkung auf die Vitalität**. Auf Grund der Schwächung (Stress) ist die Anfälligkeit für Krankheiten und sekundären Schädlingsbefall deshalb besonders hoch.

Der Gehölzbestand des Luisiums ist im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen erstmalig erfasst und eingemessen worden. Im Zusammenhang der starken Hochwassereinflüsse im Jahr 2002 und des damit verbundenen Sauerstoffmangels wurde besonders der Eibenbestand durch Absterben der Feinwurzeln stark geschädigt. Im Vergleich zu vorangegangenen Aufnahmen in den Wörlitzer Anlagen ist insgesamt eine Bestandsverschlechterung zu erkennen.

Im Rahmen der **Untersuchungen der Oberflächenwässer und des Grundwassers** wurden die hydrodynamischen Verhältnisse der Grund- und Oberflächenwasserbeschaffenheit untersucht sowie eine Qualifizierung des Messnetzes durchgeführt. Es erfolgte die Errichtung von drei neuen Grundwassermessstellen sowie die Erneuerung der Messwehre, um den Wasserhaushalt der Oberflächengewässer bilanzieren zu können. Aufgrund der Nähe zum Hauptvorfluter Elbe sind die Grundwasserstände sowohl in Wörlitz als auch im Bereich Luisium vom Wasserstand der Elbe (Luisium zusätzlich Mulde) abhängig. Die Schwermetallkonzentrationen der Oberflächengewässer liegen meist unterhalb der Nachweisgrenzen. Die Ergebnisse der Schadstoffanalysen verdeutlichen, dass Schwermetalle sowie organische Schadstoffe als Ursache für Pflanzenschäden sowohl in den Wörlitzer Anlagen als auch im Luisium ausscheiden.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Ergebnisse des Projektes werden in einer **Arbeitspräsentation** im Mai 2005 durch die Projektbeteiligten im Hotel Steigenberger Dessau präsentiert.

In einer **Broschüre** wird auf der Grundlage des detaillierten **Abschlussberichtes** zusammenfassend und auch für den Laien in einer verständlichen Art und Weise die Vielzahl von interessanten Untersuchungsergebnissen veröffentlicht.

Die Projektdaten sind im Rahmen des digitalen Dokumentations- und Informationssystems (Web GIS System cardo der Firma IDU mbh Zittau) im **Internet** einsehbar.

Fazit

Die Gehölzentwicklung in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium wird durch einen Komplex von Faktoren bestimmt, die sich z.T. gegenseitig beeinflussen. Durch Überlagerungen kann der Einfluss einzelner Faktoren verstärkt oder abgeschwächt werden. Vom Boden ausgehend sind die Faktoren Wasserverhältnisse, Bodenazidität (pH-Wert) und Nährstoffverfügbarkeit von besonderer Bedeutung. Um einer Nährstoffverarmung und Bodenversauerung entgegenzuwirken, muss Biomasse in den Gartenanlagen verbleiben bzw. zurückgeführt werden. Dazu soll eine Kompostwirtschaft entwickelt werden, die in einem Kreislauf den Biomasseentzug durch Biomasseeintrag kompensiert. Die Nährstoff- und Kalkbilanz des zurückgeführten Komposts kann gezielt entsprechend des betreffenden Pflanzenbedarfs beeinflusst werden.

Projektbearbeiter und Projektbetreuer

Bodenkundliche Untersuchungen

Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz
Hauptstraße 109
06132 Halle

Bearbeitung: Herr Dr. Oliver Rosche
Herr Dr. Michael Steininger
Prof. Dr. habil. Manfred Altermann

Oberflächengewässer und Grundwasser

HPC HARPRESS PICKEL CONSULT AG
Geusaer Str. 1
06217 Merseburg

Bearbeitung: Herr Dipl. Geol. Matthias Kater
Herr Dipl. Geol. Joachim Richter

Einrichtung Grundwassermessstellen
Bohrgesellschaft Roßla mbH
Bahnhofstr. 25
06536 Berga

Instandsetzung der Überfallwehre
Friedrich Köster GmbH & Co. KG
Friedrichswerk 1-7
25746 Heide

Aufnahme und Zustandserfassung des Gehölzbestandes

LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH/GbR
Zur Großen Halle 15
06844 Dessau

Bearbeitung: Frau Dipl.-Ing. (FH) Ulrike Kaczmarek
Herr Dr. sc. Lutz Reichhoff
Herr Dipl.-Forstw. Uwe Patzak
Frau Dipl.-Ing. (FH) Corinna Wittig (zeitweilig)

Vermessungsarbeiten:

GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft mbH Dessau
Susigker Str. 6
06846 Dessau

Dendrochronologische Untersuchungen:

Gropiusinstitut Dessau e.V.
Hochschule Anhalt (FH)
Gropiusallee 38
06846 Dessau

Frau Dipl.-Ing. Annemarie Reimann
Herr Ron Schmidt

Erstellung eines digitalen Dokumentations- und Informationssystems

Ingenieurgesellschaft für Datenverarbeitung und Umweltschutz mbH
Theodor-Körner-Allee 16
02763 Zittau

Bearbeitung: Herr Dipl.-Ing. Uwe Patzschke
Herr Dr.-Ing. Dietmar Bothmer

Projektbetreuung

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Str. 34
06118 Halle

Herr Dr. sc. Dieter Feldhaus
Herr Dr. Matthias Thomae
Herr Dr. Rolf Kater

Kulturstiftung DessauWörlitz
Schloss Großkühnau
06846 Dessau

Frau Dipl.-Ing. (FH) Cordelia Stieler
Herr Dipl.-Ing. Landschaftsarchitekt Ludwig Trauzettel

Redaktionelle Bearbeitung des Abschlussberichts

LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH/GbR
Zur Großen Halle 15
06844 Dessau

Bearbeitung: Frau Dipl.-Ing. (FH) Ulrike Kaczmarek
Herr Dr. sc. Lutz Reichhoff

Danksagung

Durch das Projekt konnten wichtige Grundlagen und Zusammenhänge geklärt werden, die dem Erhalt, der Pflege und Entwicklung sowie der Nutzung des umfangreichen und wertvollen Gehölzartenbestandes in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium dienen und Rückschlüsse für den Gesamtbestand der Gärten der Kulturstiftung DessauWörlitz und im Gartenreich zulassen.

Durch die intensive fachliche Betreuung des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB) mit den Mitarbeitern Herr Dr. Feldhaus, Herr Dr. Thomae und Herr Dr. Kater konnte das Konzept des Projektes bis hin zur Realisierung erarbeitet werden. Schon vorhandene Analysen und Untersuchungsergebnisse des LAGB flossen zusammen mit neuen Erkenntnissen in die Ergebnisse ein und ergaben ein Ganzes. An dieser Stelle darf die Zusammenarbeit nicht abrechnen, sondern muss auf der Grundlage vorliegender Erkenntnisse weitergeführt werden. Für die geleistete Arbeit gilt den Mitarbeitern des LAGB ein herzlicher kollegialer Dank.

Den finanziellen Förderern des Projekts gilt unser besonderer Dank, so der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) als stets interessierten Partner bei der Klärung von umweltpflegerischen Aspekten sowie der Beauftragten der Bundesregierung für Angelegenheiten der Kultur und Medien (BKM) und dem Land Sachsen-Anhalt.

Weiterhin sei allen beauftragten Firmen und Institutionen gedankt, welche teilweise über das Maß ihrer Beauftragung hinaus mit großem Enthusiasmus und Interesse an diesem Projekt mitgearbeitet haben.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	XIII
Abbildungsverzeichnis	XVII
Anlagenverzeichnis.....	XXV
1. Einleitung	1
2. Gesamtaufgabenstellung	5
3. Beschreibung des Untersuchungsgebietes	7
3.1 Lage, Geologie und Boden	7
3.2 Historisch-standörtliche Entwicklung der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums ...	12
3.2.1 Wörlitzer Anlagen	12
3.2.2 Luisium	15
4. Boden	19
4.1 Aufgabenstellung	19
4.2 Methodik	20
4.2.1 Unterlagenauswertung	20
4.2.2 Felduntersuchungen	20
4.2.2.1 Bodenkartierung	21
4.2.2.2 ODR-Messung	29
4.2.3 Laboranalysen	31
4.3 Ergebnisse	33
4.3.1 Felduntersuchungen	33
4.3.1.1 Bodenkartierung	33
4.3.1.2 ODR-Messung	46
4.3.2 Laboranalysen	47
4.4 Auswertung der Ergebnisse	47
4.4.1 Durchwurzelungstiefe des Bodens	47
4.4.2 Bodenwasserhaushalt	55
4.4.3 Sauerstoffdiffusionsraten	57
4.4.4 pH-Werte	58
4.4.5 Humusgehalte	71
4.4.6 Kationen und Anionen	73
4.4.7 Schadstoffe	76
4.5 Zusammenfassende Bewertung	78
5. Oberflächengewässer und Grundwasser	83
5.1 Aufgabenstellung	83
5.2 Methodik	87
5.2.1 Qualifizierung des Messnetzes	87
5.2.1.1 Neue Grundwassermessstellen	87
5.2.1.2 Erneuerung der Messwehre	88
5.2.1.3 Einmessung der Oberflächenwasser- und Grundwassermessstellen	89
5.2.2 Grundwasserstandsmessungen	90
5.2.3 Durchflussmessungen	90

5.2.4	Untersuchungen der Grundwasserbeschaffenheit	92
5.3	Ergebnisse	92
5.3.1	Hydrodynamik	92
5.3.2	Grund- und Oberflächenwasserbeschaffenheit	109
5.3.2.1	Milieuparameter	109
5.3.2.2	Grundwassertypisierung	113
5.4	Zusammenfassende Bewertung	117
6.	Aufnahme und Zustandserfassung des Gehölzbestandes im Luisium sowie Aktualisierung der Datenblätter des Wörlitzer Gehölzbestandes	119
6.1	Aufgabenstellung	119
6.2	Methodik	120
6.3	Ergebnisse und Bewertung des Gehölzbestandes	124
6.3.1	Wörlitzer Anlagen	124
6.3.1.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten	124
6.3.1.2	Ergebnisse und Bewertung aller Nadel- und Laubgehölzarten und -sorten	126
6.3.1.3	Ergebnisse und Bewertung der azidophilen Gehölzarten und -sorten	127
6.3.1.4	Ergebnisse und Bewertung der basiphilen Gehölzarten und -sorten	129
6.3.1.5	Ergebnisse und Bewertung der staunässeempfindlichen Arten bzw. Sorten	130
6.3.1.6	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Arten	132
6.3.1.6.1	Pinus nigra – Schwarz-Kiefer	132
6.3.1.6.2	Pinus strobus – Weymouths-Kiefer	134
6.3.1.6.3	Taxus baccata – Gemeine Eibe	136
6.3.1.6.4	Tsuga canadensis – Kanadische Hemlock	138
6.3.1.6.5	Acer platanoides – Spitz-Ahorn	140
6.3.1.6.6	Acer pseudoplatanus – Berg-Ahorn	142
6.3.1.6.7	Alnus glutinosa – Schwarz-Erle	144
6.3.1.6.8	Betula pendula – Hänge-Birke	146
6.3.1.6.9	Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche	148
6.3.1.6.10	Crataegus monogyna – Eingrifflicher Weißdorn	150
6.3.1.6.11	Fraxinus excelsior – Gewöhnliche Esche	152
6.3.1.6.12	Liriodendron tulpifera - Tulpenbaum	154
6.3.1.6.13	Platanus x hispanica – Ahornblättrige Platane	156
6.3.1.6.14	Populus nigra „Italica“ – Pyramiden-Pappel	158
6.3.1.6.15	Prunus avium – Vogel-Kirsche	160
6.3.1.6.16	Quercus robur – Stiel-Eiche	162
6.3.1.6.17	Robinia pseudoacacia – Gewöhnliche Robinie	165
6.3.1.6.18	Tilia cordata – Winter-Linde	167
6.3.1.6.19	Ulmus laevis - Flatter-Ulme	169
6.3.1.7	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung des Gehölzbestandes in den Wörlitzer Anlagen	171
6.3.1.7.1	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung aller Gehölzarten und -sorten	171
6.3.1.7.2	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung aller Nadelgehölzarten und -sorten	172
6.3.1.7.3	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung aller Laubgehölzarten und -sorten	173
6.3.1.7.4	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung azidophiler Arten bzw. Sorten	174
6.3.1.7.5	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung basiphiler Arten bzw. Sorten	175
6.3.1.7.6	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung staunässeempfindlicher Arten bzw. -sorten	176
6.3.1.7.7	Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung ausgewählter Arten	178

6.3.1.7.7.1	Pinus nigra – Schwarz-Kiefer	178
6.3.1.7.7.2	Pinus strobus – Weymouths-Kiefer	179
6.3.1.7.7.3	Taxus baccata – Gemeine Eibe	180
6.3.1.7.7.4	Tsuga canadensis – Kanadische Hemlock	181
6.3.1.7.7.5	Acer platanoides – Spitz-Ahorn.....	182
6.3.1.7.7.6	Acer pseudoplatanus	183
6.3.1.7.7.7	Alnus glutinosa – Schwarz-Erle	184
6.3.1.7.7.8	Betula pendula – Hänge-Birke	185
6.3.1.7.7.9	Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche	186
6.3.1.7.7.10	Crataegus monogyna – Eingrifflicher Weißdorn	187
6.3.1.7.7.11	Fraxinus excelsior – Gemeine Esche.....	188
6.3.1.7.7.12	Liriodendron tulpifera – Tulpenbaum	189
6.3.1.7.7.13	Platanus x hispanica – Ahornblättrige Platane.....	190
6.3.1.7.7.14	Populus nigra „Italica“ – Pyramiden-Pappel.....	191
6.3.1.7.7.15	Prunus avium – Vogel-Kirsche.....	192
6.3.1.7.7.16	Quercus robur – Stiel-Eiche	193
6.3.1.7.7.17	Robinia pseudoacacia – Gewöhnliche Robinie.....	194
6.3.1.7.7.18	Tilia cordata – Winter-Linde	195
6.3.1.7.7.19	Ulmus laevis – Flatter-Ulme	196
6.3.2	Luisium.....	197
6.3.2.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten	197
6.3.2.2	Ergebnisse und Bewertung der Nadel- und Laubgehölze.....	199
6.3.2.3	Ergebnisse und Bewertung der azidophilen Gehölzarten bzw. -sorten	200
6.3.2.4	Ergebnisse und Bewertung der basiphilen Gehölzarten bzw. -sorten	201
6.3.2.5	Ergebnisse und Bewertung der staunässeempfindlichen Gehölzarten bzw.	202
	-sorten	202
6.3.2.6	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Arten	204
6.3.2.6.1	Taxus baccata – Gemeine Eibe	204
6.3.2.6.2	Aesculus hippocastanum – Gewöhnliche Rosskastanie.....	206
6.3.2.6.3	Alnus glutinosa – Schwarz-Erle	208
6.3.2.6.4	Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche	209
6.3.2.6.5	Fagus sylvatica – Rot-Buche	211
6.3.2.6.6	Fraxinus excelsior – Gewöhnliche Esche	213
6.3.2.6.7	Fraxinus pennsylvanica – Rot-Esche.....	214
6.3.2.6.8	Quercus robur – Stiel-Eiche	216
6.3.2.6.9	Tilia cordata – Winter-Linde	218
6.3.2.6.10	Ulmus laevis – Flatter-Ulme	220
6.4	Bewertung der Ergebnisse unter Bezugnahme auf Standortfaktoren.....	222
6.4.1	Wörlitzer Anlagen.....	222
6.4.1.1	Bodensubstrattyp und Vitalität der Gehölze.....	222
6.4.1.1.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten	222
6.4.1.1.2	Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölzarten und –sorten	224
6.4.1.1.3	Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölzarten und –sorten	226
6.4.1.1.4	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten.....	228
6.4.1.1.4.1	Taxus baccata – Gemeine Eibe	228
6.4.1.1.4.2	Betula pendula – Hänge-Birke	230
6.4.1.1.4.3	Crataegus monogyna – Eingrifflicher Weißdorn	231
6.4.1.1.4.4	Prunus avium – Vogel-Kirsche.....	233
6.4.1.2	Versauerung des Bodens und Vitalität der Gehölze	235
6.4.1.2.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten	235
6.4.1.2.2	Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölze	236
6.4.1.2.3	Ergebnisse und Bewertung der Laubgehölze	238
6.4.1.2.4	Ergebnisse und Bewertung der azidophilen Gehölzarten- und -sorten.....	239
6.4.1.2.5	Ergebnisse und Bewertung der basiphilen Gehölzarten und –sorten	240

6.4.1.2.6	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten	241
6.4.1.2.6.1	Taxus baccata – Gemeine Eibe.....	241
6.4.1.2.6.2	Acer platanoides – Spitz-Ahorn	242
6.4.1.2.6.3	Betula pendula – Hänge-Birke	243
6.4.1.2.6.4	Prunus avium – Vogel-Kirsche	244
6.4.1.3	Stauende Bodenschichten und Vitalität der Gehölze	245
6.4.1.3.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten	245
6.4.1.3.2	Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölze	246
6.4.1.3.3	Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölze	247
6.4.1.3.4	Ergebnisse und Bewertung der staunässeempfindlichen Baumarten und –sorten	248
6.4.1.3.5	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten	249
6.4.1.3.5.1	Taxus baccata - Gemeine Eibe	249
6.4.1.3.5.2	Acer pseudoplatanus - Berg-Ahorn	250
6.4.1.3.5.3	Betula pendula – Hänge-Birke	251
6.4.1.3.5.4	Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche	252
6.4.1.3.5.5	Quercus robur – Stiel-Eiche.....	253
6.4.1.4	Grundwasserflurabstände und Vitalität der Gehölze	254
6.4.1.4.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten	254
6.4.1.4.2	Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölzarten und -sorten	256
6.4.1.4.3	Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölzarten und -sorten	257
6.4.1.4.4	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und –sorten.....	259
6.4.1.4.4.1	Taxus baccata – Gemeine Eibe.....	259
6.4.1.4.4.2	Acer pseudoplatanus – Berg-Ahorn.....	260
6.4.1.4.4.3	Alnus glutinosa – Schwarz-Erle	261
6.4.1.4.4.4	Liriodendron tulpifera - Tulpenbaum	262
6.4.1.4.4.5	Prunus avium – Vogel-Kirsche	263
6.4.1.4.4.6	Quercus robur – Stiel-Eiche.....	264
6.4.1.4.4.7	Ulmus laevis – Flatter-Ulme.....	265
6.4.2	Luisium	266
6.4.2.1	Bodenformen und Vitalität der Gehölze	266
6.4.2.1.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und –sorten	266
6.4.2.1.2	Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölze	267
6.4.2.1.3	Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölze	268
6.4.2.1.4	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und –sorten.....	269
6.4.2.1.4.1	Taxus baccata – Gemeine Eibe.....	269
6.4.2.1.4.2	Aesculus hippocastanum – Gewöhnliche Rosskastanie	270
6.4.2.1.4.3	Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche	271
6.4.2.1.4.4	Quercus robur – Stiel-Eiche.....	272
6.4.2.1.4.5	Tilia cordata – Winter-Linde	273
6.4.2.2	Versauerung des Boden und Vitalität der Gehölze.....	274
6.4.2.2.1	Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten	274
6.4.2.2.2	Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölzarten und -sorten	275
6.4.2.2.3	Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölzarten und -sorten	276
6.4.2.2.4	Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten	277
6.4.2.2.4.1	Taxus baccata – Gemeine Eibe.....	277
6.4.2.2.4.2	Quercus robur – Stiel-Eiche.....	278
6.5	Zusammenfassende Bewertung	279
6.5.1	Zusammenfassende Bewertung für die Wörlitzer Anlagen.....	279
6.5.2	Zusammenfassende Bewertung für das Luisium.....	283
7.	Erstellung eines digitalen Dokumentations- und Informationssystems	285
7.1	Das Dokumentations- und Informationssystem	285

7.2	Datenbestände.....	286
7.2.1	Basisdaten	286
7.2.2	Bodendaten.....	287
7.2.3	Hydrologie	287
7.2.4	Gehölze.....	288
7.3	Die Applikation Gehölze.....	288
7.4	Die Applikation Boden.....	291
7.5	Die Applikation "Hydrologie"	293
7.6	Systemvoraussetzungen für die Nutzung	294
8.	Schlussfolgerungen.....	295
8.1	Maßnahmen zur Verbesserung der Vitalität.....	295
8.1.1	Verminderung der Artenvielfalt der Gehölze	295
8.1.2	Standortgerechte Pflanzung der Gehölze	296
8.1.3	Verringerung der Versauerung der Standorte und Verbesserung des Nährstoff- und Humushaushaltes unter Gehölzflächen	297
8.1.4	Ausgleich der Humus- und Basenbilanzen	302
8.2	Monitoring	303
9.	Zusammenfassung	305
10.	Literatur.....	317

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Gesamtmächtigkeit der anhydromorphen Horizonte dominierender Bodensubtypen der Auenböden innerhalb der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums	9
Tabelle 3-2: Gesamtmächtigkeit der anhydromorphen Horizonte anthropogen veränderter Bodensubtypen der Auenböden innerhalb der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums	11
Tabelle 3-3: Vergleich der historischen und aktuellen Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen	15
Tabelle 4-1: Legende der Bodenformenkarte für die Wörlitzer Anlagen	37
Tabelle 4-2: Flächenverteilung der aggregierten Substrattypen innerhalb der Wörlitzer Anlagen	41
Tabelle 4-3: Flächenverteilung der dominierenden Bodensubtypen innerhalb der Wörlitzer Anlagen	42
Tabelle 4-4: Legende der Bodenformenkarten für das Luisium	45
Tabelle 4-5: Flächenverteilung der aggregierten Substrattypen innerhalb des Luisiums	46
Tabelle 4-6: Flächenverteilung der dominierenden Bodensubtypen innerhalb des Luisiums	46
Tabelle 4-7: Statistische Maßzahlen der pH-Werte der Wörlitzer Anlagen getrennt nach Flächentypen	61
Tabelle 4-8: Einstufung der Böden nach dem pH-Wert (gemessen in 0,01 mol/L CaCl ₂ -Lösung) nach AG BODEN (1994)	62
Tabelle 4-9: Statistische Maßzahlen der pH-Werte des Luisiums getrennt nach Flächentypen	68
Tabelle 4-10: Verteilung des Humus im Bodenprofil am Beispiel der Rammkernsondierung RKS032 (Wörlitzer Anlagen, Schochs Garten, Rand einer Baumgruppe)	72
Tabelle 4-11: Vorsorgewerte für Böden nach Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV), Metalle	77
Tabelle 4-12: Vorsorgewerte für Böden nach Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV), Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	77
Tabelle 5-1: Probenahmepunkte des Monitoringprogramms	84
Tabelle 5-2: Auswertung der Kurzpumpversuche	87
Tabelle 5-3: Vermessungsergebnisse der einzumessenden Grundwassermessstellen und Lattenpegel	90
Tabelle 5-4: Extremwerte der Flusspegel Wittenberg und Dessau im Jahr 2004	94
Tabelle 5-5: Schwermetallkonzentrationen in µg/l	115
Tabelle 6-1: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen (k.B. – keine Bewertung)	125
Tabelle 6-2: Übersicht über die Vitalität aller Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen	126
Tabelle 6-3: Übersicht über die Vitalität aller azidophilen Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen	127

Tabelle 6-4: Übersicht über die Vitalität aller basiphilen Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen	129
Tabelle 6-5: Übersicht über die Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen.....	130
Tabelle 6-6: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Schwarz-Kiefer (<i>Pinus nigra</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	132
Tabelle 6-7: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Weymouths-Kiefer (<i>Pinus strobus</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	134
Tabelle 6-8: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	136
Tabelle 6-9: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Kanadischen Hemlock (<i>Tsuga canadensis</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	138
Tabelle 6-10: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Spitz-Ahorns (<i>Acer platanoides</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	140
Tabelle 6-11: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Berg-Ahorns (<i>Acer pseudoplatanus</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	142
Tabelle 6-12: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	144
Tabelle 6-13: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Hänge-Birke (<i>Betula pendula</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	146
Tabelle 6-14: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	148
Tabelle 6-15: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Eingrifflichen Weißdorns (<i>Crataegus monogyna</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	150
Tabelle 6-16: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	152
Tabelle 6-17: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Tulpenbaums (<i>Liriodendron tulpifera</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	154
Tabelle 6-18: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Ahornblättrigen Platane (<i>Platanus x hispanica</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	156
Tabelle 6-19: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Pyramiden-Pappel (<i>Populus nigra „Italica“</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	158
Tabelle 6-20: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	160

Tabelle 6-21: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	162
Tabelle 6-22: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	165
Tabelle 6-23: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	167
Tabelle 6-24: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Flatter-Ulme (<i>Ulmus laevis</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	169
Tabelle 6-25: Gesamtübersicht über die Vitalität aller Gehölzarten und –sorten im Luisium....	197
Tabelle 6-26: Übersicht über die Vitalität aller Gehölzarten und –sorten im Luisium, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen.....	199
Tabelle 6-27: Übersicht über die Vitalität der azidophilen Gehölzarten und –sorten im Luisium.....	200
Tabelle 6-28: Übersicht über die Vitalität der basiphilen Gehölzarten und –sorten im Luisium.....	201
Tabelle 6-29: Übersicht über die Vitalität der staunässeempfindlichen Gehölzarten und –sorten im Luisium.....	203
Tabelle 6-30: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) im Luisium.....	204
Tabelle 6-31: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Roskastanie (<i>Aesculus hippocastanum</i>) im Luisium.....	206
Tabelle 6-32: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) im Luisium.....	208
Tabelle 6-33: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) im Luisium.....	209
Tabelle 6-34: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Rot-Buche (<i>Fagus sylvatica</i>) im Luisium.....	211
Tabelle 6-35: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>) im Luisium.....	213
Tabelle 6-36: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Rot-Esche (<i>Fraxinus pennsylvanica</i>) im Luisium.....	214
Tabelle 6-37: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) im Luisium.....	216
Tabelle 6-38: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>) im Luisium.....	218
Tabelle 6-39: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Flatter-Ulme (<i>Ulmus laevis</i>) im Luisium.....	220
Tabelle 8-1: Ziel-pH-Werte für Böden in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium nach MÜLLER (1997), zusammengefasst.....	298
Tabelle 8-2: Richtwerte für Kalkmengen (CaO) zur Einstellung des Ziel-pH-Wertes 5,5 in den oberen 10 cm von Böden bei vorliegendem pH-Wert-Bereich 4,2-5,0 in Abhängigkeit von der Bodenart und dem Humusgehalt nach MÜLLER (1997), zusammengefasst.....	299
Tabelle 9-1: Maßnahmen der Verbesserung der Gehölzbestände aus bodenkundlicher Sicht.....	314

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Lage der Untersuchungsgebiete Wörlitzer Anlagen und Luisium	7
Abbildung 4-1: Lage der Peilstangenbohrungen, Rammkernsondierungen und Bodenschürfe innerhalb der Wörlitzer Anlagen.....	23
Abbildung 4-2: Lage der Peilstangenbohrungen, Rammkernsondierungen und Bodenschürfe innerhalb des Luisiums	27
Abbildung 4-3: ODR-Messset.....	30
Abbildung 4-4: Bodenformenkarte mit Interpretation gehölzrelevanter Standorteigenschaften für die Wörlitzer Anlagen	35
Abbildung 4-5: Bodenformenkarte mit Interpretation gehölzrelevanter Standorteigenschaften für das Luisium.....	43
Abbildung 4-6: Verbreitung und Tiefe der Oberkante der wasserstauenden Bodenschicht innerhalb der Wörlitzer Anlagen.....	49
Abbildung 4-7: Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht (physiologische Gründigkeit) innerhalb der Wörlitzer Anlagen.....	51
Abbildung 4-8: Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht (physiologische Gründigkeit) innerhalb des Luisiums	53
Abbildung 4-9: pH-Wert-Verteilung aller Mittelwerte der Rahmkernsondierungen im Bereich der Wörlitzer Anlagen.....	58
Abbildung 4-10: Anteil der Bohrprofile mit durchschnittlichem pH-Wert <4,9 (getrennt nach Substratklassen)	59
Abbildung 4-11: Flächentypen im Bereich der Wörlitzer Anlagen	60
Abbildung 4-12: Einstufung der pH-Werte des Bodens (Gesamtprofil) für die Flächentypen der Wörlitzer Anlagen.....	63
Abbildung 4-13: Häufigkeitsverteilung der pH-Werte (Wörlitzer Anlagen) – Werte der Flächentypen Gehölzgruppe, Offenland und Wiese (zum Vergleich alle Messwerte)	65
Abbildung 4-14: Häufigkeitsverteilung der pH-Werte (Wörlitzer Anlagen) – Werte der Flächentypen Gehölze [dicht], Gehölze [locker] (zum Vergleich alle Messwerte)	66
Abbildung 4-15: Flächentypen im Bereich des Luisiums.....	67
Abbildung 4-16: Häufigkeitsverteilung der pH-Werte von Flächentypen des Luisiums (zum Vergleich alle Messwerte).....	68
Abbildung 4-17: Einstufung der pH-Werte des Bodens (Gesamtprofil) für die Flächentypen des Luisiums.....	69
Abbildung 4-18: Humusgehalte ausgewählter Oberbodenhorizonte in den Wörlitzer Anlagen (19/1, 32/1, 44/1, 56/1, 75/1) und im Luisium (214/1, 220/1, 222/1, 241/1)	71
Abbildung 4-19: Effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) von ausgewählten Oberbodenhorizonten aus Bodenprofilen in den Wörlitzer Anlagen nach Laboranalysen und nach Berechnungen gemäß Kartieranleitung (AG BODEN 1994).....	75

Abbildung 4-20: Effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) von ausgewählten Oberbodenhorizonten aus Bodenprofilen des Luisiums nach Laboranalysen und nach Berechnungen gemäß Kartieranleitung (AG BODEN 1994)	76
Abbildung 5-1: Lageplan Messpunkte Wörlitzer Anlagen und deren weiteres Umfeld	85
Abbildung 5-2: Biberkerbe in der Wehrtafel an der Friederikenbrücke	88
Abbildung 5-3: Friederikenbrücke nach Erneuerung der Wehrtafeln	89
Abbildung 5-4: Monatsniederschlagssummen der Wetterstation Magdeburg	93
Abbildung 5-5: Wasserspiegelentwicklung der Elbpegel Wittenberg und Dessau	94
Abbildung 5-6: Ganglinien der Grundwasserstände ausgewählter GWM im Bereich der Wörlitzer Anlagen	95
Abbildung 5-7: Wasserspiegelentwicklung am Zu- und Ablauf der Seen der Wörlitzer Anlagen	96
Abbildung 5-8: Vergleich der zu den Seen der Wörlitzer Anlagen zu- und abströmenden Wassermengen	97
Abbildung 5-9: Grundwassergleichenplan Wörlitzer Anlagen, Mai und Oktober 2004	99
Abbildung 5-10: Grundwasserflurabstände Wörlitzer Anlagen Mai 2004	101
Abbildung 5-11: Grundwasserflurabstände Wörlitzer Anlagen Oktober 2004	103
Abbildung 5-12: Ganglinien der Grundwasserstände ausgewählter GWM im Bereich des Luisiums	105
Abbildung 5-13: Grundwasserstände im Luisium Mai und Oktober 2004	107
Abbildung 5-14: Ganglinie der Entwicklung der Sauerstoffgehalte an ausgewählten Messpunkten im Bereich der Wörlitzer Anlagen	109
Abbildung 5-15: Vergleich der Leitfähigkeiten ausgewählter Messpunkte im Bereich der Wörlitzer Anlagen mit den Tagesniederschlagssummen	110
Abbildung 5-16: Vergleich der Leitfähigkeitsentwicklung an den Ausläufen der Wörlitzer Seen	111
Abbildung 5-17: Ganglinie der Entwicklung der Sauerstoffgehalte an ausgewählten Messpunkten im Bereich des Luisiums	112
Abbildung 5-18: Vergleich der Leitfähigkeiten ausgewählter Messpunkte im Bereich des Luisiums mit den Tagesniederschlagssummen	113
Abbildung 5-19: Ionenbilanz an der Grundwassermessstelle Gärtnerei (Analyse vom 13.10.2004)	114
Abbildung 6-1: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen	125
Abbildung 6-2: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen	126
Abbildung 6-3: Vitalität aller azidophilen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen ...	128
Abbildung 6-4: Vitalität aller basiphilen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen	129
Abbildung 6-5: Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen	131
Abbildung 6-6: Vitalität der Schwarz-Kiefer (<i>Pinus nigra</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	133
Abbildung 6-7: Vitalität der Weymouths-Kiefer (<i>Pinus strobus</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	135

Abbildung 6-8: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	137
Abbildung 6-9: Vitalität der Kanadischen Hemlock (<i>Tsuga canadensis</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	139
Abbildung 6-10: Vitalität des Spitz-Ahorns (<i>Acer platanoides</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	141
Abbildung 6-11: Vitalität des Berg-Ahorns (<i>Acer pseudoplatanus</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	143
Abbildung 6-12: Vitalität der Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	145
Abbildung 6-13: Vitalität der Hänge-Birke (<i>Betula pendula</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	147
Abbildung 6-14: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	149
Abbildung 6-15: Vitalität des Eingrifflichen Weißdorns (<i>Crataegus monogyna</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	151
Abbildung 6-16: Vitalität der Gewöhnlichen Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	153
Abbildung 6-17: Vitalität des Tulpenbaums (<i>Liriodendron tulpifera</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	155
Abbildung 6-18: Vitalität der Ahornblättrigen Platane (<i>Platanus x hispanica</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	157
Abbildung 6-19: Vitalität der Pyramiden-Pappel (<i>Populus nigra „Italica“</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	159
Abbildung 6-20: Vitalität der Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	161
Abbildung 6-21: Vitalität der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	163
Abbildung 6-22: Vitalität der Gewöhnlichen Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)	166
Abbildung 6-23: Vitalität der Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	168
Abbildung 6-24: Vitalität der Flatter-Ulme (<i>Ulmus laevis</i>) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004).....	170
Abbildung 6-25: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Gehölzarten und -sorten	171
Abbildung 6-26: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Nadelgehölzarten und -sorten	172
Abbildung 6-27: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Laubgehölzarten und -sorten	173
Abbildung 6-28: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller azidophilen Gehölzarten und -sorten.....	174

Abbildung 6-29: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller basiphilen Gehölzarten und -sorten.....	175
Abbildung 6-30: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten	176
Abbildung 6-31: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Schwarz-Kiefer (<i>Pinus nigra</i>)	178
Abbildung 6-32: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Weymouths-Kiefer (<i>Pinus strobus</i>).....	179
Abbildung 6-33: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>).....	180
Abbildung 6-34: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Kanadischen Hemlock (<i>Tsuga canadensis</i>)	181
Abbildung 6-35: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Spitz-Ahorns (<i>Acer platanoides</i>).....	182
Abbildung 6-36: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Berg-Ahorns (<i>Acer pseudoplatanus</i>).....	183
Abbildung 6-37: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>).....	184
Abbildung 6-38: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Hänge-Birke (<i>Betula pendula</i>).....	185
Abbildung 6-39: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gewöhnlichen Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	186
Abbildung 6-40: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Eingrifflichen Weißdorns (<i>Crataegus monogyna</i>).....	187
Abbildung 6-41: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gemeinen Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	188
Abbildung 6-42: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Tulpenbaums (<i>Liriodendron tulpifera</i>).....	189
Abbildung 6-43: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Ahornblättrigen Platane (<i>Platanus x hispanica</i>)	190
Abbildung 6-44: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Pyramiden-Pappel (<i>Populus nigra „Italica“</i>).....	191
Abbildung 6-45: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>).....	192
Abbildung 6-46: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>)	193
Abbildung 6-47: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gewöhnlichen Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>).....	194
Abbildung 6-48: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)	195
Abbildung 6-49: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Flatter-Ulme (<i>Ulmus laevis</i>)	196

Abbildung 6-50: Übersicht über den Vitalitätszustand aller Gehölzarten und –sorten – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen	198
Abbildung 6-51: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten im Luisium, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen.....	199
Abbildung 6-52: Vitalität aller azidophilen Gehölzarten und -sorten im Luisium	201
Abbildung 6-53: Vitalität aller basiphilen Gehölzarten und -sorten im Luisium	202
Abbildung 6-54: Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten im Luisium ..	203
Abbildung 6-55: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	205
Abbildung 6-56: Vitalität der Gewöhnlichen Rosskastanie (<i>Aesculus hippocastanum</i>) im Luisium	206
Abbildung 6-57: Vitalität der Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	208
Abbildung 6-58: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	210
Abbildung 6-59: Vitalität der Rot-Buche (<i>Fagus sylvatica</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	212
Abbildung 6-60: Vitalität der Gemeinen Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	213
Abbildung 6-61: Vitalität der Rot-Esche (<i>Fraxinus pennsylvanica</i>) im Luisium	215
Abbildung 6-62: Vitalität der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	216
Abbildung 6-63: Vitalität der Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	218
Abbildung 6-64: Vitalität der Flatter-Ulme (<i>Ulmus laevis</i>) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen.....	220
Abbildung 6-65: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in Bezug auf die Substrattypen der Böden.....	223
Abbildung 6-66: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf die Substrattypen der Böden	225
Abbildung 6-67: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf die Substrattypen der Böden	227
Abbildung 6-68: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in Bezug auf die Substrattypen der Böden.....	229
Abbildung 6-69: Vitalität der Hänge-Birke (<i>Betula pendula</i>) in Bezug auf die Substrattypen der Böden.....	230
Abbildung 6-70: Vitalität des Eingrifflichen Weißdorns (<i>Crataegus monogyna</i>) in Bezug auf die Substrattypen der Böden	232
Abbildung 6-71: Vitalität der Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>) in Bezug auf die Substrattypen der Böden.....	234
Abbildung 6-72: Vitalität aller Gehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden.....	236
Abbildung 6-73: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden	237
Abbildung 6-74: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden.....	238

Abbildung 6-75: Vitalität aller azidophilen Gehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden	239
Abbildung 6-76: Vitalität aller basiphilen Gehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden	240
Abbildung 6-77: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden	241
Abbildung 6-78: Vitalität des Spitz-Ahorns (<i>Acer platanoides</i>) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden	242
Abbildung 6-79: Vitalität der Hänge-Birke (<i>Betula pendula</i>) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden	243
Abbildung 6-80: Vitalität der Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden	244
Abbildung 6-81: Vitalität aller Gehölzarten und –sorten in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden	245
Abbildung 6-82: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden ...	246
Abbildung 6-83: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden.....	247
Abbildung 6-84: Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölze in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden.....	248
Abbildung 6-85: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden.....	249
Abbildung 6-86: Vitalität des Berg-Ahorns (<i>Acer pseudoplatanus</i>) in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden.....	250
Abbildung 6-87: Vitalität der Hänge-Birke (<i>Betula pendula</i>) in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden	251
Abbildung 6-88: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden.....	252
Abbildung 6-89: Vitalität der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) in Bezug auf die Stauwasserstufender Böden	253
Abbildung 6-90: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	255
Abbildung 6-91: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf den Grundwasserflurabstand	256
Abbildung 6-92: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	257
Abbildung 6-93: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	259
Abbildung 6-94: Vitalität des Berg-Ahorns (<i>Acer pseudoplatanus</i>) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	260
Abbildung 6-95: Vitalität der Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	261
Abbildung 6-96: Vitalität des Tulpenbaumes (<i>Liriodendron tulpifera</i>) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	262
Abbildung 6-97: Vitalität der Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	263

Abbildung 6-98: Vitalität der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	264
Abbildung 6-99: Vitalität der Flatter-Ulme (<i>Ulmus laevis</i>) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand.....	265
Abbildung 6-100: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	267
Abbildung 6-101: Vitalität aller Nadelgehölzarten und -sorten in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	267
Abbildung 6-102: Vitalität aller Laubgehölzarten und -sorten in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	268
Abbildung 6-103: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	269
Abbildung 6-104: Vitalität der Gewöhnlichen Rosskastanie (<i>Aesculus hippocastanum</i>) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	270
Abbildung 6-105: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	271
Abbildung 6-106: Vitalität der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	272
Abbildung 6-107: Vitalität der Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen.....	273
Abbildung 6-108: Vitalität aller Gehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen ...	274
Abbildung 6-109: Vitalität aller Nadelgehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen	275
Abbildung 6-110: Vitalität aller Laubgehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen	276
Abbildung 6-111: Vitalität der Gemeinen Eibe (<i>Taxus baccata</i>) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen	277
Abbildung 6-112: Vitalität der Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen ..	278
Abbildung 7-1: Informationssystem cardo	285
Abbildung 7-2: Formular "Gehölze" mit Stammdaten eines Gehölzes.....	289
Abbildung 7-3: Formular „Gehölzaufnahmen“ mit Detailinformationen zum Gehölz aus verschiedenen Jahren.....	290
Abbildung 7-4: Formular „Beziehungen anzeigen“	291
Abbildung 7-5: Formular "Boden"	292
Abbildung 7-6: Horizontdaten einer Rammkernsondierung	293
Abbildung 7-7: Formular "Messstellen" für hydrologische Untersuchungen.....	293
Abbildung 7-8: Darstellung der Ionenbilanz bei hydrologischen Untersuchungen	294

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Darstellung der Vitalität aller Gehölzarten und –sorten

(Kartendarstellung im Maßstab 1 : 3.000)

Anlage 2: Darstellung der Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung aller Gehölzarten und –sorten

(Kartendarstellung im Maßstab 1 : 3.000)

Anlage 3: CD – Anhänge (Übersicht, Anhang Boden, Anhang Wasser, Anhang Gehölze)

1. Einleitung

Das Gartenreich Dessau-Wörlitz, eingebettet in die Auenlandschaft von Elbe und Mulde, entstand in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts im Zusammenhang mit umfangreichen aufgeklärten Reformbemühungen des Fürsten Leopold III. Friedrich Franz von Anhalt-Dessau (1740-1817). Der 18-jährig an die Regierung gelangte und humanistisch gesinnte Fürst initiierte gemeinsam mit seinem Freund, Berater und Architekten Friedrich Wilhelm von Erdmannsdorff (1736-1800) und zahlreicher Gärtner und Mithelfer seit 1758 eine Landesverschönerung, die den Stil des Landschaftsgartens einschließlich der damit neu entstandenen Baustile Klassizismus und Neugotik von England nach Mitteleuropa brachte. Von hier aus breitete sich die neue Denkweise und Gestaltungsauffassung sehr schnell über ganz Deutschland aus.

Von der Gesamtheit der historischen Gestaltung der Landesfläche des Fürstentums Anhalt-Dessau hat sich bis heute ein Gebiet von etwa 145 km² erhalten und steht unter Denkmalschutz. Darüber hinaus wurde es als UNESCO-Weltkulturerbe gewürdigt. Ästhetische Höhepunkte der mit zahlreichen Bauwerken, Deichen, Gräben, Alleen, Pflanzungen und weiten Sichten verschönernten Landschaft bilden eine Reihe von Gartenanlagen, die jeweils als Gesamtkunstwerk von Bau-, Garten- und bildender Kunst wirksam sind und die auf den Besucher so wirken sollen, als hätte die Natur und nicht die Kunst diese Anlagen geformt. Das gilt auch für die Landschaft zwischen den Gartenanlagen, die zusätzlich und flächenidentisch als Bestandteil des UNESCO-Biosphärenreservates Flusslandschaft Mittlere Elbe unter Schutz steht.

Es gehört zu den Aufgaben der Kulturstiftung DessauWörlitz, die ihr zugeordneten Liegenschaften aus der historischen Landschaft in ihrer Gesamtheit zu erhalten, zu restaurieren und ihre Wirkung darzustellen. Zusätzlich zu den umfangreichen Acker- und Forstflächen sind der Kulturstiftung im Gartenreich etwa 209 ha Fläche in sechs historischen Gartenanlagen zugeordnet. Neben historischen Bauwerken und wertvollen Kunstgegenständen, sind die botanisch und gestalterisch interessanten heimischen, fremdländischen und dendrologisch außerordentlich wertvollen und artenreichen Gehölze zu bewahren, welche sich teilweise noch aus der Entstehungszeit der Gartenanlagen erhalten haben. Durch die wiederholte Änderung der Umweltbedingungen in der Region, aber insbesondere durch die Wirkung des Jahrtausendhochwassers im Jahre 2002, steht diese Ressource unter erheblichem Stress. Die Pflanzenartenzusammensetzung wandelt sich, Altgehölze fallen aus, die noch vorhandenen Deichbepflanzungen werden aus Hochwasserschutzgründen gefällt. Auch die veränderte Nutzung und das Weideverbot auf kontaminierten Überflutungsflächen führte zur schrittweisen Veränderung des Landschaftsbildes im Welterbegebiet. Wo aber liegen die eigentlichen Ursachen für die Verschlechterung der Vitalität der Gehölze und was hat sich an den Wachstumsbedingungen wirklich verändert? Die Klärung dieser Fragen stützte sich in der Vergangenheit nur auf Vermutungen.

Als Ausgangspunkt der Untersuchungen wurden die Wörlitzer Anlagen sowie das durch das Elbe- und Muldehochwassers des Sommers 2002 stark beeinträchtigte Luisium ausgewählt. Die beiden Anlagen sind in ihrem Relief, der Form der Gewässer und im Aufbau der Böden sowohl durch natürliche Voraussetzungen als auch Gestalt und Pflanzenartenbestand unterschiedlich geprägt und liegen etwa 10 km von einander entfernt. Mit 112 ha sind die Wörlitzer Anlagen der von Besuchern am stärksten genutzte und bisher auch für die Schadensuntersuchungen am intensivsten betrachtete Garten. Die jüngsten Belastungen im Luisium durch die Flut 2002 und die starken Schäden nach der Katastrophe führten dazu, dass die Untersuchungen auf dieses Gebiet ausgeweitet worden sind.

Die **Wörlitzer Anlagen** gelten als gestalterischer Höhepunkt der Landesverschönerung in Anhalt-Dessau. Die Gärten werden heute jährlich von nahezu 800 Tausend Gästen besucht. Sie gliedern sich in fünf einzelne, peripher vom Schloss in die landschaftliche Umgebung gewachsene Einzelgärten, die durch Gewässer getrennt und durch Brücken, Gartenräume und Sichtbeziehungen zu einer Einheit verknüpft sind. Fürst Franz, Erdmannsdorff und die beteiligten Gärtner Neumark, Eysenbeck und Schoch (d.Ä.) begannen ihre Arbeiten 1765 in der Nachbarschaft des zunächst noch barocken Schlosses und Gartens sofort nach der Rückkehr von einer ersten Englandreise in einer noch suchenden und kleinteiligen Gestaltungsweise. Über den Zeitraum von etwa 35 Jahren entwickelten sich die um 1800 auf etwa 112 ha gewachsenen Anlagen, die nahtlos und ohne Zaun in die sie umgebende Landschaft übergehen. Neben dem Schlossgarten und Neumarks Garten im Süden des Wörlitzer Sees entstanden zwischen 1770 und 1790 nördlich davon Schochs Garten und der Weidenheger und in den 1790-er Jahren die östlichen Neuen Anlagen. Sie sind als eine Folge räumlich gestalteter Bilder zu erleben, die sich dem Besucher an einem Führungsweg als bewusst inszeniertes Programm erschließen. Das Schöne war mit dem Nützlichen verbunden, die gestalteten Gärten hatten wie deren Umgebung zugleich durch Acker- und Obstbau, Weidewirtschaft oder Wiesennutzung eine Funktion. Unter den mehr als vierzig Bauwerken und Gartenarchitekturen stellen das Landhaus oder Schloss (1769-1773), Erdmannsdorffs Gründungsbau klassizistischer Baukunst in Mitteleuropa, und das Gotische Haus (1773; bis 1817 mehrfach erweitert), als frühester neugotischer Schlossbau Deutschlands, die herausragenden Architekturlösungen dar.

Das **Luisium** wurde ab 1777 für die privaten Bedürfnisse der Fürstin Luise Henriette Wilhelmine von Anhalt-Dessau (1750-1811) errichtet und war zu deren Lebzeiten der Öffentlichkeit nur eingeschränkt zugänglich. Die von Zeitgenossen im Unterschied der ringsumher durchgesetzten englischen Gestaltungsart hier als "deutscher Garten" hervorgehobene Gartenschöpfung mit doch sehr regelmäßiger Grundgliederung wurde als des Landes schönster Garten gepriesen. Die 14 ha große Anlage gliedert sich in den östlichen Wirtschaftsgarten und in den um den See (ein ehemaliges Muldealtwasser) geordneten eigentlichen Landschaftsgarten. Am Wohnhaus des Gärtners fand 1782 auch die Orangerie ihren Platz, im Küchen- und Obstgarten bestimmt das Schlangenhaus (um 1800) als neugotische Staffage den Charakter. Im landschaftlichen Garten, der vom Schloss aus über eine hölzerne Bogenbrücke erreichbar ist, zählen das Blumengartenhaus, ein Grottenbauwerk und der Pegasusbrunnen zu den dominierenden gestalterischen Elementen. Westlich als umgebende Landschaft vorgelagert befindet sich die 16 ha

große Fohlenweide mit dem neugotischen herzoglichen Gestüt, in dem der Fürst seine englische Pferdezucht praktizierte. Nördlich des Schlosses wurde ein alter fünfstrahliger Jagdstern für die Anlage von Sichtachsen in die Landschaft ausgenutzt, südlich führt die zentrale Achse zur Jonitzer Kirche, in der auch das Mausoleum des Fürstenpaares seinen Platz gefunden hat. Der Garten entstand auf der Fläche des vormaligen Vogelherdes, in dem Fürst Franz als Waise aufgewachsen war.

Grundlage der gegenwärtigen Untersuchungen sind die zurückliegenden Ermittlungen zur Vitalität der Gehölze ausschließlich in den Wörlitzer Anlagen. Neben umfangreichen und kontinuierlichen Pflegemaßnahmen am Gehölzbestand wurde hier in mehrjähriger Forschungsarbeit zwischen 1998 und 2001 im Rahmen einer durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Untersuchung ein Gehölzkataster der Wörlitzer Anlagen erstellt, das eine Zustandseinschätzung von 7.000 Gehölzen eingeschlossen hat. Im Ergebnis dieser Arbeit ergab sich ein überdurchschnittlich schlechter Vitalitätszustand der Gehölze. Die Ursachen hierfür wurden in der Luftverschmutzung, nachhaltiger Anreicherung von Industrieflugasche und schwankenden Grundwasserverhältnissen vermutet, ohne die Boden- und Standortbedingungen sowie Standortansprüche der jeweiligen Gehölzarten bereits berücksichtigen zu können.

Darauf aufbauend wurde in enger Zusammenarbeit zwischen der Abteilung Gärten der Kulturstiftung DessauWörlitz und dem Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt sowie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und dem Land Sachsen Anhalt als Projektförderer 2004 ein Konzept erstellt, welches die grundlegenden Boden- und Standortbedingungen sowie die aktuellen Schäden und Gefährdungen für den Gehölzbestand im Zusammenhang mit einer Boden- sowie Grund- und Oberflächenwasseranalyse beinhaltet. Neben den Ursachen für den schlechten Zustand der Gehölze sollten auch die Voraussetzungen für eine gezielte Verbesserung der Wachstumsbedingungen untersucht sowie Maßnahmen zur Gefahrenabwehr vorgeschlagen werden. Ein Mess- und Überwachungssystem soll die Basis für fundierte wissenschaftliche Ergebnisse im Untersuchungsraum bilden.

2. Gesamtaufgabenstellung

Anliegen war es Ergebnisse vorzulegen, welche gezielte Maßnahmen zur Verbesserung des aktuellen Zustandes und der längerfristigen Stabilisierung und Gestaltung der Gehölze als kulturhistorisch wertvolles und prägendes Element ermöglichen. Die Verteilung bestimmter Bedingungen in der Fläche sowie ihre Verträglichkeit und Entwicklung in der Zeit sollten mit entsprechend komplexen, fachübergreifenden Methoden und Kenntnisse ermittelt werden.

Da die Gartenanlagen ursprünglich nach ästhetischen, pädagogischen und gärtnerischen Gesichtspunkten angelegt worden sind, war es erforderlich, die bis dahin kaum berücksichtigten Standortbedingungen zu analysieren und veränderte und für die Gehölze kritische Zustände zu ermitteln. Die Komplexität der zu untersuchenden Einflussgrößen Boden – Wasser – individuelle Standortansprüche erforderte eine effektiv, koordinierte Bearbeitung fachlich und methodisch unterschiedlicher Schwerpunkte, die aufeinander aufbauten bzw. sich gegenseitig ergänzten.

Mit den durchzuführenden Arbeiten waren durch das Mitteldeutsche Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz aus Halle die grundsätzlichen bodenkundlichen Verhältnisse durch eine Bodenkartierung zu klären. Darüber hinaus galt es, die aktuellen Bodenzustände so zu interpretieren, dass die Standortbedingungen spezifisch für die Gehölze der betreffenden Gartenanlagen beschrieben werden konnten.

Da die Böden in den Gärten des Dessau- Wörlitzer Gartenreiches überwiegend an das Grundwasser angeschlossen sind, ist die Veränderung des Grundwasserspiegels innerhalb des Jahres und im Verlauf mehrerer Jahre für die Wachstumsbedingungen der Gehölze und für die Bodenentwicklung von größter Bedeutung. Die HPC HARPRESS PICKEL CONSULT AG aus Merseburg hatte die Aufgabe, die hydro-dynamischen Verhältnisse darzustellen sowie das Grund- und Oberflächenwassermonitoring aufzubauen und durchzuführen.

Durch LPR Landschaftsplanung Dr. Reichhoff GmbH Dessau sollte während der Vegetationsphase der Gehölzbestand in den Gartenanlagen Wörlitz und Luisium erfasst und hinsichtlich seines Gesundheitszustandes untersucht und ausgewertet sowie noch fehlende Angaben ergänzt und in die digitalen Karten im cardo-GIS übertragen werden.

Um die Daten und vorliegende Ergebnisse für alle Projektteilnehmer darzustellen, wurde es notwendig, ein Web-basiertes Informationssystem durch die Ingenieurgesellschaft für Datenverarbeitung und Umweltschutz aus Zittau als Basis für die Online-Zusammenarbeit und Voraussetzung für eine detaillierte Auswertung einzusetzen.

3. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

3.1 Lage, Geologie und Boden

Die Landschaft des Dessauer Elbetals und des Muldetals (Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 2001), in denen sich die Wörlitzer Anlagen und das Luisium befinden, gehören zur Bodenlandschaft der Roßlau-Wittenberger Elbeaue (Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt 1999). Die Lage der Gebiete im Land Sachsen-Anhalt geht aus Abbildung 3-1 hervor.



Abbildung 3-1: Lage der Untersuchungsgebiete Wörlitzer Anlagen und Luisium

Die Wörlitzer Anlagen liegen in der Elbeaue in einer Entfernung von etwa 2.200 m von der Elbe (Rousseauinsel). Die Höhenlage beträgt – unabhängig von künstlichen Aufhöhungen - ca. 60 bis 61,5 m HN. Der historische Siedlungskern von Wörlitz hat dagegen eine Höhenlage von ca. 62 m HN, die Kirche liegt auf einer Höhe von 65,3 m HN. Im Einzelnen liegen in den Wörlitzer Anlagen das Schloss auf 63,3 m HN, der Grüne Berg im Schlossgarten auf 64,8 m HN, das Gotische Haus auf 61,6 m HN, der Baumgarten auf 61,3 bis 61,5 m HN, der Beltweg auf 62 m HN, der Dianenhain auf 60,7 bis 60,9 m HN, das Monument auf 65,3 (Deichfuß 60,8) m HN, das Pantheon auf 65,6 m HN, der Hügel am Venustempel auf 67,4 m HN und der Floratempel auf 62,0 m HN. Der Abfluss des Wörlitzer Sees an der Friederikenbrücke befindet sich auf 59,9 m HN. Die Wasserkante des Sees liegt bei 60,0 m HN. Die Rousseauinsel steigt auf 61,2 m HN an, nördlich davon wird in Ufernähe des Wörlitzer Sees der tiefste Punkt mit 59,9 bis 60,2 m HN erreicht.

Das Luisium liegt in der Mulde in einer Entfernung von etwa 750 m von der Mulde (westlicher Ringdeich). Die Höhenlage beträgt – unabhängig von künstlichen Aufhöhungen - ca. 60 m HN. Die historischen Siedlungskerne von Jonitz und Naundorf haben Höhenlagen von ca. 60 und 59 m HN. Der höchste Geländepunkt im Luisium liegt bei 64,51 m HN, der niedrigste bei 57,06 m HN. Im Einzelnen liegen das Schloss auf 61,6 m HN, der Wirtschaftshof auf 60,10 m HN, das Gestüt auf 60,10 bis 60,70 m HN, das Schlangenhäus auf 62,20 (Bodenniveau 60,00) m HN und die Oberkante des Erdbaus des neuen Deiches bei 60,93 (Bodenniveau 59,20) m HN Höhenniveau.

Regionalgeologisch betrachtet befinden sich die Gebiete am Rand der so genannten Elbglazialwanne (vgl. MÜLLER 1988). Diese erstreckt sich von Coswig über Torgau bis in den Raum Riesa. Rinnenartige Ausläufer führen bis in die Umgebung von Dessau.

Elsterzeitliche glazilimnische Ablagerungen sowie saaleglaziale Neuschüttbildungen sind innerhalb der Elbtalwanne im Raum Wörlitz erosiv beseitigt, dagegen ist die weichselzeitliche Niederterasse lückenlos ausgebildet. Sie besteht vorwiegend aus Grobsand bis Feinkies mit zunehmendem Anteil an groben Kieseln und Steinen an der Basis. Über der weichselzeitlichen Niederterasse lagern holozäne Kiese und Sande (Entstehung im Atlantikum), deren Mächtigkeit im Elbegebiet KNOTH (1995) mit 6-8, maximal 12 m angibt. In die Terrasse des Atlantikums schnitt sich während der subborealen Regression die Elbe geringfügig ein und die heutigen Auen wurden geschaffen. In den Auen wurden in mehreren Phasen Sedimente abgelagert. Die Hauptphase der Sedimentation setzte mit der Besiedelung, Rodung und Inkulturnahme des Auenlandes ein.

Auensedimente setzen sich vorwiegend aus umgelagertem Bodenmaterial mit unterschiedlichen Humusgehalten zusammen. Humusgehalt, Körnung und Färbung dieser Sedimente werden vor allem durch deren Herkunftsgebiete und die Sedimentationsbedingungen, insbesondere durch die Fließgeschwindigkeit des Überflutungswassers sowie durch anthropogene Einflüsse, bestimmt.

Je nach Sedimentationsbedingungen sind die Auensedimente, in denen sich die Bodenbildung vollzog, unterschiedlich zusammengesetzt. In den Untersuchungsgebieten überwiegen die Auenlehme (im Luisium auch Auenschluffe). Daneben kommen auch Auensande (und – lehmsande) sowie Auentone vor. Die Dominanz der Auenlehme und – schluffe ist auf die Herkunftsgebiete der Auensedimente (Elbe-Einzugsgebiet, Luisium zusätzlich Muldeinzugsgebiet) zurückzuführen, in denen Löße dominieren. Entsprechend der Mehrphasigkeit der Sedimentation sind in den Auensedimentdecken überwiegend Schichtungen von Substraten unterschiedlicher Körnung vorhanden.

Die Bodenentwicklung vollzog sich unter starkem Einfluss der nahe gelegenen Fließgewässer mit Grund-, Überschwemmungs-, Stau- und Qualmwassereinfluss sowie fortlaufender Sedimentation. In der Folge kam es zur Herausbildung von Auenböden, die gegenwärtig auf dem größten Teil der Flächen der Wörlitzer Anlagen zu finden sind. Der Bodentypenbezeichnung nach sind das hauptsächlich Veges und Gleye sowie deren Übergänge. Die verbreitetsten Bodensubtypen sind Norm-Vega, Gley-Vega, Gley-Paternia, Vega-Gley und Auengley. Außer durch eine unterschiedliche Abfolge der Bodenhorizonte unterscheiden sie sich vor allem durch die Mächtigkeit der vom Grundwasser (anhydromorphen) unbeeinflussten Horizonte. Eine Übersicht vermittelt die nachfolgende Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Gesamtmächtigkeit der anhydromorphen Horizonte dominierender Bodensubtypen der Auenböden innerhalb der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums

Bodensubtyp	Symbol nach KA4 (AG Boden 1994)	Gesamtmächtigkeit der anhydromorphen Bodenhorizonte
Norm-Vega	ABn	> 8 dm
Gley-Vega	GG-AB	4-8 dm
Gley-Paternia	GG-AQ	4-8 dm
Vega-Gley	AB-GG	< 4 dm
Auengley	GGa	< 4 dm

Neben den Auenböden sind auf einem beträchtlichen Teil der Flächen anthropogene bzw. stark anthropogen überprägte Böden verbreitet. Ihre Herausbildung begann mit der Anlage der Gärten im 18. Jahrhundert.

Es ist belegbar, dass große Teile der Anlagen durch Aufschüttungen aus dem ursprünglichen Höhenniveau der Aue herausgehoben wurden, um diese vor Überschwemmungen zu schützen. Dies trifft vor allem für die Umgebung des Schlosses in Wörlitz und im Luisium, für die Beltwege am Gotischen Haus und in Neumarks Garten in den Wörlitzer Anlagen zu. Außerdem wurden Deiche (Wälle) als Hochwasserschutz angelegt.

Bei aufgeschütteten Substraten in der Umgebung des Wörlitzer Schlosses handelt es sich um mehr oder weniger humose, z.T. ziegel- und/oder aschehaltige sandige bis lehmige Substrate. Die aufgeschütteten Schichten erreichen Mächtigkeiten von über 1,5 m.

Weiterhin wurden Aufschüttungen zur Verbesserung der Bearbeitbarkeit der ursprünglich in weiten Teilen lehmig-tonigen Oberböden durchgeführt. In erster Linie wurden hierbei sandige Auensubstrate verwendet. Diese sind z.T., wie nachgewiesen werden konnte, bis in Tiefen von über einem Meter humushaltig.

Hierfür kommen zwei Gründe in Betracht. Erstens könnte bereits humushaltiges Material aufgeschüttet worden sein, was auf Grund der insgesamt aufgetragenen Menge wohl nur für einzelne Flächen zutreffen dürfte. Bei den überwiegenden Flächen dürfte es durch eine tief greifende Bodenbearbeitung bzw. Bodenlockerung - ähnlich dem Rigolen - im Anschluss an den Auftrag zu einer relativen Homogenisierung und damit verbundener Verteilung der organischen Substanz bis in die entsprechenden Tiefen gekommen sein.

Eine weitere Ursache von Aufschüttungen stellen sich gestalterische Maßnahmen in den Anlagen dar. Beispiele hierfür sind die Grabenwälle entlang des Sonnenkanals, die Anlage von Kanälen (Grabenwälle) sowie die Ausformung von Uferbereichen des Wörlitzer Sees, der Walllöcher sowie des Schwanenteiches. Hierzu ist auch das Zuschütten von ehemaligen z.T. wasser-gefüllten Senken und Gräben (z.B. bei der Umleitung des Wolfskanals und des Kanals zwischen Kleinem Walloch und Wörlitzer See) zu rechnen. Hinweise dafür lassen sich aus ursprünglichen und veränderten Grabenverläufen in historischen Karten (EYSERBECK [1764], SCHWAB [1789], COELER [1789/91], VIETH [1807]) aus dem Auftreten verschütteter Mudden (ehemaliger Gewässergrund) an verschiedenen Stellen der Wörlitzer Anlagen ableiten.

Die anthropogen veränderten Böden lassen sich vorwiegend den Bodentypen Regosol und Kolluvisol sowie deren Übergängen zu Gleyen zuordnen. Analog zu den Auenböden besteht eine Beziehung zwischen der Benennung der Bodensubtypen und der Gesamtmächtigkeit der anhydromorphen Horizonte. Eine Übersicht für die dominierenden anthropogenen Böden vermittelt die nachfolgende Tabelle 3-2.

Tabelle 3-2: Gesamtmächtigkeit der anhydromorphen Horizonte anthropogen veränderter Bodensubtypen der Auenböden innerhalb der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums

Bodensubtyp	Symbol nach KA4 (AG Boden, 1994)	Gesamtmächtigkeit der anhydromorphen Bodenhorizonte
Norm-Regosol	RQn	> 8 dm
Norm-Kolluvisol	YKn	> 8 dm
Gley-Regosol	GG-RQ	4-8 dm
Gley-Kolluvisol	GG-YK	4-8 dm
Regosol-Gley	RQ-GG	< 4 dm

Das Klima im Dessau-Wörlitzer Gartenreich ist durch eine durchschnittliche Jahresmitteltemperatur von 8,9 °C mit Tiefstwerten im Januar (Monatsmittel -0,2 °C) und Höchstwerten im Juli (Monatsmittel 18,3 °C) charakterisiert. Die absolute Minimumtemperatur der letzten hundert Jahre betrug – 30 °C, wobei zwischen 1999 und 2004 eine Minimumtemperatur von nur -15 °C jeweils im Dezember gemessen wurde und damit in den letzten Jahren keine Frostschäden am Gehölzbestand einzuordnen sind.

Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge liegt bei 552 mm, wobei im Februar mit 31 mm die durchschnittlich niedrigsten und im Juli mit 74 mm die höchsten Monatswerte erreicht werden. Dennoch konnten im Sommer 2004 auf Grund sommerlicher Dürreerscheinungen starke Schädigungen am Gehölzbestand beobachtet werden.

3.2 Historisch-standörtliche Entwicklung der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums

3.2.1 Wörlitzer Anlagen

Die Wörlitzer Anlagen ordnen sich um den Wörlitzer See und die nach dem Hochwasser 1770/71 durch Deichbrüche entstandenen Kolkungen des Großen und des Kleinen Walloches. Der Wörlitzer See ist ein Altwasser der Elbe. REICHHOFF (2004) geht davon aus, dass noch zu Beginn des 14. Jahrhunderts der Hauptlauf der Elbe durch den Wörlitzer See verlief. Die Elbe verlagerte dann zur Mitte des 14. Jahrhunderts in sehr kühlen, niederschlagsreichen Jahren mit hohen und lang anhaltenden Überschwemmungen ihren Lauf nach Norden; dieser Prozess war mit dem Wüstfallen zahlreicher Orte verbunden.

Die Anlagen liegen demnach in einer Abflusssenke der Elbe, die sich über die Niederung des Fortgrabens zum Krägen fortsetzte. Ein zweites Abflusssystem verlief zum Riss. Entsprechend der Nähe zur Elbe und der tiefen Lage sind die Standorte natürlich durch zeitweilig hohe Wasserstände bis hin zur Überflutung bei starken Schwankungen der Grundwasserflurabstände bis hin zu Tiefstständen bei Niedrigwasser der Elbe gekennzeichnet.

Die überwiegenden naturnahen Bodentypen sind Gley-Vega (28,1%), Vega-Gley (23,8%) und Auengley (11,4%). Diese Böden entwickeln sich auf der mittleren bis unteren Auenterrasse. Als potenziell natürliche Vegetation kämen hier die typische Subassoziation und – auf den tiefsten Standorten - die Rohrglanzgras-Subassoziation des Hartholzauenwaldes (*Querco-Ulmetum typicum et phalaridetosum*) vor. Die ursprünglich am tiefsten gelegenen Standorte sind vielfach aufgefüllt worden. Das natürliche Baumartenspektrum umfasst in diesen Vegetationseinheiten die Stiel-Eiche, die Feld-Ulme, die Flatter-Ulme und den Feld-Ahorn.

Diese Verhältnisse veränderten sich mit der Eindeichung des Gebietes (vgl. REICHHOFF und Noack 2005). Der durchgehende Ausbau der Deiche für den Hochwasserschutz geht zurück auf die Zeit der Regentschaft des Fürsten Leopold (reg. 1698 - 1747). Eine erste Bauphase lag in den Jahren 1707/08. Nach den Hochwässern 1770/71, die infolge von Deichbrüchen z.B. die Wörlitzer Anlagen zerstörten (Entstehung des Großen und Kleinen Walloches als Kolke hinter Deichbrüchen) oder schwere Schäden bei Vockerode verursachten, erfolgte auch unter Fürst Franz (reg. 1758 – 1817) der weitere Ausbau und die Erhöhung der Wälle. Deichbrüche traten auch in den folgenden Jahrzehnten auf (vgl. PINKERT 2003), so dass dem Ausbau und der Unterhaltung der Deiche stets Sorge getragen wurde. Die Sorgfalt für die Sicherheit der Deiche und zugleich ihre Gestaltung zeigt sich auch in der Errichtung der Wallwachhäuser bis 1815.

Von dieser Zeit an konnte keine direkte Überflutung mehr erfolgen. Das Hochwasser drang aber über die Kapengrabenniederung sowie den Krägen und die Forthniederung durch Rückstau in das Gebiet der Wörlitzer Anlagen vor oder führte zumindest zu hohen Grundwasserständen.

Infolge dessen befanden sich die Flächen unter Grünlandnutzung. Erst im Schutze des Alten Wörlitzer Deiches und des Münsterberger Walles sowie auf dem späteren Pappelfeld erstreckten sich die Ackerflächen.

Mit der Gestaltung der Wörlitzer Anlagen ab 1764 wurde ein System der Stauregulierung und Wasserableitung geschaffen, das die Wasserverhältnisse veränderte. Der ursprünglich stark schwankende Wasserstand im Wörlitzer See wurde stabil eingestaut, was sich auch auf die Vergleichmäßigung der Wasserstände in seinem Umfeld auswirkte. Die starken Wasserstandsschwankungen entfielen damit und es stellten sich relativ stabile hohe Grundwasserflurabstände ein. Die Abführung des Wassers erfolgte über drei Gräben, die das Wasser dem Krägen zuführten. Mit dem Deichbau und dem Ausbau des Kapengrabens wurde für den Krägen eine Vorflut zu Letzterem geschaffen (Krägengraben).

Mit diesem Stau- und Entwässerungssystem entstanden nivellierte Grundwasserverhältnisse im Bereich der Wörlitzer Anlagen, so dass hier nun mit der Entstehung und Gestaltung der Anlage Ackerflächen eingefügt werden konnten.

Der Bau der Autobahn Berlin – München im Jahre 1938 veränderte das Deichsystem östlich von Dessau grundsätzlich. Die Autobahn verbindet den Verbandsdeich mit dem Vasenwall und verhindert somit das Vordringen von Hochwasser in die Kapenniederung. Das Schöpfwerk am Kapengraben hebt das anströmende Wasser des Kapengrabens im Hochwasserfall in das Überschwemmungsgebiet. Damit erfolgte kein Rückstau mehr in die Kapengrabenniederung.

Bei Hochwasser der Elbe tritt das Überflutungswasser bis an den Hauptdeich der Wörlitzer Anlagen heran, der deren nördliche bis nordöstliche Grenze bildet. Damit ist die Bildung von Qualmwasser verbunden, das aber über die Kanal- und Grabensysteme der Anlagen und deren Vorflut gut abgeleitet werden kann.

Anders verhielt es sich während des extremen Sommerhochwassers im Jahre 2002. Durch den Deichbruch bei Bodemar/Seegrehna in der Nacht vom 18. zum 19. August füllte sich die Auenrandsenke der Kapengrabenniederung mit Überflutungswasser, das vom Schöpfwerk an der Autobahn und den zusätzlich installierten Pumpen nicht ausreichend in das Überschwemmungsgebiet gehoben werden konnte. Damit entfiel für die Wörlitzer Anlagen die Vorflut, was zusätzlich durch das über den Hoppgraben vom Kapengraben übergeleitete Wasser in die Wörlitzer Anlagen verschärft wurde. Der Wasserstand im Wörlitzer See stieg bis zu 50 cm an und uferte stark aus. Durch Pumpen wurde Wasser über den Deich gehoben und schränkte den Wasserstandsanstieg ein. Als Folgeproblem trat sauerstofffreies Wasser (Entzug des Sauerstoffs durch Abbauprozesse in dem stark mit Nährstoffen belastetem Überflutungswasser) in den Wörlitzer See ein. Durch Belüftung konnte das Umkippen des Gewässers verhindert werden.

Auf die hohen Wasserstände im Sommer 2002 folgten ein lang anhaltendes Eishochwasser und ein extrem trockenes Jahr 2003, das zu erheblichem Wassermangel auch in den Wörlitzer Anlagen führte.

Auch der Nährstofffaktor wirkt sich neben dem Wasserfaktor in den Wörlitzer Anlagen aus. Die 250-jährige Pflege des Gartens, die insbesondere bei den Wiesenflächen auf einen permanenten Entzug der Biomasse durch Mahd ausgerichtet ist, der nicht durch Düngung ausgeglichen wird, um den Aufwuchs nicht weiter zu fördern und die buntblütigen Wiesen zu erhalten, führt zu Nährstoffverarmung. Auch die Laubberäumung auf den Freiflächen hat diesen Effekt wie auch die weitgehende Entnahme des Totholzes.

Neben dem Nährstofffaktor stellen sich durch die Nutzungsgeschichte der Wörlitzer Anlagen auch hinsichtlich des pH-Wertes extreme Verhältnisse ein. Während auf den Wiesenflächen durch Kalkung ein gewisser Ausgleich geschaffen werden konnte, versauerten die Flächen unter den Gehölzbeständen erheblich. Eine Ursache dafür ist die seit dem 19. Jahrhundert verstärkt betriebene Einführung von Rhododendron und Nadelgehölzen. So nahm der Anteil an Nadelgehölzen im nördlichen Teil der Anlage seit 1870 erheblich zu, während im Schlossgarten, der ursprünglich einen hohen Anteil an Koniferen aufwies, deren Anteil rückläufig war. Insbesondere zur Vorbereitung und Unterhaltung der Standorte der Rhododendronpflanzungen wurden vermutlich saure Torfe eingebracht. So fanden JABLONSKI, BOHNE und SPETHMANN (1996) unter Rhododendronbeständen mineralischen Oberboden bis 27 cm Tiefe mit organischer Substanz durchsetzt (5,5 % org. Substanz, pH-Wert 3,9). Hinzu tritt, dass die anfallende Nadelstreu Sauerhumus ausbildet.

Eine weitere Ursache für die Versauerung der Standorte und des Grundwassers ist die Überführung von sulfathaltigem Wasser (Grubenhaltungswasser) aus dem Tagebau Bergwitz (heute Bergwitzsee) und den Tagebauen der Tagebauregion Gräfenhainichen zum Ausgleich der Wasserdefizite in den Wörlitzer Anlagen während der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Ausschlaggebend sind weiterhin die Emissionen des Kraftwerks Vockerode, welches 1937 in Betrieb ging und nach der Demontage nach 1945 in der Zeit von 1951 bis 1957 wieder aufgebaut wurde. Durch die fehlende Rauchgasentschwefelung traten erhebliche SO₂-Immissionen (Versauerung) auf, die aber im Nahfeld, so auch in den Wörlitzer Anlagen, durch die basischen Ascheinträge überdeckt wurden. Gegenwärtig haben vor allem die Immissionen von Stickoxiden aus dem hohen Straßenverkehrsaufkommen eine negative Auswirkung.

Letztlich muss in Betracht gezogen werden, dass unter den beschriebenen standörtlichen Verhältnissen und Veränderungen eine sehr große Anzahl von Gehölzen in den Wörlitzer Anlagen gesammelt und gepflanzt wurde. Vergleicht man die historischen mit den aktuellen Gehölzlisten (vgl. TRAUZETTEL, KOBERT, STIELER u.a. 2000), so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Tabelle 3-3: Vergleich der historischen und aktuellen Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen

Gehölzklasse	Du Toit 1788	Schoch 1798	Lein 1964
Laubgehölze	341	417	680
Nadelgehölze	31	38	107

„Kontinuierlich wurden von den verschiedenen Gärtnern und Gartendirektoren neue Pflanzen eingeführt. So wurde bis in unser Jahrhundert (d.h. das 20. Jahrhundert) ein Sammelsurium an Pflanzen zusammengetragen, was nicht mehr der Entstehungszeit entspricht“ (TRAUZETTEL, KOBERT, STIELER u.a. 2000). Allein aus der Vielzahl der Baumarten und –sorten kann geschlossen werden, dass vielfach keine standörtliche Eignung vorliegt, was sich auf die Vitalität der Arten und ihr Wuchsverhalten auswirkt.

3.2.2 Luisium

Das Luisium und das ihm zugeordnete Gestüt liegen in einer Folge gestalteter Räume, die über die Jonitzer Hutung, den Garten und sein Umfeld weiter über den Luisiumstiergarten bis hin zum Lindenberg an der Plankenlinie führen. Der Luisiumssee ist eines der – im Umfeld des Luisiums zahlreichen – kleineren Altwasser der Mulde, die hier im Mittelalter ihre Laufentwicklung hin zur Mündung in die Elbe vollzog (vgl. REICHHOFF 2004). Im südlichen Vorfeld des Luisiums befindet sich ein weiteres Altwasser und auch das Gestüt wird von einem schon weitgehend verlandeten Altwasser durchzogen. Diese Altwasser sind eingebunden in ein Netz von Flutrinnen, die durch die erodierenden Strömungen des Hochwassers entstanden.

Die Anlage befindet sich auf einer weitgehend ebenen Auenfläche, die durch die benannten Altwasser und Flutrinnen strukturiert wird. Kennzeichnend für den Standort sind zeitweilig hohe Grundwasserstände bis hin zu Überflutungen bei starken Grundwasserschwankungen mit Tiefstständen bei Niedrigwasser der Mulde. Da eine Reihe von (angelegten) Gräben und Flutrinnen in der Anlage historisch offensichtlich permanent Wasser führte, heute aber langfristig trocken fallen, muss davon ausgegangen werden, dass sich die Grundwasserflurabstände in den zurückliegenden 250 Jahren erheblich abgesenkt haben.

Der überwiegende naturnahe Bodentyp ist Norm-Vega (69,5 %). Auengley kommt nur auf 4,5 % der Fläche vor. Die Norm-Vega entwickelt sich auf der oberen Auenterrasse. Als Potenziell Natürliche Vegetation kämen hier die Linden-Subassoziation sowie die Hainbuchen-

Subassoziaton und – auf den tiefsten Standorten der Senken- die Rohrglanzgras-Subassoziaton des Hartholzauenwaldes (*Quercus-Ulmetum tilietosum et carpinetosum*, *Q.-U. phalaridetosum*) vor. Verschiedene ursprünglich tief gelegene Standorte sind aufgefüllt worden. Das natürliche Baumartenspektrum umfasst in den dominierenden Vegetationseinheiten die Stiel-Eiche, die Feld-Ulme, die Flatter-Ulme, den Feld-Ahorn, die Winter-Linde, die Hainbuche und die Wildobstarten Apfel, Birne und Kirsche.

Das Überflutungssystem der Anlage veränderte sich mit dem Deichbau. Ein Beispiel für die frühe Anlage von Deichen gibt Naundorf (1282 Niendorf, 1339 Nyendorf, 1349 Nygendorff) (nachfolgende historische Daten nach JABLONOWSKI und REICHHOFF 1992). Der Ort entstand 1159 durch die Vereinigung der altsorbischen Dörfer Nauzedele und Nimiz, die an flämische Kolonisten verkauft wurden. Zu den Fluren gehörte der Wald Drogbul, der bis an den Fluss Loben (Löbben) reichte, der zu dieser Zeit vom Elbelauf durchflossen wurde (vgl. REICHHOFF 2004). Mit Sicherheit errichteten die Siedler im Überflutungsgebiet erste Deiche. 1439 lag das Dorf wüst. 1549 hielten Dessauer Bürger ihr Vieh auf den Fluren und versteckten es in Fehdezeiten und während des Dreißigjährigen Krieges hinter den Naundorfer Wällen. Nach FROESCH (2002) bestanden bereits unter Fürst Johann Georg II. (reg. 1660 – 1693) am späteren Luisium Hochwasserwälle. Der weitere Ausbau der Deiche für den Hochwasserschutz geht zurück auf die Zeit der Regentschaft des Fürsten Leopold (reg. 1698 - 1747). Eine erste Bauphase lag in den Jahren 1707/08. In dieser Zeit entstanden der Jonitzer Wall, der Naundorfer Wall und der Schwedenwall, die sich von Jonitz im weiten Bogen bis zum späteren Schwedenhaus zogen (GÜNTHER 2004). Die errichteten Deiche wurden 1735/38 erneuert und verstärkt (vgl. JABLONOWSKI 1989). In diese Zeit fällt der weitere Ausbau des Schwedenwalles. Die Eindeichung des Luisiums mit dem heute noch vorhandenen Ringdeich erfolgte nach GÜNTHER (2004) im Zusammenhang mit der Errichtung des Vogelherds nach der Errichtung des Naundorfer Wallles.

Von dieser Zeit an konnte keine direkte Überflutung des Luisiums mehr erfolgen. Bei Hochwasser aber, das unmittelbar an das Luisium von drei Seiten heran tritt, treten unter Qualmwassereinfluss geringe Grundwasserflurabstände auf, die gleichzeitig die Gewässer im Garten auffüllen. Die Be- und Entwässerung des Luisium erfolgte über ein Grabensystem, das in das südlich gelegene Altwasser mündete, welches wiederum über einen Graben Vorflut zur Mulde hat.

Das Sommerhochwasser 2002 trat zum ersten Mal in der 250-jährigen Geschichte des Luisiums über die Deiche und überflutete die gesamte Anlage über drei Wochen. Auf die Überflutung des Luisiums im Sommer 2002 und das lang anhaltende Eishochwasser im Winter 2002/2003 folgte ein extrem trockenes Jahr 2003, das zu erheblichem Wassermangel in dem Garten führte.

Auch im Luisium tritt Nährstoffverarmung und Versauerung infolge der über 250 Jahre währenden Parkpflege auf. Die durch die regelmäßige Mahd der Flächen entzogenen Nährstoffe wurden nicht ausgeglichen, Kalkungen – offensichtlich nur örtlich durchgeführt – konnten diese Defizite nicht ausgleichen. Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen des Gestüts ist die Ver-

sauerung deutlich geringer. Hinzu treten die dicht mit Eibe (*Taxus baccata*) bestockten Gehölzflächen, unter denen sich aus der Nadelstreu saurer Humus bildet.

Auch im Luisium waren in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hohe Immissionen von Schwefeldioxid und Asche zu verzeichnen. Diese wurden verursacht durch die Lage nordöstlich der Stadt Dessau. Die überwiegend aus Südwesten auftretenden Winde trugen die Immissionen der zahlreichen Großfeuerungsanlagen und des Hausbrandes der Stadt Dessau in dieses Gebiet. Am auffälligsten war der Ascheausfall, der im Winter bei Schneelagen deutlich zu erkennen war. Der Versauerung durch die SO₂-Immissionen im Boden wirkten die basischen Aschen entgegen. Gegenwärtig haben vor allem die Immissionen von Stickoxiden aus dem hohen Straßenverkehrsaufkommen eine negative Auswirkung.

Die Gehölzartenvielfalt im Luisium ist gegenüber den Wörlitzer Anlagen deutlich geringer. Von den 60 vorkommenden Arten und Sorten sind elf Nadelgehölze und 49 Laubgehölze. Im Gesamtbestand überwiegen eindeutig die einheimischen Laubgehölze. Hohe Vorkommensdichten erreicht unter den Nadelgehölzen nur die Eibe (*Taxus baccata*), die entsprechend der dendrochronologischen Untersuchungen vorwiegend um 1830 gepflanzt wurde.

4. Boden

4.1 Aufgabenstellung

Der Gehölzbestand des Dessau-Wörlitzer Gartenreichs ist durch eine Reihe von Umwelteinflüssen in der Vergangenheit und durch Umweltereignisse im Zusammenhang mit dem Elbe- und Muldehochwasser 2002 beeinträchtigt. Als Beitrag für eine gezielte Verbesserung der Wachstumsbedingungen sowie Maßnahmen zur Gefahrenabwehr sollen in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium grundlegende Boden- und Standortbedingungen erfasst werden. Zur Kennzeichnung der bodenkundlichen Verhältnisse ist eine Bodenkartierung erforderlich. Dabei sind die aktuellen Bodenzustände und Standortbedingungen für die Gehölze in den Teilbereichen Wörlitzer Anlagen und Luisium aufzuzeigen.

Die bodenkundlichen Standortverhältnisse sind zu kennzeichnen durch:

- den Wasserhaushalt der Böden (Grundwassereinfluss, Einfluss von Haft- und Staunässe, Trockenheitsgefährdung, Situationen während und nach Hochwasserereignissen unter Berücksichtigung der Sauerstoffversorgung der Pflanzenwurzeln),
- die pH-Wert-Verteilung im Bodenprofil und die Auswirkungen auf die Nährstoffverfügbarkeit für die Gehölze,
- die Prüfung möglicher hoch- oder grundwasserbedingter Schadstoffanreicherungen im Boden.

Aus den Ergebnissen der Erfassung des Bodeninventars und der Standortbedingungen sollen Schlussfolgerungen abgeleitet werden, die Aufschluss geben über Differenzen zwischen den Ansprüchen der Gehölze und den aktuellen Standortbedingungen, Erfordernisse und Möglichkeiten von Steuerungsmaßnahmen sowie Empfehlungen für die Durchführung von Beobachtungen der Boden-Grundwasserstände und der Sauerstoffversorgung in der Wurzelzone.

Die Erfüllung der Aufgabenstellung gliedert sich in folgende Teilschritte:

1. Auswertung vorhandener Unterlagen,
2. Planung und Durchführung von Geländearbeiten (Peilstangenbohrungen, Rammkernsondierungen, punktuelle Messungen der Mobilität des Sauerstoffs im Wurzelraum des Bodens mit Hilfe eines „Oxygen Diffusion Meters“ als Grundlage zur Einschätzung der Sauerstoffversorgung der Pflanzenwurzeln, Ausbau von Bodenstau- und -grundwasser-Pegeln),
3. Laboranalysen von Bodenproben, die bei den Rammkernsondierungen entnommen werden,
4. Aufarbeitung und Dokumentation der Ergebnisse und Ableitung von Schlussfolgerungen.

4.2 Methodik

4.2.1 Unterlagenauswertung

Folgende bodenkundlich relevanten Unterlagen wurden bei der Vorbereitung und Planung der Geländearbeiten ausgewertet:

- Geologische Karten i.M. 1 : 25.000, Blatt 3139 Dessau und Blatt 3140 Coswig
- Karten der Bodenschätzung i.M. 1 : 10.000, Blatt 3139 Dessau und Blatt 3140 Coswig
- Karten der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) i.M. 1 : 25.000, Arbeitskarten Blatt 3139 Dessau und Blatt 3140 Coswig
- Topografische Karte i.M. 1 : 10.000

Die Auswertung dieser Unterlagen erfolgte mit dem Ziel, einen Überblick über das Bodeninventar an Hand der darin erfassten landwirtschaftlich genutzten Flächen zu gewinnen. Diese landwirtschaftlichen Flächen lassen im Gegensatz zu den mit Gehölzen bestandenen Flächen einen relativ geringen Grad anthropogener Überprägung erwarten und bilden daher mit gewissen Einschränkungen (Folgen der Eindeichung sowie der landwirtschaftlichen Nutzung) die potenziell natürlichen Bodenverhältnisse der Gärten ab. Für einen Überblick über die anthropogenen Veränderungen der Anlagen wurde die von der Kulturstiftung DessauWörlitz zur Verfügung gestellte CD-ROM „Die Wörlitzer Anlagen in Raum und Zeit“ ausgewertet. Das Hauptaugenmerk lag auf Veränderungen, welche zur Herausbildung anthropogener Böden führten. Weiterhin wurden bei der Planung der Geländearbeiten Leitungspläne der Anlagen (Übernahme von der Kulturstiftung DessauWörlitz) ausgewertet.

4.2.2 Felduntersuchungen

Im Rahmen der Felduntersuchungen wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- 437 Peilstangenbohrungen bis 2 m unter Flur
 - 250 Rammkernsondierungen bis 2 m unter Flur
 - Entnahme von 1.258 Proben für pH-Wert-Bestimmung
 - 250 Messungen der Mobilität des Sauerstoffs im Wurzelraum (Oxygen Diffusion Meter)
 - Anlage von fünf Grundwassermessstellen und zwei Stauwassermessstellen
 - Anlage von sechs Bodenschürfen
-

4.2.2.1 Bodenkartierung

Ursprünglich waren für die Geländeuntersuchungen 500 Peilstangenbohrungen, 250 Rammkernsondierungen, 1.250 Proben für pH-Wert-Bestimmung, 250 Messungen der Mobilität des Sauerstoffs und insgesamt zehn Bodenwassermessstellen vorgesehen. Im Laufe der Geländeuntersuchungen zeigte sich jedoch, dass für die Klärung von Stau- und Grundwasserverhältnissen sowie von anthropogenen Überprägungen der ursprünglichen Böden die Anlage von Bodenschürfen erforderlich wurde. In Absprache mit dem Auftraggeber erfolgte daher eine Reduzierung der Peilstangenbohrungen und der Bodenwassermessstellen zu Gunsten der Schürfe.

Bei der Planung der Ansatzpunkte für die Peilstangenbohrungen und Rammkernsondierungen wurde das Hauptaugenmerk darauf gerichtet, durch die Lage der Bohrpunkte die Geländeauschnitte der Gärten repräsentativ zu erfassen.

Da die Kennzeichnung der Standortbedingungen der Gehölze ein Hauptziel des Projektes darstellt, wurde auf den gehölzbestandenen Flächen eine größere Bohrdichte gewählt als auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen. Bei der Auswahl der konkreten Bohrpunkte im Gelände wurde auf den gehölzbestandenen Flächen außerdem der Zustand der Gehölze berücksichtigt. Die Peilstangenbohrungen dienten vorrangig der Erfassung und Kennzeichnung von Bodeneinheiten (Substrat- und Horizontabfolge). Durch die Rammkernsondierungen wurde diese Kennzeichnung verdichtet; weiterhin dienten sie zur Probennahme. Die Peilstangenbohrungen (Handbohrungen) erfolgten bis 2 m Bodentiefe. Die Rammkernsondierungen (\varnothing 5 cm) wurden ebenfalls bis in eine Tiefe von 2 m, in einzelnen Fällen, um mächtigere Auenlehmdecken zu erkunden, bis 3 m abgeteuft. Aus den Bohrprofilen der Rammkernsondierungen wurden jeweils horizontweise, in Abhängigkeit vom Bodenaufbau, vier bis fünf Mischproben für die Laboranalysen entnommen.

Die Schürfe wurden in den Wörlitzer Anlagen mit einem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Bagger bis zu einer Tiefe von 2 m - sofern dies die Bodenverhältnisse zuließen - ausgehoben. Im Luisium erfolgte die Anlage der Schürfe durch Handaufgrabung bis in eine Tiefe von 14 dm.

Die bodenkundliche Aufnahme der durchgeführten Peilstangenbohrungen, Rammkernsondierungen und Schürfe erfolgte nach den Richtlinien der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 4 (AG BODEN 1994) und der in Vorbereitung befindlichen KA 5 (AG BODEN 2005) sowie nach der Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands (AK Bodensystematik 1998). Die Lage der Aufnahmepunkte wurde mittels GPS eingemessen und ist für die Wörlitzer Anlagen in Abbildung 4-1 und für das Luisium in Abbildung 4-2 dargestellt.

Die digitale Datenerfassung der Felddaten erfolgte in einer vom Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt zur Verfügung gestellten Datenbank („sabo_p“). Die Daten-

bank wurde auftragsgemäß an das zentrale Dokumentations- und Informationssystem des Gesamtprojektes „CARDO“ weitergeleitet.

Die Ansprache und Kennzeichnung der Böden erfolgten mit Hilfe der Bodenform, welche sowohl vom Ausgangsgestein abhängige (Substrat-) Eigenschaften, als auch die Bodengenese berücksichtigt (AG Boden 1994). Bodenformen (bzw. Bodenformengesellschaften) wurden auch in den Bodenkarten ausgegrenzt. Mit der Bodenform erfolgen neben der Kennzeichnung der Substratzusammensetzung, d.h. der Festsubstanz des Bodens (Korngrößenzusammensetzung), auch Angaben zur Substratgenese und zum vertikalen Substratwechsel (Schichtaufbau innerhalb der Pedosphäre) bis 12 bzw. 20 dm (in Abhängigkeit vom systematischen Niveau) unter Flur. Außerdem wird in der Bodenform durch die Nennung eines Bodentyps bzw. Bodensubtyps der genetische Entwicklungszustand verdeutlicht, der sich im Wesentlichen auf Humusakkumulation, Vernässung (=Hydromorphie), abgelaufene Verlagerungs-, Akkumulations- und Umbildungsprozesse bezieht. Eine differenzierte Ansprache der Bodengenese ist mit Hilfe der Bodenvarietäten möglich.

Beim Symbol- oder Textausdruck der Bodenform wird zuerst der Bodensubtyp bzw. die Bodenvarietät genannt, und an zweiter Stelle wird das Substrat angegeben.

Abbildung 4-1: Lage der Peilstangenbohrungen, Rammkernsondierungen und Bodenschürfe innerhalb der Wörlitzer Anlagen

a) Lage der Peilstangenbohrungen

b) Lage der Rammkernsondierungen und Bodenschürfe

Abbildung 4-2: Lage der Peilstangenbohrungen, Rammkernsondierungen und Bodenschürfe innerhalb des Luisiums

4.2.2.2 ODR-Messung

Die ODR-Messung (= Messung der Sauerstoffdiffusionsrate) ist ein Verfahren zur Untersuchung möglicher Wachstumshemmungen von Pflanzen infolge von Sauerstoffmangel im Boden, wie es insbesondere für staunasse Böden anzunehmen ist. Mittels des Verfahrens werden pflanzenphysiologisch interessante Werte des Sauerstoffregimes im Boden unter definierten Bedingungen ermittelt und mit dem Pflanzenwachstum in Beziehung gesetzt. Über diese Beziehungen können dann Rückschlüsse auf die Ursachen der Wachstumshemmung geschlossen werden.

Methodische Grundlagen

Bei dem Verfahren dient eine Ag/AgCl-Elektrode mit genügend hoher Belastbarkeit als unpolarisierte Anode und eine Platin (Pt) Mikroelektrode als polarisierte Messkathode. Die Pt-Elektrode wird dabei als Modell einer sauerstoffzehrenden Wurzel betrachtet.

Bei einer angelegten Polarisationsspannung von $-0,65$ V wirkt der durch Diffusion an die Kathodenoberfläche gelangte Sauerstoff als Depolarisator. Sofort nach Erreichen der Messkathode wird er elektrochemisch zu Hydroxylionen reduziert. Die Höhe des messbaren Depolarisationsstromes hängt unter Annahme stationärer Bedingungen direkt von der Konzentration des im Bodenwasser physikalisch gelösten Sauerstoffes ab. Die Sauerstoffdiffusionsrate errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$\text{ODR [gO}_2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}] = \frac{i \cdot 10^{-6} \cdot 1920}{4 \cdot 96500 \cdot A} \quad (1)$$

wobei i – an der Elektrode gemessene Stromstärke in μA
 A – Oberfläche der Elektrode

FIEDLER u. a (1976) testeten das Verfahren unter Labor- und Freilandbedingungen. Die Messungen ergaben, dass der Strom im Boden zu nackten Pt-Elektroden bei $-0,65$ V neben der Zielgröße Sauerstoffdiffusionsrate vom Bodenwassergehalt sowie vom Humusgehalt des Bodens beeinflusst wird. In stärker humushaltigem Boden erhöht, in weniger humushaltigem Boden senkt höherer Wassergehalt das Messergebnis (Stromanzeige). Die Autoren kamen danach zur Schlussfolgerung, dass das Verfahren nicht zur Bewertung stark heterogener Standort- und Bewuchsverhältnissen geeignet ist. Darüber hinaus müssen für einen Vergleich der Messwerte in der Fläche im Messzeitraum annähernd gleiche Bodenfeuchtverhältnisse herrschen.

Zur Messungen der Sauerstoffdiffusionsrate im Bereich der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums wurde das Messset der Firma Eijelkamp (Abbildung 4-3) genutzt.



Abbildung 4-3: ODR-Messset

Das ODR-Messset besteht aus:

- Pt-Mikroelektrode
- Referenzelektrode (Ag/AgCl)
- Messingelektrode
- Strommesseinrichtung

Die Messungen erfolgten einmalig an jedem Messpunkt parallel bzw. im Nachgang zu den Rammkernsondierungen in deren näheren, von der Sondierung nicht beeinflussten Umfeld (max. Abstand ca. 1 m). Gemessen wurde in zwei Tiefenzonen:

- 30 cm unter Flur – widerspiegelt die oberen Bereich der Wurzelzone
- 50 cm unter Flur – widerspiegelt den mittleren bis unteren Bereich der Wurzelzone.

Die Messlöcher, auf deren Sohle die Messelektrode durch leichtes Einstechen zu fixieren ist, wurden mittels eines Gerson-Bohrstockes vorgebohrt. In Anlehnung an FIEDLER u. a. (1976) wurde als Messdauer 10 min gewählt. Voraussetzung für die Messung sind trockene Oberflächenverhältnisse (ansonsten Gefahr von Kurzschlussströmen). Gemessen wird die Stromstärke in μA . Die Sauerstoffdiffusionsrate wird aufbauend auf Gleichung 1 mit den Gerätewerten des Eijelkamp-Sets wie folgt berechnet:

$$\text{ODR [gO}_2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}] = \frac{i \cdot 2,13}{10^{-6}} \quad (2)$$

wobei: i - Stromstärke in μA .

4.2.3 Laboranalysen

Die bodenchemische Analytik der entnommenen Beutelproben erfasste folgende Parameter, die nach Standardmethoden ermittelt wurden:

- pH-Wert (1.258 Proben, Bestimmung durch Labor des Institutes für Landtechnik und Landeskultur, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)
Methode: elektrometrische Messung in 0,01 mol CaCl_2 -Lösung (nach VDLUFA 1991)
- Humusgehalt (30 Proben, Bestimmung durch Chemisches Laboratorium Dr. Erwin Weißling GmbH, Oppin)
Methode: Nassverbrennung mit Chromschwefelsäure (nach VDLUFA 1991)
- Schwermetallgehalte (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) sowie Arsen (30 Proben, Bestimmung durch Chemisches Laboratorium Dr. Erwin Weißling GmbH, Oppin)
Methode: Königswasseraufschluss (nach VDLUFA 1991)
- Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) (10 Proben, Bestimmung durch Chemisches Laboratorium Dr. Erwin Weißling GmbH, Oppin)
Methode nach LUA NRW Merkblatt
- Polychlorierte Biphenyle (PCB) (zehn Proben, Bestimmung durch Chemisches Laboratorium Dr. Erwin Weißling GmbH, Oppin)
Methode nach DIN 38414 S. 20
- Wasserextrahierbare Anionen (NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^-) und Kationen (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) (46 Proben, Bestimmung durch Labor des Institutes für Bodenkunde, Universität Hannover)
Methode nach SCHLICHTING et al. (1995)
Methodenbeschreibung:
Leicht austauschbares und gelöstes Phosphat wurde mit bidest. H_2O bei einem weiten Boden : H_2O -Verhältnis von 1 : 50 extrahiert. Dafür wurde 4 g Boden (genau eingewogen) mit 200 mL bidest. H_2O versetzt und 2 h über Kopf geschüttelt und anschließend die Suspensionen über 0,2 μm Membranfilter bei Unterdruck filtriert. In den Filtraten wurde neben PO_4^{3-} auch SO_4^{2-} , Cl^- und NO_3^- mit Hilfe eines Anionenchromatographen (Dionex, CX-90) bestimmt. Die Gehalte an Mg^{2+} and Ca^{2+} in den Filtraten wurden mittels Atom Absorptions Spektrophotometrie (Perkin Elmer, AAnalyst 300) bestimmt. Die Bestimmung von Na^+ und K^+ erfolgte mittels Flammenemissionsspektroskopie (Eppendorf ELEX 6361).

- Effektive Kationenaustauschkapazität (BaCl₂-Methode), austauschbare Na⁺, K⁺, Mg²⁺ und Ca²⁺ (AAS) und austauschbare Acidität (Al und H⁺, durch Titration) (46 Proben, Bestimmung durch Labor des Institutes für Bodenkunde, Universität Hannover)

Methode nach SCHLICHTING et al. (1995)

Methodenbeschreibung:

Die Bestimmung der austauschbaren Kationen des Feinbodens erfolgte in Anlehnung an DIN 19684 Teil 8 durch Ausschüttelung mit 0.1 M BaCl₂-Lösung. Dafür wurden 5 g Probe (genau eingewogen) mit jeweils 20 mL Lösung versetzt und nach Aufrütteln 1 h stehen gelassen. Nach dem Zentrifugieren wurde dekantiert (100 mL Messkolben) und erneut 20 mL Lösung zugegeben, aufgerüttelt und 1 h stehen gelassen. Dieser Vorgang wurde insgesamt fünfmal durchgeführt, nach dem dritten Austausch über Nacht stehen gelassen. Die im Zentrifugat befindlichen ausgetauschten Kationen Na⁺, K⁺, Mg²⁺ und Ca²⁺ wurden wie oben beschrieben gemessen. Die Gesamtacidität (Al + H) wurde durch Titration eines Aliquots des Zentrifugates mit 0.04 M NaOH erfasst. Die effektive KAK wurde aus der Summe der ausgetauschten Kationen bestimmt.

- Citrataustauschbares Phosphat (46 Proben, Bestimmung durch Labor des Institutes für Bodenkunde, Universität Hannover)

Methode nach SCHLICHTING et al. (1995)

Methodenbeschreibung:

Extraktion von 5 g Feinerde (genau eingewogen) in einer Schüttelflasche mit 50 mL 1%-iger Zitronensäure. Es wurde für 2 h geschüttelt, 20 h stehen gelassen, erneut für 1 h geschüttelt und durch ein Papierfaltenfilter filtriert (erste mL verworfen).

Für die Bestimmung wurden 1 mL des Filtrats in einem 100 mL Messkolben mit 10 mL Reagenz (NH₄-Molybdat Lösung nach SCHLICHTING et al.) versetzt und aufgefüllt. Nach 2 h wurde die Extinktion der blau gefärbten Lösung bei 882 nm spektralphotometrisch (Perkin Elmer Modell Lambda 3) gegen die Blindlösung gemessen (Kalibrierlösungen: 0-40 mg P L⁻¹).

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Felduntersuchungen

4.3.1.1 Bodenkartierung

Wörlitzer Anlagen

Im Rahmen der Felduntersuchungen erfolgten in den Wörlitzer Anlagen insgesamt 565 bodenkundliche Aufnahmen, bei denen der Schichtaufbau, die Horizontabfolge, die Substratzusammensetzung der Böden sowie der jeweilige Boden(sub)typ bestimmt wurden. Lage und Bezeichnung der Aufnahmepunkte gehen aus Abbildung 4-1 hervor. Die Bezeichnung der Aufnahmepunkte stimmt mit der vergebenen Profil-Nummer in der Datenbank „sabo_p“ überein. Auf der Basis der Punktaufnahmen erfolgte für die Karte der Bodenformen (Abbildung 4-4) die Ausgrenzung der Kartiereinheiten. Insgesamt wurden 37 Kartiereinheiten ausgeschieden. Aus der Darstellung der Kartiereinheiten in Abbildung 4-4 geht die vereinfachte (aggregierte) Substratzusammensetzung der Böden hervor. In der Regel handelt es sich um eine mehrschichtige vertikale Substratabfolge, wobei jeweils bis zu zwei Hauptschichten (Schichtwechsel bis 12 dm Tiefe) dargestellt sind.

Das Substrat der oberen Schicht wird durch die Farbe symbolisiert (s. Tabelle 4-2):

- gelb: Sand,
- gelbbraun: Lehmsand,
- braun: Lehm oder Schluff.

Das Substrat der darunter folgenden Bodenschicht wird durch die Schraffur verdeutlicht:

- gepunktet Sand, Lehmsand,
- schräg schraffiert Lehm,
- waagrecht schraffiert Ton.

Durch die Kombination von Farbe und Schraffur sind in Abbildung 4-4 insgesamt neun aggregierte Substratabfolgen (einschichtiger Substrataufbau eingeschlossen) dargestellt.

Ordnet man die in den Wörlitzer Anlagen vorkommenden Substrattypen (nach KA 4) dieser Aggregation zu, so ergibt sich unter Berücksichtigung der in den Kartiereinheiten zusammengefassten anthropogenen Böden die in Tabelle 4-2 dargestellte Flächenverteilung. Es ist ersichtlich, dass die obere Schicht im Boden bei etwa 10% der kartierten Fläche aus Sand zusam-

mensetzt ist, bei etwa 30% aus Lehmsand und bei etwa 50% aus Lehm. Rund 5% der Fläche entfallen auf anthropogen verlagerte Mischsubstrate im Bereich der Schlossanlage. Der größte Teil der Sandflächen ist lehmunterlagert, oberflächigen Lehmsanden folgen in unterschiedlicher Tiefe meist Sand oder Lehm. Die Lehme sind etwa je zur Hälfte von Ton oder Sand unterlagert.

Tabelle 4-3 zeigt die Verbreitung der dominierenden Bodentypen innerhalb der Wörlitzer Anlagen. Auf etwa zwei Drittel der kartierten Fläche dominieren Auenböden mit mehr oder weniger stark ausgeprägtem Grundwassereinfluss (Gley-Vegen, Vega-Gleye, Auen-Gleye, Gley-Paternien). Das übrige Drittel der Fläche bilden Anthropogene Böden bzw. stark anthropogen überprägte Böden (Norm-Regosole, Norm-Kolluvisole, Gley-Regosole, Gley-Kolluvisole, Kolluvisol-Gleye).

Abbildung 4-4: Bodenformenkarte mit Interpretation gehölzrelevanter Standorteigenschaften für die Wörlitzer Anlagen

Tabelle 4-1: Legende der Bodenformenkarte für die Wörlitzer Anlagen

Kartier- einheit Nr.	Symbol	Bezeichnung	Einstufung der Durchwurzel- barkeit nach AG BODEN (1994) ¹⁾	Einstufung der Tiefe der sicker- wasserstauenden Bodenschicht ²⁾
1	RQn:oj-(k)s	Norm-Regosol aus kiesführendem Kippsand, z.T. aus kiesführendem Kipplehmsand über kiesführendem Kippsand (aus Auensand)	Wp3	3
2	RQn:oj-(k)ls	Norm-Regosol aus kiesführendem Kipplehmsand (aus Auensand), z.T. über tiefem Auenlehm	Wp4	3
3	RQn:oj-(k)ls/oj-l	Norm-Regosol aus kiesführendem Kipplehmsand (aus Auensand) über Kipplehm (aus Auenlehm)	Wp5	3
4	RQn:oj-l/oj-s	Norm-Regosol aus Kipplehm (aus Auenlehm) über Kippsand (aus Auensand)	Wp4	3
5	GG-RQ:os-(k)s/fo-ls	Gley-Regosol aus kiesführendem Spülsand (aus Auensand) über Auenlehmsand	Wp4	3
6	GG-RQ:os-(k)s/fo-l//fo-s	Gley-Regosol aus kiesführendem Spülsand (aus Auensand) über Auenlehm über tiefem Auensand	Wp4	3
7	GG-RQ:oj-ls/fo-l	Gley-Regosol aus Kipplehmsand (aus Auensand) über Auenlehm	Wp4	3
8	sGG-RQ:oj-l/fo-t	Pseudovergleyter Gley-Regosol aus Kipplehm (aus Auenlehm) über Auenton	Wp3	1
9	YKn:oj-ls/fo-s	Norm-Kolluvisol aus Kipplehmsand (aus Auensand) über Auensand	Wp4	3
10	sYKn:oj-ls//fo-l	Norm-Kolluvisol aus Kipplehmsand (aus Auensand) über tiefem Auenlehm	Wp5	2
11	GG-YK:oj-(k)ls/fo-ls//fo-s	Gley-Kolluvisol aus kiesführendem Kipplehmsand (aus Auensand) über Auenlehmsand über tiefem Auensand	Wp4	3

12	sGG-YK:oj-ls//fo-t	Pseudovergleyter Gley-Kolluvisol aus Kipplehmsand (aus Auensand) über tiefem Auenton	Wp4	2
13	sGG-YK:oj-(k)ls/fo-l//fo-s	Pseudovergleyter Gley-Kolluvisol bis Pseudogley-Kolluvisol aus kiesführendem Kipplehmsand (aus Auensand) über Auenlehm über tiefem Auensand	Wp4	1
14	sGG-YK:oj-l/fo-l	Pseudovergleyter Gley-Kolluvisol bis Pseudogley-Kolluvisol aus Kipplehm (aus Auenlehm) über Auenlehm	Wp5	1
15	sGG-YK:oj-l/fo-l//fo-s	Pseudovergleyter Gley-Kolluvisol bis Pseudogley-Kolluvisol aus Kipplehm (aus Auenlehm) über Auenlehm über tiefem Auensand	Wp4	1
16	GG-AQ:fo-ls/fo-s	Gley-Paternia aus Auenlehmsand über Auensand	Wp4	3
17	GG-AB:fo-ls/fo-s	Gley-Vega aus Auenlehmsand über Auensand	Wp4	3
18	sGG-AB:fo-ls/fo-l//fo-t	Pseudovergleyte Gley-Vega aus Auenlehmsand über Auenlehm über tiefem Auenton	Wp4	2
19	GG-AB:fo-l/fo-s	Gley-Vega aus Auenlehm über Auensand	Wp4	3
20	sGG-AB:fo-l/fo-t	Pseudovergleyte Gley-Vega aus Auenlehm über Auenton	Wp4	1
21	sGG-AB:fo-l//fo-t	Pseudovergleyte Gley-Vega aus Auenlehm über tiefem Auenton	Wp4	2
22	sGG-AB:fo-l/fo-t//fo-s	Pseudovergleyte Gley-Vega aus Auenlehm über Auenton über tiefem Auensand	Wp3	1
23	GGa:fo-ls/fo-(k)s	Auengley aus Auenlehmsand über kiesführendem Auensand	Wp3	3
24	GGa:fo-l/fo-s	Auengley aus Auenlehm über Auensand	Wp3	3
25	sGGa:fo-l/fo-s//fo-t	Pseudovergleyter Auengley aus Auenlehm über Auensand über tiefem Auenton	Wp3	3
26	GGa:fo-l/fo-t	Auengley aus flachem Auenlehm über Auenton	Wp3	3
27	GGa:fo-l/fo-t	Auengley, z.T. Kolluvisol-Gley aus Auenlehm über Auenton	Wp3	3
28	GGa:fo-l/fo-t//fo-s	Auengley aus Auenlehm über Auenton über tiefem Auensand	Wp3	3

29	sRQ-GG:oj-s/fo-t	Pseudovergleyter Regosolgly aus Kippsand (aus Auensand) über Auenton	Wp3	1
30	RQ-GG:oj-ls/fo-l//fo-s	Regosol-Gley aus Kipplehmsand (aus Auensand) über Auenlehm über tiefem Auensand	Wp4	3
31	AB-GG:fo-ls/fo-s	Vega-Gley aus Auenlehmsand über Auensand	Wp4	3
32	AB-GG:fo-l//fo-s	Vega-Gley aus Auenlehm über tiefem Auensand	Wp4	3
33	sAB-GG:fo-l/fo-s//fo-t	Pseudovergleyter Vega-Gley, z.T. Pseudogley-Gley aus Auenlehm über Auensand über tiefem Auenton	Wp4	2
34	sAB-GG:fo-l/fo-t	Pseudovergleyter Vega-Gley, z.T. Pseudogley-Gley aus Auenlehm über Auenton	Wp3	1
35	sAB-GG:fo-l//fo-t	Pseudovergleyter Vega-Gley aus Auenlehm über tiefem Auenton	Wp4	2
36	sAB-GG:fo-l/fo-t//fo-s	Pseudovergleyter Vega-Gley, z.T. Gley-Pseudogley aus Auenlehm über Auenton über tiefem Auensand	Wp3	1
37	Y	Anthropogene Böden aus Aufschüttungen, Verfüllungen aus verschiedenen Substraten - undifferenziert	Wp4	3

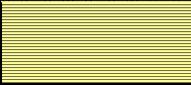
1) Einstufung der Durchwurzelbarkeit des Bodens (physiologische Gründigkeit) (aus KA4, S.131)

Kurzzeichen	Bezeichnung	Tiefe in dm
Wp1	sehr flach	<1,5
Wp2	flach	1,5 - 3
Wp3	mittel	3 - 7
Wp4	tief	7 - 12
Wp5	sehr tief	12 - 20
Wp6	äußerst tief	> 20

2) Einstufung der Tiefe der sickerwasserstauenden Bodenschicht

Stufe	Oberkante der sickerwasserstauenden Bodenschicht
1	im Bereich von 3-7 dm unter Geländeoberfläche
2	im Bereich von 7-12 dm Bodentiefe unter Geländeoberfläche
3	im Bereich >12 dm Bodentiefe unter Geländeoberfläche bzw. keine sickerwasserstauenden Bodenschicht vorhanden

Tabelle 4-2: Flächenverteilung der aggregierten Substrattypen innerhalb der Wörlitzer Anlagen

Symbole der aggregierten Substrattypen	Bezeichnung	zugeordnete Kartiereinheiten der Bodenformenkarte	Fläche [ha]	Fläche [%]
	Sand	1;5	1,6	2,0
	Sand über ¹⁾ Lehm	6	6,3	8,3
	Sand über ¹⁾ Ton	29	0,04	0,1
	Lehmsand; Lehmsand über ¹⁾ Sand	2;9;11;16;17;23;31	14,4	19,0
	Lehmsand über ¹⁾ Lehm	3;7;10;13;30;	7,6	10,0
	Lehmsand über ¹⁾ Ton	12;18;25;	3,4	4,4
	Lehm über ¹⁾ Sand	4;15;19;24;32	17,2	22,7
	Lehm	14	0,3	0,3
	Lehm über ¹⁾ Ton	8;20;21;22;26;27;28;33;34;35;36	21,2	27,9
	verschiedene Substrate (anthropogen verlagert)	37	4,0	5,2
kartierte Fläche gesamt			75,9	100,0

¹⁾ Schichtwechsel bis 12 dm Bodentiefe

Tabelle 4-3: Flächenverteilung der dominierenden Bodensubtypen innerhalb der Wörlitzer Anlagen

Symbole der Bodensubtypen	Bezeichnung	zugeordnete Kartiereinheiten der Bodenformenkarte	Fläche [ha]	Fläche [%]
RQn	Norm-Regosol	1 bis 4	3,8	5,0
GG-RQ	Gley-Regosol	5 bis 8	10,1	13,3
YKn	Norm-Kolluvisol	9; 10	1,4	1,8
GG-YK	Gley-Kolluvisol	11 bis 15	4,9	6,5
GG-AQ	Gley-Paternia	16	0,5	0,7
GG-AB	Gley-Vega	17 bis 22	21,4	28,1
GGa	Auengley	23 bis 29	8,7	11,4
RQ-GG	Regosol-Gley	30; 31	3,1	4,1
AB-GG	Vega-Gley	32 bis 36	18,1	23,8
Y	Anthropogene Böden	37	4,0	5,2
kartierte Fläche gesamt			76,0	100,0

Luisium

Lage und Bezeichnung der insgesamt 133 Aufnahmepunkte gehen aus Abbildung 4-2 hervor; die Kartiereinheiten (Bodenformen) für das Gebiet des Luisiums sind in Abbildung 4-5 dargestellt (Grundsätze bei der Bezeichnung der Aufnahmepunkte sowie bei der Verwendung der Symbole der Kartiereinheiten s. Abschnitt 4.3.1.1).

Insgesamt ist das Gebiet des Luisiums gegenüber den Wörlitzer Anlagen bodenkundlich weniger vielgestaltig, denn es wurden nur zwölf Kartiereinheiten ausgewiesen. Die Substrattypen dieser Kartiereinheiten lassen sich nach dem in Abschnitt 4.3.1.1 erläuterten Prinzip zu zwei Substratabfolgen aggregieren (s. Tabelle 4-5). Auf ca. 70% der kartierten Fläche besteht das bodenbildende Substrat aus sandunterlagertem Lehm bzw. Schluff mit Schichtwechsel bis 12 dm Bodentiefe. Im übrigen Teil des Gebietes sind die Lehm- und Schluffschichten insgesamt mächtiger, d.h. der Übergang zum Sand erfolgt erst unterhalb 12 dm, z.T. auch unterhalb 2 m Bodentiefe.

Aus Tabelle 4-6 geht hervor, dass auf drei Viertel der Fläche Auenböden (Norm-Vega, Gley-Vega, Auengley) dominieren, im übrigen Teil stark anthropogen überprägte Böden (Norm-Regosole, Norm-Kolluvisole, Gley-Regosole).

Abbildung 4-5: Bodenformenkarte mit Interpretation gehölzrelevanter Standorteigenschaften für das Luisium

Tabelle 4-4: Legende der Bodenformenkarten für das Luisium

(Erläuterungen s. Legende der Bodenformenkarte für die Wörlitzer Anlagen)

Kartier- einheit Nr.	Symbol	Bezeichnung	Einstufung der Durchwurzel- barkeit nach AG BODEN (1994) ¹⁾	Einstufung der Tiefe der sicker- wasserstauenden Bodenschicht ²⁾
1	RQn:oj-l	Norm-Regosol aus Kipplehm (aus Auenlehm)	Wp5	3
2	RQn:oj-l//fo-l	Norm-Regosol aus Kipplehm (aus Auenlehm) über tiefem Auensand	Wp5	3
3	RQn:oj-l/fo-(k)s	Norm-Regosol aus Kipplehm (aus Auenlehm) über kiesführendem Auensand	Wp4	3
4	GG-RQ:oj-l	Gley-Regosol aus Kipplehm (aus Auenlehm)	Wp4	3
5	GG-RQ:oj-u/fo-l//fo-s	Gley-Regosol aus Kippschluff (aus Auenlehm) über Auenlehm über tiefem Auensand	Wp4	3
6	YKn:oj-l//fo-s	Norm-Kolluvisol aus Kipplehm (aus Auenlehm) über tiefem Auensand	Wp4	3
7	ABn:fo-l/fo-(k)s	Norm-Vega, z.T. Gley-Vega aus Auenlehm über kiesführendem Auensand	Wp4	3
8	ABn:fo-l//fo-(k)s	Norm-Vega, z.T. Gley-Vega aus Auenlehm über tiefem kiesführenden Auensand	Wp4	3
9	ABn:fo-l/fo-u	Norm-Vega, z.T. Gley-Vega aus Auenlehm über Auenschluff	Wp5	3
10	ABn:fo-l/fo-u//fo-s	Norm-Vega, z.T. Gley-Vega aus Auenlehm über Auenschluff	Wp4	3
11	GG-AB:fo-l/fo-sk	Gley-Vega aus Auenlehm über Auensandkies	Wp3	3
12	GGa:fo-l/f-u//fo-s	Auengley aus Auenlehm über Auenschluff über tiefem Auensand	Wp4	3

Tabelle 4-5: Flächenverteilung der aggregierten Substrattypen innerhalb des Luisiums

Symbole der aggregierten Substrattypen	Bezeichnung	zugeordnete Kartiereinheiten der Bodenformenkarte	Fläche [ha]	Fläche [%]
	Lehm bzw. Schluff über ¹⁾ Sand	3; 5; 6; 7; 8; 10; 11; 12	7,1	69,3
	Lehm bzw. Lehm über Schluff	1; 2; 4; 9	3,1	30,7
kartierte Fläche gesamt			10,3	100,0

¹⁾ Schichtwechsel bis 12 dm Bodentiefe

Tabelle 4-6: Flächenverteilung der dominierenden Bodensubtypen innerhalb des Luisiums

Symbole der Bodensubtypen	Bezeichnung	zugeordnete Substrattypen der Kartiereinheiten	Fläche [ha]	Fläche [%]
RQn	Norm-Regosol	1 bis 3	0,9	8,6
GG-RQ	Gley-Regosol	4; 5	0,5	4,9
YKn	Norm-Kolluvisol	6	1,2	11,3
ABn	Norm-Vega	7 bis 10	7,1	69,5
GG-AB	Gley-Vega	11	0,1	1,1
GGa	Auengley	12	0,5	4,5
kartierte Fläche gesamt			10,3	100,0

4.3.1.2 ODR-Messung

Die Messungen der Sauerstoffdiffusionsrate erfolgten für den Bereich der Wörlitzer Anlagen im Zeitraum vom 20.04.2004 bis zum 11.06.2004, für das Luisium am 16./17.09.2004. Ursache für den langen Messzeitraum im Bereich der Wörlitzer Anlagen war die nasse Witterung, die sehr oft zu einem stark befeuchteten Grasbestand führte, was die Messungen unmöglich machte.

Die Ergebnisse der Messungen sowie die berechneten Sauerstoffdiffusionsraten sind in der Anlage 3, Anhang Boden (Tabelle 4.1) dokumentiert.

4.3.2 Laboranalysen

Die Ergebnisse der Laboranalysen sind in Anlage 3, Anhang Boden (Tabellen 4.2 bis 4.5) enthalten. Im Teil a dieser Tabellen werden jeweils die Ergebnisse für die Wörlitzer Anlagen und im Teil b die Ergebnisse für das Luisium wiedergegeben. Im einzelnen sind das die Ergebnisse der pH-Wert-Bestimmung bodenhorizontweise für alle in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium durchgeführten Rammkernsondierungen (Tabelle 4.2), die Ergebnisse der Erfassung der wasserextrahierbaren Kationen und Anionen (Tabelle 4.3), die Ergebnisse der Bestimmung der austauschbaren Kationen (Tabelle 4.4) sowie die Analyseergebnisse der Bestimmung des Humusgehaltes sowie der Schadstoffgehalte der Böden (Tabelle 4.5).

4.4 Auswertung der Ergebnisse

4.4.1 Durchwurzelungstiefe des Bodens

Unter der Durchwurzelbarkeit oder physiologischen Gründigkeit wird die Tiefe verstanden, bis zu der die Pflanzenwurzeln unter jeweils gegebenen Verhältnissen in den Boden einzudringen vermögen. Die Begrenzung kann im Allgemeinen durch zusammenhängendes Festgestein, verfestigte Bänke (z.B. Raseneisenstein) und Horizonte (Tonschichten), Reduktionshorizonte oder Horizonte mit ungünstigen chemischen Eigenschaften erfolgen. Festgestein sowie verfestigte Bänke sind in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium nicht anzutreffen.

Wörlitzer Anlagen

Von Bedeutung für die Durchwurzelungstiefe des Bodens ist eine wasserstauende, stark bindige Schicht in den Unterböden, die zusammenhängend über weite Teile (ca. ein Drittel der kartierten Fläche) der Wörlitzer Anlagen verbreitet ist. Verbreitung und Tiefe der Oberkante dieser Stauschicht, die größtenteils aus Ton, stellenweise aber auch aus tonigem Lehm besteht, ist in Abbildung 4-6 dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass die Stauschicht im Wesentlichen im nordwestlichen Teil der Wörlitzer Anlagen und in Teilen von Neumarks Garten ausgebildet ist. Überwiegend befindet sich die Tiefe der Oberkante der Stauschicht zwischen 7 dm und 12 dm unter Flur. Stellenweise erreicht sie auch den Bereich von 3 dm bis 7 dm unter Flur. An den Rändern taucht die Oberkante der Schicht unter 12 dm ab bzw. verschwindet ganz. Im Luisium ist eine vergleichbare Stauschicht nicht vorhanden. Die Stauschicht in den Wörlitzer Anlagen stellt, insbesondere wenn sie als Ton ausgebildet ist, eine Barriere für die Durchwurzelung des überwiegenden Teiles der Gehölze dar. Lehmiger ausgebildete Bereiche der Stauschicht können jedoch, wie bei Schurfauftnahmen festgestellt wurde, durchwurzelt werden.

Reduktionshorizonte sind durch den hier vorhandenen Sauerstoffmangel und die Bildung phytotoxischer Verbindungen (H_2S , Methan) nicht durchwurzelbar. Solche Horizonte kommen im durch das Substrat bestimmten Durchwurzelungsraum vor allem in den Uferbereichen der Gewässer in Verbindung mit hoch anstehendem Grundwasser vor. Aus der Karte der Bodenformen (Abbildung 4-4) sind dies vor allem die Einheiten mit der Bodentypenbezeichnung Auenogley (Kartiereinheiten 23 bis 29). Neben Grundwassereinfluss kann aber auch Stauwasser temporär reduktive Bedingungen in stauwasserführenden Bodenschichten verursachen, wodurch hierhin reichende Wurzelsysteme vorübergehend oder dauerhaft geschädigt werden.

Eine weitere Limitierung der Durchwurzelungstiefe geht von der mit zunehmender Bodentiefe fortschreitenden Versauerung (pH-Wert-Abnahme) der Böden aus, insbesondere wenn Wertebereiche mit hoher Aluminiumfreisetzung ($pH < 4,2$) und damit verbundenen toxischen Konzentrationen erreicht werden. Auf Grund der ungenügenden Kenntnis der Säuretoleranz der einzelnen Gehölzarten lassen sich jedoch keine allgemeingültigen Grenzen für die Wirkung des pH-Wertes ableiten.

Unter Berücksichtigung der Substratschichtung wurde für die Kartiereinheiten der Bodenformenkarte (Abbildung 4-4) die in der Legende enthaltene Einstufung der Durchwurzelbarkeit nach AG BODEN (1994) vorgenommen. Dabei unterblieb aus o.g. Gründen eine Berücksichtigung der pH-Wert-Abhängigkeit. Die Durchwurzelbarkeit ist in Abbildung 4-7 dargestellt.

Aus der Karte geht hervor, dass der überwiegende Teil der Wörlitzer Anlagen eine potenzielle Durchwurzelbarkeit bis in den Bereich 7...12 dm Bodentiefe aufweist. Durchwurzelungstiefen >12 dm wurden dort ermittelt, wo entsprechend mächtige Auenlehmdecken mit günstiger Bodenstruktur oder relativ mächtige anthropogene Aufschüttungen von humosen, gut durchwurzelbaren Substraten zu finden sind. Geringere Durchwurzelbarkeit (bis in den Bereich 3...7 dm unter Flur) ist durch die flacher verlaufende Oberkante einer Stauschicht oder durch reduktive Bedingungen in der Nähe von Gewässern bedingt.

Luisium

Eine ähnliche Stauschicht wie in den Wörlitzer Anlagen ist im Luisium nicht vorhanden. Die Durchwurzelbarkeit unter Berücksichtigung der Substratschichtung ist in Abbildung 4-8 dargestellt. Die Karte zeigt für den größten Teil des Luisiums eine potenzielle Durchwurzelbarkeit bis in den Bereich 7...12 dm Bodentiefe. Dies ist überwiegend dort der Fall, wo unter einer entsprechend mächtigen Lehmdecke mehr oder weniger kiesführender Sand folgt. In mächtigeren Lehm- bzw. Schluffdecken, die insbesondere im südlichen Teil des untersuchten Gebietes Mächtigkeiten von über 2 m erreichen, wurden Durchwurzelungstiefen >12 dm ermittelt. Durchwurzelungstiefen bis 3...7 dm treten in einem Bereich mit einer relativ geringmächtigen Lehm-schicht über Kies (Kartiereinheit 11 der Bodenformenkarte in Abbildung 4-5) auf.

Abbildung 4-6: Verbreitung und Tiefe der Oberkante der wasserstauenden Bodenschicht innerhalb der Wörlitzer Anlagen

Abbildung 4-7: Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht (physiologische Gründigkeit) innerhalb der Wörlitzer Anlagen

Abbildung 4-8: Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht (physiologische Gründigkeit) innerhalb des Luisiums

4.4.2 Bodenwasserhaushalt

Für den Bodenwasserhaushalt sind folgende Faktoren von ausschlaggebender Bedeutung:

- Niederschlagsmengen
- Bodensubstrate (Speicherkapazität)
- Grundwasserverhältnisse
- wasserstauende Bodenschichten
- Überflutungsereignisse

Die Wörlitzer Anlagen und das Luisium liegen in einem Gebiet mit negativer klimatischer Wasserbilanz, d.h., dass die jährlichen Niederschlagsmengen unter den jährlichen Verdunstungsraten (Evapotranspiration) liegen. Das Wasserdefizit ist dabei jahreszeitlich unterschiedlich. Während im Winterhalbjahr im Allgemeinen ein Wasserüberschuss mit Abfluss in das Grundwasser auftritt, liegt das Defizit zwischen Niederschlags- und Verdunstungsmenge in der Vegetationsperiode über dem jährlichen Durchschnitt. Als Richtwert der mittleren klimatischen Wasserbilanz der Hauptvegetationsperiode von Mai bis Oktober wird für das Elbe-Elster-Tiefland in AG BODEN (1994) ein Defizit von 150 mm angegeben. Von entscheidender Bedeutung ist, inwieweit der Boden das Niederschlagswasser speichern und damit über längere Zeiträume für die Pflanzen zur Verfügung stellen kann. In diesem Zusammenhang spielen sowohl die Bodenart (Körnung) als auch die Durchwurzelungstiefe eine Rolle. Bei den in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium im Wurzelraum vorkommenden Hauptbodenarten nimmt die Wasserspeicherkapazität Sand über Lehmsand zum Lehm bzw. Schluff zu.

Wörlitzer Anlagen

Bei grundwasserbeeinflussten Böden kann bei ausreichender Durchwurzelungstiefe und ausreichendem kapillarem Wasseraufstieg ein Ausgleich der Wasserbilanz aus dem Grundwasser erfolgen. Dies trifft für die Teile der Wörlitzer Anlagen zu, die sich nicht im Verbreitungsbereich der in Tabelle 4-6 dargestellten wasserstauenden Bodenschicht befinden. Der Grundwasserspiegel befindet sich nur wenige Dezimeter unter der Höhe der Oberfläche des Wörlitzer Sees und der mit ihm verbundenen Gewässer.

Im Bereich der wasserstauenden Bodenschicht ist die Nachlieferung aus dem Grundwasser stark eingeschränkt. Die überwiegend tonig ausgebildete Schicht dichtet das Grundwasser nach oben ab, so dass bei entsprechender Mächtigkeit der Schicht der Grundwasserspiegel abgesenkt wird und gespanntes Wasser vorliegt. Außerdem wird die Durchwurzelungstiefe der Pflanzen und damit der für Wasser- und Nährstoffaufnahme zur Verfügung stehende Bodenraum eingeschränkt. Schnelle Austrocknung des Wurzelraumes in Trockenperioden tragen bei

diesen Standorten weiterhin dazu bei, dass die Faktoren Wasser- und Nährstoffversorgung ins Pessimum geraten.

Mit der Errichtung von Deichen um die Wörlitzer Anlagen, beginnend im 18. Jahrhundert, beschränken sich direkte Überflutungen auf Extremereignisse. Allerdings kommt es infolge von Hochwasserereignissen, welche die Deiche erreichen, zum Auftreten von geringen Grundwasserflurabständen bis hin zu indirekten Überflutungen infolge von Qualmwasser. In den Wörlitzer Anlagen treten zudem periodische Überflutungen aus Niederschlagswasser zumeist im Frühjahr im Bereich der bereits beschriebenen stauenden Bodenschicht (z.B. Schochs Garten) auf. Im Zuge des Auftretens von Überflutungswasser ändern sich eine Reihe von Bodeneigenschaften grundlegend. Innerhalb kurzer Zeit kommt es zu einer Wassersättigung des Bodens, bei dem nahezu der komplette Porenraum ausgefüllt wird. Gleichzeitig wird die in den Grobporen und groben Mittelporen enthaltene Bodenluft verdrängt. Als Folge davon tritt Sauerstoffmangel im Boden auf und es setzen reduzierende chemische Prozesse und anaerobe Abbauvorgänge (u.a. Bildung von H_2S und Methan) ein. Unter diesen Bedingungen kommt es zu einem Absterben von Teilen des Wurzelsystems der Pflanzen.

Luisium

Im Luisium liegen andere Grundwasserverhältnisse vor als in den Wörlitzer Anlagen. Zum einen sind die mittleren Grundwasserstände hier i.d.R. tiefer als die untere Begrenzung des Wurzelraumes, zum anderen herrscht eine größere Amplitude der Grundwasserstände (s. Abschn. 5.3.2). Eine Nachlieferung aus dem Grundwasser kann hier also nur periodisch erfolgen. Als weiterer Unterschied zu den Wörlitzer Anlagen ist für das Luisium das Fehlen einer großflächigen wasserstauenden Bodenschicht festzustellen.

Einschneidende Einflüsse auf den Bodenwasserhaushalt im Luisium haben Überflutungsereignisse, wie jenes im Jahre 2002 als Folge des Extremhochwassers der Elbe und Mulde. Die oben beschriebene Schädigung und Reduzierung des Wurzelsystems wirkt sich für Gehölze umso gravierender aus, wenn nach einem großen Überflutungsereignis (wie im Jahre 2002) ein extremes Trockenjahr (wie 2003) folgt. Mit dem verbliebenen Wurzelsystem waren offenbar eine Reihe von Bäumen nicht mehr in der Lage, zu einer für das Überleben ausreichenden Wasserversorgung zu gelangen.

4.4.3 Sauerstoffdiffusionsraten

Die ermittelten Sauerstoffdiffusionsraten liegen im erwarteten Bereich und weisen z.T. bereits in den Messtiefen 30 und 50 cm Profile aus, bei denen geringe Sauerstoffnachlieferungsraten vorhanden sind. Im weiteren wurde versucht, die Messwerte mit folgenden Standorteigenschaften in Beziehung zu setzen:

- Bodentyp,
- Bodenart,
- Humusgehalt,
- pH-Wert,
- Flächentyp der Bewuchsform

Da die Einzelkorrelation in keinem Fall eine Signifikanz aufwies, wurden im Anschluss Multikorrelationen sowie ein multikriterielles Verfahren zur Untersuchung von Kausalstrukturen gerechnet. Auch mittels dieser Verfahren konnten keine Abhängigkeiten der ermittelten Standortparameter mit der Sauerstoffdiffusionsrate nachgewiesen werden, d.h. jeder Messwert widerspiegelt nur die Verhältnisse am Messpunkt, eine Übertragung auf die Fläche bzw. statistisch gesicherte Rückschlüsse auf das Pflanzenwachstum waren mit diesem Messansatz nicht möglich. Die Ursachen hierfür können nicht eindeutig belegt werden. FIEDLER u. a. (1976) weisen, wie oben dargestellt, darauf hin, dass die Standortverhältnisse, insbesondere die Humusgehalte und die Bodenfeuchteverhältnisse zwischen den Messpunkten, nicht zu stark abweichen dürfen. Auf Grund dieser einschränkenden Messbedingung wurde bereits bei der Planung des Messprogramms die Messung der Sauerstoffdiffusionsrate mit der Hoffnung auf eine stabile, trockene Witterung in die Frühsommermonate terminiert. Der diesjährige Witterungsverlauf entsprach mit den sehr feuchten Frühjahrs- und Sommermonaten jedoch nicht dem mittleren Jahresverlauf. Da Messungen nur bei trockener Bodenoberfläche durchgeführt werden können, erstreckten sich die Untersuchungen über einen sehr langen Zeitraum mit unterschiedlichen pflanzenphysiologischen Entwicklungs- und Zustandsphasen in denen stark differierende Bodenfeuchtezustände auftraten. Der Komplex dieser Wirkungen beeinflusste die Messergebnisse maßgeblich, so dass eine statistisch gesicherte Auswertung bezogen auf die kartierten Bodeneinheiten nicht möglich war.

Im Bereich der Wörlitzer Anlagen sollte das Verfahren in Zukunft bei der Überwachung sensibler Räume, z.B. Bereiche mit stauender Nässe, in hoher zeitlicher Auflösung (wöchentlicher Messrhythmus) eingesetzt werden. An Hand der so gewonnenen Messreihen ist es dann möglich, für ein definiertes Areal Rückschlüsse auf die Ursachen und den zeitlichen Verlauf des wachstumhemmenden Sauerstoffmangels (insbesondere beeinflusst durch Staunässe) zu ziehen.

4.4.4 pH-Werte

Entsprechend der Aufgabenstellung wurden im Rahmen der Rammkernsondierungen horizontbezogenen Bodenproben zur Bestimmung des pH-Wertes entnommen. Die Analytik erfolgte wie im Kapitel 4.2.3 (Laboranalysen) beschrieben.

Um eine einheitliche Datenbasis zu gewährleisten, wurden zur statistischen Auswertung der pH-Werte die oberen vier Bodenhorizonte, die den Tiefenbereich bis ca. 12 dm widerspiegeln, herangezogen und auf dieser Grundlage für jeden Datensatz der Rammkernsondierung der Mittelwert berechnet. Diese, in Abbildung 4-9 dargestellten Mittelwerte bilden die Datenbasis für die weiteren Auswertungen.

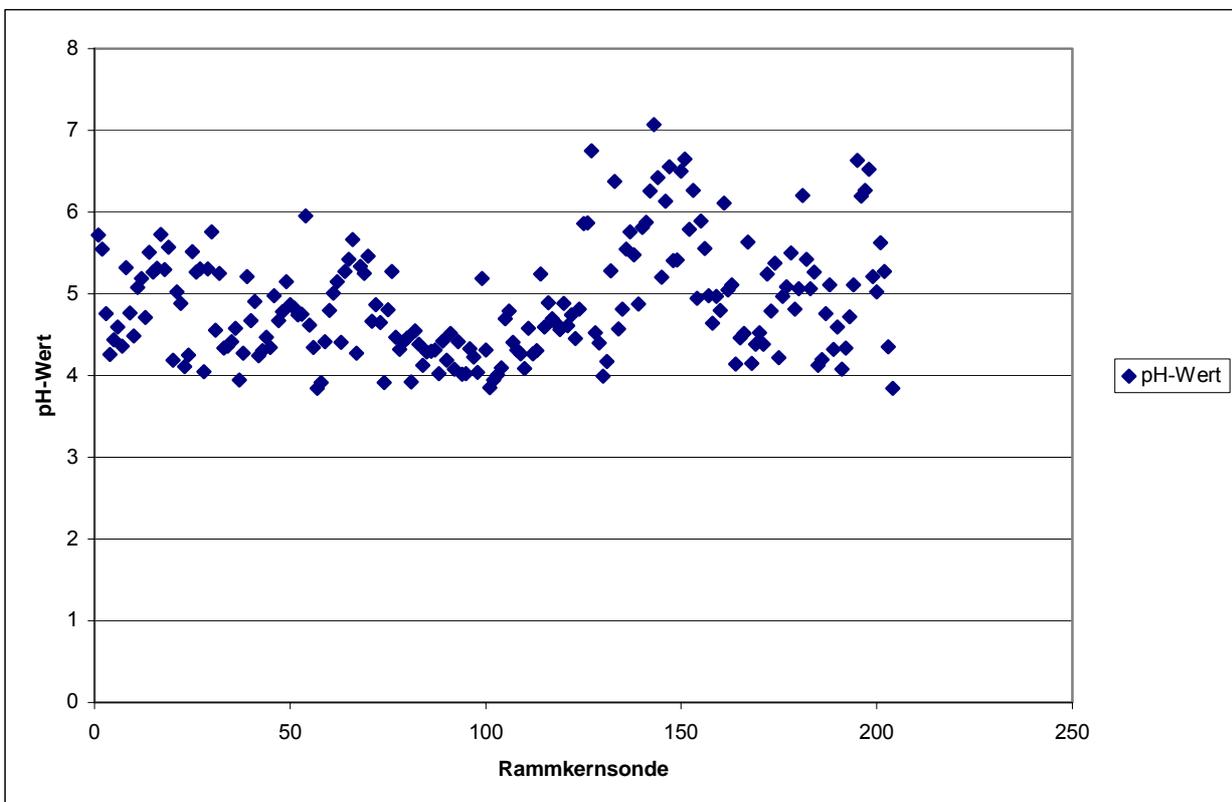


Abbildung 4-9: pH-Wert-Verteilung aller Mittelwerte der Rammkernsondierungen im Bereich der Wörlitzer Anlagen

Aus Abbildung 4-9 wird die sehr große Spannweite der Messergebnisse deutlich, die für die Flächen der Wörlitzer Anlagen von pH 3,85 bis 7,07 sowie für das Luisium (ohne Abbildung) von pH 4,04 bis 6,47 reicht.

Um eine Übertragung der Punkterhebungen in die Flächen und somit die Bewertung des pH-Wert-Einflusses auf Wachstumshemmnisse durchführen zu können, war eine Arealisierung von Zusammenhängen zwischen dem pH-Wert und anderen Standortfaktoren notwendig. In Frage kamen hierfür die Bodenverhältnisse (Bodentyp und/oder Substrattyp) sowie die Flächentypen der Bewuchsformen.

Hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen pH-Wert und Substrattyp (s. Abbildung 4-10) konnte kein signifikanter Trend abgeleitet werden. Der Anteil von Bohrprofilen mit durchschnittlichem pH-Wert <4,9 an der Gesamtheit der aufgenommenen Profile beträgt 58,8%. Höhere Anteile von Bohrprofilen mit durchschnittlichem pH-Wert <4,9 haben die Substratklassen Sand (s); Sand über Lehm (s/l) und Lehmsand über Ton (ls/t). Die Anteile von Bohrprofilen mit durchschnittlichem pH-Wert <4,9 sind bei Lehm über Sand (l/s) und Lehmsand über Sand (ls/s) im Bereich des Gesamtdurchschnitts und unterscheiden sich kaum. Dagegen hat Lehm über Ton (l/t) einen vergleichsweise geringen Anteil von Bohrprofilen mit durchschnittlichem pH-Wert <4,9. Die Substrattypen Lehm (l) und Lehmsand (ls) sind nur gering verbreitet und daher nicht auswertbar.

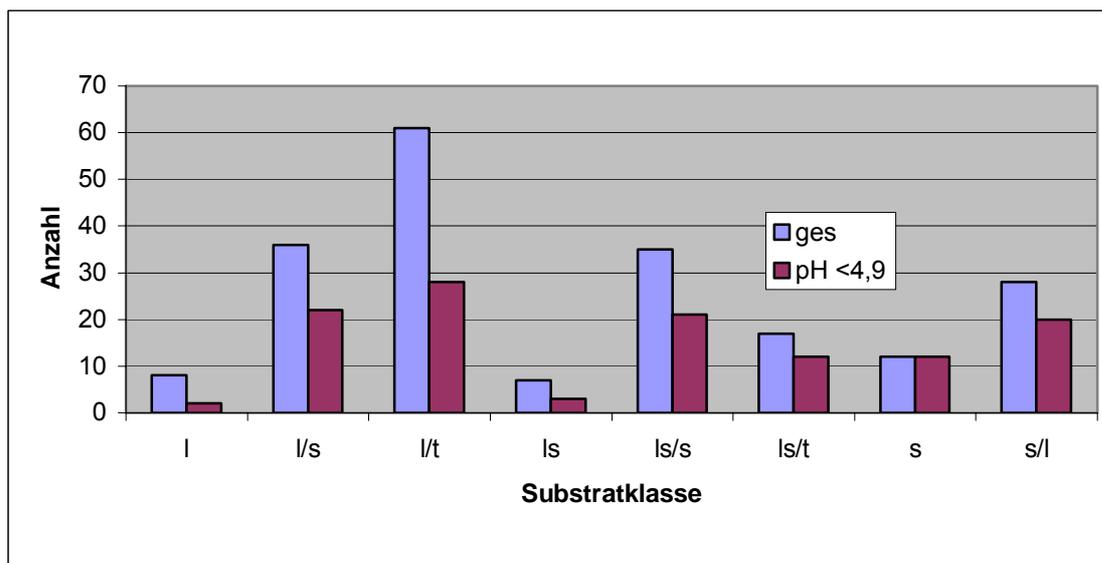


Abbildung 4-10: Anteil der Bohrprofile mit durchschnittlichem pH-Wert <4,9 (getrennt nach Substratklassen)

Substratklassen: l = Lehm, l/s = Lehm über Sand, l/t = Lehm über Ton, ls = Lehmsand, ls/s = Lehmsand über Sand, ls/t = Lehmsand über Ton, s = Sand, s/l = Sand über Lehm)

Im nächsten Schritt wurde getrennt für die Wörlitzer Anlagen und das Luisium der Zusammenhang zwischen pH-Wert und Flächentyp der Bewuchsform untersucht.

Wörlitzer Anlagen

Die Differenzierung der Wörlitzer Anlagen in Flächentypen der Bewuchsform erfolgte auf der Grundlage vorhandener hochauflösender Luftbildaufnahmen sowie einer Flächenbegehung.

Folgende Flächentypen wurden unterschieden (s. Abbildung 4-11):

- Acker: landwirtschaftliche Ackernutzung
- Ackerrandstreifen: seitliche Begrenzung einer Ackerfläche (nur bei Abgrenzung zu Wegen ausgegrenzt)
- Gehölze/G-Gruppe auf Wiese: Solitärgehölz oder freistehende kleiner Gehölzgruppe auf einer Wiese
- Gehölze dicht: zusammenhängende gehölzbestandene Fläche, Boden bedeckt mit Nadelstreu und/oder Laub
- Gehölze locker: zusammenhängende gehölzbestandene Fläche, Boden mit Gras bewachsen
- Grünland: ehemalige bewirtschaftete Fläche
- Offenland ohne Pflege: grasbestandene Fläche ohne Pflege (Schnitt)
- Wiese: grasbestandene Fläche mit regelmäßiger Schnittpflege

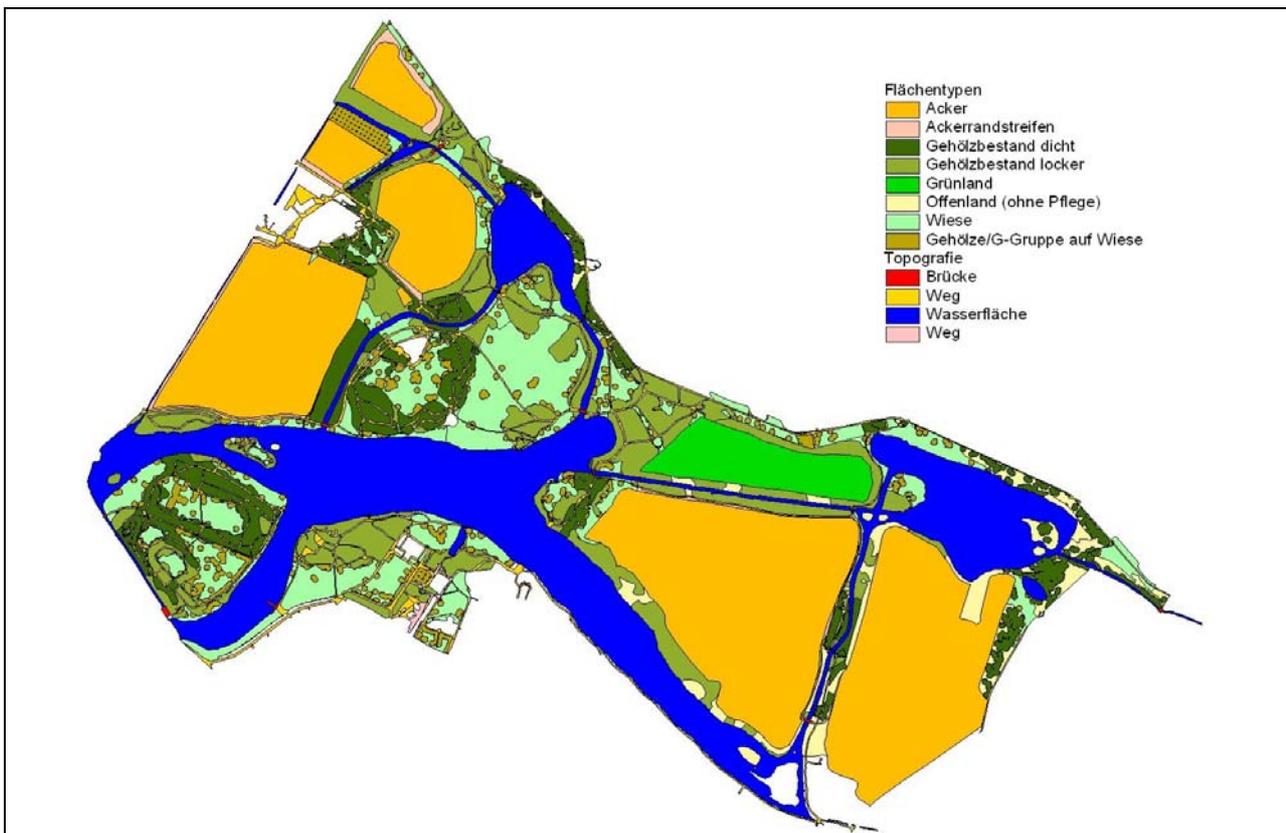


Abbildung 4-11: Flächentypen im Bereich der Wörlitzer Anlagen

Nach einem Verschnitt der pH-Werte mit den Flächentypen wurden diese klassiert und innerhalb der Flächennutzungsklassen statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse enthält die Tabelle 4-7. Die Einstufung der Böden nach pH-Wert-Spannen ist in Abbildung 4-12 dargestellt. Für den Bereich der Wörlitzer Anlagen wird in Tabelle 4-7 und in Abbildung 4-12 die Differenzierung des pH-Wertes in Bezug zum Flächentyp sichtbar. Der Wiesen-Typ (Wiese und Gehölze auf Wiese) weist deutlich höhere pH-Werte als die gehölzdominierten Areale auf. Lediglich die Offenlandbereiche fallen von diesem Niveau ab und ordnen sich, wie auch die Gehölze, in den stark sauren Bereich ein. Hierzu muss angemerkt werden, dass die Offenlandbereiche der Regel Aufkippungsflächen sind, auf den Aushub vom Anlegen der Kanäle und/oder von der Instandhaltung endgelagert wurde. Dies offenbart sich nicht nur an den mittleren Werten sondern wird auch in der Häufigkeitsverteilung (Abbildung 4-13) sowie den in Tabelle 4-7 ausgewiesenen Quantilen sichtbar.

Tabelle 4-7: Statistische Maßzahlen der pH-Werte der Wörlitzer Anlagen getrennt nach Flächentypen

	komplett	Acker	Acker- rand- streifen	Gehöl- ze/ G- Gruppe	Gehölze dicht	Gehölze locker	Grünland	Offenland ohne Pflege	Wiese
Anzahl	208	2	2	40	40	84	1	7	28
Maximum	7,07	5,11	5,72	7,07	6,75	6,26	5,25	5,19	6,63
Minimum	3,85	4,59	5,55	3,95	3,85	3,85		3,95	4,34
Median	4,79			5,15	4,41	4,57		4,60	5,28
Stufe ¹⁾	stark sauer			mäßig sauer	stark sauer	stark sauer		stark sauer	mäßig sauer
10%	4,13			4,38	4,05	4,08		4,16	4,75
25%	4,36			4,62	4,21	4,31		4,44	4,85
75%	5,30			5,94	4,88	5,16		4,74	5,73
90%	5,87			6,53	5,39	5,53		4,95	6,21
Mittelwert	4,91	4,85	5,63	5,30	4,65	4,72		4,59	5,35

¹⁾ - Einstufung der Böden nach dem pH-Wert (gemessen in 0,01 mol/L CaCl₂-Lösung) nach AG BODEN (1994) (s. Tabelle 4-8)

Tabelle 4-8: Einstufung der Böden nach dem pH-Wert (gemessen in 0,01 mol/L CaCl₂-Lösung) nach AG BODEN (1994)

Kurzzeichen	Bezeichnung	pH-Bereich
A5	sehr stark alkalisch	>10
A4	stark alkalisch	9 – 10
A3	stark alkalisch	8 – 9
a2	schwach alkalisch	7,1 – 8
a0/s0	neutral	7
s2	schwach sauer	6 – 7
s3	mäßig sauer	5 – 6
s4	stark sauer	4 – 5
s5	sehr stark sauer	< 4

Abbildung 4-12: Einstufung der pH-Werte des Bodens (Gesamtprofil) für die Flächentypen der Wörlitzer Anlagen

Die Bedeutung des Bestandes wird insbesondere bei den beiden Gehölztypen offensichtlich (siehe Tabelle 4-7 in Verbindung mit Abbildung 4-14). Der aufgelockerte Gehölztyp liegt in allen Quantilen der Häufigkeitsverteilung über den dichten Gehölzbeständen. Bedeutung erlangt dieser Fakt besonders bei der Einstufung der Pufferbereiche im Boden und somit der Wertung der Nährstoffverfügbarkeit. An Hand der Boden-pH-Werte kann man die Pufferbereiche im Boden bestimmen und so das Risiko durch Säurebelastung für mittlere und anspruchsvolle Pflanzengesellschaften abschätzen. Folgende fünf Pufferbereiche im Boden werden nach AG BODEN (2005) im Boden unterschieden:

- Carbonat-Pufferbereich, pH-Werte 8,6 – 6,2
- Silicat-Pufferbereich, pH-Werte 6,2 – 5,0
- Austausch-Pufferbereich, pH-Wert 5,0 – 4,2
- Aluminium-Pufferbereich, pH-Wert 4,2 – 3,0
- Eisen-Pufferbereich, pH-Wert >3,0.

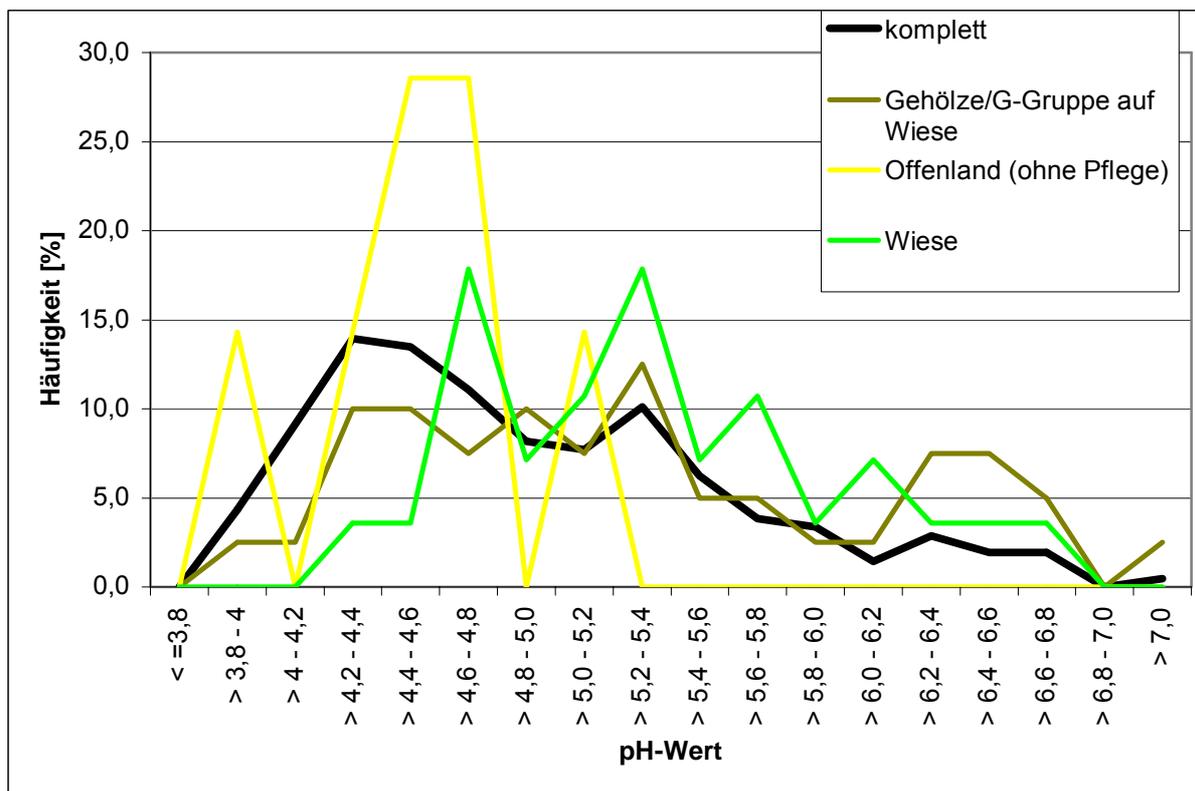


Abbildung 4-13: Häufigkeitsverteilung der pH-Werte (Wörlitzer Anlagen) – Werte der Flächentypen Gehölzgruppe, Offenland und Wiese (zum Vergleich alle Messwerte)

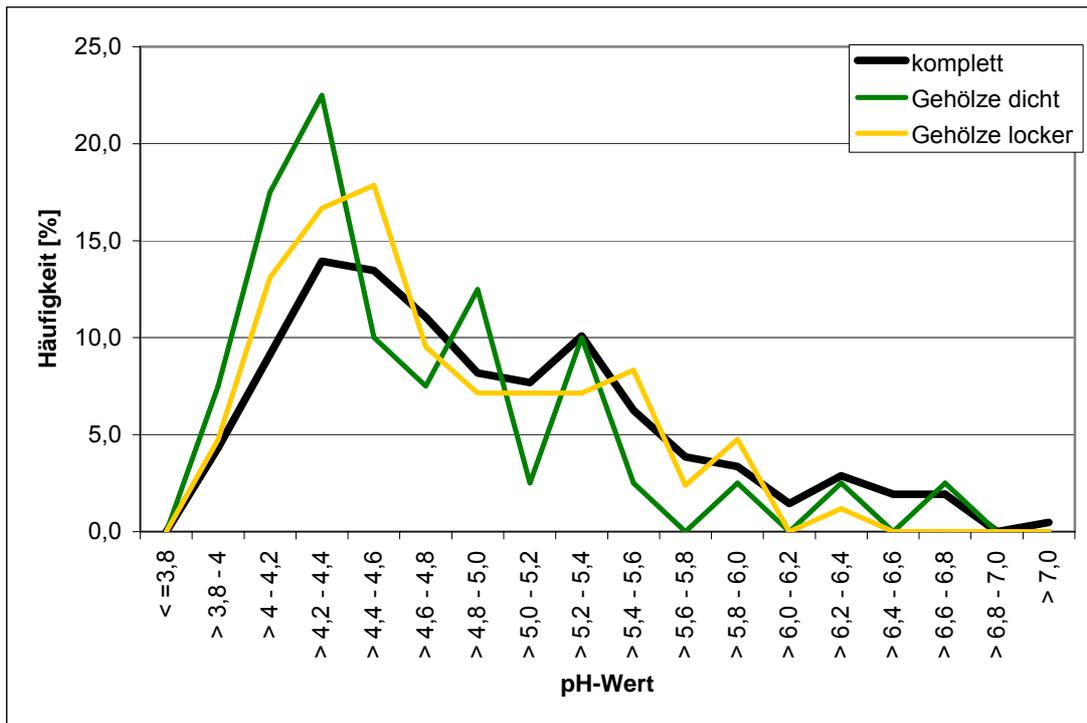


Abbildung 4-14: Häufigkeitsverteilung der pH-Werte (Wörlitzer Anlagen) – Werte der Flächentypen Gehölze [dicht], Gehölze [locker] (zum Vergleich alle Messwerte)

Die Pufferung ist ökologisch von großer Bedeutung. Ab dem Austausch- Pufferbereich ($< \text{pH } 5$) jedoch insbesondere im Al-Pufferbereich ($< \text{pH } 4,2$) kommt es zur Freisetzung von phytotoxischen Al^{3+} und zur Verarmung an austauschbar gebundenen Nährstoffkationen. Nach SCHACHTSCHABEL u.a. (1998) spielt dieser Aspekt im Falle von Mg eine besondere Rolle bei der Entstehung von Waldschäden. Nach den Median-Werten in Tabelle 4-7 liegen etwa 50% der ermittelten pH-Werte der gehölzbestandenen Flächen in einem hinsichtlich der Aluminiumfreisetzung kritischem Bereich von $< 4,5$.

Luisium

Im Gegensatz zu den Wörlitzer Anlagen waren für das Luisium keine Luftbildaufnahmen verfügbar. Die Ausgrenzung der Flächentypen erfolgte deshalb auf der Grundlage einer Flächenbegehung und einer Analyse der Vermessungsaufnahmen sowie des lagemäßig erfassten Baumbestandes. Die Flächen des Luisiums wurden in folgende Typen (s. Abbildung 4-15) untergliedert:

- Gehölze dicht: zusammenhängende gehölzbestandene Fläche, Boden bedeckt mit Nadelnpreu und/oder Laub
- Grünland: ehemalige bewirtschaftete Fläche
- Wiese: grasbestandene Fläche mit regelmäßiger Schnittpflege



Abbildung 4-15: Flächentypen im Bereich des Luisiums

Die Ergebnisse des Verschnittes der pH-Werte mit den Flächentypen einschließlich der statistischen Auswertung ist in Tabelle 4-9 enthalten, die Einstufung in pH-Wert-Spannen ist in Abbildung 4-17 dargestellt.

Auch für den Bereich des Luisiums besteht ein Zusammenhang zwischen der Höhe der mittleren pH-Werte und dem jeweiligen Flächentyp. Aus Tabelle 4-9 geht hervor, dass die pH-Werte der Wiesen deutlich höher sind als in den Gehölzbeständen. Allerdings liegen die pH-Werte im Luisium generell niedriger als in den Wörlitzer Anlagen, so dass auch die Wiesenbereiche einen mittleren pH-Wert von < 5 aufweisen und damit als stark sauer (AG BODEN 1994) einzustufen sind.

Die Häufigkeitsverteilung der pH-Werte (s. Abbildung 4-16) zeigt, dass innerhalb der Flächentypen Gehölze und Wiese jeweils ca. 30% der Werte im Bereich $>4,2$ bis $4,4$ liegen. Während die Häufigkeit noch geringerer Werte (>4 bis $4,2$) beim Typ Wiese mit 5% unbedeutend ist, beträgt sie bei den Gehölzen ca. 25%. Damit zeichnet sich ab, dass der sensible Bereich der Aluminiumfreisetzung von $\text{pH} < 4,5$ bei über der Hälfte der pH-Werte des Flächentyps Gehölze und bei über einem Drittel der pH-Werte des Flächentyps Wiese erreicht wird.

Tabelle 4-9: Statistische Maßzahlen der pH-Werte des Luisiums getrennt nach Flächentypen

	komplett	Gehölze	Wiese	Grünland
Anzahl	46	28	17	1
Maximum	6,47	5,50	6,47	5,33
Minimum	4,04	4,04	4,10	
Median	4,41	4,33	4,74	
Stufe ¹⁾	stark sauer	stark sauer	stark sauer	
10%	4,15	4,14	4,32	
25%	4,26	4,22	4,34	
75%	4,81	4,60	5,16	
90%	5,46	5,03	5,61	
Mittelwert	4,61	4,45	4,83	

¹⁾ - Einstufung der Böden nach dem pH-Wert (gemessen in 0,01 mol/L CaCl₂-Lösung) nach AG BODEN (1994) (s. Tabelle 4-8)

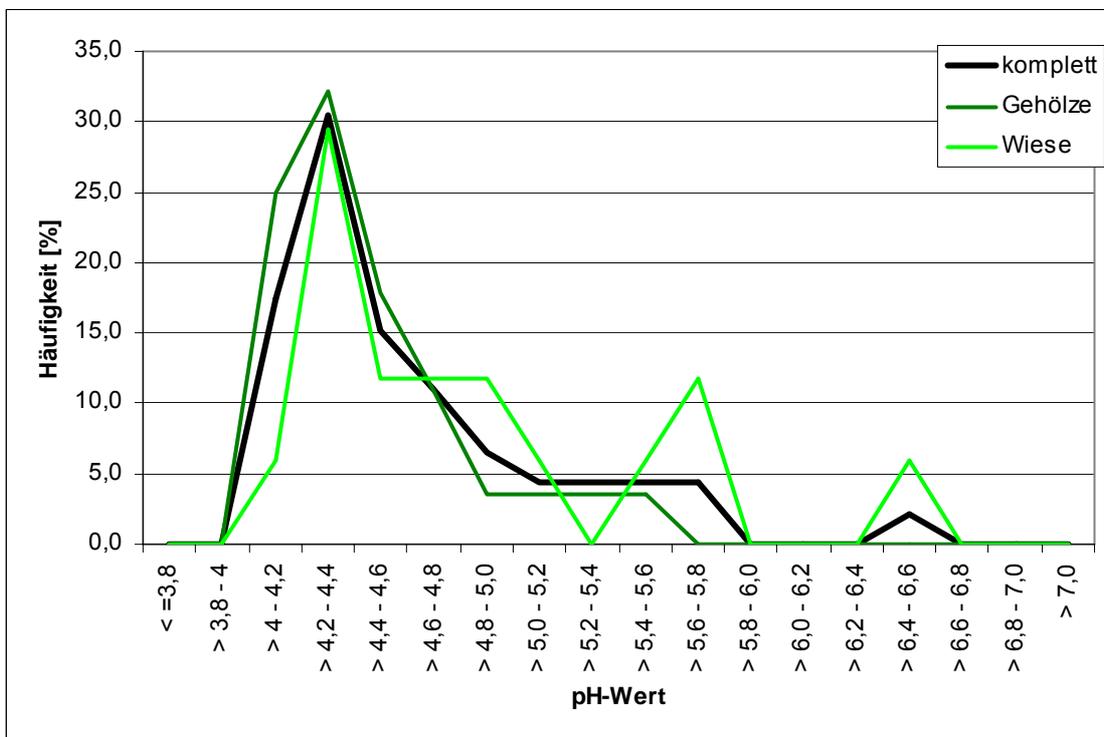


Abbildung 4-16: Häufigkeitsverteilung der pH-Werte von Flächentypen des Luisiums (zum Vergleich alle Messwerte)

Abbildung 4-17: Einstufung der pH-Werte des Bodens (Gesamtprofil) für die Flächentypen des Luisiums

4.4.5 Humusgehalte

Die Laboruntersuchungen der Humusgehalte der Böden wurden im Rahmen der Schadstoffuntersuchungen durchgeführt, da sie bei der Bewertung der Schadstoffgehalte (insbesondere der organischen Schadstoffe) nach Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) berücksichtigt werden müssen.

Die Einschätzung der Humusgehalte wurde zunächst im Rahmen der Aufnahmen der Geländeuntersuchungen (Peilstangenbohrungen, Rammkernsondierungen) vorgenommen. An ausgewählten Proben wurden Laboruntersuchungen durchgeführt. Sowohl an Hand der Ergebnisse der Felduntersuchungen (Einstufung im System „CARDO“ dokumentiert) als auch an Hand der Laborwerte (Anlage 3, Anhang Boden, Tabelle 4.5) wird deutlich, dass die höchsten Humusgehalte in den jeweils obersten Bodenhorizonten (Humusanreicherungshorizonte, Horizontsymbol Ah) auftreten und eine Abnahme der Werte mit zunehmender Bodentiefe erfolgt.

Abbildung 4-18 gibt die Ergebnisse der Laboruntersuchungen für die Ah-Horizonte der untersuchten Rammkernprofile wider.

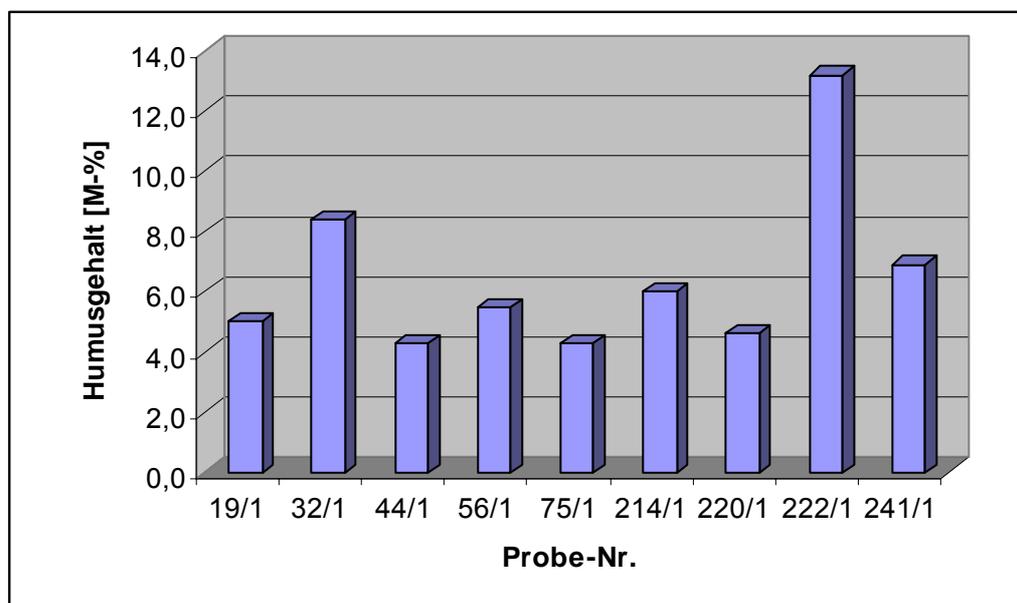


Abbildung 4-18: Humusgehalte ausgewählter Oberbodenhorizonte in den Wörlitzer Anlagen (19/1, 32/1, 44/1, 56/1, 75/1) und im Luisium (214/1, 220/1, 222/1, 241/1)

Die Mehrzahl der Werte des Humusgehaltes in Abbildung 4-18 befindet sich im Bereich zwischen 4 und 6 M-%. Entsprechend der Einstufung nach AG BODEN (1994) für forstliche Bodennutzung stellt dieser Bereich den Übergang von „mittel humos“ ($h_3 = 2-5$ M-% Humus) zu „stark

humos“ (h4 = 5-10 M-% Humus) dar. Ähnliche Gehalte in Ah-Horizonten wurden auch bei Untersuchungen von Auenböden der nahe bei Wörlitz gelegenen Schleusenheger Wiesen (RINKLEBE 2004), im Biosphärenreservat Mittlere Elbe (ROSCHÉ, ALTERMANN, STEININGER 2004) und andernorts im Mittelbegebiet (EISENMANN, RINKLEBE, ALTERMANN 2003) festgestellt. Höhere Gehalte können, wie sie RINKLEBE (2004) auch für Teile der Schleusenheger Wiesen dokumentierte, natürlichen Ursprungs sein oder ihre Ursache in anthropogenen Anreicherungen haben. Anthropogene Anreicherungen des Humusgehaltes der Oberböden wurden in den Anlagen historisch in Form von Torfeinbringungen durchgeführt (TRAUZETTEL, mdl. Mitteilung).

Typisch für Auenböden ist, dass auch in tiefer gelegenen Bodenhorizonten noch bedeutende Humusgehalte auftreten können, da zum einen bei der Sedimentation der Auensubstrate auch organisches Material und zum anderen bodenbürtiges Substrat abgelagert wurde. Ein Beispiel für die Humusverteilung im Bodenprofil am Rand einer Baumgruppe in Schochs Garten (Wörlitzer Anlagen) zeigt Tabelle 4-10.

Tabelle 4-10: Verteilung des Humus im Bodenprofil am Beispiel der Rammkernsondierung RKS032 (Wörlitzer Anlagen, Schochs Garten, Rand einer Baumgruppe)

Schicht	Horizont		Humus- gehalt [M-%]	Einstufung des Humus- gehaltes ¹⁾
	Bezeichnung	Tiefe unter GOF [cm]		
I Auenlehm	aAh	20	8,4	h4 stark humos
	aSw-M	40	4,5	h3 mittel humos
II Auenton	aSd-Go	70	1,2	h2 schwach humos
	aeSd-Go	100	0,6	h1 sehr schwach humos
III Auensand	aGo	130	nicht bestimmt	h0 ²⁾ humusfrei
	aGso	160	nicht bestimmt	h0 ²⁾ humusfrei

¹⁾ nach AG BODEN (1994), bei forstlicher Nutzung, ²⁾ Feldansprache

4.4.6 Kationen und Anionen

Wasserextrahierbare Kationen und Anionen

In den wässrigen Extrakten (Anlage 3, Anhang Boden, Tabelle 4.3) dominierten sowohl in den Proben der Wörlitzer Anlagen als auch in den Proben des Luisiums die Ionen Ca^{2+} und SO_4^{2-} (gelöster Gips). Markante Erhöhungen dieser Gehalte (insbesondere bei SO_4^{2-}) lassen sich jeweils in den unteren Horizonten der untersuchten Bohrprofile feststellen. Sie weisen darauf hin, dass die versickernden Wassermengen in diesem Gebiet nicht ausreichen, um die eingetragenen Sulfate - im Gegensatz z.B. von Nährstoffen - aus dem Boden auszuwaschen.

Für den vorgefundenen Gips wird angenommen, dass er sich vorwiegend aus der Reaktion atmosphärischer Sulfateinträge mit ebenfalls atmosphärischen carbonathaltigen Einträgen (Kraftwerksstäube) und verschiedenen Ca-Quellen im Boden (Ca der Bodenlösung, Ca der Austausch) gebildet hat. Durch die länger anhaltenden Zeiträume mit kapillarem Aufstieg von Grundwasser kann auch der Sulfatgehalt des Grundwassers im Boden angereichert werden. Zum Teil sind sowohl für die Wörlitzer Anlagen als auch für das Luisium außer hohen Ca^{2+} - Gehalten deutliche Gehalte an Na^+ und Mg^{2+} in Horizonten ausgewiesen, in denen die Werte für SO_4^{2-} erhöht sind. Offenbar treten in den betreffenden Böden neben Gips noch andere Sulfatverbindungen auf.

Die Nährelemente K^+ , NO_3^- und PO_4^{3-} wurden im wässrigen Auszug oftmals nur in geringer Konzentration festgestellt. NO_3^- und PO_4^{3-} ist häufig im Humuskörper angereichert. Dies erklärt die z. T. relativ hohen Werte in den humosen Oberböden. Überwiegend sind jedoch für die untersuchten Bodenprofile sehr geringe und in einzelnen Bodenhorizonten gegen Null tendierende Gehalte an diesen, für die Ernährung der Pflanzen wichtigen Ionen festzustellen. In der Tendenz ist der Gehalt an wasserlöslichen Stickstoff und Phosphat im Boden noch geringer als in den Wörlitzer Anlagen.

Citrataustauschbares Phosphat

Die Werte für citrataustauschbares Phosphat liegen generell höher als die für wasserextrahierbares Phosphat (Anlage 3, Anhang Boden, Tabelle 4.4). Dies ist auf die komplexierende Wirkung von Citrat mit Ca zurückzuführen. Die Komplexbildung von wasserlöslichem Ca und austauschbarem Ca durch Citrat verhindert eine Ausfällung von Phosphat. Durch die Extraktion mit Zitronensäure kann in humusfreien Bodenhorizonten auch die Freisetzung von Phosphat aus Apatit gekennzeichnet werden (PERROTT & WISE 2000). Bei P-Mangel geben verschiedene Pflanzenarten verstärkt Carboxylat-Anionen wie Citrat ab, um Phosphat im Boden zu mobilisieren (GERKE u.a. 2000). Das citrat-austauschbare Phosphat erlaubt damit gegenüber dem was-

serextrahierbaren Phosphat eine weitergehende Kennzeichnung der Phosphatgehalte von Böden. Im Boden liegt der P-Gehalt der Tonfraktion häufig höher als der der Sandfraktion.

In den Wörlitzer Anlagen wurden die höchsten Werte mit Phosphatgehalten bis über 100 mg/kg Boden (max. 150,9 mg/kg Boden) jeweils in den Oberbodenhorizonten (Humusanreicherungs-horizonte) gemessen (s. Anlage 3, Anhang Boden, Tabelle 4.3). Auf den Zusammenhang von Humus- und Phosphatgehalt wurde bereits hingewiesen. Mit zunehmender Bodentiefe nimmt der Phosphatgehalt mehr oder weniger kontinuierlich ab.

Im Luisium sind die gemessenen Werte des Phosphatgehaltes der Böden niedriger als in den Wörlitzer Anlagen (s. Anlage 3, Anhang Boden, Tabelle 4.3). Hier wurde nur in einem Fall ein Phosphatgehalt > 30 mg/Kg Boden festgestellt. Der höchste Wert (67,7 mg/kg Boden) befindet sich im Oberbodenhorizont der Rammkernsondierung RKS222 mit einem außergewöhnlich hohem Humusgehalt von ca. 13% (s. Abbildung 4-18).

Die Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors im Boden wird stark vom pH-Wert beeinflusst. Mit sinkendem pH-Wert nimmt im stark sauren Bereich die Verfügbarkeit ab, da zunehmend Al- und Fe-Hydroxide mit dem Phosphat unter Bildung schwer löslicher Al- und Fe-Phosphate reagieren (FIEDLER 1973).

Effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff})

Unter der Austauschkapazität versteht man die maximal an den Tonmineralen und der organischen Substanz des Bodens sorbierbare Ionenmenge. Sie wird in Ladungsäquivalenten pro Masse angegeben (cmol_c/kg Boden). Auf Grund der Ladungsverhältnisse ist die Kationenaustauschkapazität (KAK) weitaus bedeutender als die Anionenaustauschkapazität.

Die potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}) der Böden wird durch Art und Gehalt an Tonmineralen und organischer Substanz bestimmt. Die effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) hängt zusätzlich vom pH-Wert ab. Mit steigendem pH-Wert steigt die effektive Kationenaustauschkapazität und nähert sich im neutralen Bereich (pH 7) der potenziellen Kationenaustauschkapazität an.

Die traditionelle gepufferte Bariumchlorid-Methode zur Bestimmung der effektiven Kationenaustauschkapazität (Abschn. 4.3.3) liefert bei ungünstiger mineralogischer Zusammensetzung (Anwesenheit von Ca-Karbonaten und -Sulfaten) des Probenmaterials unbefriedigende Ergebnisse (DOHRMANN 1997). Da bei den Untersuchungen im wässrigen Extrakt hohe Ca- und SO₄ – Gehalte in den untersuchten Proben der Unterböden festgestellt wurden (s.o.), sollen im folgenden nur die Ergebnisse der Oberböden bewertet werden.

Wörlitzer Anlagen

Aus der Gegenüberstellung von Analysen- und Berechnungswerten der KAK_{eff} in Abbildung 4-19 geht hervor, dass für die untersuchten Oberbodenhorizonte der Wörlitzer Anlagen die berechneten Werte z.T. deutlich unter den Analysenwerten liegen. Offensichtlich täuschen hier bei den Analysen miterfasste, aus gelöstem Gips stammende Ca-Ionen eine höhere Austauschkapazität vor. Bei der Bewertung der effektiven Kationenaustauschkapazität (nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1996) müssen auf Grund der Humusgehalte der Proben die Werte für A-Horizonte herangezogen werden. Danach ergibt sich bei KAK_{eff} –Werten von 0 bis 15 cmol_c/kg Boden die Einstufung „sehr gering“ und bei KAK_{eff} –Werten von 15 bis 40 cmol_c/kg Boden die Einstufung „gering“. Somit liegen die für Oberböden der Wörlitzer Anlagen nach Laboranalyse ermittelten Werte im überwiegend Bereich „gering“, z.T. im Bereich „sehr gering“. Berücksichtigt man den Anteil der nicht am Austauscherkomplex gebundenen Ca-Ionen aus dem gelösten Gips, so ergibt sich überwiegend die Einstufung „sehr gering“.

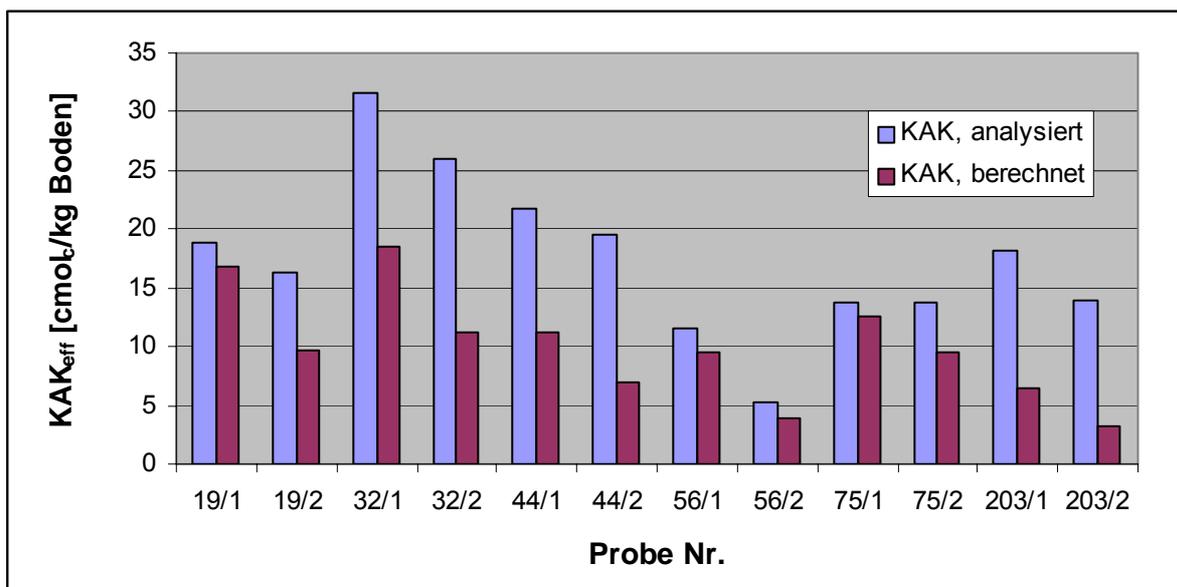


Abbildung 4-19: Effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) von ausgewählten Oberbodenhorizonten aus Bodenprofilen in den Wörlitzer Anlagen nach Laboranalysen und nach Berechnungen gemäß Kartieranleitung (AG BODEN 1994)

Luisium

Bei den untersuchten Proben des Luisiums (Abbildung 4-20) liegen die Werte der Laboranalysen und die berechneten Werte dicht beieinander. Übereinstimmend damit ergibt ein Vergleich in Tabelle 4.5 (Anlage 3, Anhang Boden), dass in den Proben des Luisiums die Werte für Kationen in den Oberbodenhorizonten insgesamt niedriger sind als in denen der Wörlitzer Anlagen. Generell kann die effektive Kationenaustauschkapazität in den Proben des Luisiums als „sehr gering“ eingestuft werden.

Die austauschbare Acidität der Proben ist recht unterschiedlich. Für viele Proben ist der Anteil von sauer wirkenden Kationen ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$) an den Austauschern trotz der z.T. niedrigen pH-Werte sehr gering, während für Probe 46 sauer wirkende Kationen 70% der Austauscherplätze einnehmen.

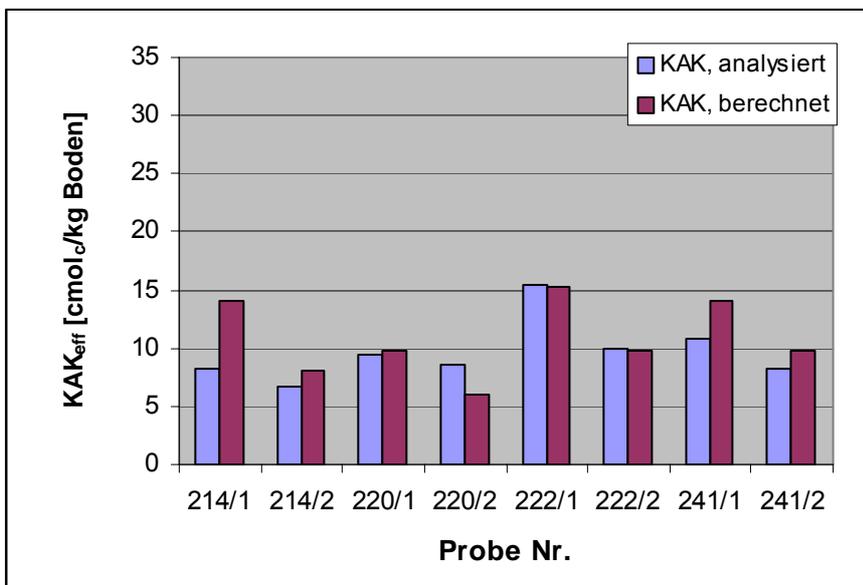


Abbildung 4-20: Effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) von ausgewählten Oberbodenhorizonten aus Bodenprofilen des Luisiums nach Laboranalysen und nach Berechnungen gemäß Kartieranleitung (AG BODEN 1994)

4.4.7 Schadstoffe

Bei der Bewertung der untersuchten Schwermetallgehalte und der Gehalte an organischen Schadstoffen dienen als Vergleich die Vorsorgewerte gemäß Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV). Diese sind in Tabelle 4-11 und Tabelle 4-12 wiedergegeben.

Tabelle 4-11: Vorsorgewerte für Böden nach Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV), Metalle

Bodenart	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
	[mg/kg Boden]						
Ton	100	1,5	100	60	70	1	200
Lehm/Schluff	70	1	60	40	50	0,5	150
Sand	40	0,4	30	20	15	0,1	60

Tabelle 4-12: Vorsorgewerte für Böden nach Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV), Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Böden	PCB	PAK
	[mg/kg Boden]	
Humusgehalt > 8%	0,1	10
Humusgehalt ≤ 8%	0,05	3

Wörlitzer Anlagen

Vergleicht man die Werte in Tabelle 4.5 (Anlage 3, Anhang Boden) mit den Vorsorgewerten nach BBodSchV, so zeigt sich, dass die Gehalte der untersuchten Stoffe im Boden (z.T. weit) unter den Vorsorgewerten liegen. Grenzwertüberschreitungen treten nicht auf. Bei Arsen liegen die gemessenen Werte unter dem Prüf- und Maßnahmewert von 50 mg/kg Boden (für Arsen ist in der BBodSchV kein Vorsorgewert angegeben).

Luisium

Beim Vergleich der Werte in Tabelle 4.5 (Anlage 3, Anhang Boden) mit den Vorsorgewerten nach BBodSchV werden in zwei Fällen die Vorsorgewerte für Blei erreicht bzw. geringfügig überschritten, beide Male in Oberbodenhorizonten. Alle anderen Werte für die Gehalte der untersuchten Stoffe im Boden liegen (z.T. weit) unter den Vorsorgewerten, bzw. für Arsen unter dem Prüf- und Maßnahmewert. Die Grenzwertüberschreitungen bei Blei sind unerheblich und geben keinen Anlass, daraus Folgen für den Zustand von Pflanzen- bzw. Gehölzbestände abzuleiten.

Die Ergebnissen der Schadstoffanalysen zeigen, dass Schwermetalle sowie organische Schadstoffe als Ursachen für Pflanzenschäden sowohl in den Wörlitzer Anlagen als auch im Luisium ausscheiden.

4.5 Zusammenfassende Bewertung

Die Gehölzentwicklung in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium wird durch einen Komplex von Faktoren bestimmt, die sich z. T. gegenseitig beeinflussen. Durch Überlagerungen kann der Einfluss einzelner Faktoren verstärkt oder abgeschwächt werden.

Vom Boden ausgehend sind, wie die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, folgende Faktoren für die Gehölzentwicklung von besonderer Bedeutung:

- Wasserverhältnisse
- Bodenazidität (pH-Wert)
- Nährstoffverfügbarkeit

Wasserverhältnisse

Der Bodenwasserhaushalt ist in den untersuchten Gebieten stark von den auenformenden Fließgewässern geprägt. Die für Auen kennzeichnenden hohen Amplituden der Grundwasserstände treten allerdings nur im Luisium auf. In den Wörlitzer Anlagen werden die Grundwasserstände durch den über Zu- und Abfluss geregelten Wasserspiegel des Wörlitzer Sees und das Kanalsystem mit Einbindung des Großen und des Kleinen Walloches weitgehend stabilisiert.

Als Konsequenz der hohen Amplitude der Grundwasserstände im Luisium tritt ein unregelmäßiger Wechsel von Feuchte- bzw. Nässeperioden und Trockenperioden auf. In extremer Ausprägung war dies in Form des Hochwassers 2002 und des extrem trockenen Frühjahres 2003 der Fall. Ein derartig extremer Wechsel der Wasserverhältnisse hat nachhaltige Auswirkungen auf die Pflanzenentwicklung. Durch längerfristige Überflutungen kommt es im Boden zu sauerstoffreduzierenden Bedingungen und in der Folge zum Absterben von Teilen des Wurzelsystems der Pflanzen, welches bei den Gehölzen langsamer regeneriert wird als z.B. bei krautigen Pflanzen. Bei Wiedereinstellung von Wasserverhältnissen, die ansonsten eine optimale Versorgung der Gehölze ermöglichen, kommt es durch das reduzierte Wurzelsystem zur Unterversorgung. Dies wirkt sich umso negativer aus, als die Wasserverhältnisse durch Trockenperioden aus dem Optimum geraten.

Obwohl in den Wörlitzer Anlagen die Spitzen der Grundwasseramplituden durch Eindeichung und Regulierungen der Gewässer weitgehend gebrochen werden, können auch hier Extremsituationen in Bezug auf die Bodenwasserverhältnisse auftreten. In den Jahren 2002/2003 kam es zu deutlichen Abweichungen, die aber auf längere Zeiträume betrachtet selten auftreten. 2002 stiegen im Zusammenhang mit dem Elbehochwasser die Gewässer in den Anlagen und das Grundwasser über einige Tage hinweg um bis zu 50 cm an. 2003 führte eine anhaltende Trockenperiode zu einem Abfallen der Wasserspiegel in den Gewässern und im Grundwasser

um ca. 40 cm. Diese Ereignisse haben die im Wasserregime vorhandenen Stressfaktoren für die Gehölze verstärkt.

Die bereits in mehr durchschnittlichen Klimaverläufen aus den Wasserverhältnissen resultierenden Stressfaktoren für die Gehölze sind wie folgt zu kennzeichnen: Überflutungen des Deichvorlandes greifen durch Qualmwasserbildung im Bereich des Walles auf Teile der Gärten über. Im Verbreitungsgebiet der in Kapitel 4.4.1 charakterisierten Stauschicht des Bodens in den Wörlitzer Anlagen kommt es nach ergiebigen Niederschlägen, besonders im Frühjahr, regelmäßig zum Auftreten von Stauwasser mit partiellen Überstauungen der Geländeoberfläche. In der Konsequenz entstehen sauerstoffzehrende Verhältnisse im Boden, die zu einer Reduzierung des durch die Stauschicht in der Tiefenentwicklung ohnehin limitierten Wurzelsystems der Gehölze führen. Die stauenden Wasserverhältnisse im Frühjahr werden im Sommer durch eine Austrocknung der stauwasserführenden Bodenschicht abgelöst, die durch die eingeschränkte Durchwurzelungstiefe sowie infolge der behinderten Wassernachlieferung aus dem Grundwasser (Stauschicht) verstärkt wird. Dadurch können in Teilen der Wörlitzer Anlagen Bedingungen auftreten, die durch einen extremen Wechsel der Wasserverhältnisse mit den beschriebenen negativen Folgen insbesondere für die Gehölze gekennzeichnet sind.

Durch die Regulierung der Grundwasserverhältnisse gibt es in den Wörlitzer Anlagen auch Flächen, die ganzjährig kein pflanzenverfügbares Grundwasser bereitstellen. Dies trifft insbesondere für anthropogene Überhöhungen des Geländes zu, die zu Hochwasserschutz Zwecken (z.B. Deich, Beltwege) oder aus gestalterischen Gründen (u.a. „Weinberg“, „Pfennighügel“) geschaffen wurden. Auf diesen Flächen müssen die angepflanzten Gehölze mit dem pflanzenverfügbaren Anteil aus dem Niederschlagswasser auskommen. Bei Niederschlägen, die im langjährigen Mittel bei etwa 600 mm/a (Datenbestand des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen Anhalt) liegen, können hier bei einzelnen Gehölzarten Defizite in der Wasserversorgung entstehen.

pH-Wert

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass weite Teile der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums im Wurzelraum der Gehölze pH-Werte im stark sauren Bereich aufweisen. In Teilen sind diese Werte so niedrig, dass durch die Freisetzung größerer Mengen von Aluminium (pH-Werte <4,2) pflanzentoxische Bedingungen vorhanden sein können. Aber auch Werte über pH 4,2 sind, sofern sie sich im stark sauren Bereich (pH 4 bis pH 5) befinden, als kritisch einzuschätzen, da das Auftreten dieser Werte mit eingeschränkter Nährstoffnachlieferung gekoppelt ist. Weiterhin wird durch die niedrigen pH-Werte die Stabilität der Bodenaggregate herabgesetzt und damit das Bodengefüge nachteilig beeinflusst (SCHACHTSCHABEL u.a. 1998). Die Gefügestabilität verstärkt die Wirkung der zum Wasserhaushalt dargestellten Probleme der Sauerstoffversorgung.

Die Versauerung der Böden (Zunahme der H-Ionen-Konzentration) ist ein natürlicher Prozess, dessen Dynamik in Mitteleuropa allerdings durch anthropogene Einflüsse seit dem Beginn der Industrialisierung stark zugenommen hat. Natürliche und anthropogene Ursachen der Bodenversauerung sind (SCHACHTSCHABEL u.a. 1998):

- Bildung von Kohlensäure und weiteren organischen Säuren durch mikrobielle Tätigkeit (Abbau organischer Substanz) und durch Wurzelatmung,
- Abgabe von H-Ionen durch Pflanzenwurzeln im Austausch für aufgenommene Nährstoffe,
- saure Niederschläge,
- Oxydation von löslichen Eisen und Mangan-Ionen sowie von Eisen-Sulfiden.

Eine zusätzliche Quelle für negative Ladungen (Versauerung) scheint in den z. T. beträchtlichen Sulfatgehalten zu liegen. In einigen Horizonten wurden hohe Gehalte an Sulfationen festgestellt, denen nicht die für die Neutralisation erforderlichen Gehalte von Kationen gegenüber stehen. Entsprechend weisen diese Horizonte nicht den pH-Wert für Kalziumsulfat (Gips) von ca. 6,4 auf, sondern pH-Werte bis <4. Mit den nicht abgesättigten Sulfatvalenzen ist ein beträchtliches Säurepotenzial vorhanden, das bei der Bemessung von Maßnahmen zur pH-Wert-Anhebung und Düngung berücksichtigt werden muss.

Die zunehmende Bodenversauerung wird als eine der Ursachen für das zunehmende Waldsterben bzw. für die Abnahme der natürlichen Regenerationsfähigkeit der Wälder in Nord- und Mitteleuropa angesehen.

Nährstoffverfügbarkeit

Die effektive Verfügbarkeit eines Nährstoffes für die Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln hängt von einer Reihe von Faktoren ab, von denen das Wurzelwachstum, die Durchfeuchtung des Bodens und die Mikroorganismen-tätigkeit zu den wichtigsten zählen (MENGEL 1979). Direkt verfügbar sind Nährstoffe, die in der Bodenlösung vorliegen. Daneben befinden sich im Boden Nährstoffe in mehr oder weniger fest gebundener Form. Sie spielen für die Nachlieferung in die Bodenlösung eine wichtige Rolle.

Als Maß für das Nährstoffnachlieferungsvermögen kann die effektive Kationenaustauschkapazität dienen, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen als „gering“ bis „sehr gering“ (s. Kapitel 4.4.6) eingeschätzt wurde.

Eine wesentliche Ursache hierfür bilden die überwiegend im stark sauren Bereich liegenden pH-Werte der Böden in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium. Die niedrigen pH-Werte sind verursacht durch den Mangel an basischen Kationen, die aus Tonmineralen und der organischen Substanz freigesetzt werden können um die Bodenlösung zu puffern. Gleichzeitig werden die freien Austauscherplätze durch Wasserstoff- und Aluminiumionen besetzt.

Der normale Versauerungsprozess erfolgt durch Einträge von Anionen (Sulfat, Nitrat, Humus-säuren), durch die Kationen aus dem Austauscherkomplex gelöst und durch Auswaschung ausgetragenen werden. Nährstoffe gehen dem Stoffkreislauf im System Boden-Pflanze und damit für die Ernährung der Pflanzen dauerhaft verloren. Die Auswaschung ist in den untersuchten Gebieten jedoch wegen der negativen Wasserbilanz die wichtigste Ursache für Nährstoffverluste. Nährstoffe werden auch durch die Pflanzen aufgenommen und damit dem Boden entzogen. In natürlichen Ökosystemen werden die Nährstoffe größtenteils durch die Zersetzung des abgestorbenen Pflanzenmaterials in den Boden zurückgeführt. Die geringen Verluste werden durch die Verwitterung des Bodenausgangsgesteines nachgeführt. In den Gärten dagegen werden Rasenschnitt und große Teile des anfallenden Bestandesabfalles der Gehölze im Zuge von Pflegemaßnahmen entfernt und damit dauerhaft entzogen. Ein adäquater Nährstoffersatz durch die Verwitterung des Ausgangsgesteins kann aus den karbonatfreien Auensedimenten nicht erfolgen.

Als Folge von anthropogenem Austrag und/oder Auswaschung, ist der Nährstoffstatus der Böden in den Gärten sehr niedrig, erkennbar an den geringen Gehalten wasserlöslicher Nährionen (insbesondere Phosphat und Nitrat).

Phosphat wird in den grundwasserbeeinflussten Böden in den im Wurzelraum verstärkt vorkommenden Eisenmineralen gebunden und damit für Pflanzen unzugänglich. Die im Profil vorhandenen Nitratvorräte werden in den Bereichen die, z. B. durch Stauwasser im Frühjahr, zeitweilig reduzierende Bedingungen aufweisen, mineralisiert werden, d.h. der Sauerstoff abgespalten und der Stickstoff gasförmig freigesetzt. Dadurch sind die unteren Profileile weitgehend nitratfrei und bilden keine Reserve für die Nährstoffversorgung.

KRONAUER (2004) weist darauf hin, dass mit zunehmender Versauerung auch Spurenelemente, wie das für die Stickstoffversorgung von Bäumen wichtige Molybdän, schlechter verfügbar werden. Bäume benötigen Molybdän um Nitrat, als welches Stickstoff von Bäumen aufgenommen werden kann, zu Ammonium zu reduzieren. Die schlechte Verfügbarkeit von Molybdän wird als eine mögliche Ursache angesehen, warum in Waldgebieten Baden-Württembergs trotz anhaltend hoher Stickstoffeinträge aus der Luft ein deutlicher Rückgang in der Stickstoffversorgung in stärker versauerten Böden festgestellt wurde.

5. Oberflächengewässer und Grundwasser

5.1 Aufgabenstellung

Das Ziel der nachfolgend beschriebenen Untersuchungen der Oberflächenwässer und des Grundwassers im Bereich der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums ist die Erkundung der hydrodynamischen Verhältnisse sowie der Grund- und Oberflächenwasserbeschaffenheiten. Dazu ist ein Grund- und Oberflächenwassermonitoring durchzuführen.

Zur Qualifizierung des Grundwassermonitorings waren im Bereich der Ortslage Wörlitz drei Grundwassermessstellen zu errichten. Dazu waren Ausschreibungsunterlagen zu erstellen und die Bohrarbeiten fachtechnisch zu begleiten.

Zur Verbesserung der Beobachtung der Oberflächengewässer waren außerdem die Wehrtafeln an den Überfallwehren der Seen der Wörlitzer Anlagen zu erneuern.

Parallel zu den technischen Arbeiten wurde ein regelmäßiges Oberflächen- und Grundwassermonitoring durchgeführt. Dabei waren monatlich eine kleine Messrunde sowie jeweils einmal im Frühjahr und im Herbst eine große Messrunde durchzuführen. Die Messrunden unterschieden sich sowohl hinsichtlich der anzufahrenden Messpunkte als auch hinsichtlich des zu bestimmenden Parameterumfangs. Bei einer kleinen Messrunde wurden die Milieuparameter Leitfähigkeit, pH-Wert, Redoxpotenzial, Sauerstoffgehalt und Temperatur der Wässer bestimmt und ggf. wurden Wasserspiegel und Durchflussmengen gemessen. Bei den großen Messrunden wurden noch zusätzliche Oberflächenwassermessstellen im weiteren Umfeld der Wörlitzer Anlagen angefahren. Neben der Bestimmung der o.g. Parameter erfolgte eine Wasserprobenahme und Analyse der Wässer im Labor. In der Tabelle 5-1 sind die Probenahmepunkte aufgelistet. Aus der Abbildung 5-1 sowie der Abbildung 5-13 geht deren Lage hervor.

Die Untersuchung des direkten Umfeldes der Gärten diente dazu, die hydrodynamischen und hydrochemischen Zustände im Hinblick auf die Ursachen des schlechten Zustandes der Gehölze zu ermitteln. Mit der Beprobung von Wässern des weiteren Umfeldes der Wörlitzer Anlagen sollte hingegen deren Beschaffenheit hinsichtlich ihrer Eignung die zur Stützung des Wasserspiegels der Wörlitzer Seen untersucht werden.

Der Leiner Graben wurde nachträglich in das Monitoringprogramm aufgenommen, konnte jedoch nur im Juni 2004 beprobt werden. Anlässlich der großen Messrunde im Herbst 2004 verhinderten Wasserbauarbeiten die Beprobung. Diese Bauarbeiten hielten bis zur letzten Probenahme im November 2004 an.

Neben den genannten Messpunkten wurden vom Mitteldeutschen Institut für Angewandte Standortkunde und Bodenschutz die Grundwassermessstellen GWM 1/04 bis GWM 5/04 niedergebracht. Sie dienen primär bodenkundlichen Untersuchungen. Zu den Messstellen liegen keine Ausbaupläne vor, sie sollen jedoch bis in den Grundwasserleiter reichen. Die Grundwasserspiegel wurden einmalig gemessen und bei der Auswertung berücksichtigt.

Tabelle 5-1: Probenahmepunkte des Monitoringprogramms

Bezeichnung	Bereich	Art
Auslauf Kettenbrückenkanal	Wörlitz	OW
Brücke Wassermühlenfahrt	Wörlitz	OW
Fließgraben/Brücke B107	Wörlitz	OW
Friederikenbrücke	Wörlitz	OW
Rousseauinsel/Alter Forthgraben	Wörlitz	OW
Verbindungsgraben (Wiesenweg/Steg)	Wörlitz	OW
Feuerlöschbrunnen Wörlitz	Wörlitz	GW
GWM 4140 5339	Wörlitz	GW
GWM 4140 5344	Wörlitz	GW
GWM 4140 5345	Wörlitz	GW
GWM 4140 5347	Wörlitz	GW
GWM 4140 6900	Wörlitz	GW
GWM Gärtnerei	Wörlitz	GW
GWM HyWoe 1/02	Wörlitz	GW
GWM HyWoe 2/02	Wörlitz	GW
GWM HyWoe 1/04	Wörlitz	GW
GWM HyWoe 2/04	Wörlitz	GW
GWM HyWoe 3/04	Wörlitz	GW
Interlaken	Luisium	OW
Nordende Teich Luisium	Luisium	OW
Südende Teich Luisium	Luisium	OW
Feuerlöschbrunnen Luisium	Luisium	GW
GWM 11/69 OP	Luisium	GW
GWM 11/69 UP	Luisium	GW
GWM 4139 0197	Luisium	GW
Auslauf Bergwitzsee	weiteres Umfeld Wörlitz	OW
Brücke Fließgraben	weiteres Umfeld Wörlitz	OW
Durchlass Schrottemühlenbach	weiteres Umfeld Wörlitz	OW
Leiner Graben	weiteres Umfeld Wörlitz	OW
Schrottemühlenbach/Ziegeleibrücke	weiteres Umfeld Wörlitz	OW

OW: Oberflächengewässer, GW: Grundwasser

Abbildung 5-1: Lageplan Messpunkte Wörlitzer Anlagen und deren weiteres Umfeld



5.2 Methodik

5.2.1 Qualifizierung des Messnetzes

5.2.1.1 Neue Grundwassermessstellen

Zur Vervollständigung des Grundwassermessnetzes im Bereich Wörlitz wurden drei neue Grundwassermessstellen errichtet. Ihre Lage ist aus der Abbildung 5-9 ersichtlich. Die Messstellendokumentationen sind in Anlage 3, Anhang Wasser aufgeführt. Die Grundwassermessstellen sind ca. 15 m tief und erfassen die feinkiesigen Mittel- bis Grobsande des quartären Grundwasserleiters. Die Messstellen sind auf Grund des relativ mächtigen Grundwasserleiters unvollständig ausgebaut. Da sie der Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit dienen, wurde ein Ausbaudurchmesser von DN 125 gewählt.

Nach Fertigstellung der Grundwassermessstellen wurden einstündige Kurzpumpversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrundes durchgeführt. Die sehr gute Durchlässigkeit des Grundwasserleiters bewirkte, dass sich sehr schnell eine Beharrung des Wasserspiegels einstellte. Die Auswertung des Absenkungsverlaufes konnte daher nicht erfolgen. Die k_f -Werte wurden statt dessen nach dem Verfahren von LOGAN ermittelt.

Tabelle 5-2: Auswertung der Kurzpumpversuche

	Hy Woe 1/04	Hy Woe 2/04	Hy Woe 3/04
Ruhewasserspiegel [mNN]	60,30	60,27	
Wassersäule [m]	11,4	13,7	11,9
Fördermenge [m ³ /h]	3,5	3,5	3,5
Absenkung [m]	0,1	0,09	0,08
Transmissivität [m ² /s]	1,2E-02	1,3E-02	1,5E-02
k_f [m/s]	1,0E-03	9,6E-04	1,2E-03

Die ermittelten Durchlässigkeiten sind für den quartären Grundwasserleiter der Elbtalwanne typisch.

5.2.1.2 Erneuerung der Messwehre

Um den Wasserhaushalt der Oberflächengewässer der Wörlitzer Anlagen bilanzieren zu können, waren die Zu- und Abflussmengen zu den Gewässern im Rahmen des Monitorings zu bestimmen. Die drei Abflüsse werden durch Überfallwehre geregelt. Es handelt sich dabei um die Abläufe an der Friederikenbrücke, dem Alten Forth-Graben an der Rousseauinsel sowie dem Kettenbrückenkanal. An allen genannten Abflüssen kann der Seewasserspiegel durch das Einsetzen und Entfernen von Wehrtafeln erhöht bzw. abgesenkt werden. An Hand der Überfallhöhe des Wassers kann die abfließende Wassermenge bestimmt werden.



Abbildung 5-2: Biberkerbe in der Wehrtafel an der Friederikenbrücke

Durch Undichtigkeiten und Umläufigkeiten der wasserbaulichen Anlagen war eine exakte Messung jedoch nicht möglich. Hinzu kamen Schäden durch Biberbiss (s. Abbildung 5-2). Daher wurden die Überfallwehre erneuert, um die Dichtheit der Anlage und ein ausschließliches Überströmen über die Wehrtafel zu garantieren. Die notwendigen Eingriffsmöglichkeiten zur Regulierung des Seewasserspiegels mussten auch nach der Erneuerung gegeben bleiben. Außerdem war eine Vorrichtung vorzusehen, die unbefugte Manipulation an der Wehranlage verhindert bzw. erschwert.

An folgenden Oberflächenwassermessstellen, die bisher nicht mit einer Pegellatte zur Bestimmung der Wasserspiegelhöhe ausgerüstet waren, wurden neue Pegellatten errichtet:

- Ablauf Alter Forth-Graben
- Zulauf Brücke Wassermühlenfahrt (jeweils eine Messlatte oberhalb und unterhalb der Brücke)
- Teich Luisium



Abbildung 5-3: Friederikenbrücke nach Erneuerung der Wehrtafeln

5.2.1.3 Einmessung der Oberflächenwasser- und Grundwassermessstellen

Nach Abschluss der Ertüchtigung der Wehranlagen erfolgte eine Einmessung der neuen Grundwasser- und Oberflächenwassermessstellen. Bei dieser Gelegenheit wurden auch die Pegel, deren Lage und Höhe nicht genau bekannt war, mit eingemessen. Die Vermessung wurde von der Geometrik Ingenieurgesellschaft Dessau GmbH durchgeführt. In der Tabelle 5-3 sind die ermittelten Koordinaten verzeichnet.

Tabelle 5-3: Vermessungsergebnisse der einzumessenden Grundwassermessstellen und Lattenpegel

Messstelle	Rechtswert	Hochwert	Höhe (DHHN 92)*
GWM HyWoe 1/02	4530618,20	5745185.74	63,08
GWM HyWoe 2/02	4531004,00	5744943.25	62,77
GWM HyWoe 1/04	4530274,22	5744742.68	64,21
GWM HyWoe 2/04	4530507,36	5745814.3	62,55
GWM HyWoe 3/04	4528253,98	5745624.27	63,14
GWM Gärtnerei	4528981.89	5746410.38	61,39
Feuerlöschbrunnen Wörlitz	4529490.37	5745169.95	62,99
Feuerlöschbrunnen Luisium	4518976.62	5746322.21	60,54
Auslauf Friederikenbrücke	4528728.36	5745694.73	60,48
Auslauf Alter Forthgraben	4528587.26	5745937.29	60,51
Auslauf Kettenbrückenkanal	4529004.83	5746622.08	60,47
Zulauf Brücke Wassermühlenfahrt oberhalb	4530426,92	5745741,27	61,06
Zulauf Brücke Wassermühlenfahrt unterhalb	4530400,18	5745757,43	60,83
Teich Luisium	4518913,89	5746241,43	57,73

* Höhe betrifft Rohroberkante bei Grundwassermessstellen und Pegellattenoberkante bei Lattenpegeln

5.2.2 Grundwasserstandsmessungen

Die Ermittlung des Grundwasserstandes erfolgte an allen Grundwassermessstellen. Darüber hinaus wurde auch an den Abläufen der Oberflächengewässer der Wörlitzer Anlagen Wasserstandsmessungen vorgenommen. Nach der Errichtung der Pegellatten konnten auch am Zulauf Brücke Wassermühlenfahrt und am Teich im Luisium Wasserspiegelmessungen vorgenommen werden.

5.2.3 Durchflussmessungen

In den Wörlitzer Anlagen gibt es drei wesentliche Oberflächengewässer, das Große und Kleine Walloch sowie den Wörlitzer See. Die Gewässer sind mit einem Kanalsystem verbunden. Sie

werden vom Hoppgraben aus östlicher bzw. südlicher Richtung gespeist. Einen weiteren Zufluss stellt der Leiner Graben dar, welcher vom Schönitzer See über wasserbauliche Anlagen (Wasserkreuz) gesteuert werden kann. Dieser zweite Zulauf wurde im Juni 2004 zusätzlich in das Monitoring aufgenommen. Auf Grund von Bauarbeiten an den wasserbaulichen Anlagen war jedoch im Anschluss keine weitere Messung möglich. Gegenüber dem Hoppgraben sind die Zuflussmengen aus dem Schönitzer See als gering einzuschätzen.

Der Zufluss zu den Oberflächengewässern der Wörlitzer Anlagen erfolgt über den so genannten Zulauf Wassermühlenfahrt. Als Messpunkt am Zulauf wurde die Brücke am Holzhof gewählt. Dem Zulauf stehen im Westen drei Abläufe gegenüber:

- Ablauf Friederikenbrücke (Neuer Forthgraben),
- Ablauf Rousseauinsel (Alter Forthgraben),
- Ablauf Kettenbrückenkanal.

Alle drei Abläufe werden durch Rechtecküberfallwehre gebildet, an denen eine Steuerung der Wasserspiegels der Oberflächengewässer möglich ist.

Die Bestimmung der Durchflussmengen der Oberflächengewässer der Wörlitzer Anlagen erfolgte an den Abläufen durch Messung der Überfallhöhen. Daraus wurden mit dem vereinfachten Verfahren nach REHBOCK die ablaufenden Wassermengen bestimmt. Am Kettenbrückenkanal treten die ablaufenden Wässer aus zwei Tonrohren aus, so dass hier ein Auslitern der Wassermenge möglich war.

Am Zulauf wurden die Strömungsgeschwindigkeiten mittels Schwimmer und Messflügel bestimmt. An Hand des durchströmten Querschnittes konnten die Zuflussmengen abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse der Durchflussmessungen müssen als relativ ungenau angesehen werden. Das ist zum einen in der Messmethodik begründet. Zum anderen gab es verschiedene zusätzliche Fehlerquellen:

- An den alten Wehranlagen gab es Umläufigkeiten, die messtechnisch nicht in jedem Fall erfasst werden konnten. Auch die erneuerten Wehrtafeln wurden zu Beginn noch erheblich unterströmt. Ursache hierfür sind die Betoneinfassungen, welche an der Basis meist leicht gewölbt sind.
 - An der Friederikenbrücke hatte ein Biber eine Kerbe in die Wehrplatte genagt, so dass kein definierter Überfall des Wassers erfolgte. Die Bestimmung der Volumenstroms ist dadurch erschwert. Die erneuerten Wehrtafeln enthalten einen Blechbeschlag an der Krone, so dass dies in Zukunft verhindert wird.
 - Teilweise waren im Vorfeld der Messung Eingriffe an den Wehranlagen vorgenommen worden, die dazu führten, dass die gemessenen Mengen nicht den natürlichen Verhält-
-

nissen entsprachen. Später fanden Abstimmungen zwischen AG und AN statt, so dass vor der Messung die Wehrtafeln nicht verändert wurden.

- Am Zulauf war der durchströmte Querschnitt oft nicht genau zu bestimmen. Durch angespültes Geröll und Äste wurde die Strömung oft behindert. Anlässlich der Novembermessung wurde ein von Bibern geschaffener Damm knapp unterhalb der Brücke angetroffen, welcher das Wasser ca. 30 cm aufstaute.

Unabhängig von diesen Fehlerquellen konnten die generellen hydrodynamischen Verhältnisse ausreichend genau bestimmt werden.

5.2.4 Untersuchungen der Grundwasserbeschaffenheit

Die Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit gliederte sich in die Untersuchung der Milieuparameter sowie die Beprobung von Grund- und Oberflächenwässern und Bestimmung verschiedener hydrochemischer Parameter. Die Bestimmung der Milieuparameter erfolgte monatlich. Die Grundwasserprobenahme und Analyse wurde im Rahmen der großen Messrunden im Mai und Oktober 2004 an ausgewählten Grundwassermessstellen durchgeführt.

Die Analyse der Grundwasserproben erfolgte durch die Analytikum Umweltlabor GmbH in Merseburg.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Hydrodynamik

Die Grundwasserströmung ist im Bereich der Wörlitzer Anlagen Ost-West ausgerichtet. Die Oberflächengewässer haben meist eine grundwasserentlastende Funktion. Das Luisium befindet sich im Mündungsgebiet der Mulde in die Elbe. Die Grundwasserfließrichtung ist daher auch vom Süd-Nord gerichteten Abfluss der Mulde beeinflusst.

Zur Darstellung der allgemeinen hydrographischen Situation wurden die frei zugänglichen meteorologischen Daten der Wetterstation Magdeburg herangezogen. Demnach liegt die mittlere Jahresniederschlagssumme der letzten 30 Jahre bei 497 mm/a. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 9,2 °C. In der Abbildung 5-4 sind die monatlichen Niederschlagssummen für die Jahre 2003 und 2004 dargestellt.

Auf Grund der Nähe zum Hauptvorfluter Elbe sind die Grundwasserstände sowohl in Wörlitz als auch im Bereich Luisium vom Wasserstand der Elbe abhängig. Daher wurde beim Wasser- und Schifffahrtsamt Dresden die Pegelstände der beiden nächstgelegenen Pegel Wittenberg und Dessau abgefragt. In der Abbildung 5-5 sind die Ganglinien der beiden Pegel dargestellt.

Die Wasserstandsentwicklung an beiden Pegeln verläuft fast parallel. Der Pegel Dessau liegt ca. 9,5 m niedriger. Die Ganglinien zeigen im ersten Halbjahr 2004 größere Ausschläge; Sommer und Herbst zeichnen sich durch gleichmäßig niedrige Wasserstände aus. Ein Vergleich der Wasserstände mit den Daten der Wetterstation Magdeburg ist nicht zulässig, da sie nicht im Einzugsgebiet der Elbe liegt.

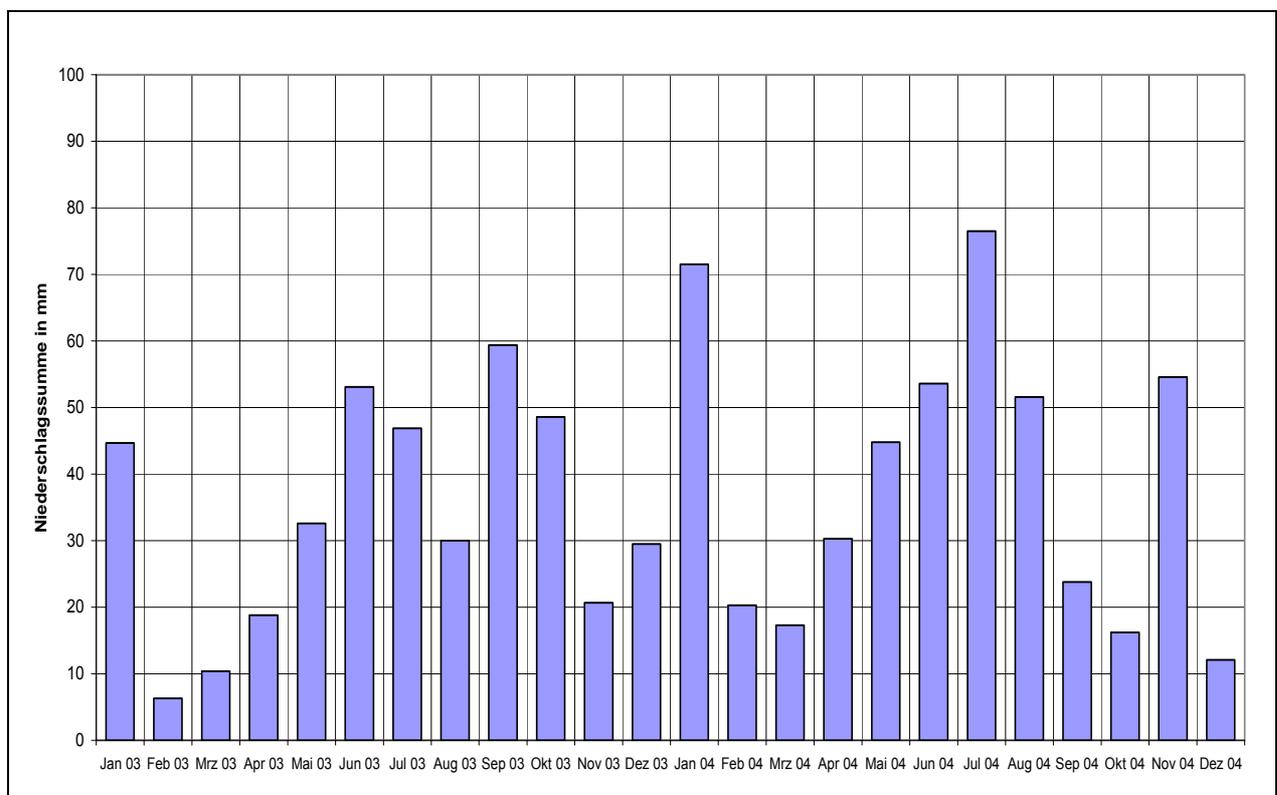


Abbildung 5-4: Monatsniederschlagssummen der Wetterstation Magdeburg

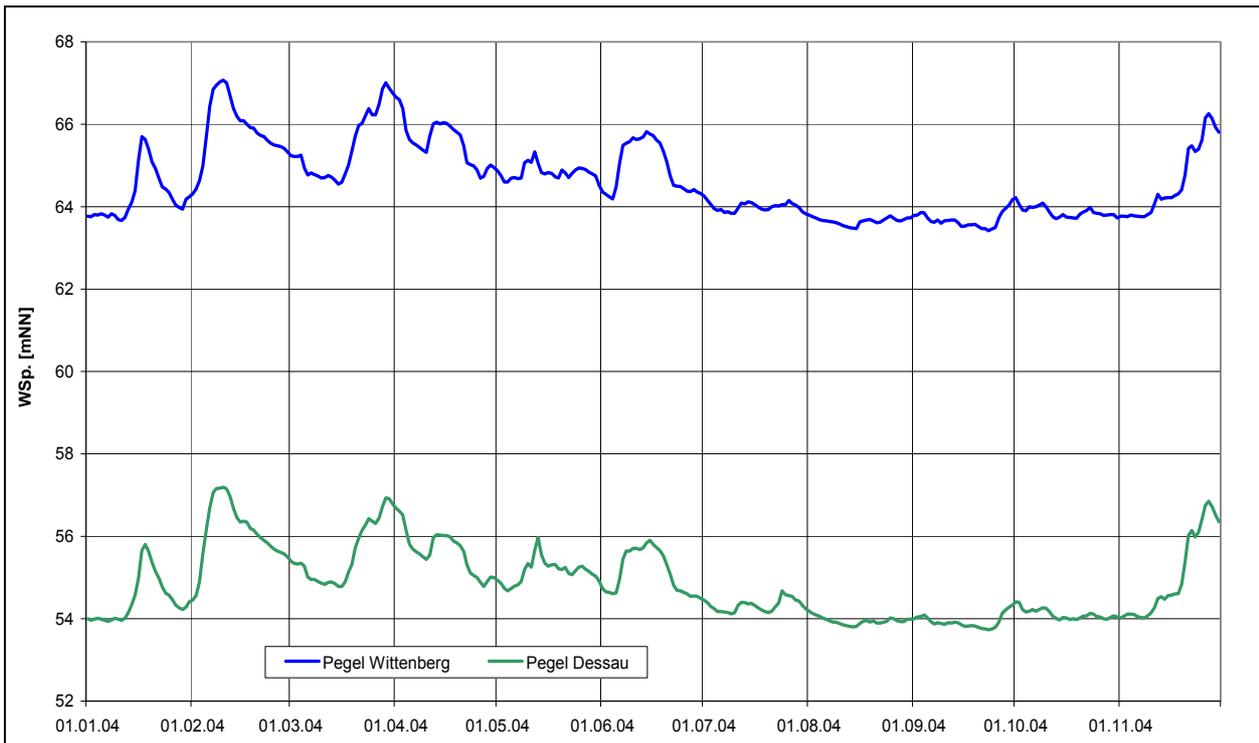


Abbildung 5-5: Wasserspiegelentwicklung der Elbpegel Wittenberg und Dessau

Die Extremwerte im Jahr 2004 sind in der Tabelle 5-4 verzeichnet. Die maximalen Wasserspiegeldifferenzen betragen in diesem Zeitraum 3,65 m.

Tabelle 5-4: Extremwerte der Flusspegel Wittenberg und Dessau im Jahr 2004

	Pegel Wittenberg	Pegel Dessau
niedrigster Wasserstand 2004	63,42 mNN	53,73 mNN
höchster Wasserstand 2004	67,07 mNN	57,19 mNN
mittlerer Wasserstand 2004	64,61 mNN	54,85 mNN

Wörlitzer Anlagen

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden an verschiedenen Grundwassermessstellen regelmäßig die Wasserstände gemessen. In Abbildung 5-6 und Abbildung 5-12 sind die Ganglinien ausgewählter Messstellen dargestellt, in der Anlage 3, Anhang Wasser (Tabelle 5.1) sind alle Messwerte aufgelistet. Zusätzlich zu den im Rahmen dieser Untersuchung erhobenen Daten wurden ältere Messungen des Landesamtes für Geologie und Bergwesen (LAGB) in die Darstellungen einbezogen.

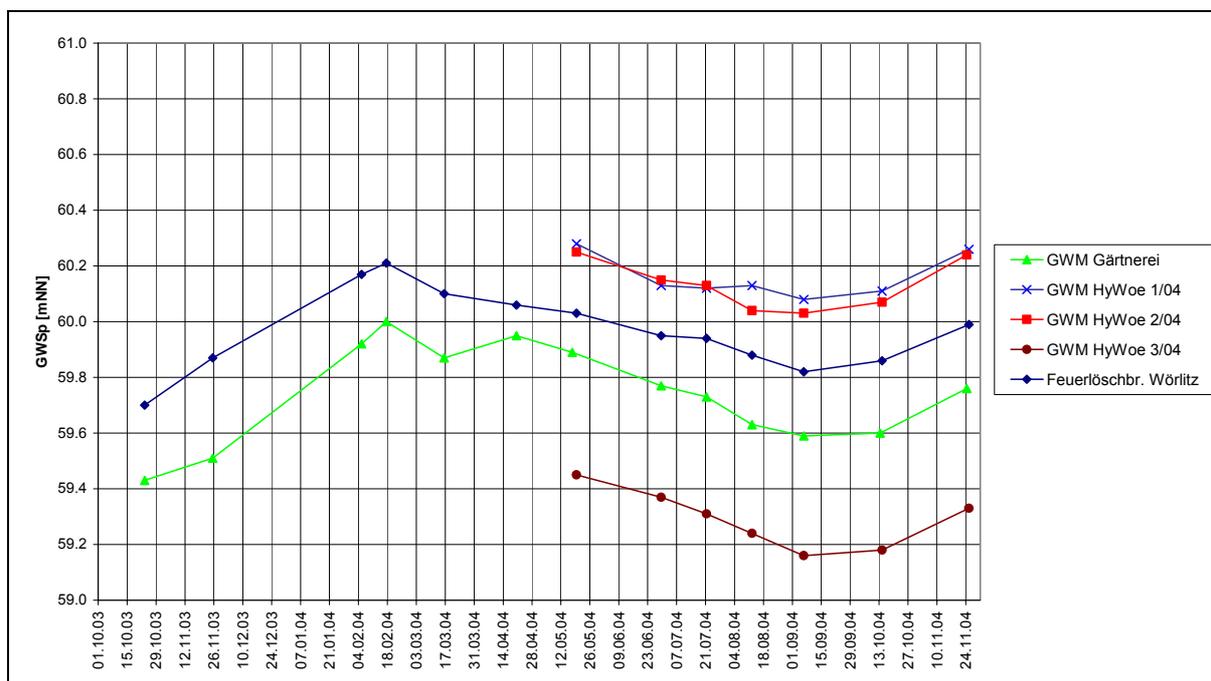


Abbildung 5-6: Ganglinien der Grundwasserstände ausgewählter GWM im Bereich der Wörlitzer Anlagen

Es bestätigte sich die Vermutung, dass die Grundwasserstände stark an den Wasserspiegel der Elbe gekoppelt sind. Als Ursache hierfür ist wahrscheinlich nicht allein die hydraulische Kommunikation des Grundwassers mit dem Vorfluter zu nennen. Wie später noch gezeigt wird, weisen hydrochemische Befunde darauf hin, dass größere Niederschläge sehr rasch in den Grundwasserleiter infiltrieren. Diese Starkniederschläge machen sich natürlich auch beim Elbwasserstand bemerkbar.

Wie im Abschnitt 5.2.3 dargelegt, wurden zur Überwachung der Oberflächengewässer der Wörlitzer Anlagen vier Messpunkte ausgewählt. Sowohl am Zufluss als auch an den drei Abflüssen wurden im monatlichen Rhythmus die Wasserstände und Durchflussmengen bestimmt. In der

Abbildung 5-7 sind die Wasserstände am Zulauf sowie am Ablauf Alter Forthgraben gegenübergestellt (die Abläufe unterscheiden sich in ihren Wasserspiegelhöhen fast nicht). Zusätzlich wurde der Grundwasserspiegel an der Grundwassermessstelle Hy Woe 2/04 mit angegeben, welcher in der Nähe des Messpunkte Zulauf Wassermühlenfahrt liegt.

Im Frühjahr 2004 befand sich der Wasserspiegel am Zulauf ca. 3 bis 6 cm oberhalb des Ablaufes; der Grundwasserstand lag höher, so dass der Zulauf als Vorfluter wirkte. Die sommerliche Trockenheit führte bis zum August zu einem Absinken des Wasserstandes und damit zu einer Reduzierung der Zuflussmenge; die Wasserspiegel am Zu- und Ablauf haben sich im August angeglichen. Zu den Herbstmessungen waren die Wasserspiegeldifferenzen zwischen Zu- und Ablauf wesentlich höher. Außerdem stieg der Wasserspiegel am Zulauf bis oberhalb des Grundwasserstandes an. Während im September und Oktober noch allgemein niedrige Grundwasserstände im Bereich der Wörlitzer Anlagen vorherrschten (Abbildung 5-6), stieg der Wasserspiegel und damit auch die Wassermengen des Hoppgrabens bereits ab September 2004 an. Die zusätzlichen Wassermengen müssen demnach aus dem weiteren Einzugsgebiet des Hoppgrabens, welches bis zum Bergwitzsee reicht, stammen.

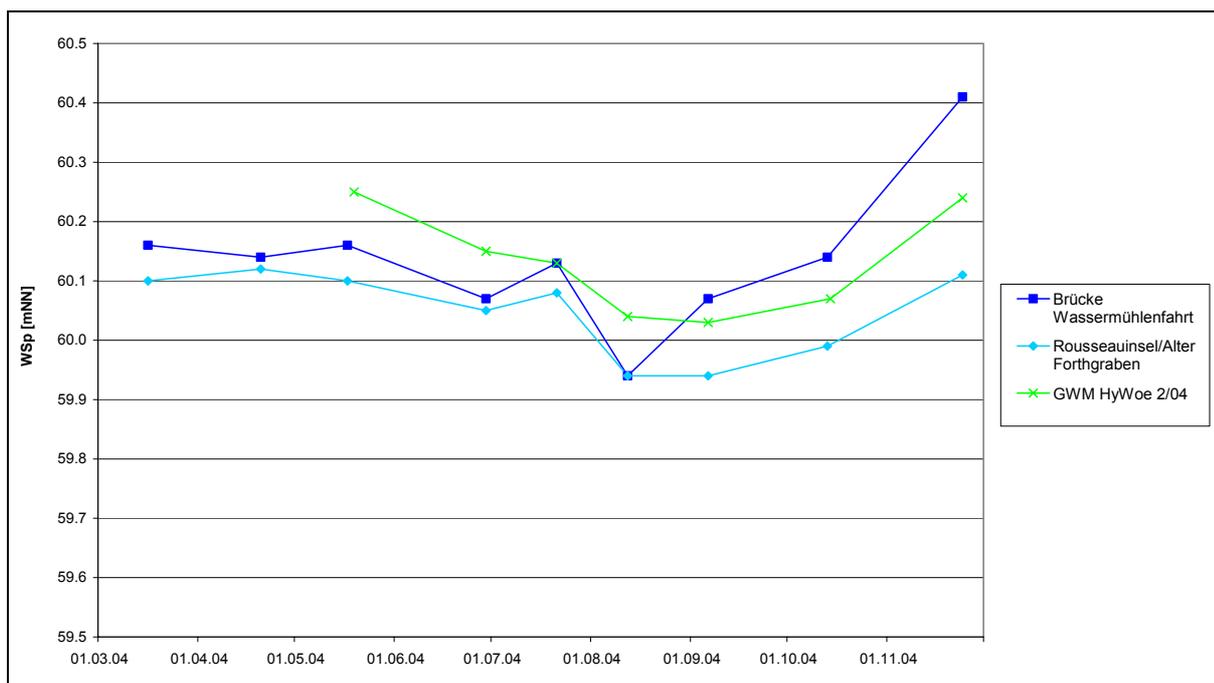


Abbildung 5-7: Wasserspiegelentwicklung am Zu- und Ablauf der Seen der Wörlitzer Anlagen

In der Abbildung 5-8 sind die Zu- und Ablaufmengen gegenüber gestellt. Neben den Messungen, die im Rahmen dieser Untersuchungen erfolgten, wurden auch ältere des LAGB mit dargestellt. Die Zulaufmengen folgen dem typischen Jahresgang mit maximalen Wassermengen im Frühjahr und minimalen im Sommer. Die Zulaufmengen sind bei jeder Messung wesentlich größer als die ablaufenden gewesen. Die abfließenden Wassermengen treten nur dann in merkli-

cher Größenordnung auf, wenn die Zulaufmengen größer als $500 \text{ m}^3/\text{h}$ sind. In jedem Falle ist von einem Wasserverlust in den Seen der Wörlitzer Anlagen auszugehen. Auf Grund der Größenordnung kann dieser Verlust nicht mit der Verdunstung über den freien Wasserflächen erklärt werden. Oberflächenwasser aus den Seen versinkt in großem Maße ins Grundwasser.

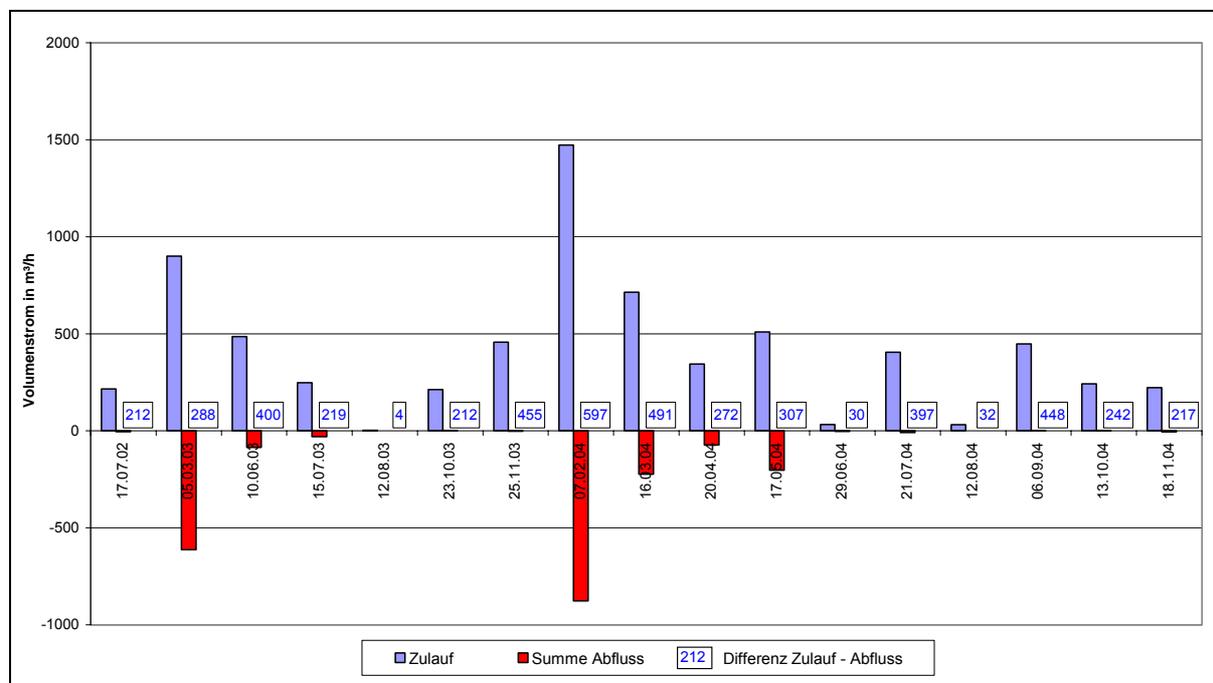


Abbildung 5-8: Vergleich der zu den Seen der Wörlitzer Anlagen zu- und abströmenden Wassermengen

Als Ursache hierfür ist der Ausspiegelungseffekt der Seen zu nennen. Die Seen stellen eine Grundwasserblänke dar. An Grundwasserblänken wird der eigentlich geneigte Grundwasserspiegel horizontal ausgespiegelt. Das führt dazu, dass auf der grundwasseranstromigen Seite Grundwasser in den See infiltriert und auf der abstromigen Seite Seewasser in das Grundwasser infiltriert. Normalerweise gleichen sich beide Volumenströme in etwa aus. Die Seen der Wörlitzer Anlagen werden jedoch auf der anstromigen mit Wasser aus dem Hoppgraben gespeist. Auf der abstromigen Seite werden sie durch die Wehranlagen zusätzlich aufgestaut. Daher überwiegt die Oberflächenwasserinfiltration in das Grundwasser. Dieser Effekt wird durch die Ausrichtung der Seen parallel zur Grundwasserströmungsrichtung noch vergrößert.

Die Auswirkungen dieses Ausspiegelungseffektes auf die lokale Hydrodynamik wird an Hand der Grundwassergleichenpläne deutlich (Abbildung 5-9). Die generell Ost-West gerichtete Grundwasserströmung wird im östlich Anstrom zu den Wörlitzer Anlagen zu den Seen hin abgelenkt. Die Seen wirken als Grundwassersenke. Im westlichen Teil der Anlagen ist der Seewasserspiegel gegenüber natürlichen Grundwasserverhältnissen angestaut. Im westlichen Abstrom reißt der Wasserspiegel daher schnell ab was einen steilen Gradient der Grundwasseroberflä-

che nach sich zieht. Im westlichen Bereich der Seen macht sich die Speisung aus dem Oberflächenwasser auch an der nach Norden Westen und Süden abfallenden Grundwasseroberfläche bemerkbar.

Die hydrodynamischen Verhältnisse zwischen Mai und Oktober 2004 (Abbildung 5-9) unterscheiden sich kaum. Im Oktober wurden die im Abschnitt 5.1 erwähnten Grundwassermessstellen GWM 1/04 bis GWM 4/04 berücksichtigt. Die Grundwasserspiegel innerhalb der Wörlitzer Anlagen werden durch den Ausspiegelungseffekt der Seen in starkem Maße vergleichmäßig. Gegenüber natürlichen Verhältnissen ist die Schwankungsamplitude des Grundwasserstandes erheblich reduziert.

Die beschriebenen hydrodynamischen Verhältnisse zeichnen sich also durch eine ständige Abgabe von Oberflächenwasser der Wörlitzer Seen an das Grundwasser aus. Vor diesem Hintergrund müssen die Überlegungen bezüglich einer Stützung des Seewasserspiegels durch das Heranführen weiterer Wässer aus dem Anstrom als nicht sachdienlich angesehen werden. Die Erhöhung der Speisungsmenge würde nur eine Erhöhung der Versickerungsrate nach sich ziehen. Darauf weisen auch Beobachtungen des LAGB hin, die am 10.07.2002 nach einer Wasserspiegelabsenkung der Seen um ca. 10 cm durch unbefugtes Entfernen der Wehrtafeln den Wiederanstieg des Seewasserspiegels beobachteten. Drei Stunden nach Wiedereinsetzen der Wehrtafeln war der Seewasserspiegel um 1,5 cm angestiegen. Aus der Fläche der Seen ergibt sich eine Speisungsmenge von ca. 3.270 m³. Infolge der sommerlichen Trockenheit führte der Hauptzufluss an der Brücke Wassermühlenfahrt kein Wasser. Die Zuflussrate von > 1.000 m³/h ergab sich demnach ausschließlich durch einen Grundwasserzustrom. In der gleichen Größenordnung wären die Versickerungsraten bei vergrößertem Zufluss von Oberflächenwasser zu erwarten.

Die hydrodynamische Bewertung, dass keine Notwendigkeit für die weitere Zuführung von Wasser aus dem Hoppgraben in den südlichen Schlauch des Wörlitzer Sees zur Stützung des Seewasserspiegels besteht, hebt nicht Bedeutung dieser Maßnahme aus limnologischer Zielstellung auf. Zur Verringerung der Gefahr der Wasserblüte und des Umkippen des Gewässers ist ein stärkerer Austausch des Wasserkörpers durch Heranführung von zusätzlichem Wasser insbesondere zum relativ isoliert liegenden südlichen Seeschlauch durchaus als erforderlich anzusehen. Darüber hinaus ist die Aktivierung der ursprünglichen zweiten Seeinspeisung ein wesentliches gartenhistorisches Anliegen.

An Hand der Grundwassergleichenpläne der Frühjahrs- und Herbstmessung und eines digitalen Geländemodells wurden Flurabstandspläne für den Bereich der Wörlitzer Anlagen erstellt (Abbildung 5-10 und Abbildung 5-11). Auf Grund des Ausspiegelungseffektes der Seen und ihrer Konfiguration ist die Grundwasseroberfläche relativ eben. Dementsprechend wird der Flurabstand hauptsächlich von der Oberflächenmorphologie bestimmt. Der Deich und die erhöhten Bereiche am Schloss und in Neumarks Garten treten deutlich hervor.

Abbildung 5-9: Grundwassergleichenplan Wörlitzer Anlagen, Mai und Oktober 2004

Abbildung 5-10: Grundwasserflurabstände Wörlitzer Anlagen Mai 2004

Abbildung 5-11: Grundwasserflurabstände Wörlitzer Anlagen Oktober 2004

Luisium

Vergleicht man die Grundwasserspiegelganglinien der Wörlitzer Messstellen mit denen des Luisiums, so zeigt sich eine etwas höhere Amplitude der Grundwasserspiegelschwankungen im Bereich Luisium. Dadurch wird der sommerliche Niedrigwasserstand etwas später erreicht. Im Wesentlichen kann jedoch von den gleichen hydrodynamischen Verhältnissen ausgegangen werden.



Abbildung 5-12: Ganglinien der Grundwasserstände ausgewählter GWM im Bereich des Luisiums

Im Umfeld des Luisiums wurden drei Grundwassermessstellen beobachtet. Außerdem ist der Wasserspiegel des zentralen Teichs beobachtet worden. Dieser Teich ist zu- und abflusslos und stellt somit sehr wahrscheinlich eine Grundwasserblänke dar. Die geringe Anzahl der Grundwassermessstellen und deren ungünstige Konfiguration lassen die Erstellung eines Grundwassergleichplanes nicht zu. Somit können auch keine Flurabstandspläne ermittelt werden. Zur Verdeutlichen der lokalen hydrodynamischen Verhältnisse wurden in der Abbildung 5-13 die ermittelten Wasserstände kartographisch dargestellt.

Es deutet sich eine Süd-Nord gerichtete Grundwasserströmung parallel zur Mulde in Richtung Elbe an. Dafür sprechen auch die östlich und westlich der Anlagen verlaufenden Gräben. Der Wasserstand im Teich Luisium ist in jedem Fall am höchsten. Im benachbarten Feuerlöschbrunnen ist der Grundwasserspiegel im Frühjahr nur geringfügig niedriger. Im Oktober ist jedoch

ein vergleichsweise starkes Grundwassergefälle zu verzeichnen. Wahrscheinlich ist der Boden des Teiches kolmatiert, so dass sich ein hydraulischer Widerstand zwischen Oberflächen- und Grundwasser einstellt und sich der Ausgleich damit verlangsamt.

An der GWM 4139 0197 war der Grundwasserspiegel immer höher als am Feuerlöschbrunnen. Es besteht daher die Möglichkeit, dass die Grundwasserströmung eine westliche Komponente hat und der Anstrom aus Südwesten erfolgt. Auf Grund der Datenlage kann hier keine endgültige Aussage getroffen werden.

**Abbildung 5-13: Grundwasserstände im Luisium
Mai und Oktober 2004**

5.3.2 Grund- und Oberflächenwasserbeschaffenheit

5.3.2.1 Milieuparameter

Unter Milieuparametern werden die vor Ort zu bestimmenden Parameter Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Redoxpotenzial und Sauerstoffgehalt des Wassers verstanden. Diese Parameter wurden bei jeder Messrunde an den Oberflächenwasser- und Grundwassermessstellen ermittelt (s. Anlage 3, Anhang Wasser, Tabelle 5-2).

Wörlitzer Anlagen

Abbildung 5-14 zeigt die zeitliche Entwicklung der Sauerstoffgehalte an jeweils einer Oberflächenwasser- und Grundwassermessstelle in Wörlitz. Die Oberflächengewässer sind einem deutlichen Jahrgang der Sauerstoffgehalte ausgesetzt, der für Seen bzw. Teiche typisch ist. Die Produktion von Biomasse im Gewässer geht mit einem allmählichen Sauerstoffverbrauch einher. Die Sauerstoffgehalte fallen auch im Sommer nicht unter 4 mg/l. Eine übermäßige Sauerstoffzehrung durch vermehrtes Algenwachstum infolge Eutrophierung scheint daher nicht zu befürchten. Der ständige Wasseraustausch im See wirkt diesem Prozess auch entgegen.

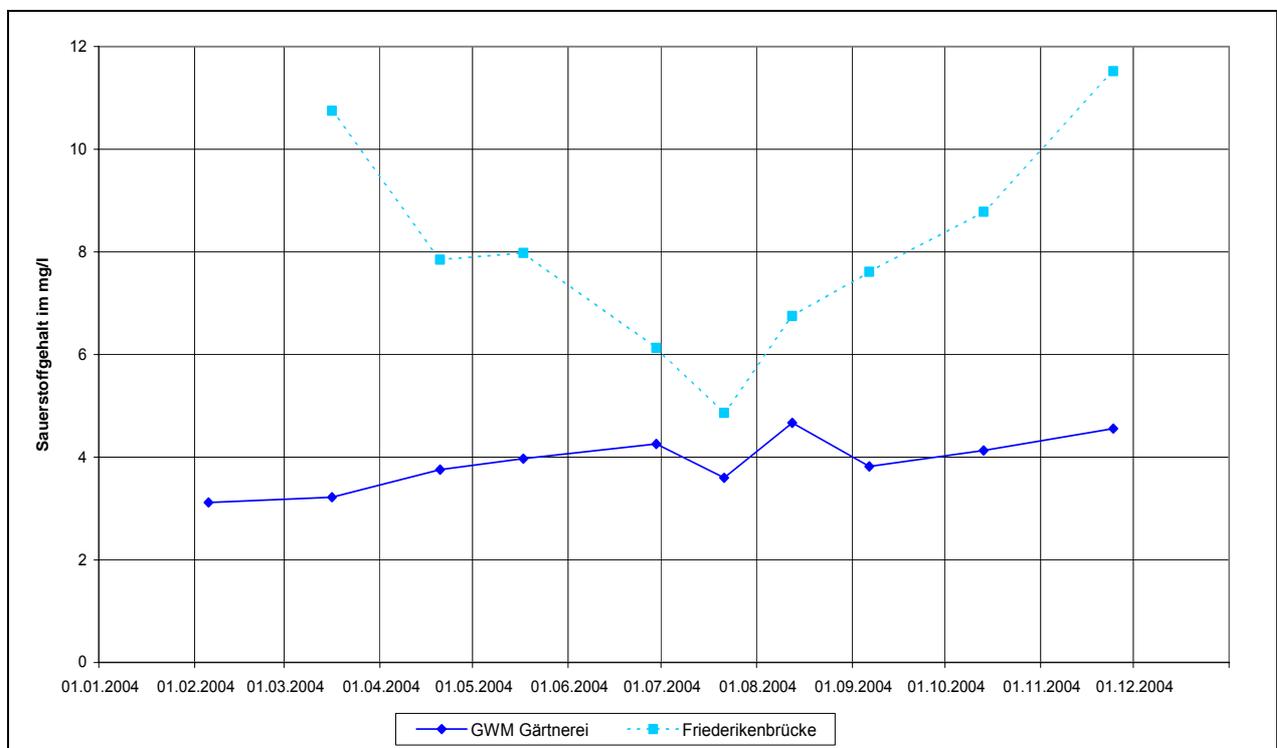


Abbildung 5-14: Ganglinie der Entwicklung der Sauerstoffgehalte an ausgewählten Messpunkten im Bereich der Wörlitzer Anlagen

Im Grundwasser sind die Schwankungen des Sauerstoffgehaltes weit geringer. Die Sauerstoffgehalte im Grundwasser sind naturgemäß geringer als im Oberflächenwasser.

Das Redoxpotenzial ist im Untersuchungsgebiet stark an die Sauerstoffgehalte gekoppelt. Daher wurde auf eine Darstellung verzichtet.

Die ermittelten pH-Werte liegen in einem Wertebereich zwischen 5,3 bis 8,9. Die Oberflächengewässer liegen dabei vorwiegend im leicht basischen Bereich. Die Grundwässer bewegen sich vorwiegend im neutralen Bereich.

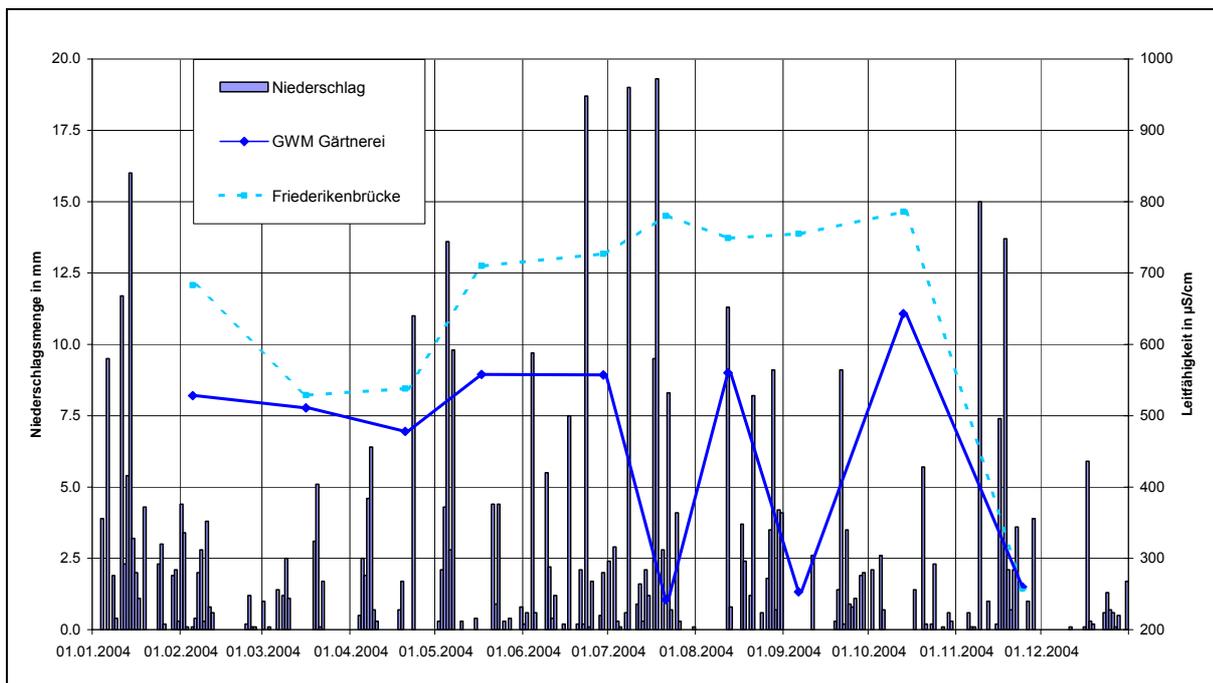


Abbildung 5-15: Vergleich der Leitfähigkeiten ausgewählter Messpunkte im Bereich der Wörlitzer Anlagen mit den Tagesniederschlagssummen

Die Leitfähigkeiten der Grund- und Oberflächenwässer schwanken teilweise in erheblichem Maße. In der Abbildung 5-15 sind die Ganglinien der Leitfähigkeit an jeweils einer Grund- und Oberflächenwassermessstelle der Wörlitzer Anlagen zusammen mit den Niederschlagssummen dargestellt. Aus der Darstellung kann eine deutliche Abhängigkeit zwischen stärkeren Niederschlagsereignissen und einer Abnahme der Leitfähigkeiten und damit der Mineralisation der Wässer abgeleitet werden. Die Niederschlagstätigkeit führt demnach zu einer Verdünnung der Wässer. Auffällig ist, dass die beobachteten Effekte beim Grundwasser stärker als bei den Oberflächengewässern beobachtet werden. Die Infiltration von Niederschlagswässern in das Grundwasser geht allem Anschein nach sehr rasch vonstatten.

Für das hydraulische Regime im Nahbereich der Wörlitzer Seen hat auch der weiter nördlich verlaufende Fließgraben einige Bedeutung. Er besitzt direkt nördlich der Seen, allerdings in einem Abstand von reichlich 500 m, ein Stauwerk, das bei Normalwasser flach überströmt wird. Bei Niedrigwasser beträgt der Höhenunterschied zwischen Ober – und Unterwasser bis zu 0,6 m. Dieser Aufstau dürfte in Trockenzeiten zur Stabilisierung der Wasserspiegellage der Wörlitzer Seen beitragen. So wurde im Vorfeld dieses Projektes wiederholt beobachtet, dass der Verbindungsgraben zwischen dem Fließgraben und dem nördlich vor dem großen Deich gelegenen See mit einer nach Süden gerichteten Strömung diesen See und damit indirekt über dem Grundwasserpfad auch die Wörlitzer Seen gestützt hat. Im Rahmen der Befahrungen 2004 wurden zumindest im Juni und Juli südwärts gerichtete Wasserbewegungen festgestellt. Ansonsten war die Feststellung der Strömungsrichtung durch den starken Bewuchs des Verbindungsgrabens nicht erkennbar.

Anlässlich der Befahrungen durch das LAGB wurde mehrfach beobachtet, dass sich der Auslauf am Kettenbrückenkanal in seiner Leitfähigkeit von den zwei Ausläufen des Hauptsees deutlich unterscheidet und mit dem Wasser des Fließgrabens korrespondiert. Das ist ein weiteres Indiz dafür, dass am Wasserumschlag innerhalb der Seen recht unterschiedliche Komponenten beteiligt sind. Im Jahr 2004 waren die Leitfähigkeitsunterschiede weniger deutlich (Abbildung 5-16).

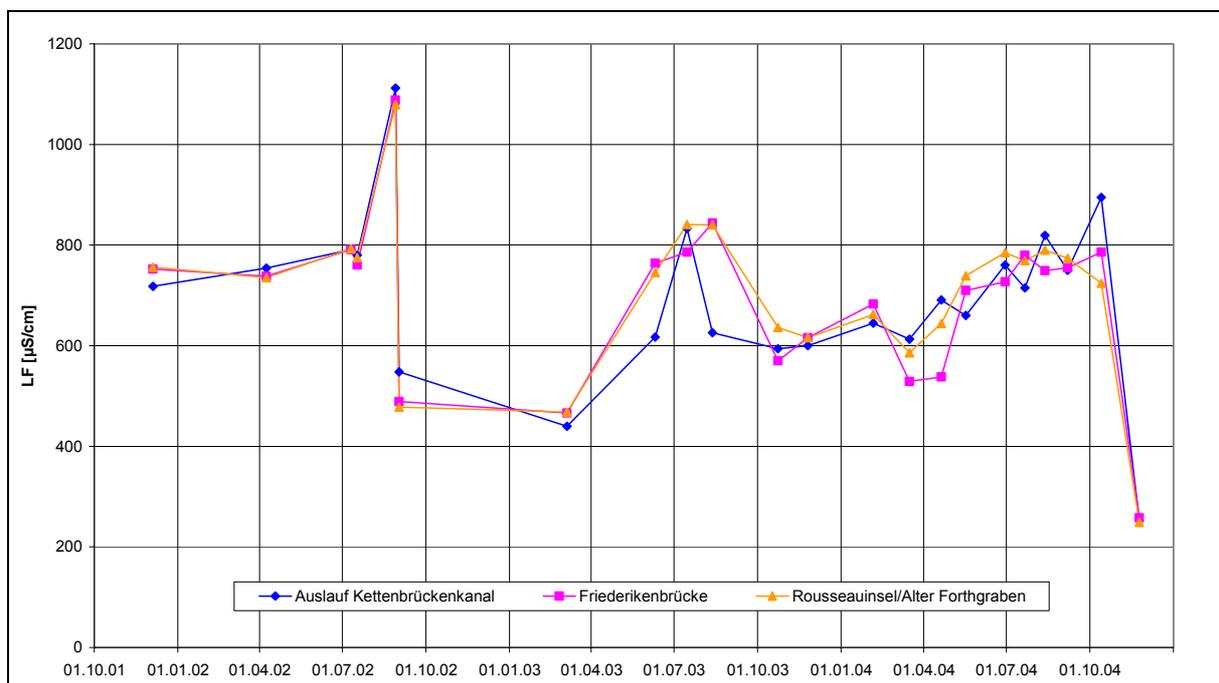


Abbildung 5-16: Vergleich der Leitfähigkeitsentwicklung an den Ausläufen der Wörlitzer Seen

Luisium

In der Abbildung 5-17 ist die Entwicklung der Sauerstoffgehalte in jeweils einer Oberflächenwasser- und Grundwassermessstelle dargestellt.

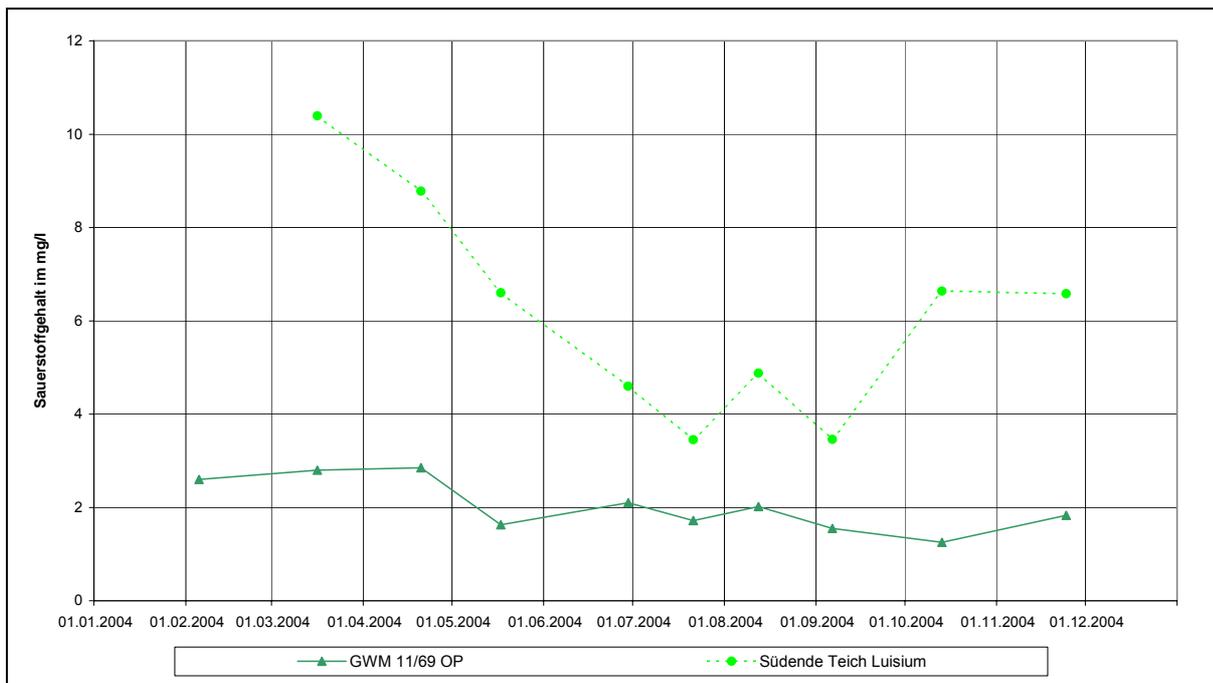


Abbildung 5-17: Ganglinie der Entwicklung der Sauerstoffgehalte an ausgewählten Messpunkten im Bereich des Luisiums

Für die Entwicklung der Sauerstoffgehalte gelten die für den Bereich Wörlitz gemachten Angaben. Die Sauerstoffgehalte der Oberflächengewässer sind jahreszeitlichen Schwankungen ausgesetzt; auch im Sommer ist kein vollständiger Sauerstoffverbrauch durch die Primärproduzenten im See zu verzeichnen.

Das Grundwasser im direkten Umfeld des Luisiums weist die niedrigsten pH-Werte auf. An GWM 4139 0197 und dem Feuerlöschbrunnen wurden durchweg pH-Werte unter 6 gemessen. Im weiteren Abstrom an der GWM 11/69 befinden sich die pH-Werte jedoch im neutralen Bereich. Der Teich im Luisium zeigt wie die Seen der Wörlitzer Anlagen einen leicht basischen Charakter.

Auch die Leitfähigkeiten der Grund- und Oberflächenwässer verhalten sich im Luisium äquivalent zum Bereich Wörlitz. Die z.T. erheblichen Schwankungen sind auch hier auf stärkeren Niederschlagsereignissen zurückzuführen (Abbildung 5-18).

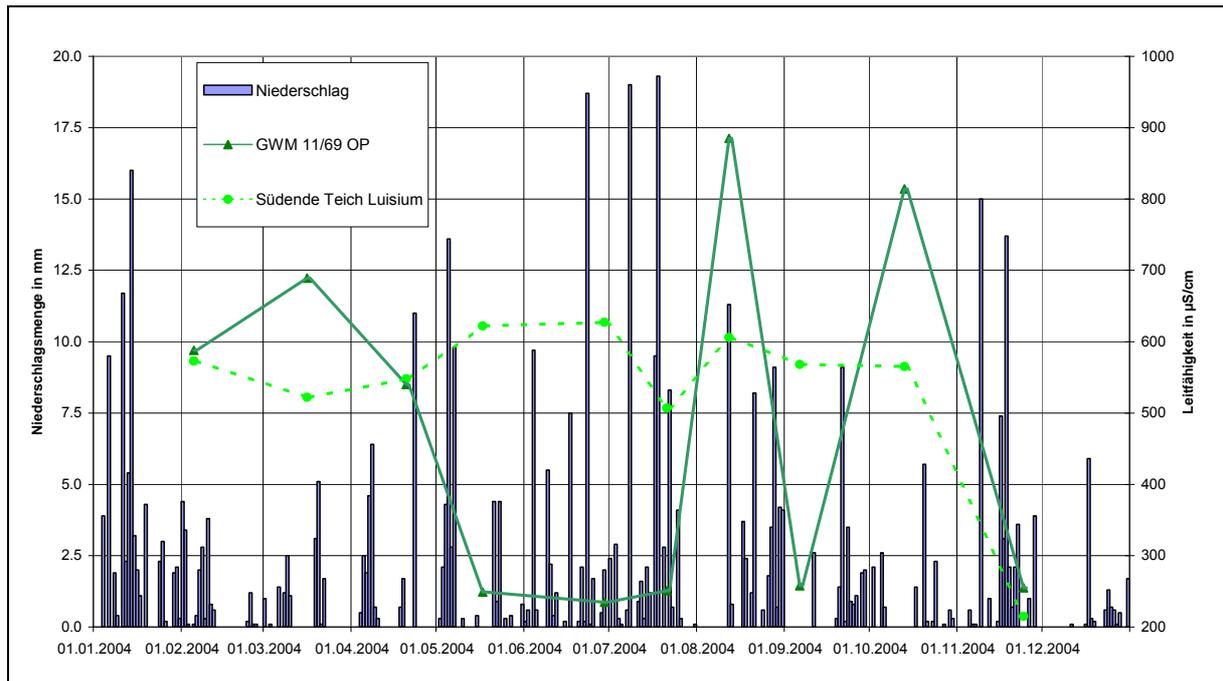


Abbildung 5-18: Vergleich der Leitfähigkeiten ausgewählter Messpunkte im Bereich des Luisiums mit den Tagesniederschlagssummen

5.3.2.2 Grundwassertypisierung

Mit Hilfe der Analyse der im Wasser gelösten Hauptionen kann eine Typisierung der Wässer vorgenommen werden. Es stellte sich heraus, dass sowohl die Oberflächenwässer als auch die Grundwässer einem gleichen Wassertyp entsprechen, nämlich einem Calcium-Sulfat-Typ. An manchen Proben stiegen die Magnesium- und die Hydrogenkarbonatgehalte bis knapp über die Typbestimmungsgrenze an.

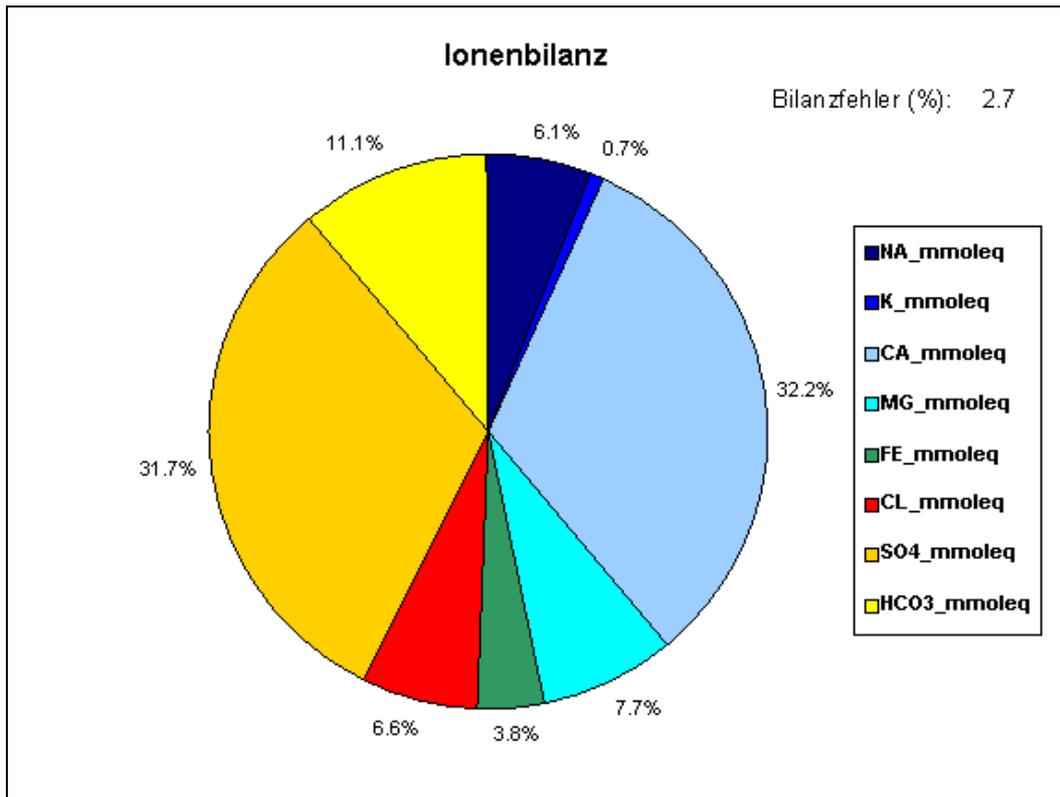


Abbildung 5-19: Ionenbilanz an der Grundwassermessstelle Gärtnerei (Analyse vom 13.10.2004)

Die mittlere Mineralisation der Wässer liegt bei 565 mg/l, wobei sie zwischen minimal 352 mg/l und maximal 919 mg/l schwankt. Auch hier ist kein signifikanter Unterschied zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser zu verzeichnen. Die Ursachen für die Schwankungen der Gesamtmineralisation wurde bereits im Zusammenhang mit der Leitfähigkeit diskutiert.

Tabelle 5-5: Schwermetallkonzentrationen in µg/l

Datum	Bezeichnung	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel	Quecksilber	Kupfer	Zink
17. - 19.05.2004	Auslauf Bergwitzsee	<1	<10	1.7	<10	<0.1	<10	<10
	Auslauf Kettenbrückenkanal	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Brücke Fließgraben	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Brücke Wassermühlenfahrt	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Durchlass Schrotmühlenbach	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	20
	Feuerlöschbrunnen Luisium	<1	<10	1.4	38	<0.1	<10	38
	Feuerlöschbrunnen Wörlitz	6.1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Fließgraben/Brücke B107	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Friederikenbrücke	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	GWM 11/69 OP	8.5	<10	<1	<10	<0.1	<10	85
	GWM 11/69 UP	2.7	<10	<1	<10	<0.1	<10	740
	GWM 4139 0197	1	<10	1.7	66	<0.1	<10	90
	GWM Gärtnerei	1.1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	GWM HyWoe 1/04	1.2	<10	<1	<10	<0.1	<10	15
	GWM HyWoe 2/04	3.2	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	GWM HyWoe 3/04	1.9	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Nordende Teich Luisium	8.4	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Rousseauinsel/Alter Forthgraben	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Schrotmühlenbach/Ziegeleibrücke	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Südende Teich Luisium	4.5	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
Verbindungsgraben (Wiesenweg/Steg)	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10	
13. - 14.10.2004	Auslauf Bergwitzsee	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Auslauf Kettenbrückenkanal	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Brücke Fließgraben	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Brücke Wassermühlenfahrt	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Durchlass Schrotmühlenbach	1.2	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Feuerlöschbrunnen Luisium	<1	<10	<1	42	<0.1	<10	50
	Feuerlöschbrunnen Wörlitz	7.3	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Fließgraben/Brücke B107	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Friederikenbrücke	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	GWM 11/69 OP	3.7	<10	<1	<10	<0.1	<10	2500
	GWM 11/69 UP	2.4	<10	<1	<10	<0.1	<10	220
	GWM 4139 0197	<1	<10	<1	51	<0.1	<10	86
	GWM Gärtnerei	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	GWM HyWoe 1/04	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	GWM HyWoe 2/04	3.3	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	GWM HyWoe 3/04	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Nordende Teich Luisium	4.6	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Rousseauinsel/Alter Forthgraben	1.2	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Schrotmühlenbach/Ziegeleibrücke	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
	Südende Teich Luisium	4.7	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10
Verbindungsgraben (Wiesenweg/Steg)	<1	<10	<1	<10	<0.1	<10	<10	

grün: unterhalb Geringfügigkeitsschwelle LAWA

gelb: oberhalb LAWA-Prüfwert

orange: oberhalb LAWA-Maßnahmeschwellenwert

Bezüglich einer möglichen anthropogenen Beeinflussung des Wassers ist folgendes festzustellen:

- Die Nitrat- und Nitritgehalte als Anzeichen einer landwirtschaftlichen Beeinflussung der Wässer sind sehr niedrig. Sie liegen bei durchschnittlich 1,0 mg/l Nitrat und 0,01 mg/l Nitrit.

- Die TOC-Konzentrationen liegen mit durchschnittlich 5,2 mg/l ebenfalls auf einem niedrigen Niveau. Das gleiche gilt für die BSB5-Werte (Durchschnitt 4,2 mg/l). Die analysierten Wässer enthalten vergleichsweise wenig organische Bestandteile.
- Die durch das LAGB durchgeführte Beprobung ausgewählter Oberflächengewässer im April 2002 zeigte teilweise nicht unerhebliche PAK-Konzentrationen. Daher sollte dieser Parameter weiter untersucht werden. Die PAK-Gehalte 2004 befinden sich in einem unkritischen Bereich. Bis auf drei Ausnahmen lagen alle Proben unterhalb der Nachweisgrenze. An den drei Proben, an denen PAK-Gehalte nachgewiesen wurden, lagen diese mit max. 0,065 µg/l nur minimal darüber. Eventuell wurden die mit der Flugasche des Kraftwerkes Vockerode in der Vergangenheit eingetragenen PAK durch das Hochwasserereignis 2004 ausgeschwemmt.

Die Schwermetallkonzentrationen liegen meist unterhalb der Nachweisgrenze. Es wurden jedoch einige Auffälligkeiten beobachtet (s. Tabelle 5-5). Die hohe Zinkkonzentration an der GWM 11/69 UP stammt mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit vom Pegel selbst, der aus verzinktem Stahlrohr besteht. Die vergleichsweise niedrigen pH-Werte führen zu einer Lösung von Zink. Am Feuerlöschbrunnen Luisium wurden ebenfalls niedrige pH-Werte angetroffen. Die erhöhten Nickelkonzentrationen, die an beiden Beprobungen festgestellt wurden, stammen daher wahrscheinlich auch vom Pegel selbst. Es ist jedoch auch möglich, dass über die Flugasche des Kraftwerkes Vockerode Nickel flächenhaft eingetragen wurde. Im Umfeld anderer Braunkohlkraftwerke wurden ähnlich Beobachtungen gemacht.

Zusammenfassend kann die Wasserqualität als gut eingeschätzt werden. An Hand der vorliegenden Analysen konnten keine Wasserinhaltsstoffe festgestellt werden, welche zu einer Beeinträchtigung der Vitalität der Gehölze in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium führen könnten. Verunreinigungen anthropogener Herkunft sind nicht festzustellen.

5.4 Zusammenfassende Bewertung

Die Hilfe der hydrogeologischen Untersuchungen konnten die hydrodynamischen Verhältnisse im Bereich der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums umfassend beschrieben werden. An Hand von regelmäßigen Messungen der Milieuparameter sowie mehrerer Grundwasserbeprobungen wurde eine Charakterisierung der Beschaffenheit der Oberflächenwässer und des Grundwassers vorgenommen.

Hydrodynamik

Im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren zeichnete sich das Jahr 2004 nicht durch extreme hydrologische Situationen aus. Die maximale Wasserspiegeldifferenz zwischen Hoch- und Niedrigwasser an den Elbpegeln Wittenberg und Dessau betrug 3,65 m. Es kam zu keinen Überschwemmungen der beiden Untersuchungsgebiete. Die Hydrodynamik im Grundwasser ist auf Grund der Kopplung des Grundwasserleiters an den Hauptvorfluter stark vom Wasserstand der Elbe abhängig. An Hand der Leitfähigkeitsentwicklung konnte eine schnelle Versickerung stärkerer Niederschlagsereignisse in das Grundwasser festgestellt werden, da diese zu einer Verdünnung der natürlichen Mineralisation des Grundwassers führte. Somit haben auch die örtlichen hydrometeorologischen Verhältnisse großen Einfluss auf den Grundwasserstand. Die allgemeine Grundwasserfließrichtung stellt sich in Wörlitz parallel zur Fließrichtung der Elbe ein. Das Luisium wird hydrodynamisch von seiner Stellung zwischen Elbe und Mulde beeinflusst. Die Grundwasserfließrichtung ist hier eher an der Mulde ausgerichtet.

Durch die Wörlitzer Seen findet eine starke Beeinflussung der lokalen Hydrodynamik statt. Die Seen stellen eine Grundwasserblänke dar, wobei die Oberflächengewässer hydraulisch sehr gut an das Grundwasser angebunden sind. Auf Grund des Aufstaus der Seen an den drei Abläufen ist die Infiltration nahezu ausschließlich in Richtung des Grundwassers gerichtet. Die Seen geben faktisch immer Wasser an das Grundwasser ab, was sich in einer deutlichen Differenz der zulaufenden zu den ablaufenden Wassermengen zeigt. Eine Stützung des Seewasserspiegels durch das Heranführen zusätzlicher Wässer über den Hoppgraben ist daher aus hydrodynamischer Sicht nicht Erfolg versprechend. Es ist jedoch möglich, dass die zusätzliche Wassereinspeisung über den östlichen Schlauch des Wörlitzer Sees eine Verbesserung der limnologischen Verhältnisse nach sich zieht. Die Grundwasserstände innerhalb der Wörlitzer Anlagen werden durch den Ausspiegelungseffekt des Sees in starkem Maße vergleichmäßig. Gegenüber natürlichen Verhältnissen ist die Schwankungsamplitude des Grundwasserstandes erheblich reduziert. Die Grundwasserflurabstände sind demnach ebenfalls geringen Schwankungen unterworfen. Mit Ausnahme der künstlich aufgehöhten Bereiche bewegen sich die Grundwasserflurabstände zwischen 1 und 2 m. Bereichsweise gehen sie bis auf 0,5 m zurück. Niedrigere Flurabstände sind nur in unmittelbarer Umgebung der Seen zu verzeichnen.

Im Gegensatz zu den Wörlitzer Seen ist der Teich im Luisium nicht an das Grundwasser angebunden, sondern verfügt über eine Sohldichtung. Sein Einfluss auf die Grundwasserdynamik ist daher vernachlässigbar. Die Grundwasserstandschwankungen können daher höhere Amplituden erreichen. Im Jahr 2004 wurden Differenzen des Wasserstandes von max. 0,68 m beobachtet. Im Hinblick auf die moderaten hydrologischen Verhältnisse im Jahr 2004 ist für Extremjahre eine weitaus höhere Schwankungsbreite anzunehmen.

Wasserbeschaffenheit

Bezüglich der charakteristischen Zusammensetzung der Hauptkat- und -anionen ist eine große Übereinstimmung der Oberflächengewässer mit dem Grundwasser festzustellen. Auch die Gesamtmineralisation unterscheidet sich nicht signifikant. Das Wasser kann als Calcium-Sulfat-Wasser typisiert werden.

Die Sauerstoffgehalte der Seen sind jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, wobei auf Grund der Biomasseproduktion im Sommer ein Sauerstoffminimum vorherrscht. Eine vollständige Sauerstoffzehrung konnte jedoch sowohl im Teich des Luisiums als auch an den Wörlitzer Seen nicht festgestellt werden.

Hinsichtlich der Belastung der Oberflächen- und Grundwässer mit Schadstoffen bzw. Stoffen anthropogener Herkunft können folgende Aussagen getroffen werden:

- Die Nitratbelastung, welche v.a. aus der Düngung landwirtschaftlicher Flächen herrührt, ist als gering zu kennzeichnen.
- Die Gesamtbelastung der Wässer mit organischen Verbindungen, ausgedrückt als TOC- und BSB5-Konzentrationen, ist ebenfalls niedrig.
- Die Wässer enthalten kaum Schwermetalle, einige wenige Auffälligkeiten beim Zink lassen sich mit dem Zustand der Grundwassermessstellen erklären.
- Die PAK-Konzentrationen wurden an allen Wasserproben unter bzw. im Bereich der Nachweisgrenzen angetroffen. Die im Zuge vorangegangener Beprobungen aus dem Jahr 2002 beobachteten PAK-Belastungen konnten an Hand beider Messungen aus dem Jahr 2004 nicht bestätigt werden.

Die Qualität der Grund- und Oberflächengewässer im Bereich der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums ist demnach als gut einzuschätzen. Die Wasserbeschaffenheit hat nach den vorliegenden Ergebnissen keinen negativen Einfluss auf die Vitalität der Gehölze.

6. Aufnahme und Zustandserfassung des Gehölzbestandes im Luisium sowie Aktualisierung der Datenblätter des Wörlitzer Gehölzbestandes

6.1 Aufgabenstellung

Kennzeichnend für die Wörlitzer Anlagen sowie für das Luisium als Bestandteil des Dessau-Wörlitzer Gartenreiches sind u. a. die alten und dendrologisch wertvollen Gehölzbestände.

In den Wörlitzer Anlagen wurde der Gehölzbestand bereits wiederholt erfasst. Ein erstes Verzeichnis erstellte der am Dessauer Philantropinum wirkende Professor Du TOIT. Sein „Verzeichnis der vorzüglichsten im Garten befindlichen ausländischen Gewächse“, welches 263 Gehölzarten und –varietäten sowie 80 Rosenarten enthielt und die Liste „Perennierende Gesträuche und Staudengewächse“ mit 114 Arten und Varietäten wurden in der „Beschreibung des Landhauses und Englischen Garten zu Wörlitz“ von August v. RHODE 1788 veröffentlicht. In dem zehn Jahre später erscheinenden „Verzeichnis der Ein- und Ausländischen Bäume, Sträucher, Pflanzen und Stauden, so in dem Hochfürstl. Wörlitzer Garten befindlich. vom Fürstl. Hofgärtner Gottlieb SCHOCH, zu Wörlitz“ waren bereits 462 Gehölzarten und Varietäten sowie 644 Pflanzen und Stauden enthalten.

1878 beschrieb der Garteninspektor GIELEN den in den Wörlitzer Anlagen vorhandenen Nadelbaumbestand. Die Zahl belief sich zu dieser Zeit auf 116 Nadelgehölze und Varietäten. Johann Gottlieb SCHOCH (1853-1905) erstellte 1883 das „Pinetum wörlitziense“, in der erstmalig auch Standorte sowie die Höhe der Nadelgehölze beschrieben waren. Einen ersten dendrologischen Führer, der auch die lagemäßige Erfassung der Gehölze beinhaltete, wurde vom Gartendirektor Kurt Lein in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts herausgegeben. In der letzten (fünften) Auflage dieser Veröffentlichung (LEIN 1983) waren 779 Gehölzarten und Varietäten erfasst.

Im Rahmen einer mehrjährigen Forschungsarbeit, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, wurde in den Jahren 1996 bis 2000 für die Wörlitzer Anlagen ein digitales Gehölzkataster erstellt, in dem neben der genauen Einmessung der Gehölze auch Angaben zu Vitalität und Zustand vorliegen. Ein „Dendrologischer Atlas der Wörlitzer Anlagen“ wurde von RINGENBERG, STIELER und TRAUZETTEL (2001) veröffentlicht.

Es gehört zu den Zielen der vorliegenden Studie, das Baumkataster für die Wörlitzer Anlagen zu aktualisieren sowie die Gehölze des Luisiums (einschließlich Gestüt) in dieses einzubinden. Nach der Einmessung des Geländes des Luisiums (durchgeführt durch die Firma GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft mbH Dessau) sowie der Standorte der vorhandenen Gehölze, wurden deren Höhen, Stammdurchmesser und Kronendurchmesser erfasst.

Sowohl in den Wörlitzer Anlagen als auch im Luisium erfolgte im Sommer 2004 eine Zustandsaufnahme der Gehölze während der Vegetationsperiode. In den Wörlitzer Anlagen han-

delte es sich dabei um 7.796 Gehölze, im Luisium um 2.075. Die Daten wurden in das digitale Baumkataster übernommen, fehlende Angaben dabei ergänzt.

Beträchtliche Auswirkungen auf den Gehölzbestand hatte das Elbe- und Muldehochwasser von 2002 sowie der trockene Sommer 2003. Aufgabe ist es, die aktuellen Schäden und Gefährdungen festzustellen und neben der Ursachenfindung auch Voraussetzungen für die gezielte Verbesserung der Wachstumsbedingungen zu schaffen. Das geschieht in Zusammenarbeit mit den Teilprojekten Boden und Wasser des „Modellvorhabens zur Erfassung der Wechselwirkungen von Umweltbelastungen, Boden- und Wasserverhältnissen zur Gefahrenabwehr für den Gehölzbestand der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums“.

6.2 Methodik

Erfassung des Gehölzbestandes

In den Wörlitzer Anlagen wurden neu aufgenommene Gehölze an den vorhandenen eingemessenen Gehölzen ausgerichtet. Außerdem erfolgte die Erfassung der Höhe, des Stammdurchmessers sowie des Kronendurchmessers. Fehlende Angaben in der vorhandenen Datenbank sind ergänzt worden.

Im Luisium wurde durch die Firma GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft mbH Dessau neben dem Gelände (Lageplan) auch der Gehölzbestand eingemessen. Um einer Vergleichbarkeit der Pläne z.B. zur Dessauer Stadtgrundkarte herzustellen, wurde das Bezugssystem „HS 150 (HN 76) – Kronstädter-Pegel“ gewählt (Umrechnung auf das amtliche Bezugssystem „HS 160 (DHHN 92) – Amsterdamer-Pegel“: $HN\ 76 + 0,15\ m = DHHN\ 92$).

Bei der Standorteinmessung der Bäume wurden solche ab einem Brusthöhendurchmesser (gemessen in 1,3 m Höhe) von 18 cm, Neuanpflanzungen von Gehölzen sowie Stubben berücksichtigt. Sträucher wurden flächig erfasst. Als Grundlage fungierte eine Diplomarbeit, welche u.a. den Gehölzbestand des Luisiums beinhaltet (SCHULZE 1996). Parallel zur Ermittlung der Lagedaten erfolgte die Artansprache sowie die Erfassung der Stammdurchmesser (mit Hilfe eines Durchmessermaßbandes) und der Kronendurchmesser (Abschreiten der Krone). Die Höhenmessung erfolgte im Oktober 2004 mit Hilfe eines HAGA Höhenmessgerätes.

In der Anlage 3, Anhang Gehölze ist weiterhin eine Dokumentation von Dendrochronologischen Untersuchungen der Wörlitzer Anlagen und des Luisium zu finden. Diese wurde vom Gropiusinstitut Dessau e.V. durchgeführt. Bei dieser Dokumentation handelt es sich um eine Zusammenstellung dendrochronologischer Informationen des gefälltten Baumbestandes des Luisiums im Frühjahr 2004 und der zur Verfügung gestellten Baumscheiben aus den Wörlitzer Anlagen

Schadstufe 3: stark geschädigt
absterbende Bäume mit sehr starker Verlichtung der gesamten Krone, starker Dürrastbildung und abgestorbenen Kronenpartien
(über 60% Nadel-/Blattverlust)

Schadstufe 4: abgestorben

Weiterhin wurden in einem Erfassungsbogen die Belaubungsdichte sowie Besonderheiten in der Wuchsform vermerkt und ob die Gehölze eingeeengt sind oder zu nahe an Gebäuden stehen. Anschließend erfolgte eine Prüfung der Kriterien nach der Checkliste der Hamburger Baumkontrolle. Diese sieht eine möglichst allseitige Inaugenscheinnahme des jeweiligen Gehölzes vom Boden aus vor. Dazu wird der Kronenbereich über den Stamm und Stammfuß bis zum Wurzelbereich begutachtet. Darüber hinaus erfolgte eine Beurteilung des Baumumfeldes.

Im Kronenbereich wird beispielsweise auf Totäste, Spechthöhlen, Wunden und Unglücksbalken geachtet. Am Stamm sind vor allem das Rindenbild, Wunden, Höhlungen, Stammausformungen und Bohrmehl entscheidend. Kriterien am Stammfuß und an den Wurzeln sind u.a. Stammaustriebe, Wunden, Höhlungen und Adventiwurzeln. Weiterhin müssen Pilzfruchtkörper sowie Krankheiten und Schädlingsbefall der Gehölze vermerkt werden. Im Baumumfeld ist vor allem entscheidend, ob die Gehölze eventuell Hinweisschilder verdecken oder ob sie im Lichtraumprofil stehen. Beispiele von Gehölzkrankheiten bzw. Schadbildern sind in der Anlage 3, Anhang Gehölze in einer Bilddokumentation zu finden.

Die Zuordnung der einzelnen Gehölznummern zu den jeweiligen Gehölzen zur eindeutigen Identifizierung im Gelände erfolgte mit Hilfe von analogen Karten. Für die Wörlitzer Anlagen stellte die Kulturstiftung DessauWörlitz diese bereit. Im Luisium wurden Karten verwendet, die im Programm ArcView 3.2 erstellt wurden. Über den Export von shape-Dateien aus der aktuellen Datenbank im „Cardo“ konnten die benötigten Angaben verfügbar gemacht werden.

Die gesamten Daten wurden im Anschluss in das Digitale Baumkataster sowie bei Neuerfassungen zusätzlich in die digitale Karte im „Cardo“ übertragen.

Außerdem erfolgte eine Ergänzung der Datenblätter in der Datenbank bezüglich der Standortansprüche, wissenschaftlicher Familienzugehörigkeit sowie weiterer Angaben der einzelnen Arten. Eine Übersicht über die Standortansprüche sowie die Anzahl der in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium erfassten Gehölzarten ist in Anlage 3, Anhang Gehölze zu finden.

Neu erfassten Arten bzw. Sorten musste eine neue eindeutige Artnummer zugeordnet, die alten Angaben außerdem überarbeitet werden. Die Nomenklatur erfolgte auf Grundlage des Dendrologischen Atlas der Wörlitzer Anlagen (RINGENBERG, STIELER, TRAUZETTEL 2001) sowie der Gehölzflora von FITSCHEN (2002).

Fehlerhafte Datensätze bzw. –blätter wurden aus der Datenbank entfernt, wobei kein Anspruch auf Vollständigkeit gegeben ist.

Nach der vollständigen Eingabe aller erforderlicher Angaben konnten diese Daten ausgewertet werden. Zuerst wurden alle Arten, Artengruppen sowie ausgewählte Arten in den beiden Teilgebieten hinsichtlich ihres Vitalitätszustandes bewertet (siehe Punkt 6.3).

Die Auswahl einzelner Arten erfolgte auf Grundlage der Häufigkeit in den jeweiligen Teilbereichen. Je häufiger die Arten auftraten umso repräsentativer und genauer kann das Ergebnis ausfallen. Dabei ist zu beachten, dass die Arten nicht in gleicher Häufigkeit und schon gar nicht über die Gartenbereiche gleich verteilt auftreten.

Artengruppen wurden entsprechend der Standortansprüche gebildet. Dazu erfolgte zunächst die Darstellung der Ansprüche aller Arten an die Eigenschaften pH-Wert (sauer, neutral, basisch), Nährstoffe (arm, mittel, reich), Wasser (trocken, mittel, feucht, nass) und Licht (Sonne, Halbschatten, Schatten) in Form von Tabellen im Baumkataster (siehe Tabelle der Standortansprüche in Anlage 3, Anhang Gehölze). So ergaben sich schließlich die Artengruppen staunässeempfindlich, azidophil und basiphil.

Außerdem erfolgte neben der Bewertung des gesamten Gehölzbestandes eine Unterteilung in Nadel- und Laubgehölze.

Zur Darstellung der Abhängigkeiten von den standörtlichen Gegebenheiten mussten jeweils alle Arten, Nadel- und Laubgehölze, die gebildeten Gruppen sowie die ausgewählten Arten mit den Standortmerkmalen Substrattyp, pH-Wert (in Abhängigkeit von der Nutzung), Bereiche mit Staunässe sowie dem Grundwasserflurabstand verschnitten werden. Die notwendigen Verschnidungen wurden von der Ingenieurgesellschaft für Datenverarbeitung und Umweltschutz mbH (IDU) durchgeführt. Es erfolgte daraufhin die grafische Darstellung der Angaben. Dabei ist auch hier zu berücksichtigen, dass auf Grund der unterschiedlichen Häufigkeit bzw. Verteilung der Artengruppen und Arten auf die jeweiligen Kriterien nur Trends dargestellt werden können, eine genaue statistische Aussage ist nur sehr eingeschränkt möglich. Insgesamt geht es jedoch darum, einen bestimmten Trend darzustellen, so dass auf statistische Fehlerberechnungen verzichtet wurde. Außerdem konnten nur Gehölze mit den jeweiligen Faktoren verschnitten werden, welche auf untersuchten Gebieten standen. So konnten Gehölze, welche sich in Randbereichen bzw. außerhalb der eigentlichen Gärten befinden, nicht mit in die Auswertung eingehen.

Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass die Bewertung der „Vitalität“ ein sehr komplexes Maß ist. Die ursächlichen Zusammenhänge zwischen Vitalität der Bäume und Standortfaktoren können damit nicht kausal erfolgen sondern nur in Form von Koinzidenzen.

6.3 Ergebnisse und Bewertung des Gehölzbestandes

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Zustandserfassung aller Arten bzw. Sorten (einschließlich Unterteilung in Nadel- und Laubgehölze), der gebildeten Artengruppen sowie ausgewählter Gehölzarten unabhängig von den Standortverhältnissen vorgestellt werden. Die Differenzierung nach den ermittelten Standortverhältnissen gibt Punkt 1.4 wider. Die Gruppenbildung erfolgte nach den Standortansprüchen aller Gehölzarten. Die Auswahl einzelner Arten beruht hauptsächlich auf der Häufigkeit der Arten bzw. Sorten in den Wörlitzer Anlagen und dem Luisium, so dass kennzeichnende Aussagen für die Gärten getroffen werden können.

In den Wörlitzer Anlagen ist bei den einzelnen Arten ein Vergleich mit Aufnahmen aus den Jahren 1996-1999 möglich. Diese Angaben wurden im Rahmen des DBU-Projektes „Umweltschadenserfassung des Pflanzenbestandes in den Wörlitzer Anlagen“ erfasst.

Im Luisium erfolgt ein direkter Vergleich mit den Wörlitzer Anlagen sofern die ausgewählten Arten bzw. Sorten in beiden Gebieten kennzeichnend sind.

6.3.1 Wörlitzer Anlagen

6.3.1.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Bearbeitungsbeginn in den Wörlitzer Anlagen war der 01.06.2004. Insgesamt sind 8.329 Gehölze im Baumkataster verzeichnet. Davon sind 533 Stubben. Demnach wurden in der Vegetationsperiode 2004 in Wörlitz 7.796 Gehölze bewertet. Bei einigen Exemplaren war keine Bewertung möglich, da z.B. Stubben neu austrieben und daher weder der Kategorie Stubben zugeordnet, noch in ihrer Vitalität bewertet werden konnten. Derzeit sind 352 Arten bzw. Sorten zu verzeichnen, davon 91 Nadelgehölze.

Tabelle 6-1 gibt einen Überblick über die Vitalität bzw. den Zustand der Gehölze im Sommer 2004.

Tabelle 6-1: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen (k.B. – keine Bewertung)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl	306	3589	2858	849	161	533	33	8329
in %	3,93	46,04	36,66	10,89	2,07	-	-	100

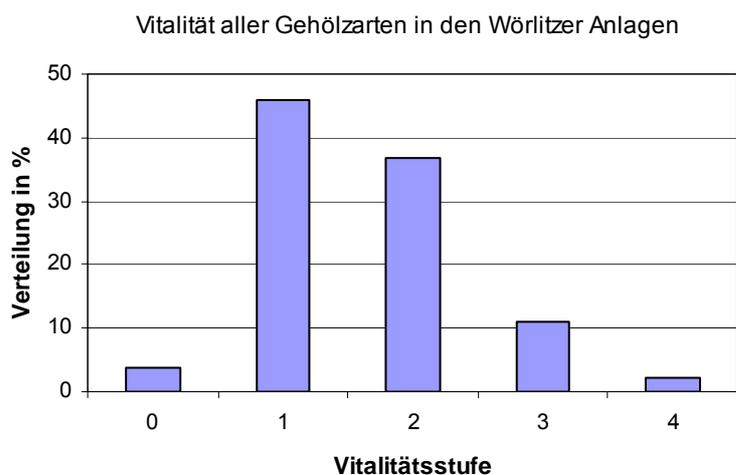


Abbildung 6-1: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen

Aus Abbildung 6-1 ist ersichtlich, dass der Gehölzbestand in den Wörlitzer Anlagen insgesamt schwach bis mittelstark geschädigt ist (Vitalität 1 und 2). Im Mittel tendiert er zur besseren Vitalität; es ist ein deutliches Gefälle von guten zu schlechten Vitalitätszuständen gegeben, wobei nur wenige Arten bzw. Sorten ohne Schädigungen (Vitalität 0) auftreten. Exemplare mit der Vitalität 4 werden nur in den weniger genutzten Bereichen der Anlagen im Bestand belassen und sind somit nur in geringem Maße vertreten.

Bewertung

Augenscheinlich lassen sich keine stark geschädigten Bereiche feststellen. Sämtliche Vitalitätsstufen sind in den Wörlitzer Anlagen gleichmäßig verteilt. In kleineren Teilbereichen tritt eine Häufung schlechter Vitalitätszustände (Stufe 3) auf, so z.B. im Norden der Wörlitzer Anlagen am Hochwasserschutzwall, im Floragarten, in Bereichen zwischen der „Venus aus dem Bade“ und dem Stein, im Bereich der Rousseauinsel sowie in Pappelalleen. Zu erwähnen ist weiterhin, dass die Anzahl der ausgefallenen Elemente (Stubben) im Schlossgarten und in Neumarks Garten geringer ist als in den übrigen Bereichen. Das einzig größere Gebiet mit überwiegend

guten Vitalitätszuständen ist der Schlossgarten. Dieser liegt auf einer holozänen und künstlich überhöhten Sandinsel und weist die höchste Frequentierung durch Besucher auf, was die Entfernung von geschädigten Gehölzen schon allein aus Gründen der Verkehrssicherungspflicht erfordern dürfte.

6.3.1.2 Ergebnisse und Bewertung aller Nadel- und Laubgehölzarten und -sorten

Ergebnisse

In der Tabelle 6-2 sowie in der Abbildung 6-2 ist die Vitalität bzw. der Zustand der Nadel- und Laubgehölze zu erkennen. Auf die Nadelgehölze entfallen insgesamt 3.659 Exemplare, auf die Laubgehölze 4.670.

Tabelle 6-2: Übersicht über die Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Nadelgehölze	119	1861	1145	311	54	161	8	3659
in %	3	53	33	9	2	-	-	100
Laubgehölze	187	1728	1713	538	107	372	25	4670
in %	4	40	40	13	3	-	-	100

Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen

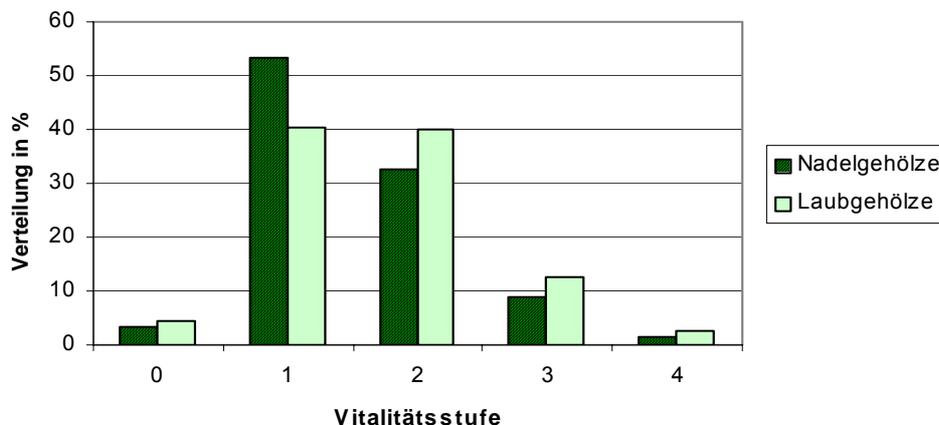


Abbildung 6-2: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen

Differenziert man den gesamten Gehölzbestand in die Verteilung der Vitalität von Nadel- und Laubgehölzen, so ist ersichtlich, dass die Nadelgehölze insgesamt weniger geschädigt sind als die Laubgehölze, die Vitalitätsstufe 1 überwiegt deutlich, während die Laubgehölze etwa gleich auf die Stufen 1 und 2 verteilt sind.

Bewertung

Entscheidendes Kriterium ist dabei v.a. die hohe Anzahl von Eiben in der Gruppe der Nadelgehölze, welche größtenteils gute Vitalitätszustände aufweisen (siehe Punkt 1.3.1.6.3). Diese Art macht mehr als zwei Drittel des Nadelgehölzbestandes aus. Aber auch andere Nadelgehölze dürften sich auf Grund der Tatsache, dass das nahe gelegene Kraftwerk Vockerode den Betrieb seit 1991 eingestellt hat, etwas erholt haben, da diese Gruppe besonders empfindlich auf Immissionen reagiert. Bei den Laubgehölzen können viele Faktoren Ursache für den Vitalitätszustand sein. Ob das nun im Einzelnen die Boden- und Grundwasserverhältnisse oder auftretende Krankheiten sind, soll im Verlauf für ausgewählte Arten bzw. Artengruppen genauer geklärt werden. Hinzuweisen ist auch darauf, dass die Laubgehölze - ähnlich wie in den Wäldern – gegenwärtig stark durch luftbürtige Stickoxidimmissionen aus dem Verkehr und der Landwirtschaft geschädigt werden.

6.3.1.3 Ergebnisse und Bewertung der azidophilen Gehölzarten und -sorten

Azidophil sind diejenigen Arten, die an die Verhältnisse saurer Standorte angepasst sind und somit dort konkurrenzstärker sind als andere Arten. Viele azidophile Arten sind in der Gruppe der Nadelgehölze zu finden, diese tragen außerdem durch die Zersetzung der Nadeln im Boden zur Bildung von Sauerhumus bei. Beispiele für azidophile Arten finden sich in der Anlage 3, Anhang Gehölze in der Tabelle der Standortansprüche.

Ergebnisse

In den Wörlitzer Anlagen stellt sich die Vitalitätsverteilung der azidophilen Arten wie folgt dar:

Tabelle 6-3: Übersicht über die Vitalität aller azidophilen Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen

Vitalität	0	1	2	3	4	Gesamt
Anzahl	62	799	809	213	42	1925
in %	3,22	41,51	42,03	11,06	2,18	100

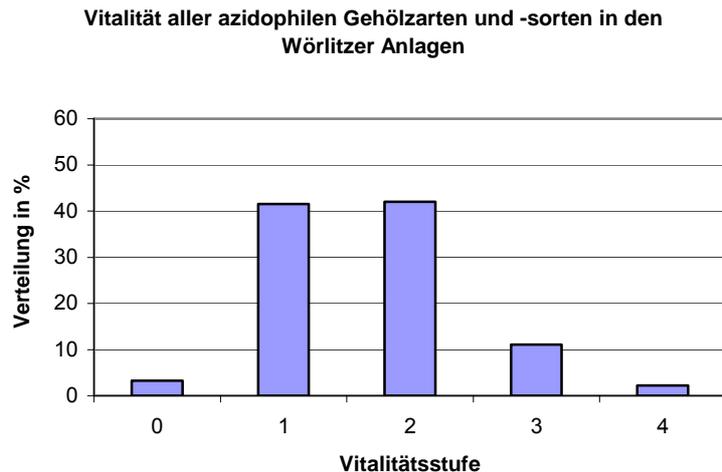


Abbildung 6-3: Vitalität aller azidophilen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen

Die azidophilen Arten weisen in etwa gleichen Anteilen die Vitalitätsstufen 1 und 2 auf. Etwa 11% ist der Vitalität 3 zugeordnet, nur ein geringer Prozentsatz ist in den Vitalitätsstufen 0 oder 4 zu finden.

Bewertung

Der Gesamtbestand der azidophilen Arten ist schwach bis mittelstark geschädigt. Neben häufiger in den Wörlitzer Anlagen vorkommenden azidophilen Nadelgehölzen (z.B. *Picea abies*, *Pinus nigra*, *Pinus strobus*, *Tsuga canadensis*), spiegelt die Grafik aber auch den Vitalitätszustand von durch Hochwasser geschädigte, azidophile Laubgehölze (*Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Liriodendron tulpifera*) wider. Auch die zweithäufigste Art der Wörlitzer Anlagen (*Quercus robur*) fließt in den Gesamtbestand der azidophilen Arten mit ein. Diese Gehölzart ist jedoch v.a. durch eine Komplexkrankheit geschädigt (siehe Punkt 6.3.1.6.16). Die Schädigungen durch das Hochwasser und die Auswirkungen der Komplexkrankheit der Eiche, die mit 906 Exemplaren die weitaus häufigste Art innerhalb dieser Gruppe von Gehölzen ist, überdecken die geringeren Auswirkungen der Versauerung auf diese Arten, so dass aus der komplexen Einstufung der Vitalität keine deutlichen Standortsvorteile für die azidophilen Arten ablesbar sind.

6.3.1.4 Ergebnisse und Bewertung der basiphilen Gehölzarten und -sorten

Basiphil sind diejenigen Arten, die an die Verhältnisse basischer Standorte bzw. schlecht an saure Bodenverhältnisse angepasst sind. Sie sind auf basischen Standorten konkurrenzstärker als andere Arten. Auch hier finden sich Beispiele für basiphile Arten in der Anlage 3, Anhang Gehölze in der Tabelle der Standortansprüche.

Ergebnisse

Im folgenden sind die Vitalitätsstufen der basiphilen Gehölze in den Wörlitzer Anlagen aufgeführt.

Tabelle 6-4: Übersicht über die Vitalität aller basiphilen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen

Vitalität	0	1	2	3	4	Gesamt
Anzahl	88	1799	1341	312	37	3577
in %	2,46	50,29	37,49	8,72	1,03	100

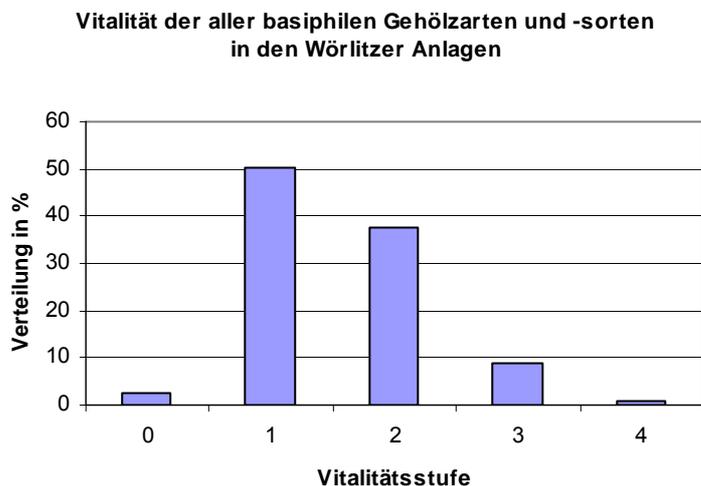


Abbildung 6-4: Vitalität aller basiphilen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen

50% der basiphilen Gehölze weisen die Vitalitätsstufe 1 auf. Etwa 37% sind in der Vitalitätsstufe 2, knapp 9% ist der Vitalität 3 zugeordnet. Ähnlich wie bei den azidophilen Arten ist nur eine geringe Anzahl auf die Vitalitätsstufen 0 oder 4 verteilt.

Bewertung

Die Hälfte der basiphilen Arten ist schwach geschädigt. Insgesamt ist der Bestand der basiphilen Arten damit geringer geschädigt als der der azidophilen Arten. Eine besondere Rolle spielt dabei jedoch die dominante Art der Wörlitzer Anlagen, die Gemeine Eibe (*Taxus baccata*), welche als basiphile Art eingeordnet ist. Der Vitalitätszustand der basiphilen Arten ist zum großen Teil von der Vitalität der Gemeinen Eibe bestimmt. Die gute Vitalität der Eibe in den Wörlitzer Anlagen resultiert aber aus den Verjüngungsschnitten der zurückliegenden Jahre.

6.3.1.5 Ergebnisse und Bewertung der staunässeempfindlichen Arten bzw. Sorten

Staunässeempfindlich sind Arten, die auf Grund ihrer physiologischen Ansprüche nicht an die Sauerstoffarmut im Boden, welche durch Staunässe hervorgerufen wird, angepasst sind. Auf Standorten mit stauenden Schichten im Untergrund oder nach Hochwasserereignissen weisen diese Arten demnach schlechtere Vitalitäten auf bzw. es kommt zum Absterben.

In der Tabelle der Standorteigenschaften der Gehölze (Anlage 3, Anhang Gehölze) sind folgende Arten als staunässeempfindlich eingestuft: *Taxus baccata*, *Betula pendula*, *Picea omorika*.

Ergebnisse

Die Verteilung der Vitalität der staunässeempfindlichen Arten stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 6-5: Übersicht über die Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen

Vitalität	0	1	2	3	4	Gesamt
Anzahl	38	1200	711	174	47	2170
in %	1,75	55,30	32,76	8,02	2,17	100

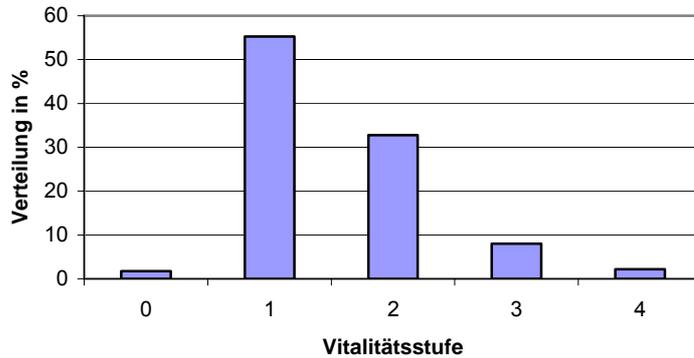
Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen

Abbildung 6-5: Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten in den Wörlitzer Anlagen

Über die Hälfte der staunässeempfindlichen Arten ist der Vitalitätsstufe 1 zugeordnet, ein Drittel hat die Vitalitätsstufe 2. Etwa 8% weist die Vitalität 3 auf, jeweils etwa 2% sind auf die Vitalitätsstufen 0 oder 4 verteilt.

Bewertung

Abbildung 6-5 spiegelt den Vitalitätszustand der drei oben genannten Arten wider, wobei die Gemeine Eibe als dominante Art heraustritt. Die gute Vitalität dieser Art resultiert aber aus den Verjüngungsschnitte der letzten Jahre, so dass die Wirkungen der Staunässe auf die Bäume nicht sichtbar werden.

6.3.1.6 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Arten

6.3.1.6.1 Pinus nigra – Schwarz-Kiefer

Ihr natürliches Verbreitungsgebiet hat die Schwarz-Kiefer in den süd- und osteuropäischen Gebirgen und in Westasien. Die anspruchslose Art ist vor allem auf allen sauren bis stark alkalischen Böden in sonniger Lage zu finden. Bevorzugt werden durchlässige, nicht zu feuchte und zu nährstoffreiche Substrate. Die Schwarz-Kiefer ist eine Lichtbaumart, die kalte und nasse Standorte meidet; schwere, feuchte und sehr nährstoffreiche Böden provozieren Frostschäden. Je nach Standort ist ein Pfahl- oder Herzwurzelsystem ausgebildet.

Die Art ist in Wörlitz als historisch eingestuft, der erste Baum wurde 1790 gepflanzt. Außerdem ist sie wichtiges Gestaltungselement in den Anlagen; die Kiefernart soll den typischen Piniencharakter symbolisieren.

Ergebnisse

Pinus nigra ist in allen Bereichen der Wörlitzer Anlagen vertreten, am häufigsten jedoch in den Neuen Anlagen. Größere Häufigkeiten erreicht sie zwischen der Eisernen Brücke und der Plattenbrücke, wo sie meist Weg begleitend auftritt sowie im Bereich zwischen der „Venus aus dem Bade“ und Stein. Zwei kennzeichnende Exemplare finden sich weiterhin außerhalb des Gartens, an der Straße Nähe Rousseauinsel.

In den Wörlitzer Anlagen kommt die Schwarz-Kiefer in der mittleren Höhe von 16,55 m vor, der mittlere Durchmesser ist 0,44 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Bewertungen Jahre 1996-1999 (Erstbewertung) und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-6: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	11	46	18	5	0	0	80
in %	14	58	23	6	0	-	100
Anzahl 2004	2	32	31	5	0	4	74
in %	2,86	45,71	44,29	7,14	0	-	100

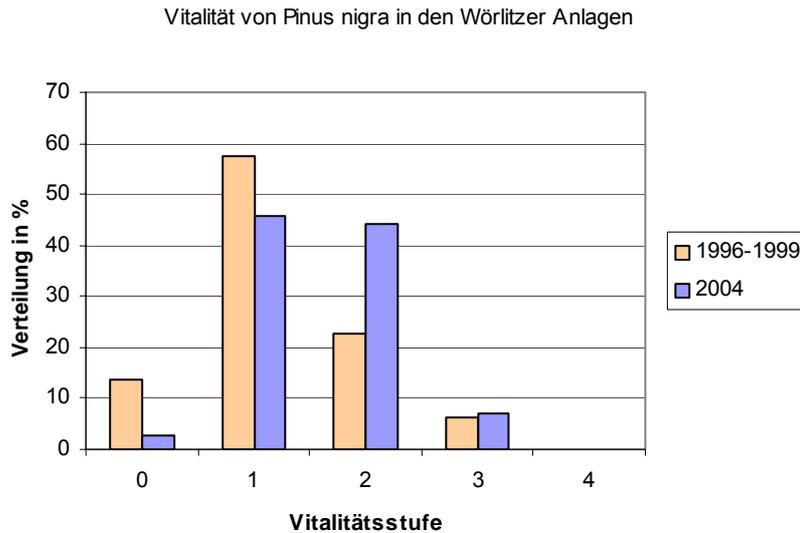


Abbildung 6-6: Vitalität der Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Die Schwarz-Kiefer tritt vor allem in den Vitalitätsstufen 1 und 2, also im gering bis mäßig geschädigten Bereich auf. Im Vergleich zu den Jahren 1996-1999 zum Jahr 2004 ist eine allgemeine Verschlechterung des Bestandes zu verzeichnen. Es erfolgte eine Verschiebung von den Stufen 0 und 1 zur Stufe 2. Der Gesamtbestand der erfassten Einzelbäume ist von 80 auf 74 gesunken.

Bewertung

Spezielle Ursachen für die Zustandverschlechterung von *Pinus nigra* sind nicht zu finden. Die aktuelle Verschlechterung der Vitalität könnte in den Einflüssen des Hochwasserjahres 2002 und des Trockenjahres 2003 begründet sein.

6.3.1.6.2 Pinus strobus – Weymouths-Kiefer

Die Heimat der Weymouths-Kiefer liegt im östlichen Nordamerika. Die Art kommt auf verschiedensten Böden vor, bevorzugt jedoch frische, tiefgründige, saure Substrate und meidet stagnierende Nässe und trockene Kalkböden. Natürlich kommt sie auf Grundwasser beeinflussten bzw. überdurchschnittlich wasserversorgten Standorten vor. Diese Halbschattbaumart besitzt eine außerordentliche Trockenheitsresistenz sowie einen hohen Feuchtigkeitsbedarf. Die Weymouths-Kiefer hat ein kräftiges Horizontwurzelsystem, auf staunassen Böden bildet sie flache, fichtenähnliche Wurzelteller.

Die Art kommt historisch in den Wörlitzer Anlagen vor, sie kam mit der Entstehung der Anlagen überall zur Anpflanzung.

Ergebnisse

Auch heute ist *Pinus strobus* in allen Teilbereichen zu finden, häufig ist sie in Neumarks Garten, Schochs Garten sowie den Neuen Anlagen.

Der Gesamtbestand beläuft sich auf 308 (337) Exemplare, die eine mittlere Höhe von 15,48 m und einen mittleren Durchmesser von 0,31 m haben.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1996-1999 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-7: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Weymouths-Kiefer (*Pinus strobus*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	23	135	111	53	3	0	325
in %	7	42	34	16	1	-	100
Anzahl 2004	4	155	119	24	6	29	337
in %	1,30	50,32	38,64	7,79	1,95	-	100

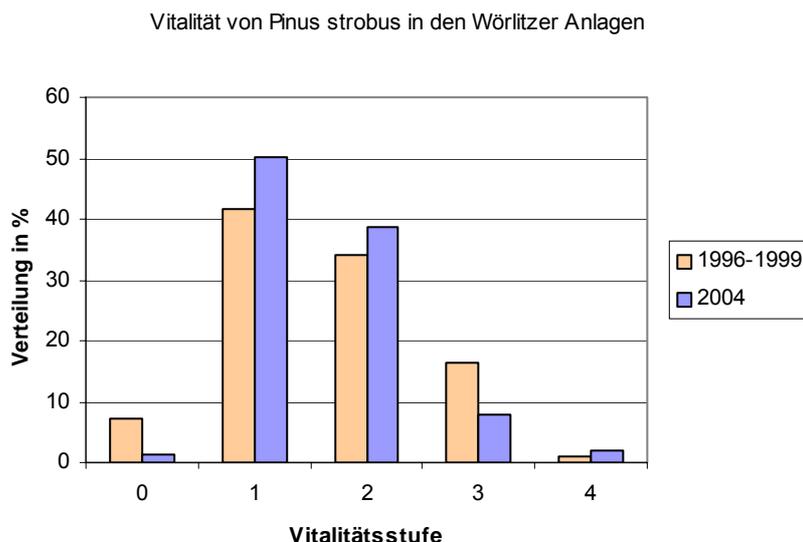


Abbildung 6-7: Vitalität der Weymouths-Kiefer (*Pinus strobus*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Mit einem Vitalitätszustand von 0 bis 2 sind 90% der Gehölze in einem sehr guten bis zufrieden stellendem Zustand. Der *Pinus strobus*-Bestand hat sich im Vergleich zur letzten Aufnahme verbessert. Die Anzahl von Gehölzen mit den Vitalitätsstufen 1 und 2 stieg an. Im Vergleich zur vorigen Aufnahme sind Bäume mit der Vitalität 0 und 3 dagegen in geringerer Stückzahl anzutreffen. Der Gesamtbestand ist um zwölf neu erfasste Exemplare auf 337 angestiegen, wobei 29 davon Stubben sind.

Hinzuzufügen ist, dass der Großteil des Weymouths-Kiefer-Bestandes durch die Wollige Napfschildlaus befallen ist.

Bewertung

Auf Grund der Standortansprüche der Art ist davon auszugehen, dass die Naturereignisse der letzten Jahre (Hochwasser 2002, trockener Sommer 2003) dem *Pinus strobus*-Bestand im Wesentlichen nicht geschadet haben. Die Gehölze haben sich entgegen dem allgemeinen Trend erholt.

Derzeit ist noch nicht bekannt, wie die Gehölze langfristig auf mehrjährigen starken Befall durch die Wollige Napfschildlaus reagieren. In erster Linie stellt sie durch ihren großflächigen Befall an Stamm und Krone ein ästhetisches Problem dar.

6.3.1.6.3 Taxus baccata – Gemeine Eibe

Die Gemeine Eibe ist in ganz Europa, in Kleinasien und dem Kaukasus beheimatet. Bevorzugt werden nährstoffreiche Böden mit einer hohen Wasserkapazität. Zu den Besonderheiten der Eibe zählt, dass junge Pflanzen Schatten benötigen, ältere gedeihen dagegen auch im Freistand.

Ergebnisse

Diese Baumart ist mit einem Gesamtbestand von 2.278 (2.329) die häufigste Art in den Wörlitzer Anlagen und überall prägend vorzufinden. Die mittlere Höhe beläuft sich auf 6,57 m, der mittlere Stammdurchmesser auf 0,20 m. Bei einem hohen Anteil der Eiben wurde die Krone abgesetzt. I.d.R. treiben diese Bäume auf Grund der hohen Schnittverträglichkeit und mit Hilfe von stammbürtigen Austrieben wieder gut aus und bilden nach etwa vier bis fünf Jahren nach Schnitt so genannte „Kegel“.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-8: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl 1996-1999	52	636	933	448	11	0	0	2080
in %	2,50	30,58	44,86	21,54	0,53	-	-	100
Anzahl 2004	40	1307	726	172	25	51	8	2329
in %	1,76	57,58	31,98	7,58	1,10	-	-	100

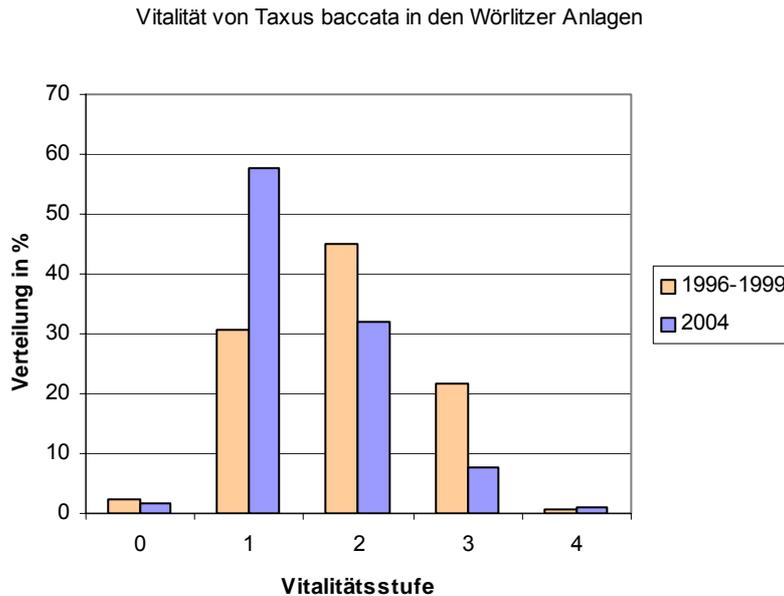


Abbildung 6-8: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Der Eibenbestand in den Wörlitzer Anlagen ist größtenteils in einem sehr guten bis guten Zustand (ca. 59% Vitalitätsstufen 0 und 1). Nur knapp 9% der Eiben weisen die beiden schlechtesten Vitalitätsstufen (3 und 4) auf. Generell lassen sich Standorte mit vitalen sowie Bereiche mit weniger vitalen Eiben unterscheiden. Insbesondere in Neumarks Garten und im nördlichen Teil der Anlagen tritt gehäuft Vitalitätsstufe 3 auf.

Die Anzahl der erfassten Gehölze stieg um 222 auf 2.302, wobei 51 Exemplare in dieser Zeit ausfielen.

Bewertung

Als besonderer Umstand im Bearbeitungsgebiet ist die bewusste Einkürzung der Krone einzelner Individuen zu erwähnen. Diese Verjüngungsmaßnahme erfolgte kontinuierlich seit den 80-er Jahren des 20. Jahrhunderts. Ein Großteil der Bäume trieb wieder gut aus, so dass eine Vitalitätsverbesserung eintrat.

Die Häufung schlechter Vitalitätszustände in einzelnen Bereichen deutet auf unterschiedliche Standortverhältnisse hin, insbesondere auf Staunässe, und wird gesondert im Punkt 1.4.1.3.5.1 dargestellt.

6.3.1.6.4 Tsuga canadensis – Kanadische Hemlock

Die Heimat der Kanadischen Hemlock(stanne) ist in den USA und Kanada. Sie stockt dort vor allem auf tiefgründigen Böden in einem kühl-feuchten Klima, ist insgesamt jedoch standortstolerant sowie eine extreme Schattenholzart. Sie besitzt ein flaches Wurzelsystem.

In den Wörlitzer Anlagen ist diese Art historisch, die erste Pflanzung erfolgte bereits 1770.

Ergebnisse

Heute ist sie mit einem Gesamtbestand von 87 (94) Exemplaren vertreten. Die mittlere Höhe liegt bei 7,13 m, der mittlere Stammdurchmesser bei 0,14 m.

Besonders häufig ist die Kanadische Hemlock in Schochs Garten, aber auch in allen anderen Bereichen der Anlagen stocken Exemplare dieser Art.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-9: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Kanadischen Hemlock (*Tsuga canadensis*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	0	44	36	11	1	0	92
in %	0	48	39	12	1	-	100
Anzahl 2004	2	38	32	9	6	7	94
in %	2,30	43,68	36,78	10,34	6,90	-	100

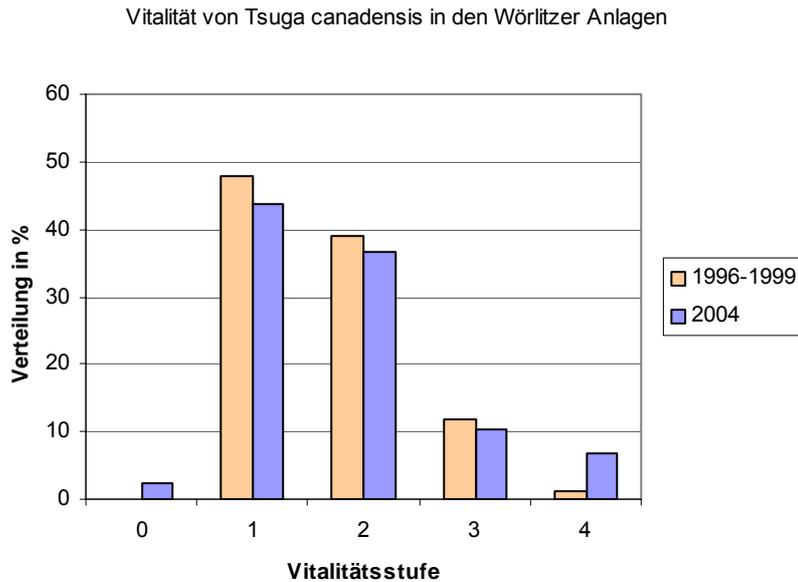


Abbildung 6-9: Vitalität der Kanadischen Hemlock (*Tsuga canadensis*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Der Großteil der Exemplare (83%) ist auf die Vitalitätsstufen 0 bis 2 verteilt und daher in einem sehr guten bis mäßig geschädigtem Zustand. Mit ca. 17% ist der Anteil an stark geschädigten bzw. abgestorbenen Exemplaren jedoch als hoch einzuschätzen, wobei diese Vitalitätsstufen in allen Bereichen der Wörlitzer Anlagen auftreten.

Im Vergleich zu den Jahren 1996-1999 ist eine Verschlechterung des Bestandes festzustellen. Die Verschiebung der Vitalität ist deutlich zur schlechtesten Stufe (4) gerichtet. Der Bestand von *Tsuga canadensis* stieg um zwei auf 104 Exemplare, wobei sieben davon Stubben sind.

Bewertung

In den letzten Jahren trat deutlich eine Schädigung des *Tsuga canadensis*-Bestandes auf. Da sie über eine große Standorttoleranz verfügt, jedoch ein flaches Wurzelsystem besitzt, ist anzunehmen, dass insbesondere das trockene Jahr 2003 zur Vitalitätsminderung auf Grund von Wassermangel führte.

6.3.1.6.5 Acer platanoides – Spitz-Ahorn

Der Spitz-Ahorn ist in Europa bis zum Kaukasus beheimatet. Die Art bevorzugt sommerwarme, kollin-submontane Standorte mit mäßiger Kontinentalität auf frischen bis feuchten Böden mit mittlerer bis besserer Nährstoffversorgung und meidet sehr trockene und saure Böden. Sie verfügt über ein kompaktes, tiefgehendes Herzwurzelsystem sowie über eine große Immissionstoleranz. In Wörlitz ist er seit Ende des 18. Jahrhunderts Bestandteil des Landschaftsgartens.

Ergebnisse

Acer platanoides hat einen Gesamtbestand von 146 (157) Exemplaren in den Wörlitzer Anlagen und ist zusätzlich mit mehreren Varietäten vertreten. Die mittlere Höhe beträgt 14,78 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,37 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-10: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Spitz-Ahorns (*Acer platanoides*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	13	88	37	12	2	0	152
in %	9	58	24	8	1	-	100
Anzahl 2004	11	90	34	10	1	11	157
in %	7,53	61,64	23,29	6,85	0,68	-	100

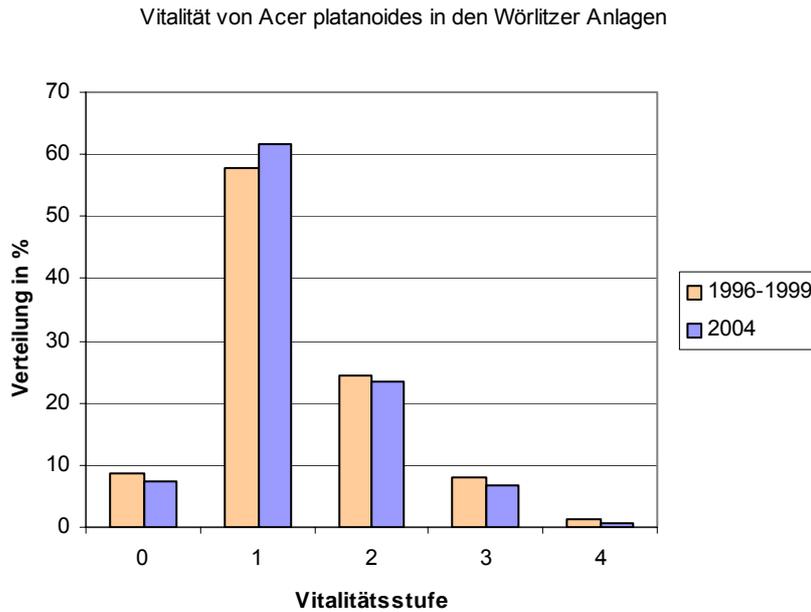


Abbildung 6-10: Vitalität des Spitz-Ahorns (*Acer platanoides*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Acer platanoides besitzt einen sehr guten bis guten Vitalitätszustand, ca. 70% weisen keine oder nur geringe Schäden auf (Vitalität 0 und 1). Etwa 8% sind stark geschädigt bzw. abgestorben. Im Vergleich zu den Jahren 1996-1999 lassen sich keine nennenswerten Veränderungen feststellen. Im Jahr 2004 wurden weitere fünf Exemplare sowie elf Stubben des Spitz-Ahorns erfasst.

Sowohl der Spitz-Ahorn als auch der Berg-Ahorn sind in den Wörlitzer Anlagen oftmals von der Teerfleckenkrankheit (Ahorn-Runzelschorf) befallen, welche durch den Pilz *Rhytisma spec.* hervorgerufen wird. Symptome sind im Sommer auftretende schwarzglänzende Flecken, die z.T. gelb berandet sind. Im darauf folgenden Frühjahr wird auf dem Falllaub dann die Hauptfruchtform ausgebildet. Bei starkem Befall kommt es zu vorzeitigem Blattfall und damit zu Assimilat-einbußen, was sich negativ auf den Zuwachs und andere energieabhängige Abläufe auswirken kann.

Bewertung

Bei *Acer platanoides* sind durch die extremen Ereignisse der letzten Jahre keine Schädigungen festzustellen. Der Bestand befindet sich insgesamt in einem guten Vitalitätszustand.

6.3.1.6.6 Acer pseudoplatanus – Berg-Ahorn

Der Berg-Ahorn hat seine Heimat in Europa sowie Westasien. Er ist in frischen, feuchten Lagen auf nährstoffreichen, flach- tiefgründigen Mineralböden zu finden. Oftmals sind diese Standorte mit gutem Wasserzug ausgestattet, gegen Staunässe ist er jedoch empfindlich. Außerdem werden arme Sande sowie schwere oder saure Böden unter natürlichen Verhältnissen gemieden. Wie auch der Spitz-Ahorn besitzt diese Art ein kompaktes, tiefgehendes Herzwurzelsystem sowie eine große Immissionstoleranz. Er ist ebenfalls historisch im Landschaftsgarten vertreten.

Ergebnisse

Der heutige Bestand beläuft sich auf 119 (126) Bäume, welche überall im Gebiet verbreitet sind. Außerdem kommt *Acer pseudoplatanus* in einigen Varietäten vor. Die mittlere Höhe beträgt 13,24 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,30 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-11: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Berg-Ahorns (*Acer pseudoplatanus*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl 1996-1999	4	44	43	18	0	0	0	109
in %	4	40	39	17	0	-	-	100
Anzahl 2004	1	46	52	17	1	7	2	126
in %	0,85	39,32	44,44	14,53	0,85	-	-	100

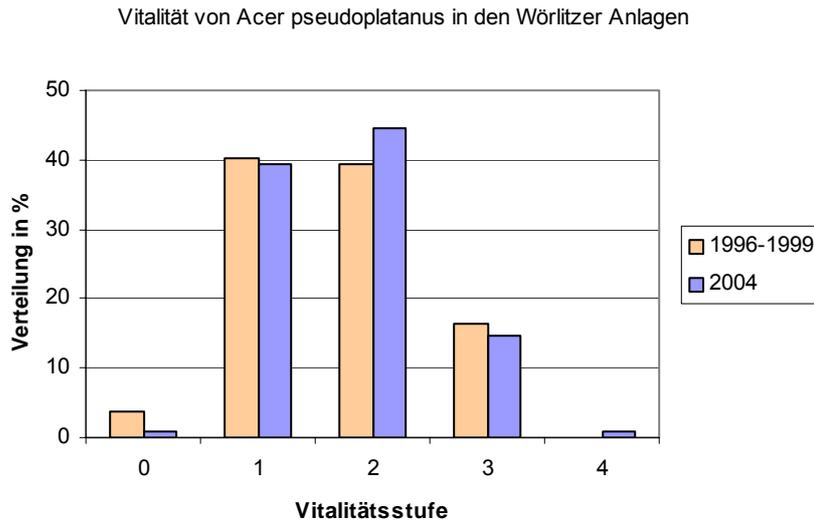


Abbildung 6-11: Vitalität des Berg-Ahorns (*Acer pseudoplatanus*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Auch *Acer pseudoplatanus* ist überwiegend im gering bis mäßig geschädigtem Bereich zu finden. Ca. 84% verteilen sich auf die Vitalitätsstufen 1 und 2, wobei die Art insgesamt stärker geschädigt ist als *Acer platanoides*. Im Vergleich zu den Jahren 1996-1999 ist eine leichte Verschiebung der Vitalitätsstufen 1 und 3 zur Stufe 2 hin zu bemerken. Der Gesamtbestand erhöhte sich um 17 Exemplare, sieben Stubben wurden festgestellt.

Bewertung

Grund für die Vitalitätsverschlechterung dieser Ahorn-Art ist die höhere Empfindlichkeit gegenüber Staunässe. Auf höher gelegenen Standorten, z.B. Deichen oder der Aufschüttung am Sonnenkanal sind vornehmlich bessere Vitalitätsstufen anzutreffen. Weitere Ausführungen finden sich dazu in Punkt 6.4.1.3.5.2. Insgesamt ist die Verschlechterung gegenüber der vorherigen Aufnahme jedoch nur gering.

6.3.1.6.7 *Alnus glutinosa* – Schwarz-Erle

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Schwarz-Erle erstreckt sich über Europa, Nordasien und den Kaukasus. Natürlich kommt sie im Bereich der Hartholzaue bachbegleitend in den Nebentälchen vor. Bevorzugt werden Standorte auf feuchten bis nassen Böden, die auch kurzzeitig mäßig trocken fallen, mit unterschiedlichen Nährstoffgehalten im neutralen bis alkalischen Bereich. Als Pionierholzart kann die Schwarz-Erle aber auch auf Rohböden gedeihen. Durch Symbiose mit Strahlenpilzen im Wurzelbereich ist sie in der Lage Stickstoff zu binden. Die Art besitzt nur über eine minimale Schattentoleranz. Das Wurzelsystem ist ein fein verzweigtes Wurzelnetz mit Senkerwurzeln.

Ergebnisse

Besonders häufig stockt die Schwarz-Erle im Bereich nördlich der Rousseauinsel sowie in der Nähe des Roten Wallwachhauses und dort vor allem entlang des Hoppgrabens.

Die Individuenzahl im Landschaftsgarten beläuft sich derzeit auf 95 (107). Die mittlere Höhe beträgt 15,92 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,28 m.

In der Tabelle 6-12 ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-12: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	4	30	32	31	1	0	98
in %	4	31	33	32	1	-	100
Anzahl 2004	4	44	38	9	0	12	107
in %	4,21	46,32	40,00	9,47	0	-	100

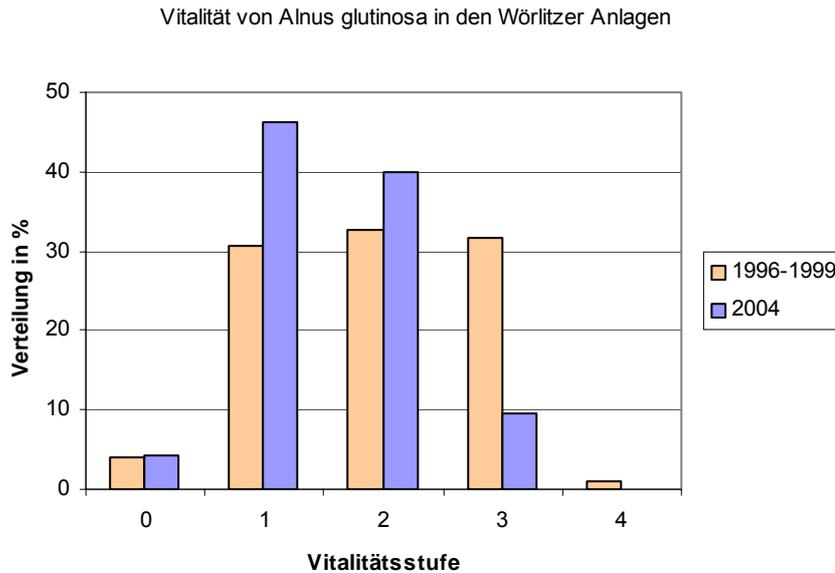


Abbildung 6-12: Vitalität der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Über 90% des Erlen-Bestandes verzeichnen die Vitalitätsstufen 0 bis 2. Die Anzahl von *Alnus glutinosa* im Vitalitätszustand 3 sank um 22 Exemplare (ca. 23%), wobei zu beachten ist, dass im Jahr 2004 zwölf Stubben nachgewiesen wurden. Gegenüber der letzten Aufnahme ist eine deutliche Verbesserung festzustellen. Insbesondere entlang des Hoppgrabens weisen die Erlen eine gute Vitalität auf, im Bereich der Rousseauinsel sind dagegen größtenteils Exemplare mit mäßigen bis starken Schädigungen. Insbesondere auf Grund von Neuanpflanzungen stieg die Gesamtanzahl um neun Exemplare.

Bewertung

Bei *Alnus glutinosa* ist insgesamt eine Verbesserung des Bestandes zu verzeichnen. In den Wörlitzer Anlagen treten jedoch in Teilbereichen deutlich schlechtere Vitalitätszustände auf. Insbesondere in Uferbereichen des Wörlitzer Sees, so auch nördlich der Rousseauinsel finden sich Schadbilder, hervorgerufen durch das Hochwasser 2002. In diesen Bereichen wurden die abgestorbenen bzw. geschädigten Exemplare aber bereits zum großen Teil gefällt und durch Neuanpflanzungen ersetzt, so dass nur ein geringer Teil der Erlen eine Vitalität von 3 oder 4 aufweist. Der genaue Schadensanstieg spiegelt sich demnach in der Abbildung 6-12 nicht wider. In Bereichen, in denen keine hohe Überflutung auf Grund des ansteigenden Seespiegels erfolgte, verbesserte sich die Vitalität der Bäume. Insgesamt ist die Art an hohe Grundwasserstände angepasst, jedoch nicht an Überstauung. Offensichtlich traten auch keine Trockenschäden im Jahr 2003 auf.

6.3.1.6.8 *Betula pendula* – Hänge-Birke

Die Hänge-Birke ist in Europa, Sibirien, Kleinasien, dem Kaukasus, im Nordiran sowie in Nordafrika beheimatet. Die anspruchslose Art ist am Naturstandort meist auf frischen bis trockenen, mäßig nährstoffarmen, meist sauren bis schwach alkalischen Böden in sonniger Lage zu finden. Sie verfügt über eine große Winterfrost- und Hitzeresistenz. Die Wurzelmasse ist nur gering mit meist flach ausgebreiteten Starkwurzeln.

Betula pendula ist historisch in Wörlitz vertreten.

Ergebnisse

Momentan ergibt sich ein Gesamtbestand von 84 (104) Bäumen. Die mittlere Höhe beträgt 16,19 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,35 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-13: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Hänge-Birke (*Betula pendula*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	11	33	25	16	4	0	89
in %	12	37	28	18	4	-	100
Anzahl 2004	0	13	25	24	22	24	108
in %	0	15,48	29,76	28,57	26	-	100

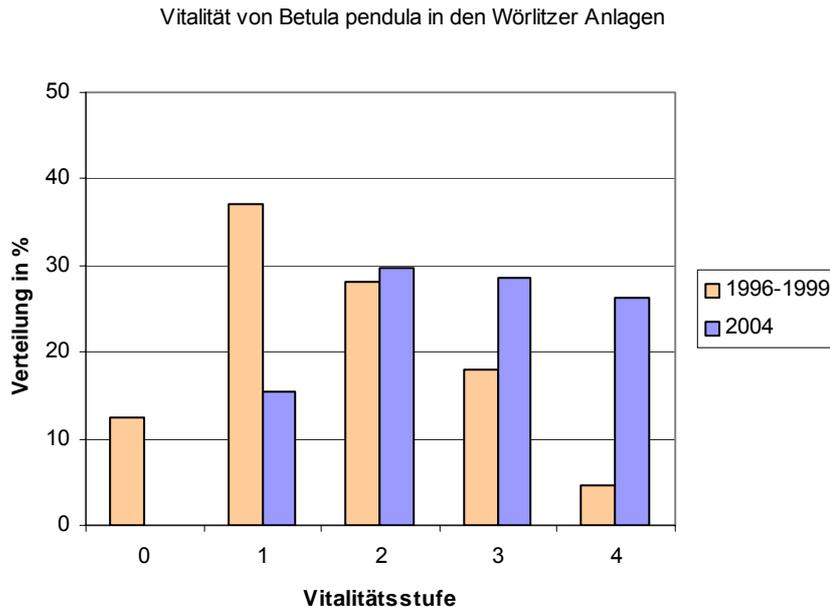


Abbildung 6-13: Vitalität der Hänge-Birke (*Betula pendula*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Fast der gesamte Bestand von *Betula pendula* in den Wörlitzer Anlagen ist stark geschädigt bzw. abgängig. Etwa 55% weisen die Vitalitätsstufe 3 und 4 auf. Lediglich 15% sind im schwach geschädigten Bereich (Vitalität 1), kein Exemplar ist ohne Schädigungen. Der Zustand hat sich gegenüber der letzten Aufnahme stark verschlechtert. Insgesamt konnten 24 Stubben ermittelt werden. Der Gesamtbestand ging um fünf Exemplare zurück. Ein Großteil der gefällten Bäume wurde z.T. an der selben Stelle nachgepflanzt.

Bewertung

Als Hauptursache ist für die schlechten Vitalitätszustände ist die durch das Hochwasser 2002 verursachte Staunässe. In deren Folge kam es zu einer irreparablen Schädigung des Wurzelsystems durch Sauerstoffmangel. Nur bei einigen wenigen Individuen erfolgte ein Neuaustrieb, ein Großteil wurde jedoch so stark geschädigt, dass eine Entnahme nötig war oder diese Exemplare eine schlechte Vitalität aufweisen bzw. im Verlauf der letzten Jahre abgestorben sind. Auch die Neuanpflanzungen zeigen keine optimalen Zustände, da diese z.T. falsch gepflanzt worden. So erfolgten z.B. Neuanpflanzung inmitten von Beständen, da der dort ehemals stehende und nun gefällte Baum ersetzt werden sollte. Bei dieser Lichtbaumart muss dieser Standort automatisch zu schlechteren Vitalitätszuständen führen. Im Allgemeinen ist der Erfolg bei Pflanzung dieses Flachwurzlers gering.

6.3.1.6.9 Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche

Die Gewöhnliche Hainbuche oder auch Weißbuche genannt hat ihr natürliches Verbreitungsareal in Europa, Kleinasien, dem Kaukasus und Nordiran. Sie verfügt über eine weite Standortamplitude und stockt auf mäßig trockenen bis frischen, schwach sauren bis alkalischen Böden in sonniger bis halbschattiger Lage, ist aber auch schattentolerant. Zeitweise werden von ihr hohe Grundwasserstände ertragen. Schwere Lehm- und Tonböden sowie verdichtete Böden schließt die Hainbuche durch ihr intensives Herzwurzelsystem auf. Auf Grund der Robustheit und Stadtklimaverträglichkeit gedeiht sie auch auf ungünstigeren Standorten.

In Wörlitz ist sie seit Ende des 18. Jahrhunderts Bestandteil des Landschaftsgartens.

Ergebnisse

Als Bestandteil der natürlich in diesem Gebiet vorkommenden Vegetation ist die Hainbuche in allen Bereichen der Wörlitzer Anlagen zu finden. Der Gesamtbestand beträgt 67 (77) Exemplare. Die mittlere Höhe liegt bei 14,76 m, der mittlere Stammdurchmesser bei 0,34 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-14: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Hainbuche (*Carpinus betulus*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	6	42	16	8	1	0	73
in %	8	58	22	11	1	-	100
Anzahl 2004	6	37	20	4	0	10	77
in %	8,96	55,22	29,85	5,97	0	-	100

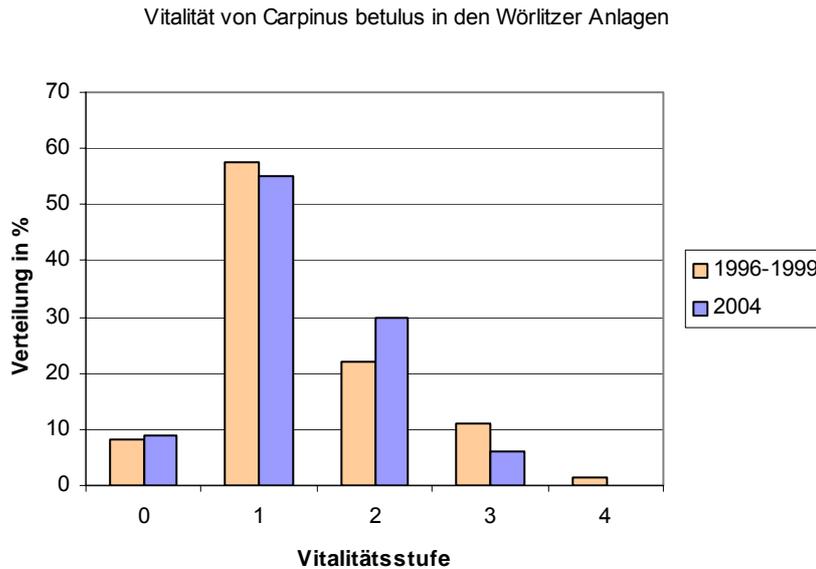


Abbildung 6-14: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (*Carpinus betulus*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Mit etwa 64% befinden sich über die Hälfte der Exemplare in einem nicht oder nur schwach geschädigten Zustand (Vitalität 0 und 1). Nur etwa 6% besitzen die Vitalität 3, es gab im Jahr 2004 keine abgestorbenen Exemplare in den Wörlitzer Anlagen, es wurden jedoch zehn Stubben nachgewiesen. Auch bei der Hainbuche kam es zu einer Verschlechterung des Gesamtbestandes. Die Verschiebung im Vergleich zu den Jahren 1996-1999 erfolgte insbesondere zur Vitalitätsstufe 2, die Stufen 1 und 3 nahmen hingegen ab. Insbesondere in Neumarks Garten kommt es zu einer Häufung von Exemplaren mit der Vitalität 2 bzw. 3. Der Gesamtbestand stieg um vier Hainbuchen an.

Bewertung

Insgesamt ist der Bestand von *Carpinus betulus* in einem guten Zustand. Da die Art jedoch standortgerecht in diesem Gebiet ist, müssten die Vitalitätszustände besser ausfallen. Als Grund für die Schädigungen der Bäume ist v.a. das hoch anstehende Grundwasser im Jahr 2002 zu nennen, welches zu einer Schwächung des Bestandes führte. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich der Bestand erholen wird.

6.3.1.6.10 *Crataegus monogyna* – Eingrifflicher Weißdorn

Das natürliche Vorkommen des Eingrifflichen Weißdorns erstreckt sich über Europa, Afrika und den Kaukasus. Das robuste und stadtklimaverträgliche Gehölz ist auf allen mäßig trockenen bis frischen, schwach sauren bis alkalischen Böden (kalkliebend) in sonniger bis halbschattiger Lage zu finden.

In den Wörlitzer Anlagen ist *Crataegus monogyna* historisch und tritt in mehreren Varietäten auf.

Ergebnisse

Der derzeitig erfasste Bestand beläuft sich auf 106 (113) Exemplare. Die mittlere Höhe beträgt 6,43 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,18 m.

Crataegus monogyna ist in allen Bereichen der Wörlitzer Anlagen zu finden und verjüngt sich dort auch natürlich.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-15: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Eingrifflichen Weißdorns (*Crataegus monogyna*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl 1996-1999	0	25	34	27	2	0	0	88
in %	0	28	39	31	2	-	-	100
Anzahl 2004	7	41	30	20	6	7	2	113
in %	6,73	39,42	28,85	19,23	5,77	-	-	100

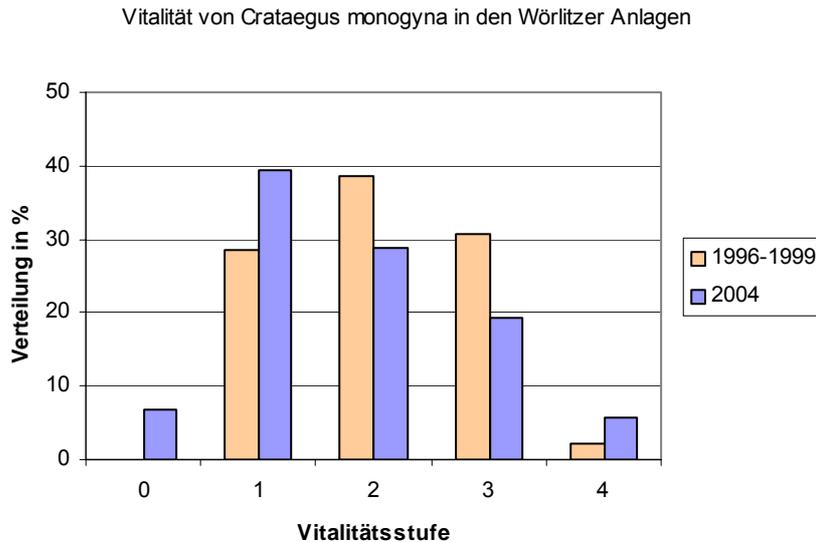


Abbildung 6-15: Vitalität des Eingrifflichen Weißdorns (*Crataegus monogyna*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Mit 75% mit den Vitalitätsstufen 0 bis 2 befindet sich der *Crataegus monogyna*-Bestand in einem sehr guten bis zufrieden stellendem Zustand. Sechs Exemplare weisen die schlechteste Vitalitätsstufe auf, zwei wurden entnommen und sind demnach als Stubben aufgeführt. Der Vitalitätszustand des Eingrifflichen Weißdorns hat sich im Vergleich zur vorigen Aufnahme deutlich verbessert. Insbesondere die Vitalitätsstufen 0 und 1 haben deutlich zugenommen, wogegen 2 und 3 weniger Exemplare zuzurechnen sind. Sowohl geschädigte Gehölze als auch Gehölze ohne Schadensmerkmale sind im gesamten Gebiet vorhanden und zeigen keine Konzentration auf einzelne Bereiche. Die Anzahl der erfassten Gehölze stieg um 25.

Bewertung

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die extremen Ereignisse der zurückliegenden Jahre keine starken Auswirkungen auf diese Art hatten. Als Bestandteil der natürlichen Vegetation ist *Crataegus monogyna* im Großen und Ganzen an die Standortverhältnisse (sofern nicht zu saure Verhältnisse vorherrschen) angepasst. Schlechte Vitalitätszustände sind überwiegend auf natürliche Alterungsprozesse zurückzuführen.

6.3.1.6.11 Fraxinus excelsior – Gewöhnliche Esche

Die Gewöhnliche Esche ist in Europa, dem Kaukasus und Nordanatolien beheimatet. Als Baum der Auen- und Schluchtwälder bevorzugt die Esche frische bis feuchte, tiefgründige und nährstoffreiche, kalkhaltige Lehm- und Tonböden. Sie ist auch auf trockenen Standorten zu finden, sofern diese kalkhaltig sind. In frühester Jugend ist die Gewöhnliche Esche schattentolerant. Kennzeichnend sind der hohe Stickstoff-Bedarf sowie weitreichende, kräftige Horizontalwurzeln.

Als Bestandteil der natürlichen Auenvegetation ist die Gewöhnliche Esche historisch im Landschaftsgarten vorhanden und dort überall vorzufinden, insbesondere in weniger genutzten Bereichen, wo sie sich natürlich verjüngt.

Ergebnisse

Der derzeitige Bestand beläuft sich auf 84 (87) Bäume. Die mittlere Höhe beträgt 15,96 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,38 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-16: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Esche (*Fraxinus excelsior*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	2	53	29	7	0	0	91
in %	2	58	32	8	0	-	100
Anzahl 2004	2	37	36	9	0	3	87
in %	2,38	44,05	42,86	10,71	0	-	100

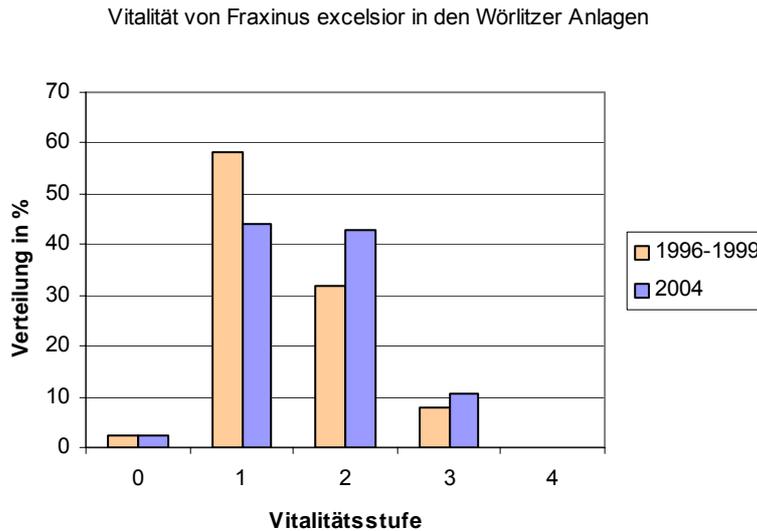


Abbildung 6-16: Vitalität der Gewöhnlichen Esche (*Fraxinus excelsior*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Ein Großteil der Exemplare (87%) der Gewöhnlichen Esche ist auf die Vitalitätsstufen 1 und 2 verteilt. Wie bei der letzten Aufnahme sind keine Eschen mit der Stufe 4 vertreten. Insgesamt ist eine deutliche Verschlechterung des Bestandes zu verzeichnen. Vor allem bei der Vitalitätsstufe 1 ist eine deutliche Verschiebung zur schlechteren Stufe 2 vorzufinden, so dass diese Stufen etwa in gleicher Häufigkeit vorkommen. Der Gesamtbestand verringerte sich um sieben Exemplare, drei Stubben waren vertreten. Die Abnahme des Bestandes ist außerdem auf die Neuzuordnung von Exemplaren der Gemeinen Eschen zu der Art Rot-Esche (*Fraxinus pennsylvanica*) zurückzuführen.

Bewertung

Fraxinus excelsior ist wenig überflutungstolerant. Da diese Art insbesondere an den Ufern von Gewässern steht, wurde sie durch den hohen Wasserstand in diesen Gewässern im Sommer 2002 geschädigt. Deutlich wird dieses vor allem am Nordufer des Wörlitzer Sees zwischen der „Venus aus dem Bade“ und dem Stein. Die geringe Überflutungstoleranz ist auch aus den naturnahen Hartholzauenwäldern bekannt.

6.3.1.6.12 Liriodendron tulipifera - Tulpenbaum

Die ursprüngliche Heimat des Tulpenbaums ist das östliche Nordamerika. Er ist auf tiefgründigen, gut drainierten, frischen bis feuchten und nährstoffreichen, sauren bis schwach alkalischen Böden vorzufinden.

Der heutzutage regelmäßig angepflanzte Parkbaum gehört seit Ende des 18. Jahrhunderts zum Bestand der Wörlitzer Anlagen.

Ergebnisse

Liriodendron tulipifera ist derzeit mit 40 (49) Exemplaren vertreten. Die mittlere Höhe beträgt 16,84 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,41 m. In den Neuen Anlagen kommt kein Exemplar dieser Art vor.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-17: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand des Tulpenbaums (*Liriodendron tulipifera*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	8	29	7	3	1	0	48
in %	17	60	15	6	2	-	100
Anzahl 2004	3	11	12	14	0	9	49
in %	7,50	27,50	30,00	35,00	0	-	100

Über die Hälfte (65%) der Gehölze sind in einem sehr guten bis zufrieden stellendem Zustand. Am häufigsten ist jedoch die Vitalitätsstufe 3 mit ca. 35% vertreten. Die Stufe 4 tritt in den Wörlitzer Anlagen nicht auf, dafür aber neun gefällte Bäume (Stubben). Beim Tulpenbaum ist eine deutliche Bestandsverschlechterung zu verzeichnen. Grafisch ist dieses aus der von links nach rechts ansteigenden Häufigkeit der schlechten Vitalitätszustände in der Abbildung 6-17 zu erkennen. Extrem hohe Einbußen haben die Vitalitätszustände 0 und 1 zu verzeichnen, allein die Gehölze mit Vitalität 1 haben sich um ca. 33% vermindert. Der Gesamtbestand ist um acht Exemplare gemindert.

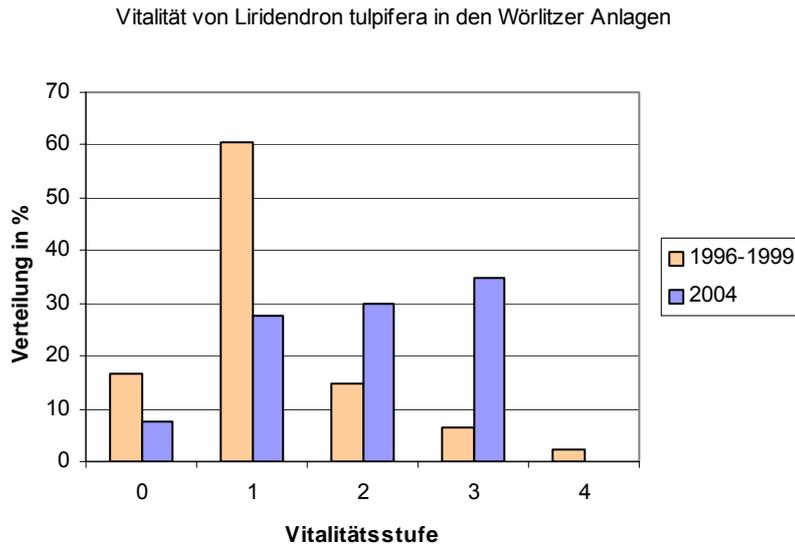


Abbildung 6-17: Vitalität des Tulpenbaums (*Liriodendron tulpifera*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Bewertung

Liriodendron tulpifera ist insbesondere gegenüber Staunässe empfindlich. Die Art weist demnach in den Wörlitzer Anlagen schlechtere Vitalitäten als in den Jahren von 1996-1999 auf. Das durch das Hochwasser 2002 hervorgerufene hoch anstehende Grundwasser hat das Wurzelsystem nachhaltig geschädigt. Die Tulpenbaumallee an der Coswiger Straße, welche vom Gartendirektor Kurt Lein gepflanzt wurde, musste auf Grund der schlechten Vitalität sowie aus denkmalpflegerischen Aspekten gefällt werden und wurde durch eine Obstbaumallee ersetzt.

6.3.1.6.13 Platanus x hispanica – Ahornblättrige Platane

Die Ahornblättrige Platane ist eine Kreuzung aus Morgenländischer (*Populus orientalis*) und Abendländischer Platane (*P. occidentalis*), wobei der genaue Entstehungsort jedoch unbekannt ist. Sie stockt bevorzugt auf tiefgründigen, feuchten jedoch durchlässigen, lehmigen Böden mit pH-Werten von neutral bis stark sauer. Die Art zeichnet sich durch hohe Stadtklimaverträglichkeit aus, so dass sie vielfach als Straßen- und Parkbaum gepflanzt wird. In den Wörlitzer Anlagen ist die Ahornblättrige Platane historisch anzutreffen.

Ergebnisse

Insgesamt sind 110 (113) Bäume im Landschaftsgarten erfasst. Die mittlere Höhe liegt bei 20,81 m, der mittlere Stammdurchmesser bei 0,77 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-18: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Ahornblättrigen Platane (*Platanus x hispanica*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl 1996-1999	2	51	29	14	0	0	0	96
in %	2	53	30	15	0	-	-	100
Anzahl 2004	2	39	50	4	1	14	3	113
in %	1,82	35,45	45,45	3,64	0,91	-	-	87

Bei *Platanus x hispanica* hat der Vitalitätszustand 2 mit ca. 45% den höchsten Anteil. Stärker geschädigt (Vitalität 3) sind nur etwa 4%, knapp 1% ist abgestorben. Gegenüber der Aufnahme von 1996-1999 hat sich der Zustand verschlechtert, sowohl die Vitalitätsstufe 1 aber auch 3 hat sich zu Gunsten der Stufe 2 verschoben. Der Gesamtbestand ist um vier Exemplare angewachsen, 14 Stubben wurden nachgewiesen.

Generell weisen alle Platanen die Platanen-Blattbräune auf, welche durch den Pilz *Agiognomonia veneta* verursacht wird. Die Symptome äußern sich in Nekrosen, die entlang der Blattadern auftreten. Die infizierten Blätter fallen frühzeitig ab. Der Blattverlust wird meist rasch durch eine neue Blattgeneration ersetzt.

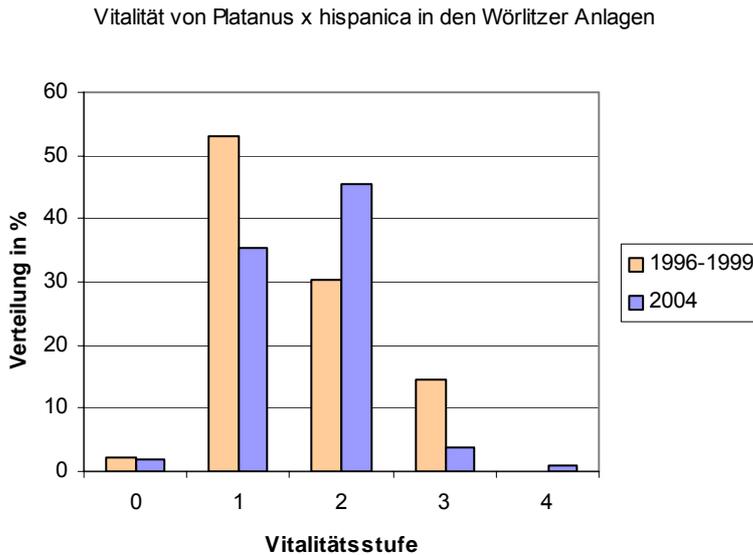


Abbildung 6-18: Vitalität der Ahornblättrigen Platane (*Platanus x hispanica*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Bewertung

Die Platanen zeigen eine deutliche Verschlechterung der Vitalität. Die Verschiebung der Vitalitätsstufe 3 ist so zu erklären, dass ältere Bäume gefällt wurden und durch neue ersetzt, z.B. in der Platanenallee an der Hofgärtnerei. An älteren Platanen hingegen sind häufig holzzeretzende Baupilze (Zottiger Schillerporling – *Inonotus hispidus*) vorzufinden, die eine Weiß- oder Moderfäule im Holz verursachen. Diese sind oftmals auch schon in den Jahren 1996-1999 festgestellt worden und führen über die Jahre zu einer Schwächung der Gehölze, welche sich in diesem Fall meist durch eine Verschlechterung der Vitalitätsstufe 1 zur 2 ausdrückt.

6.3.1.6.14 Populus nigra „Italica“ – Pyramiden-Pappel

Die Pyramiden-Pappel wurde erstmalig in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts in der Lombardei (Italien) entdeckt. Auf Grund ihrer markanten Wuchsform hat sie bereits seit Ende des 18. Jahrhunderts als „Zypressenersatz“ in den Wörlitzer Anlagen gestalterische Verwendung gefunden.

Ergebnisse

Die Anzahl der ausschließlich aus männlichen Pflanzen bestehenden Sorte beträgt derzeit 217 (219) Exemplare. Die mittlere Höhe beläuft sich auf 12,08 m, der mittlere Stammdurchmesser auf 0,21 m.

Pyramiden-Pappeln sind vor allem in Alleen im Landschaftsgarten vertreten.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-19: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Pyramiden-Pappel (*Populus nigra* „Italica“) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl 1996-1999	24	60	25	34	3	0	0	146
in %	16	41	17	23	2	-	-	100
Anzahl 2004	0	67	93	22	16	19	2	219
in %	0	30,88	42,86	10,14	7,37	-	-	91

Am häufigsten weisen die Pyramiden-Pappeln die Vitalitätsstufe 2 auf (ca. 43%). 31% weisen geringe Schädigungen auf. Auf die beiden schlechtesten Stufen entfallen etwa 18%. Auch bei *Populus nigra* "Italica" ist eine Verschlechterung des Vitalitätszustandes zu erkennen. Es gibt keine Bäume ohne Schädigungen, die Vitalitätsstufen 2 und auch 4 haben sich dagegen stark erhöht. Der Gesamtbestand hat sich auf Grund von Neuanpflanzungen, insbesondere an der Straße zum Roten Wallwachhaus im Osten des Gebietes stark erhöht (um 71 Exemplare). 19 Pyramiden-Pappeln sind gefällt wurden.

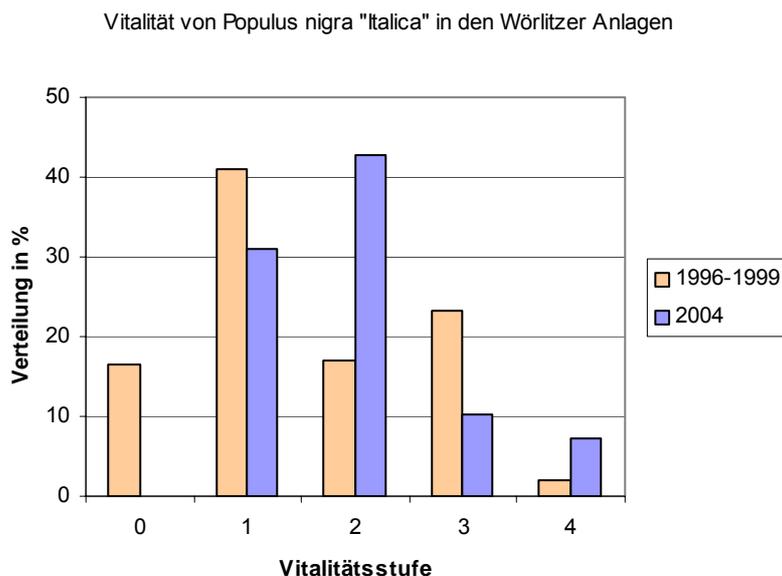


Abbildung 6-19: Vitalität der Pyramiden-Pappel (*Populus nigra* „Italica“) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Bewertung

Wie auch in anderen Teilen Deutschlands, treten auch in den Wörlitzer Anlagen auffällige Kronenschädigungen der Pappeln auf. Diese stehen im Zusammenhang mit dem sogenannten Pappel-Kronensterben. Dabei handelt es sich, ähnlich wie beim Eichensterben, um eine Komplexerkrankung, bei der Faktoren wie ungewöhnlich starke bzw. lange Winterfröste und Trockenheit, die Bäume anfällig für Schäden durch den Pilz *Cryptodiaporthe populea* machen und zum Absterben von Kronenteilen führen. Nach ZTV-Baumpflege ist bei Pyramiden-Pappeln mit Totholz im Schwach-, Grob- und Starkastbereich, welches sich auf das obere Kronendrittel beschränkt, bereits eine Entnahme (ggf. Totholzabeseitigung) angeraten.

Gegenmaßnahmen zur Bekämpfung dieser Komplexkrankheit sind nach KEHR und AMELUNG (2004) v.a. „...präventive Maßnahmen wie die Vermeidung von Stickstoffüberschuss und Wasserstress sowie die Prüfung der Standorteignung vor der Pflanzung junger Pappeln. Bei bereits erkrankten Bäumen kann die Erkrankungsschwere durch umfeldverbessernde Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Wassergaben und ausgewogene Nährstoffversorgung gemildert werden.“

Ein weiterer Grund für die schlechten Vitalitätszustände ist auch die mangelhafte Pflege, insbesondere der Neuanpflanzungen. Vielfach sind vor wenigen Jahren gepflanzte Gehölze in der Allee zum Roten Wallwachhaus abgestorben oder durch zu enge Befestigungsseile in ihrem Wachstum behindert. Die Komplexkrankheit im Zusammenwirken mit dem Hochwassereinfluss im Jahr 2002 und der Trockenheit im Jahr 2003 sind die Ursachen für die deutliche Verschlechterung der Vitalität.

6.3.1.6.15 Prunus avium – Vogel-Kirsche

Die Vogel-Kirsche (Wild-Kirsche) hat ihr natürliches Verbreitungsareal in Europa und Westasien. Sie stockt bevorzugt auf nährstoffreichen, tiefgründigen sowie frisch bis mäßig feuchten, neutralen bis stark alkalischen Lehmböden.

Sie wird seit alters her als Fruchtbäum genutzt und ist historisch in den Wörlitzer Anlagen vertreten. Als Stammform der großfrüchtigen Süßkirschen tritt *Prunus avium* außerdem in zahlreichen Kultur-Sorten auf.

Ergebnisse

In der Wild-Form ist *Prunus avium* in den Wörlitzer Anlagen mit 91(110) Exemplaren vertreten. Die mittlere Höhe beträgt 10,03 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,26 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-20: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	6	37	27	15	2	0	87
in %	7	43	31	17	2	-	100
Anzahl 2004	4	27	37	22	1	19	110
in %	4,40	29,67	40,66	24,18	1	-	100

Prunus avium tritt am häufigsten in der Vitalitätsstufe 2 auf (ca. 41%). In den Stufen 1 und 3 ist sie mit 30 bzw. 24% vertreten. Der Gesamtbestand ist um vier Exemplare angestiegen, insgesamt mussten aber 19 Bäume in den letzten Jahren gefällt werden. Der Bestand hat sich im Vergleich zu den Jahren 1996-1999 verschlechtert. Deutlich ist die Verschiebung der Vitalitätsstufen 0 und 1 zu den Stufen 2 und 3 zu erkennen.

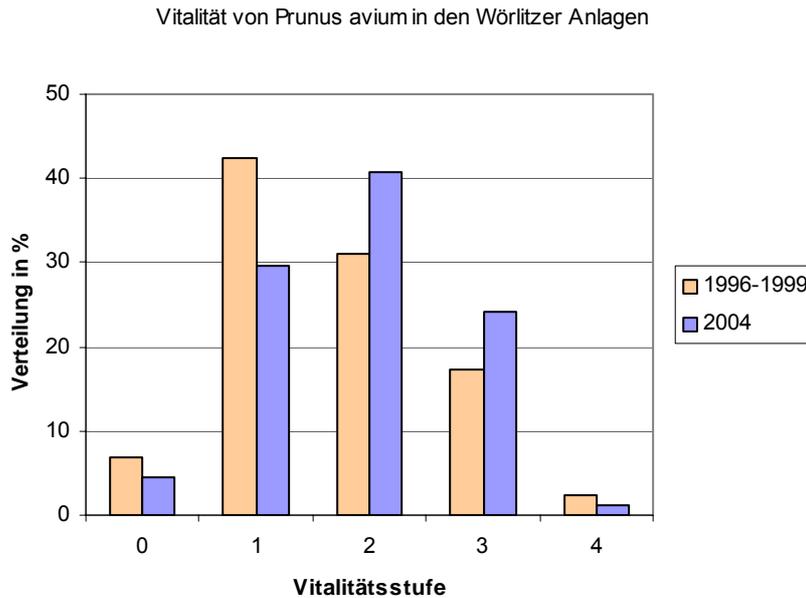


Abbildung 6-20: Vitalität der Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Bewertung

Die Art wurde sowohl durch das Hochwasserereignis als auch durch den trockenen Sommer 2003 geschwächt bzw. geschädigt. So sind z.B. im Bereich nördlich der Rousseauinsel, aber auch in anderen Gewässer nahen Bereichen, die vorhandenen Exemplare abgestorben bzw. treten in der Vitalitätsstufe 3 auf. Hier wirkte sich insbesondere der hohe Wasserstand während des Hochwassers im Jahre 2002 schädigend aus. Fällungen mussten aber auch häufig auf Grund des fortgeschrittenen Alters verschiedener Exemplare vorgenommen werden.

6.3.1.6.16 Quercus robur – Stiel-Eiche

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Stiel-Eiche ist in Europa, Nordafrika und in der Türkei zu finden. Die Baumart ist anspruchslos und verträgt auch hohe Grundwasserstände. Sie stockt vor allem auf feuchten bis nassen, schweren, oft schlecht durchlüfteten Böden (Ton, Schluff). Das sind vorwiegend Standorte mit Bodenverdichtung und Staunässe wie Überschwemmungsgebiete in Flussauen und Grundmoränenböden. Auf plötzliche Veränderung des Grundwasserspiegels reagiert sie mit Wasserreiserbildung und Zopftrocknis. Diese Lichtbaumart ist sie trockenheitsresistent und stadtklimaverträglich. In der Jugend werden Pfahlwurzeln ausgebildet, die sich später zu einem Herzwurzelsystem entwickeln, mit dem auch tief liegende Bodenschichten erschlossen werden können.

Als Bestandteil der natürlichen Elbauenvegetation ist sie historischer Bestandteil der Wörlitzer Anlagen.

Ergebnisse

Nach der Eibe tritt *Quercus robur* als zweithäufigste Baumart mit einem Bestand von 856 (906) Individuen auf.

Die mittlere Höhe beträgt 16,81 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,55 m. Ältere Exemplare befinden sich unter anderem entlang von Deichen, wo sie historisch gepflanzt worden um bei Winterhochwasser das Eis zu brechen und so den Deich zu schützen. Insgesamt sind Stiel-Eichen auf Grund ihrer natürlichen gegebenen Standortansprüche überall in den Anlagen zu finden.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1996-1999 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-21: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl 1996-1999	13	245	316	222	4	0	0	800
in %	2	31	40	28	1	-	-	100
Anzahl 2004	2	203	535	109	7	49	1	906
in %	0,23	23,71	62,50	12,73	0,82	-	-	100

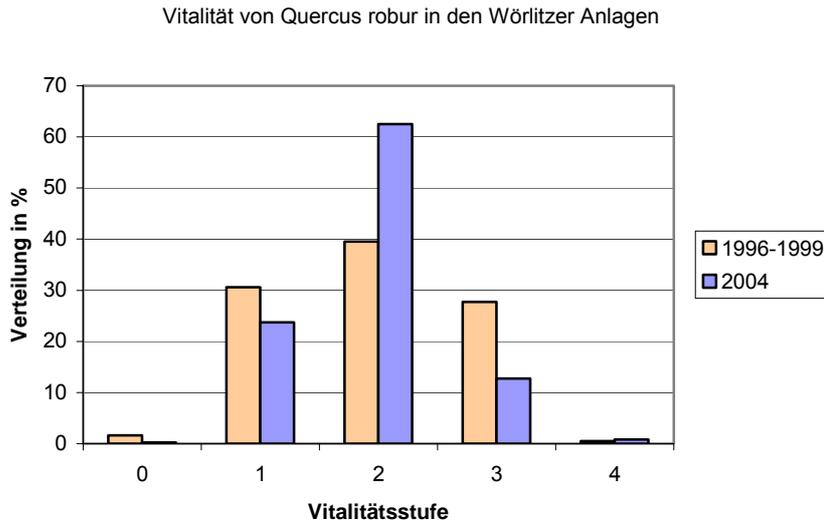


Abbildung 6-21: Vitalität der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Der Eichenbestand in den Wörlitzer Anlagen weist insgesamt eine mäßige Vitalität auf, ein Großteil (ca. 63%) ist der Vitalitätsstufe 2 zuzuordnen. Unter 1% der Stiel-Eichen weisen keinerlei Schädigungen auf. Im Vergleich zu den vorigen Jahren ist eine Verschiebung der Stufen 1 und 3 zugunsten von Vitalität 2 festzustellen. 49 Stubben sind vorhanden. Der Gesamtbestand von *Quercus robur* erhöhte sich, jedoch nicht wie in der Tabelle 6-21 dargestellt von 800 auf 906. In der Informationsquelle, auf welche Bezug genommen wurde (TRAUZETTEL, KOBERT, STIELER 2000), waren lediglich die Stiel-Eichen mit ihrer Vitalität dargestellt, für welche auch Stammdurchmesser zu dieser Zeit vorlagen. Insgesamt war der Gesamtbestand in den Jahren 1996-1999 mit 889 Exemplaren angegeben, so dass im Jahr 2004 17 Stiel-Eichen mehr aufgenommen wurden.

Ein Großteil der Eichenpopulation ist durch Mehltau befallen oder erlitt durch die Eichenwicklergesellschaft oder andere Insekten Fraßschäden an Blättern. Häufig tritt an Eichen außerdem eine Blattfleckung durch Zwergzikaden auf. An einigen Exemplaren wurde Schleimfluss oder Fraßschäden durch holzersetzen Käfertypen (z.B. Heldbock) im Stammbereich festgestellt.

Bewertung

Die extremen Ereignisse (Sommerhochwasser 2002, Niederschlagsdefizit 2003 mit vorherigem harten Winter) in den letzten Jahren verursachten vermutlich eine Verschlechterung des schon vorher geschwächten Eichenbestandes. Insbesondere der trockene Sommer dürfte zu diesem Umstand beigetragen haben. Es erfolgte so eine Abnahme der Vitalität 1 und gleichzeitige Zunahme der Stufe 2. Die Abnahme der Vitalität 3 deutet auf die Regenerationsfähigkeit von

Quercus robur hin. Die Stiel-Eiche besitzt die Fähigkeit vom unteren Stammbereich heraus eine neue Krone zu bilden. Demzufolge besteht die Möglichkeit, dass sich bereits geschwächte Eichen im Verlauf der Jahre wieder erholen können. So ist zu erklären, dass die Vitalität 3 abgenommen und sich zugunsten der besseren Vitalitätsstufe 2 verschoben hat.

Generell lässt sich festhalten, dass in vielen Gegenden Mitteleuropas Eichen auf Grund des sogenannten Eichensterbens (oak decline) geschädigt sind. Auch in den Wörlitzer Anlagen ist ein Großteil der zurzeit aufgenommenen Eichen von dieser Komplexkrankheit betroffen. Die Ursachen sind bis jetzt noch nicht genau geklärt. Als primäre Schadeinflüsse werden v.a. wesentliche Witterungsextreme im Wechsel mit Kahlfraß durch blattfressende Insekten genannt, z.T. in Verbindung mit Veränderungen des Wasserhaushalts am Standort (HARTMANN 1992). Auch die Infizierung von *Phytophthora*-Arten an den Wurzeln der Eichen und der damit verbundene Feinwurzelanteil und anschließend gestörter Wasserhaushalt im Individuum gilt als wesentlicher Faktor (www.forst.tu-muenchen.de 2004). Auswirkungen sind schütterte Belaubung und das Absterben von Zweigen und Ästen. Die Eichen werden zudem über Jahre hinweg von Krankheiten und Schädlingen geschwächt (z.B. durch Eichenmehltau, hervorgerufen durch den Pilz *Microsphaera alphitoides*). Weiterhin kommt es zu einem oberflächlichen Absterben von Kambiumpartien, der Schleimfluss zur Folge hat. Werden die Schäden zu groß, stirbt der Baum schließlich ab. Nährstoffmanglerscheinungen können als Ursache ausgeschlossen werden (MLUR Brandenburg 2004).

Grund für den insgesamt mäßigen Zustand des Eichenbestandes in den Wörlitzer Anlagen ist demnach vor allem in der Komplexkrankheit Eichensterben zu suchen. Die Ereignisse der letzten Jahre, insbesondere der trockene Sommer 2003, führten zu einer weiteren Schwächung der Eichenpopulation. Auf die Trockenheit reagierten die Eichen im Herbst 2003 mit einer Vollmast (KILZ 2004). Das Hochwasser hatte auf Grund der Überflutungsresistenz der Eichen keine Auswirkungen. Stressfaktoren sind dagegen der nivellierte Grundwasserstand in den Wörlitzer Anlagen und die damit fehlende Grundwasserdynamik.

6.3.1.6.17 Robinia pseudoacacia – Gewöhnliche Robinie

Die Gewöhnliche Robinie (Scheinakazie) ist ursprünglich im östlichen Nordamerika beheimatet, in Europa jedoch stellenweise eingebürgert. Die anspruchslose Lichtbaumart ist weitgehend dürre- und hitzeresistent, stadtklimaverträglich und gedeiht auf allen nicht zu nassen Böden in sonniger Lage. Schwere, verdichtete oder vernässte Böden werden unter natürlichen Voraussetzungen gemieden. Durch Symbiose mit Knöllchenbakterien wirken Robinien auf ihrem Standort stickstoffanreichernd. Sie besitzen ein feinwurzelreiches, weit reichendes Wurzelsystem und lockern damit den Oberboden breitflächig.

Ergebnisse

In Wörlitz ist die Baumart historischer Bestandteil und derzeit mit 272 (294) Exemplaren vertreten. Die mittlere Höhe beträgt 14,59 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,35 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-22: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Robinie (*Robinia pseudoacacia*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	0	87	75	62	3	0	227
in %	0	38	33	27	1	-	100
Anzahl 2004	6	103	103	55	5	22	294
in %	2,21	37,87	37,87	20,22	2	-	100

Etwa drei Viertel der Robinien sind in den Vitalitätsstufen 0 bis 2 zu finden, wobei die Stufen 1 und 2 mit jeweils etwa 38% vertreten sind. Über 2% der Gehölze weisen keine Schädigungen auf, weitere 2% sind abgestorben. Der Gesamtbestand erhöhte sich um 67 Exemplare, 22 Stubben wurden kartiert. Im Vergleich zur vorigen Aufnahme hat sich der Vitalitätszustand bei *Robinia pseudoacacia* nicht wesentlich geändert.

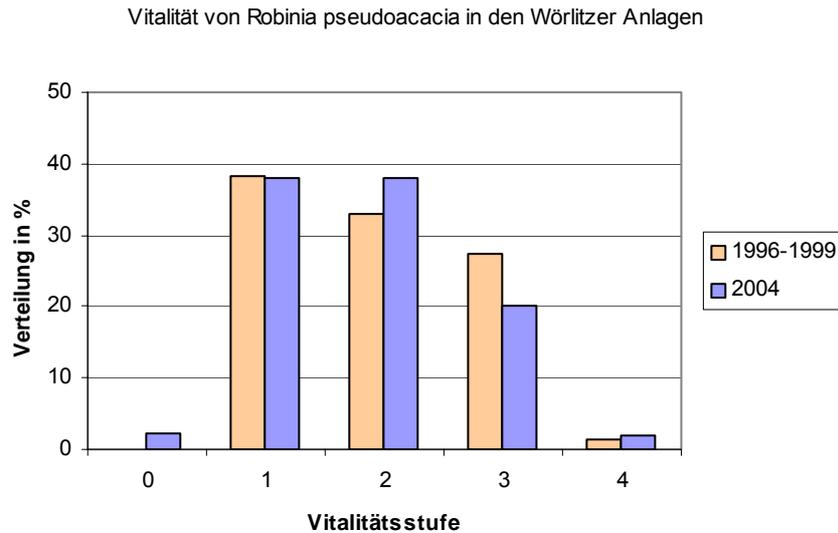


Abbildung 6-22: Vitalität der Gewöhnlichen Robinie (*Robinia pseudoacacia*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Bewertung

Schlechte Vitalitäten werden v.a. durch ältere Bäume oder durch einen zu dunklen Standort hervorgerufen. Es ist nicht davon auszugehen, dass Faktoren wie Boden- oder Wasserverhältnisse erheblichen Einfluss auf diese Art haben. Insgesamt hat sich die Vitalität des Robinienbestandes kaum verändert.

6.3.1.6.18 Tilia cordata – Winter-Linde

Die Winterlinde hat ihr natürliches Verbreitungsgebiet in Europa, wobei sie in Nordwestdeutschland von Natur aus nicht vorkommt. Sie bevorzugt mäßig trockene bis frische, nährstoffreiche und schwach saure bis alkalische Böden. *Tilia cordata* ist schattentolerant und empfindlich gegenüber anhaltenden Überschwemmungen und stagnierender Nässe. Das Wurzelsystem ist weitreichend und tiefgehend.

In Wörlitz ist die Lindenart seit Ende des 18. Jahrhunderts Bestandteil der Anlagen.

Ergebnisse

Der heutige Baumbestand umfasst 258 (264) Individuen. Die mittlere Höhe liegt bei 14,99 m, der mittlere Stammdurchmesser bei 0,43 m.

In der folgenden Übersicht ist die Vitalität bzw. Vitalitätsänderung der Jahre 1998 und 2004 dargestellt:

Tabelle 6-23: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Winter-Linde (*Tilia cordata*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	k.B.	Summe
Anzahl 1996-1999	35	115	78	20	0	0	0	248
in %	14	46	31	8	0	-	-	100
Anzahl 2004	10	125	97	17	0	9	6	264
in %	4,02	50,20	38,96	6,83	0	-	-	100

50% der Linden sind nicht oder nur leicht geschädigt. Etwa 7% weisen die Vitalität 3 auf, es waren 2004 keine abgestorbenen Exemplare in den Wörlitzer Anlagen vorzufinden, dafür sechs Stubben. Beim Lindenbestand erfolgte eine leichte Verschlechterung des Vitalitätszustandes. Im Gartent sind insgesamt weniger Exemplare ohne Schädigungen (Vitalität 0) vorzufinden, der Bestand ist jedoch stabil und insgesamt in guter Vitalität vertreten. Im Vergleich zu den Jahren 1996-1999 sind weitere zehn Exemplare erfasst worden.

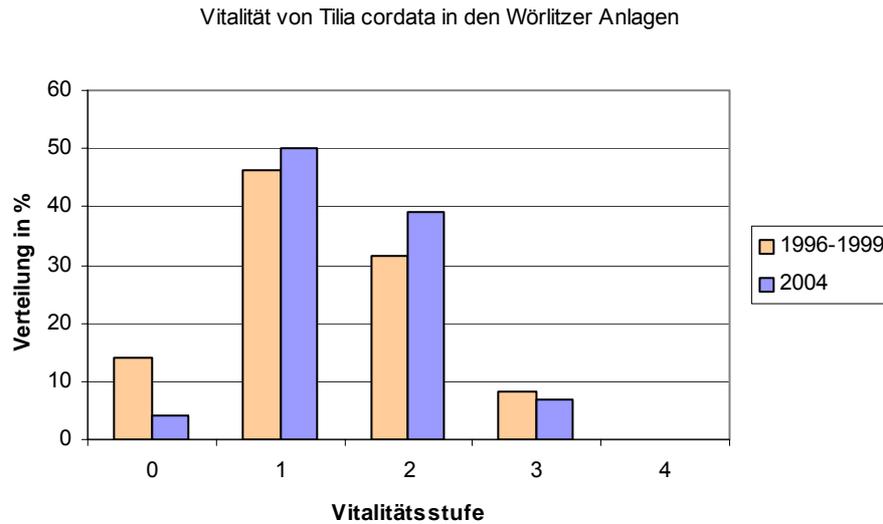


Abbildung 6-23: Vitalität der Winter-Linde (*Tilia cordata*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Bewertung

Die Ereignisse der letzten Jahre führten zu einer Schwächung des Vitalitätszustandes von *Tilia cordata*. Insgesamt ist jedoch davon auszugehen, dass die Art nur auf Standorten, die nicht ihren natürlichen Ansprüchen entsprechen (z.B. von Staunässe beeinflusst) durch eine Schwächung dauerhaft geschädigt ist. Da sie jedoch zur potenziell vorkommenden Vegetation in diesem Gebiet gehört, ist davon auszugehen, dass sich der Großteil des Bestandes erholen kann.

6.3.1.6.19 Ulmus laevis - Flatter-Ulme

Das natürliche Vorkommensgebiet dieser Art liegt in den Auwäldern Mittel- und Südosteuropas bis zum Kaukasus. Bevorzugt werden feuchte bis nasse, tiefgründige und nährstoffreiche, schwach saure bis alkalische Böden. Außerdem ist die Flatter-Ulme wärmeliebend.

Wie auch beispielsweise die Stiel-Eiche ist *Ulmus laevis* eine Baumart der Auwälder und somit der ursprünglichen Vegetation des Gebietes.

Ergebnisse

Im Baumkataster befinden sich zurzeit 185 (191) Flatter-Ulmen. Die mittlere Höhe beträgt 15,18 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,41 m.

Die Wörlitzer Anlagen weisen einen verhältnismäßig hohen Bestand älterer Ulmen auf. Im Nordteil der Anlagen tritt die Flatter-Ulme flächig auf, zum überwiegenden Teil ist sie als natürliches Element der potenziellen Vegetation vertreten.

In Tabelle 6-24 sind die Zustandsstufen der Jahre 1996-1999 und 2004 dargestellt.

Tabelle 6-24: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl 1996-1999	0	36	78	59	4	0	177
in %	0	20	44	33	2	-	100
Anzahl 2004	4	74	88	12	7	6	191
in %	2,16	40,00	47,57	6,49	4	-	100

Etwa 42% der Flatter-Ulmen sind nicht oder nur gering geschädigt. Am häufigsten tritt die Vitalitätsstufe 2 (48%) auf. 4% sind abgestorben, tote Exemplare wurden v.a. in wenig frequentierten Bereichen, z.T. auch außerhalb der Anlagen belassen. Die Vitalität hat sich im Vergleich zur vorigen Aufnahme deutlich verbessert, insbesondere Vitalitätsstufe 1 erhöhte sich um 20%, die Stufe 3 nahm um ca. 27% ab.

An vielen Ulmen treten Blattgallen auf, die jedoch keinen Einfluss auf die Vitalität haben.

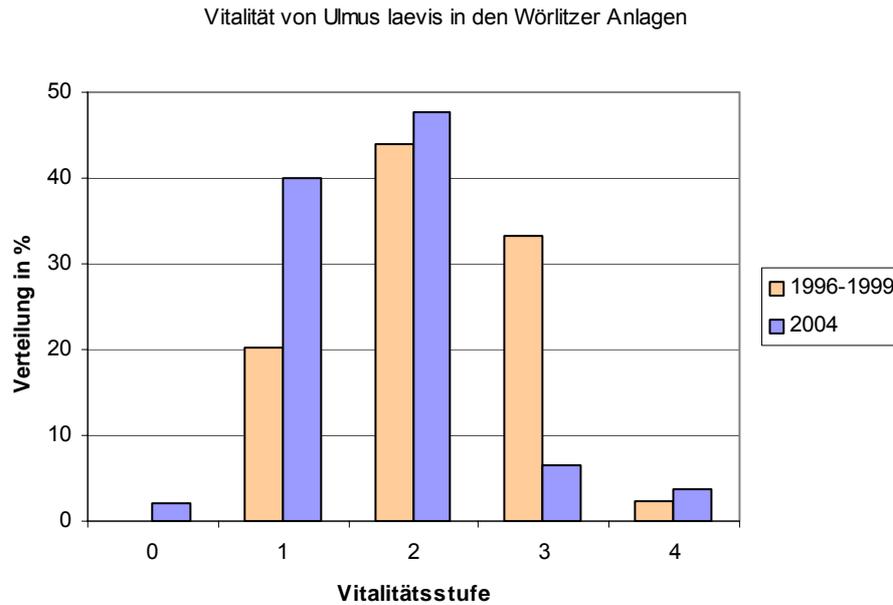


Abbildung 6-24: Vitalität der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) in den Wörlitzer Anlagen (Vergleich Aufnahmen von 1996-1999 und 2004)

Bewertung

Insbesondere bei älteren Exemplaren sind Vitalitätseinbußen hinzunehmen. Jüngere Ulmen sind kaum geschädigt. Als Baumart, die in den Anlagen natürlich auftritt, ist der Vitalitätszustand als mäßig einzuschätzen. Durch Hochwasser werden bei der Flatter-Ulme als überflutungsresistente Art keine Schädigungen hervorgerufen. Die Vitalitäten könnten hingegen vom gestörten (d.h. vergleichmäßigem) Grundwasserhaushalt mit fehlender Dynamik hervorgerufen sein.

6.3.1.7 Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung des Gehölzbestandes in den Wörlitzer Anlagen

Durch den Umstand, dass seit 1996 Gehölzaufnahmen in den Wörlitzer Anlagen erarbeitet werden, ist durch einen Vergleich der Erfassung aus dem Jahr 2004 mit der vorherigen Bestandsaufnahme die Darstellung der Vitalitätsverschlechterung bzw. –verbesserung möglich. In Anlage 2 ist über den gesamten Gehölzbestand die Zustandsverschlechterung bzw. –verbesserung über verschiedene Stufen dargestellt. Die Grundlagendaten, wurden von der Ingenieurgesellschaft für Datenverarbeitung und Umweltschutz mbH (IDU) bereit gestellt.

Es ergeben sich geringe Abweichungen im Vergleich zu Punkt 6.3.1, da dort der gesamte Bestand einschließlich der neu aufgenommenen Gehölze dargestellt ist. Dieser stellt somit den Ist-Zustand dar. Im Folgenden wird dagegen ausschließlich auf die Veränderungen der Vitalität eingegangen. Gehölze, die im Jahr 2004 neu aufgenommen wurden und demnach keine Vergleichsmöglichkeiten zulassen, sind in der Stufe „unverändert“ eingeordnet.

6.3.1.7.1 Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung aller Gehölzarten und –sorten

Ergebnisse

Abbildung 6-25 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung aller Gehölze in den Wörlitzer Anlagen dar.

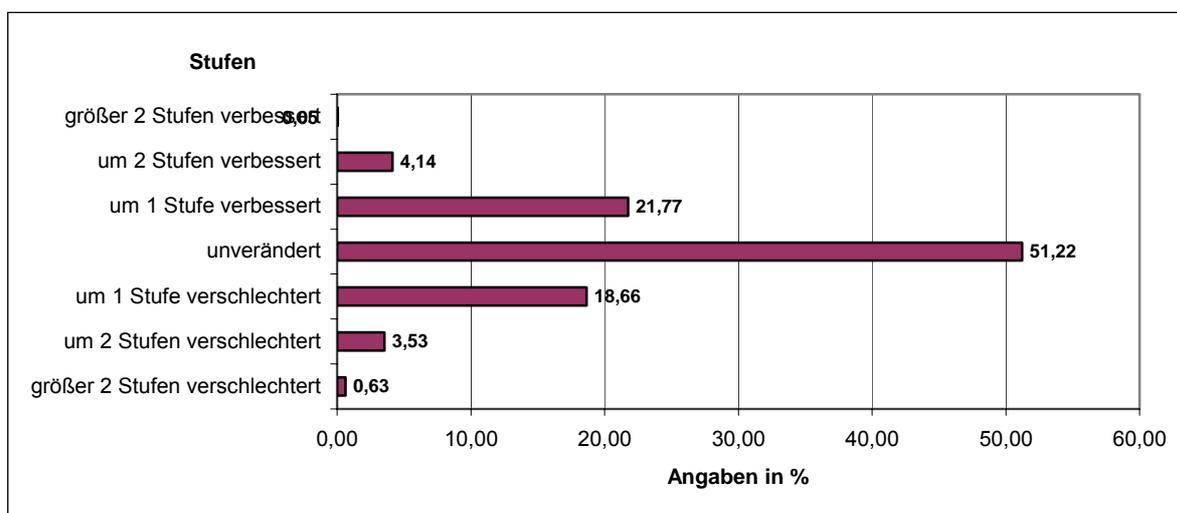


Abbildung 6-25: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Gehölzarten und -sorten

Demnach ist ersichtlich, dass sich der Bestand insgesamt im Vergleich zur letzten Aufnahme leicht verbessert hat. Etwa die Hälfte der Gehölze blieb in ihrer Vitalität unverändert. Nur eine geringe Prozentzahl verbesserte bzw. verschlechterte sich über mehrere Stufen, die Vitalitäten verschoben sich, wenn überhaupt, größtenteils über eine Stufe.

Bewertung

Die Verbesserung der Gehölze insgesamt ergibt sich aus der Verbesserung der Nadelgehölze sowie insbesondere der Gemeinen Eibe, welche dominierend in den Wörlitzer Anlagen ist. Der Verjüngungsschnitt in den zurückliegenden Jahren und der nachfolgende Austrieb der Baumart beeinflusste die Vitalitätsänderung erheblich. Das Ergebnis kann deshalb nicht verallgemeinert werden, sondern muss genauer aufgeschlüsselt werden. Eine Differenzierung in Bezug auf die einzelnen Gruppen und Arten bzw. Sorten erfolgt unter den nächsten Teilpunkten.

6.3.1.7.2 Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Nadelgehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Abbildung 6-26 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Nadelgehölze in den Wörlitzer Anlagen dar.

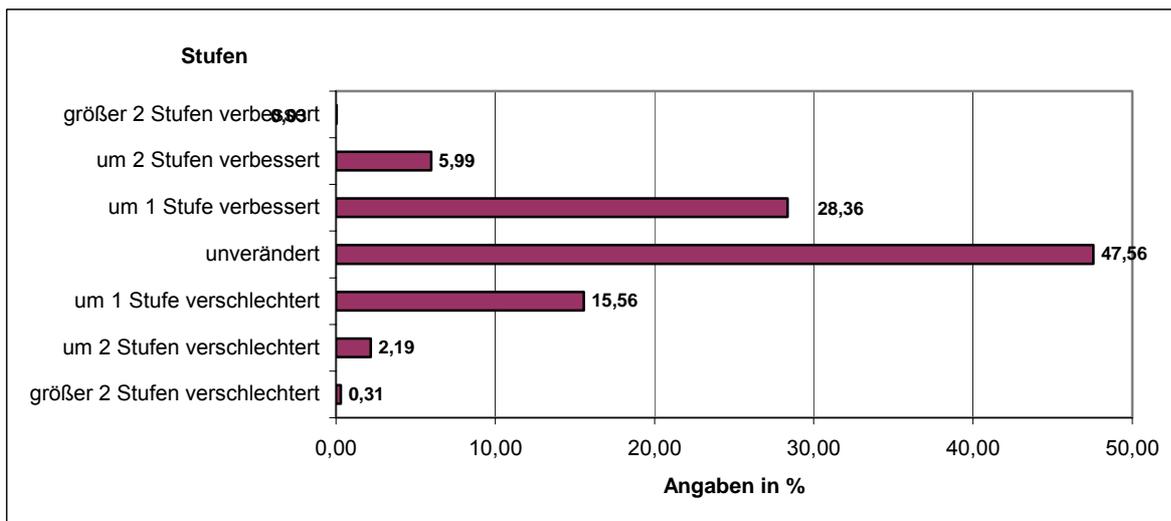


Abbildung 6-26: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Nadelgehölzarten und -sorten

Es ist deutlich eine Verbesserung der Vitalität der Nadelgehölze zu erkennen. 34% wiesen bessere Vitalitätsstufen auf, als im Vergleich zur vorigen Aufnahme. Bei etwa 18% war eine Verschlechterung festzustellen.

Bewertung

Wie bereits erwähnt, ist dieses zum einen auf die besseren Vitalitätsstufen der Gemeine Eibe zurückzuführen. Ein weiterer Grund ist die Reduktion des Schwefeldioxydausstoßes. Auf Schwefeldioxyd reagieren insbesondere Nadelgehölze sehr empfindlich. Durch die Schließung des Kraftwerkes Vockerode im Jahr 1991 sowie die industriellen Veränderungen in der Zeit nach 1989 wirken weniger Immissionen auf die Gehölze, was sich in einer Besserung der Vitalität ausdrückt.

6.3.1.7.3 Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Laubgehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Abbildung 6-27 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Laubgehölze in den Wörlitzer Anlagen dar.

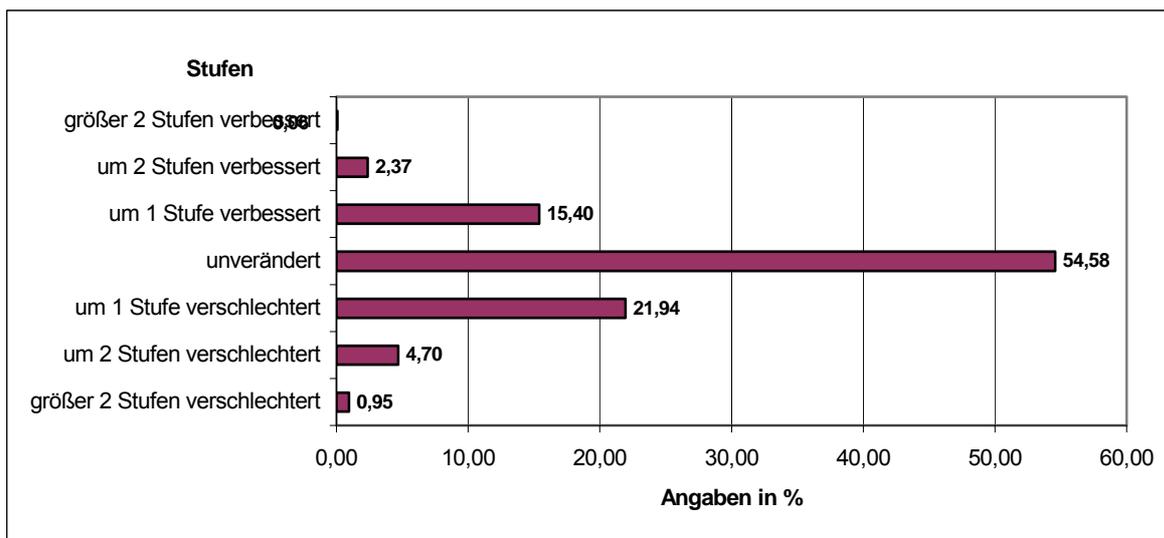


Abbildung 6-27: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller Laubgehölzarten und -sorten

In den Wörlitzer Anlagen lässt sich eine Verschlechterung der Vitalität der Laubgehölze feststellen. Bei etwa 28% der Laubgehölze verschlechterte sich die Vitalität um mindestens eine Stufe. Etwa 18% wiesen bessere Vitalitäten auf. Der Großteil der Arten wies keine Veränderungen in der Vitalität auf.

Bewertung

Die Ursachen für die Verschlechterung der Vitalität der Laubgehölze sind vielfältig. Zum einen spielen die Standortverhältnisse in den Wörlitzer Anlagen eine große Rolle, auf welche unter Punkt 6.4 weiter eingegangen wird. Weiterhin können die Komplexkrankheiten, wie beispielsweise das Eichensterben und das Pappel-Kronensterben genannt werden, welche die Vitalität der jeweiligen Arten herabsetzen. Aber auch luftbürtige Stickoxidimmissionen aus dem Verkehr schädigen die Laubgehölze.

6.3.1.7.4 Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung azidophiler Arten bzw. Sorten

Ergebnisse

Abbildung 6-28 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller azidophilen Gehölze in den Wörlitzer Anlagen dar.

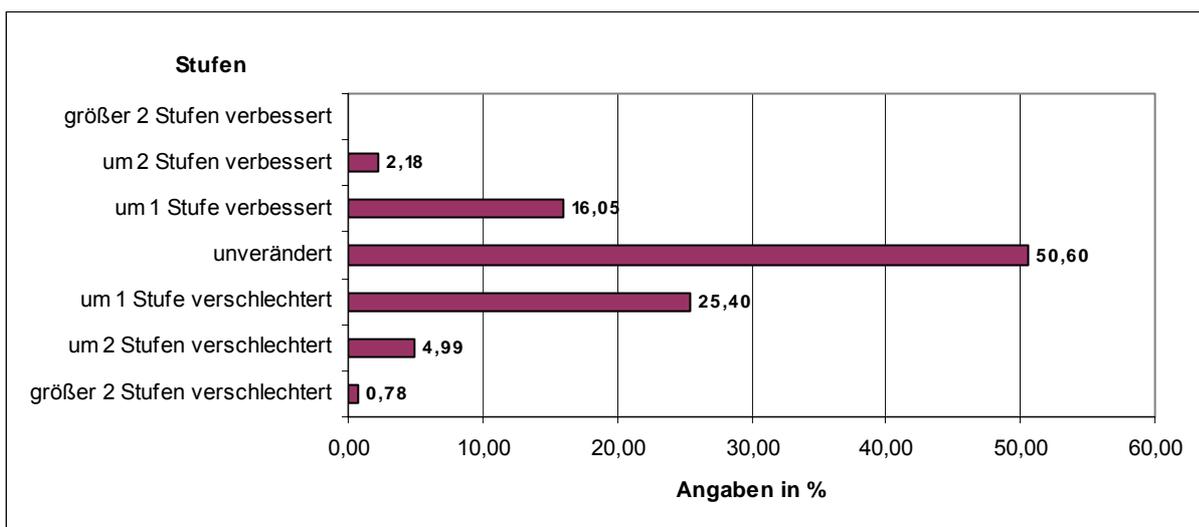


Abbildung 6-28: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller azidophilen Gehölzarten und -sorten

Bei den azidophilen Arten ist eine Verschlechterung des Bestandes zu erkennen. Bei einem Viertel erfolgte eine Verschlechterung um eine Stufe, bei knapp 6% sogar um zwei oder mehr Stufen. Etwa 18% wiesen bessere Vitalitäten auf.

Bewertung

Ursachen für die Verschlechterung der Vitalität der azidophilen Gehölzarten in den Wörlitzer Anlagen kann nur bei den einzelnen Arten gesucht werden, welche durch die Extremereignisse der letzten Jahre (Hochwasser 2002, Trockenjahr 2003) bzw. durch Komplexkrankheiten geschädigt wurden.

6.3.1.7.5 Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung basiphiler Arten bzw. Sorten

Ergebnisse

Abbildung 6-29 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller basiphilen Gehölze in den Wörlitzer Anlagen dar.

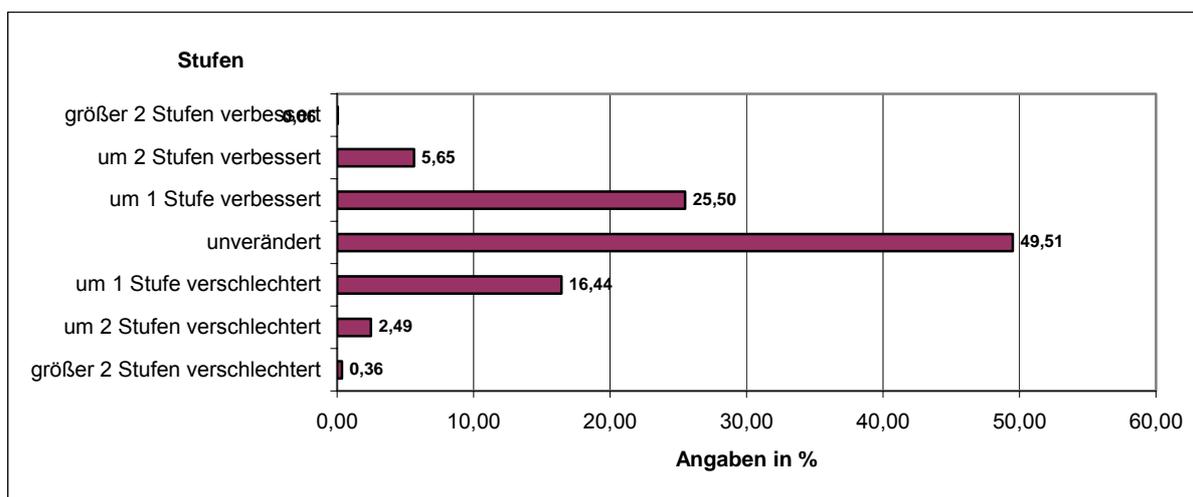


Abbildung 6-29: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller basiphilen Gehölzarten und -sorten

Etwa 31% der basiphilen Gehölze wurden im Jahr 2004 im Vergleich zur vorherigen Aufnahme eine bessere Vitalitätsstufe zugeordnet, wobei ein Viertel davon sich um eine Stufe verbesserte. Über 19% verschlechterten sich dagegen, knapp 3% davon um zwei oder mehr Vitalitätsstufen.

Bewertung

Insgesamt weisen die basiphilen Gehölzarten einen positiven Trend auf. Dieser ist jedoch wiederum aus der Entwicklung der Einzelarten zu erklären. Insbesondere die Gemeine Eibe, welche den Großteil der Exemplare der basiphilen Arten ausmacht, weist einzeln eine Verbesserung auf Grund von Verjüngungsmaßnahmen auf und trägt im Wesentlichen zur positiven Bilanz der gesamten basiphilen Arten bei.

6.3.1.7.6 Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung staunässeempfindlicher Arten bzw. -sorten

Ergebnisse

Abbildung 6-30 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller staunässeempfindlichen Gehölze in den Wörlitzer Anlagen dar.

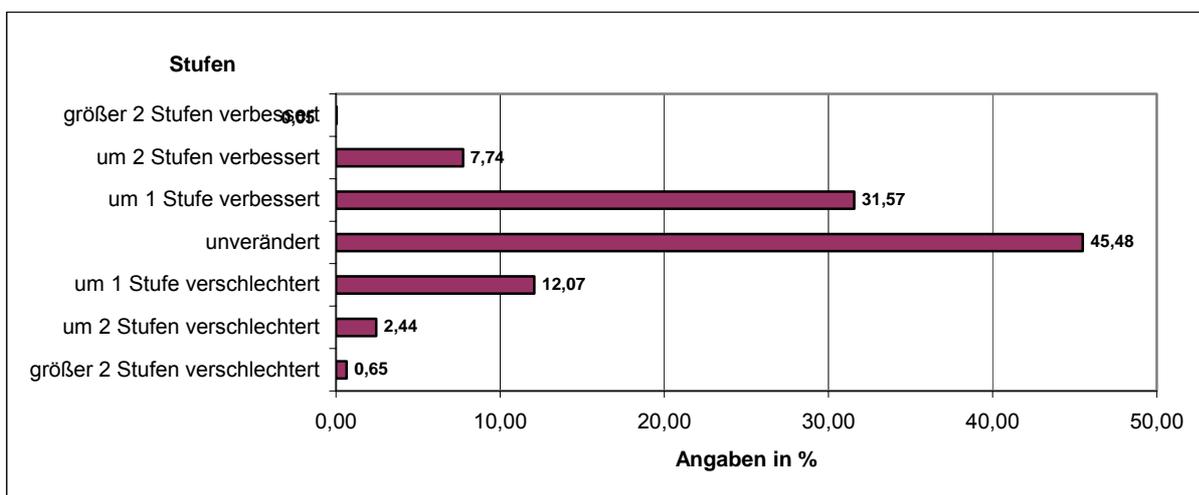


Abbildung 6-30: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten

Knapp ein Drittel der staunässeempfindlichen Gehölze verbesserte sich um eine Vitalitätsstufe, weitere 8% konnten sich sogar um zwei oder mehr Stufen verbessern. Etwa 15% wiesen schlechtere Vitalitäten auf.

Bewertung

Die Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung stellt im Wesentlichen den Trend der Gemeinen Eibe (siehe Punkt 6.3.1.7.7.3) dar, da diese Art gegenüber den anderen, als staunässeempfindlich eingestuften Arten, dominiert.

6.3.1.7.7 Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung ausgewählter Arten

6.3.1.7.7.1 Pinus nigra – Schwarz-Kiefer

Ergebnisse

Abbildung 6-31 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Schwarz-Kiefer in den Wörlitzer Anlagen dar.

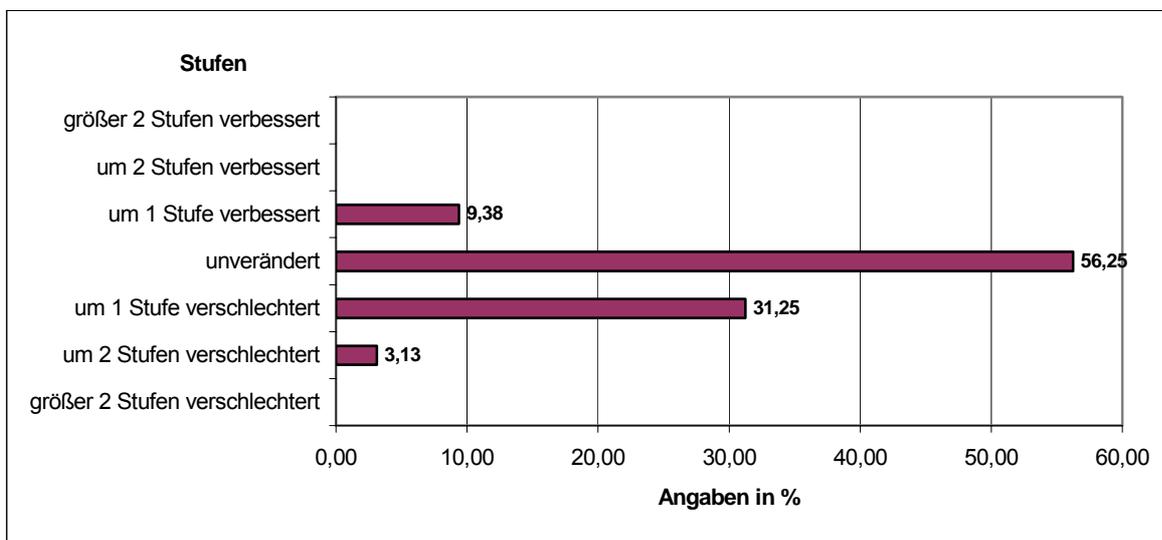


Abbildung 6-31: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra*)

Etwa ein Drittel des Bestandes der Schwarz-Kiefer hat sich um eine Vitalitätsstufe, über 3% um zwei Stufen verschlechtert. Etwa 9% der Schwarz-Kiefern wiesen bessere Vitalitätsstufen auf. Starke Verbesserungen oder Verschlechterungen über mehr als eine Vitalitätsstufe sind nicht festzustellen.

Bewertung

Genaue Ursachen für die Verschlechterung des Schwarz-Kiefer-Bestandes können nicht gegeben werden. Gegebenenfalls wirken sich bei dieser Art die Extremereignisse Hochwasser 2002 und Trockenstress 2003 aus. Möglich ist auch die Verschlechterung auf Grund einer natürlichen Alterung des Bestandes.

6.3.1.7.7.2 Pinus strobus – Weymouths-Kiefer

Ergebnisse

Abbildung 6-32 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Weymouths-Kiefer in den Wörlitzer Anlagen dar.

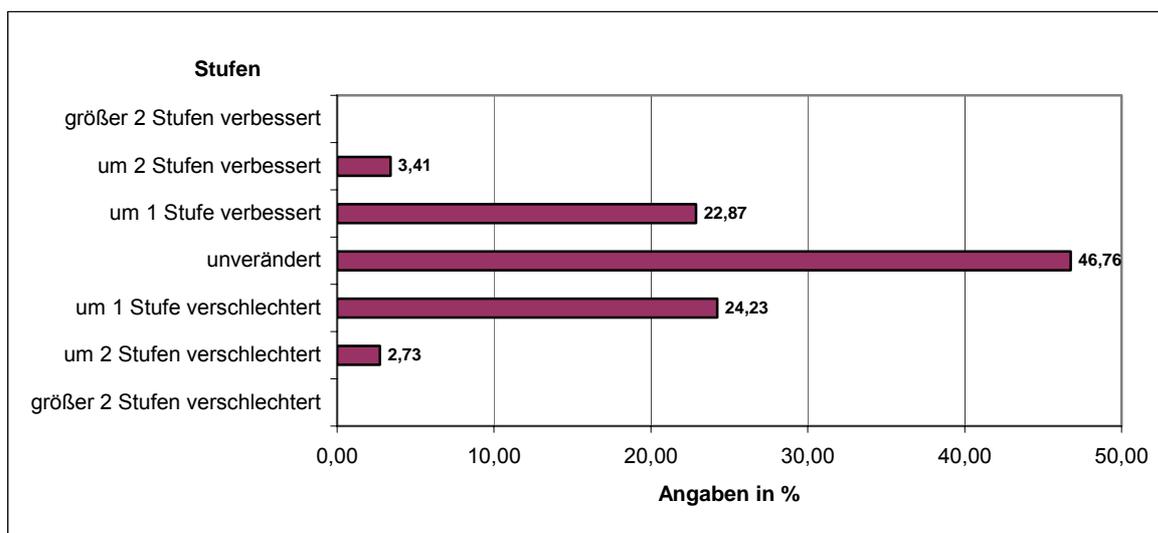


Abbildung 6-32: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Weymouths-Kiefer (*Pinus strobus*)

Die Vitalitätsstufen der Weymouths-Kiefer haben sich sowohl verbessert als auch verschlechtert. Etwa die gleiche Prozentzahl hat sich um maximal zwei Stufen zum Positiven bzw. zum Negativen gewandt.

Bewertung

Insgesamt haben sich die Vitalitätsstufen im Vergleich zur vorherigen Aufnahme nur gering verändert.

6.3.1.7.7.3 Taxus baccata – Gemeine Eibe

Ergebnisse

Abbildung 6-33 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gemeinen Eibe in den Wörlitzer Anlagen dar.

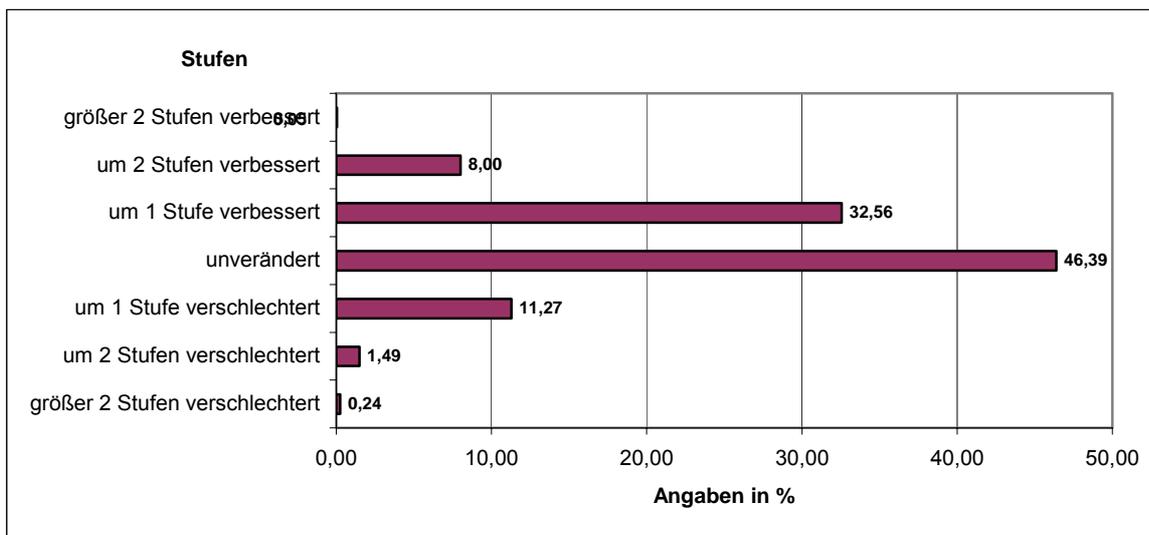


Abbildung 6-33: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*)

Bei der Gemeinen Eibe ist eine deutliche Verbesserung der Vitalitätsstufen zu erkennen. Etwa 40% des Bestandes wies im Jahr 2004 bessere Vitalitätszustände auf. 13% wiesen negative Tendenzen hinsichtlich der Vitalität auf.

Bewertung

Die durchgeführten Schnittmaßnahmen, welche seit den 80-er Jahren des 20. Jahrhunderts durchgeführt wurden, bewirkten eine deutliche Verbesserung des Eibenbestandes. Die Entwicklung in den Folgejahren bleibt abzuwarten, da der Austrieb der abgesetzten Exemplare und damit die Verbesserung der Vitalitätsstufen zum großen Teil wahrscheinlich abgeschlossen ist.

6.3.1.7.7.4 *Tsuga canadensis* – Kanadische Hemlock

Ergebnisse

Abbildung 6-34 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Kanadischen Hemlock in den Wörlitzer Anlagen dar.

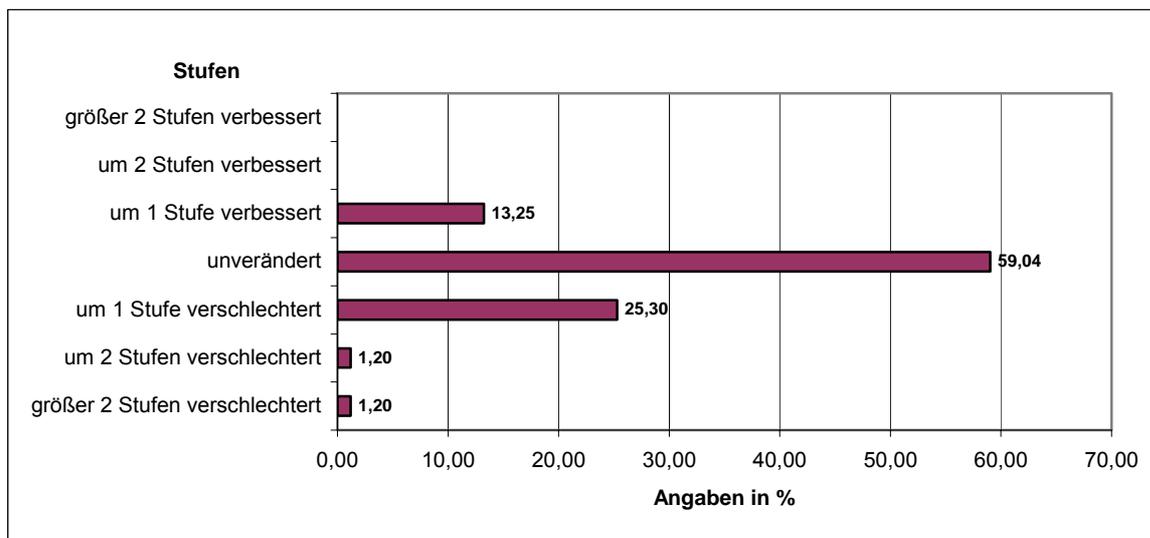


Abbildung 6-34: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Kanadischen Hemlock (*Tsuga canadensis*)

Es ist eindeutig eine Verschlechterung des Bestandes der Kanadischen Hemlock zu erkennen. Etwa ein Viertel der Exemplare dieser Art verschlechterten sich um eine Stufe, jeweils 1% verschlechterte sich sogar um zwei oder mehr Stufen. 13% wiesen bessere Vitalitäten auf, kein Exemplar konnte sich um zwei oder mehr Vitalitätsstufen verbessern.

Bewertung

Auch diese Art läuft entgegen dem allgemeinen Trend der Nadelgehölze. Wahrscheinlich liegt hier eine Schädigung infolge der Extremereignisse der letzten Jahre (Hochwasser 2002, Trockenjahr 2003) vor.

6.3.1.7.7.5 Acer platanoides – Spitz-Ahorn

Ergebnisse

Abbildung 6-35 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Spitz-Ahorns in den Wörlitzer Anlagen dar.

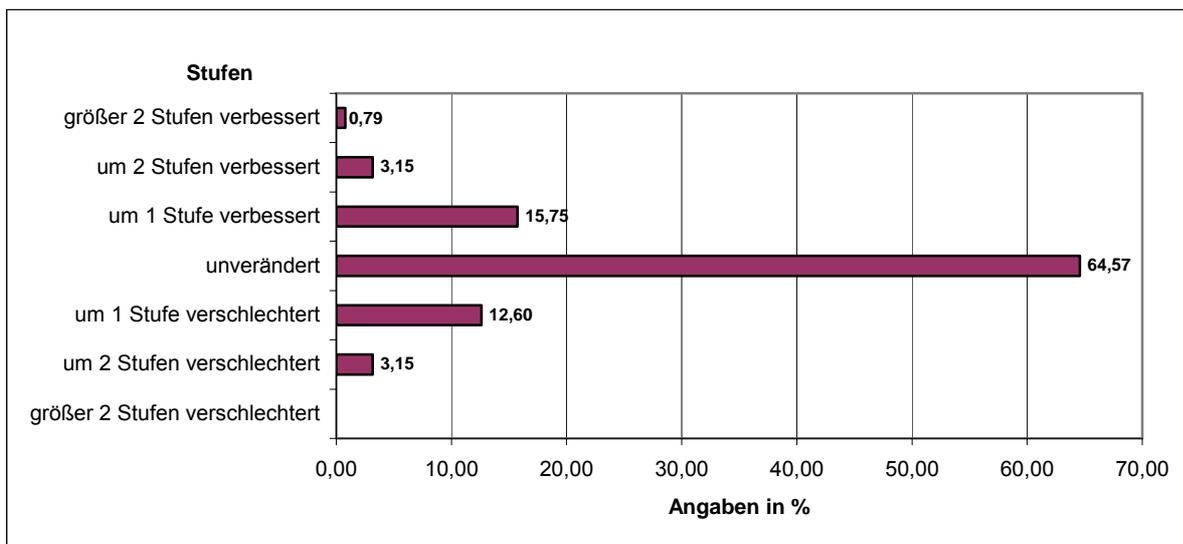


Abbildung 6-35: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Spitz-Ahorns (*Acer platanoides*)

Insgesamt hat sich der Bestand des Spitz-Ahorns nur wenig verändert. Der überwiegende Teil weist keine Änderung der Vitalität auf, es sind etwa gleich große Verschiebungen in positive und negative Richtung festzustellen.

Bewertung

Der Bestand befindet sich in einem stabilen Zustand. Es sind keine auffälligen Verschlechterungen oder Verbesserungen festzustellen.

6.3.1.7.7.6 Acer pseudoplatanus

Ergebnisse

Abbildung 6-36 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Berg-Ahorns in den Wörlitzer Anlagen dar.

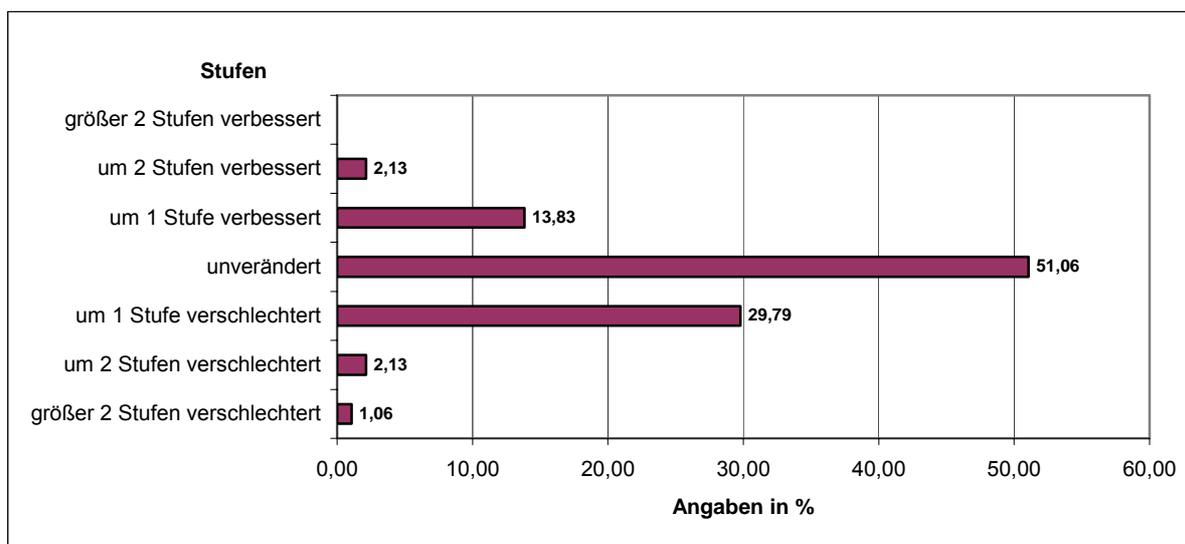


Abbildung 6-36: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Berg-Ahorns (*Acer pseudoplatanus*)

Etwa ein Drittel des Bestandes verschlechterte sich um eine Vitalitätsstufe, 3% außerdem um mindestens zwei Stufen. Insgesamt 15% wiesen aber auch bessere Vitalitäten auf.

Bewertung

Beim Berg-Ahorn ist ein leicht negativer Trend festzustellen. Insbesondere das Hochwasser 2002, welches zu einer Erhöhung der Grundwasserstände in den Wörlitzer Anlagen führte, dürfte zu einer Verschlechterung des Vitalitätszustandes dieser Art auf Grund der Empfindlichkeit gegenüber Staunässe geführt haben.

6.3.1.7.7 Alnus glutinosa – Schwarz-Erle

Ergebnisse

Abbildung 6-37 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Schwarz-Erle in den Wörlitzer Anlagen dar.

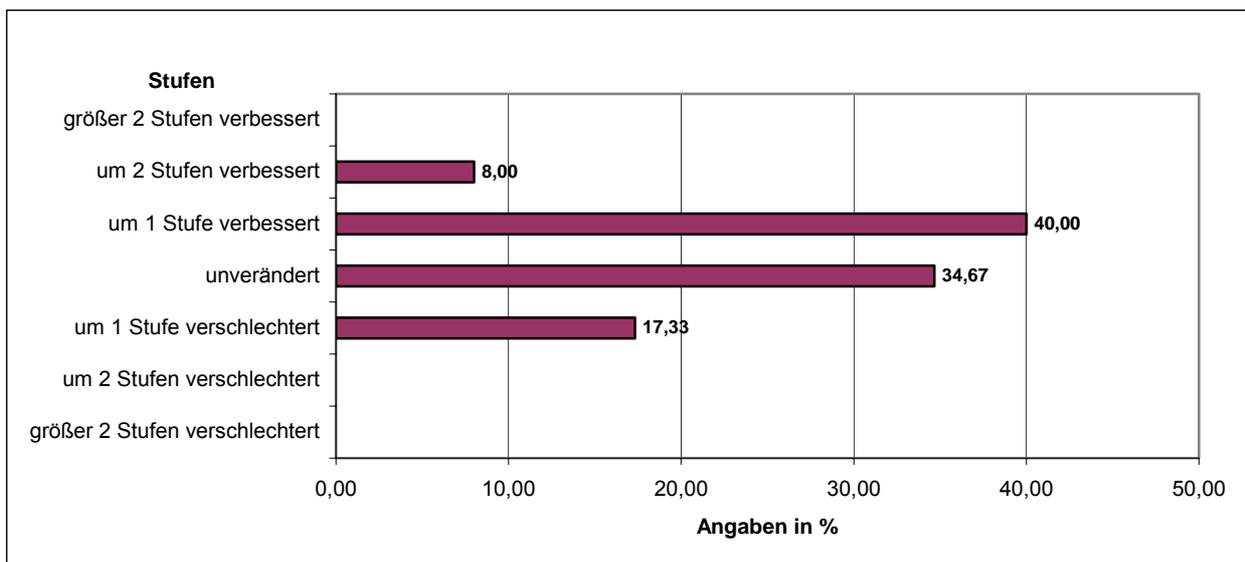


Abbildung 6-37: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*)

40% der Schwarz-Erlen haben sich um eine Stufe verbessert, 8% sogar um zwei Stufen. Lediglich 17% wiesen eine Verschlechterung der Vitalität und dann auch nur um eine Stufe auf.

Bewertung

Als einzige bewertete Laubbaumart weist die Schwarz-Erle eine deutliche Verbesserung der Vitalität auf. Dieses Ergebnis ist nur damit zu erklären, dass infolge des hohen Wasserstandes während des Hochwassers 2002 stärker geschädigte Bäume, welche sich insbesondere in Uferbereichen der Gewässer befanden, nach dem Hochwasser entnommen wurden und daher nicht mehr erfasst werden. Vorhandene Exemplare, welche uferfern stocken, weisen gegenwärtig deutlich bessere Vitalitäten auf und wurden nicht durch Hochwasser bzw. hoch anstehendes Grundwasser und anscheinend auch nicht durch die Trockenheit des Jahres 2003 geschädigt.

6.3.1.7.7.8 Betula pendula – Hänge-Birke

Ergebnisse

Abbildung 6-38 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Hänge-Birke in den Wörlitzer Anlagen dar.

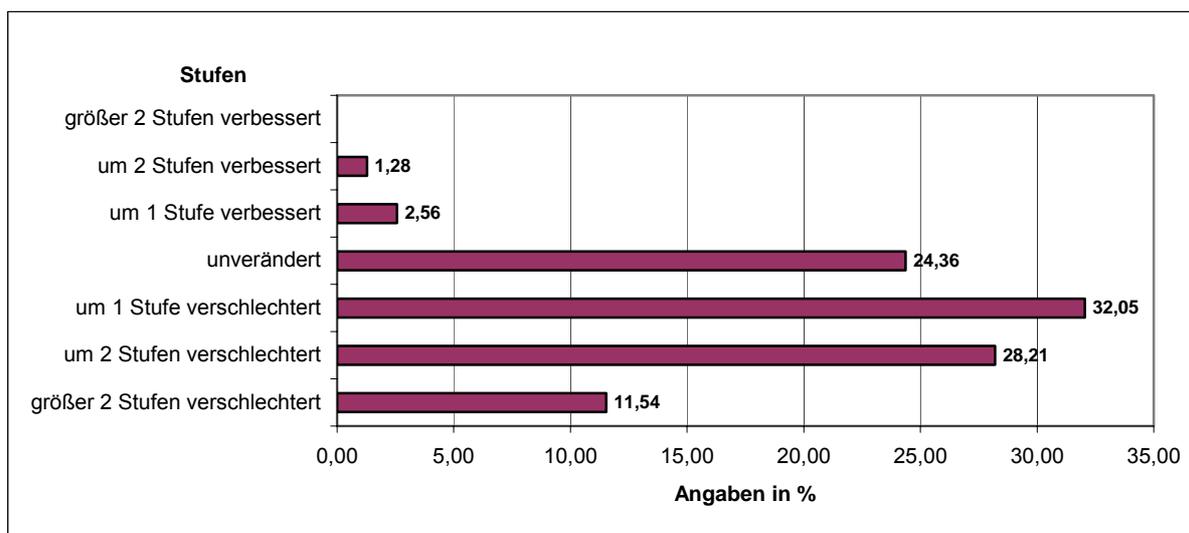


Abbildung 6-38: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Hänge-Birke (*Betula pendula*)

Es überwiegen eindeutig die Verschlechterungen des Hänge-Birken-Bestandes. Etwa 72% wiesen schlechtere Vitalitätszustände im Vergleich zu vorherigen Aufnahme auf, knapp 12% davon verschlechterten sich sogar um mehr als zwei Stufen. Etwa ein Viertel der Hänge-Birken wiesen keine Veränderungen auf, bei ca. 4% trat eine Verbesserung auf.

Bewertung

Wie keine andere Art, wurde die Hänge-Birke durch das Hochwasserereignis des Jahres 2002 in den Wörlitzer Anlagen geschädigt. Nahezu der gesamte Bestand wies 2004 schlechtere Vitalitätszustände auf. Dabei ist zu beachten, dass bereits gefällt Exemplare nicht mitgerechnet wurden, die Schäden demnach viel größer als dargestellt sind. Bei den Hänge-Birken, die keine Vitalitätsänderungen aufwiesen, handelt es sich wahrscheinlich zum großen Teil um Neuanpflanzungen.

6.3.1.7.7.9 Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche

Ergebnisse

Abbildung 6-39 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gewöhnlichen Hainbuche in den Wörlitzer Anlagen dar.

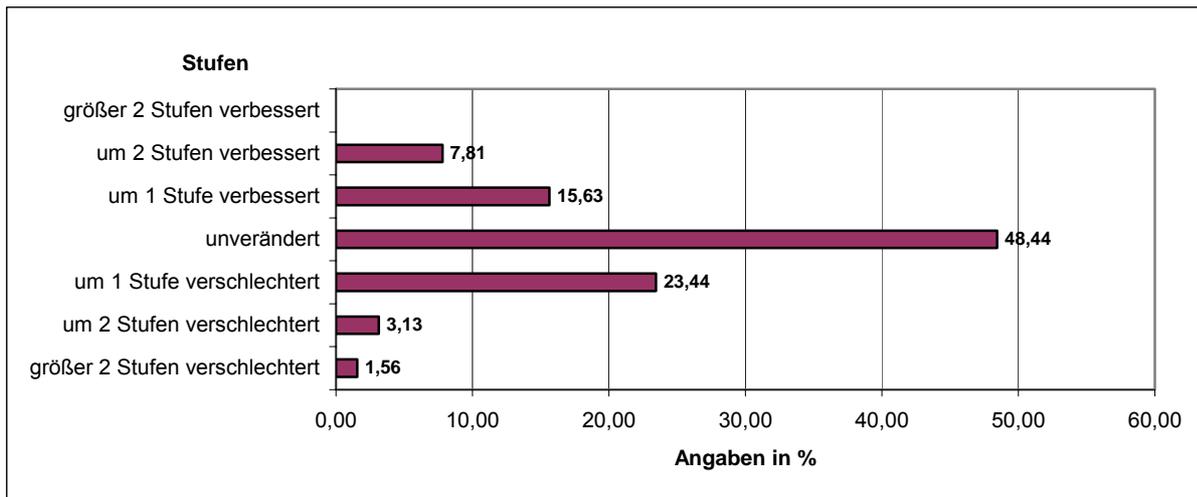


Abbildung 6-39: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gewöhnlichen Hainbuche (*Carpinus betulus*)

Die Gewöhnliche Hainbuche zeigt ein leicht negativen Trend hinsichtlich ihrer Vitalität an. Etwa 28% wiesen schlechtere Vitalitätsstufen auf, die Mehrheit verschlechterte sich jedoch lediglich um eine Stufe. Bei 23% wurden bessere Vitalitäten festgestellt.

Bewertung

Die Extremereignisse wirkten auf den Bestand der Gewöhnlichen Hainbuche ein. Sowohl das Hochwasser 2002 als auch die im folgenden Jahr herrschende Trockenperiode führten zu Schädigungen, die sich in den leicht negativen Bilanzen niederschlugen.

6.3.1.7.7.10 *Crataegus monogyna* – Eingrifflicher Weißdorn

Ergebnisse

Abbildung 6-40 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. –verschlechterung des Eingrifflichen Weißdorns in den Wörlitzer Anlagen dar.

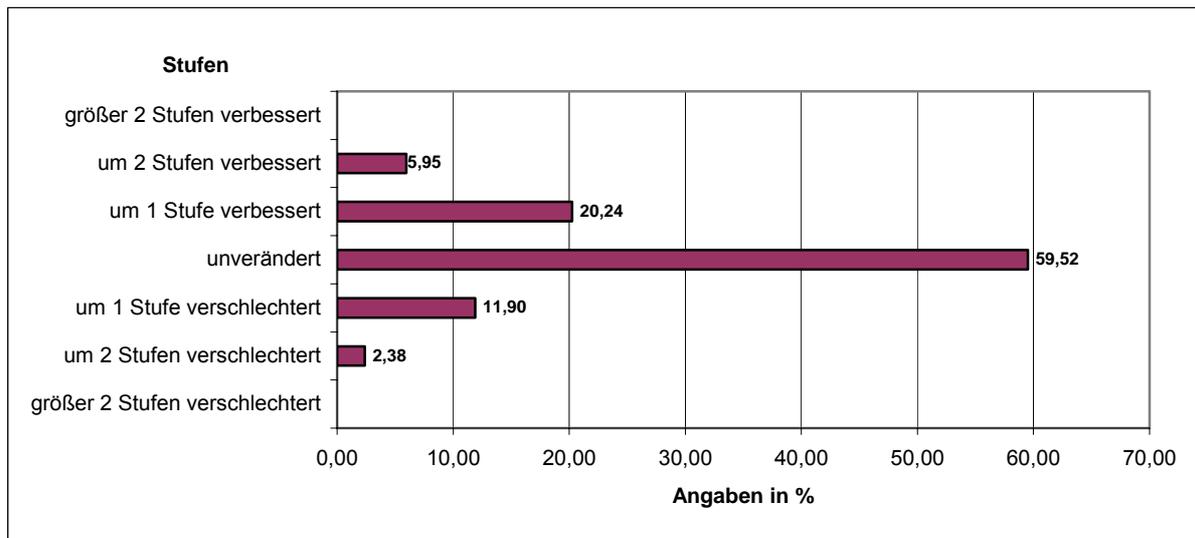


Abbildung 6-40: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Eingrifflichen Weißdorns (*Crataegus monogyna*)

Der überwiegende Teil (60%) weist keine Vitalitätsveränderungen auf. Etwa 26% verbesserten sich um maximal zwei Vitalitätsstufen, bei 13% trat eine Verschlechterung ein.

Bewertung

Insgesamt ist der Bestand des Eingrifflichen Weißdorns als stabil einzuschätzen. Es treten keine auffälligen Vitalitätsverbesserungen oder –verschlechterungen auf. Es liegt ein leicht positiver Trend vor.

6.3.1.7.7.11 Fraxinus excelsior – Gemeine Esche

Ergebnisse

Abbildung 6-41 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gemeinen Esche in den Wörlitzer Anlagen dar.

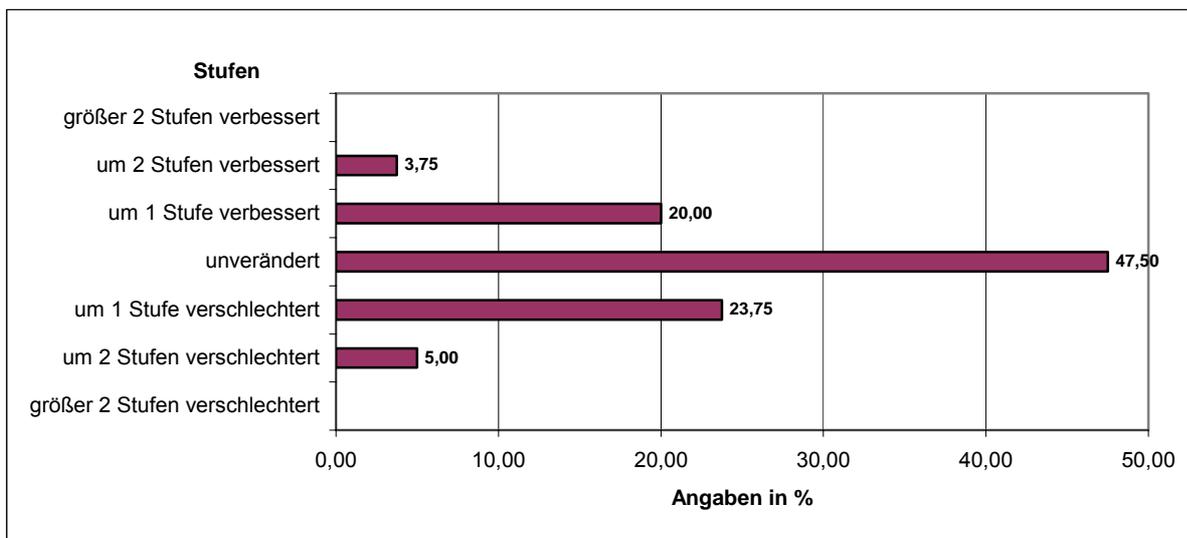


Abbildung 6-41: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior*)

Bei etwa 29% der Gemeinen Eschen trat eine Verschlechterung der Vitalität ein, knapp 24% verbesserten sich. Es treten keine Verbesserungen oder Verschlechterungen um mehr als zwei Stufen auf.

Bewertung

Insgesamt ist der Bestand der Gemeinen Esche als stabil einzuschätzen. Es treten natürliche Schwankungen auf. Der leicht negative Trend der Vitalität beruht aus dem Hochwasser 2002, welches zu Schädigungen bei der nicht überflutungstoleranten Art führte.

6.3.1.7.7.12 Liriodendron tulpifera – Tulpenbaum

Ergebnisse

Abbildung 6-42 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Tulpenbaums in den Wörlitzer Anlagen dar.

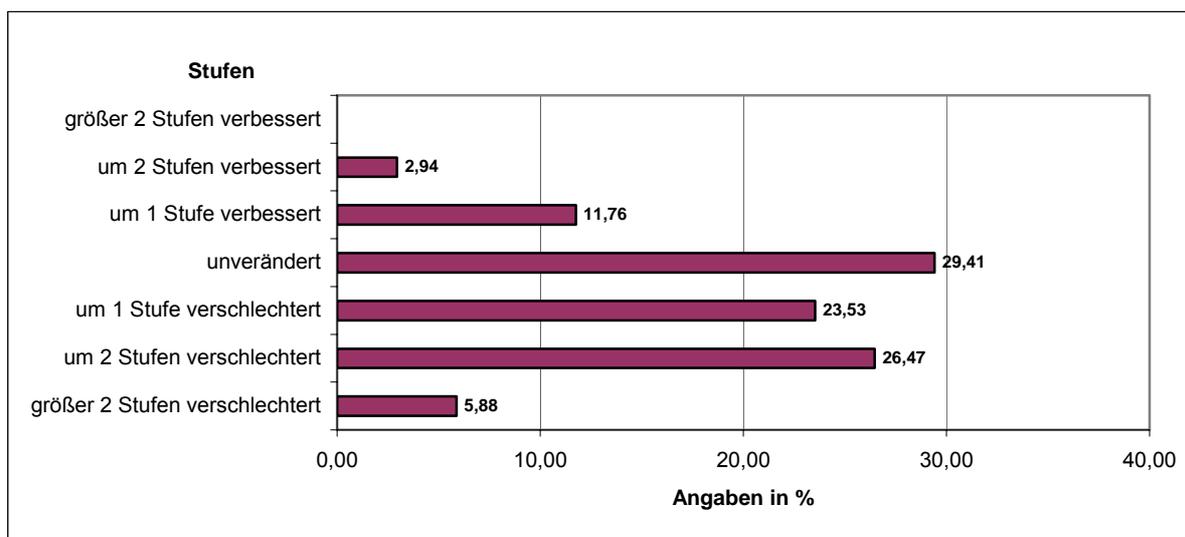


Abbildung 6-42: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung des Tulpenbaums (*Liriodendron tulpifera*)

Beim Tulpenbaum hat sich über die Hälfte des Bestandes (56%) verschlechtert, wobei überwiegend die Verschlechterung um zwei Stufen erfolgte. Ein Drittel der Tulpenbäume zeigte keine Veränderungen der Vitalität. Nur ein geringer Anteil (14%) zeigte bessere Vitalitätsstufen.

Bewertung

Die deutlichen Vitalitätsverschlechterungen des Tulpenbaums sind eindeutig auf das Hochwasser bzw. das damit verbundene hoch anstehende Grundwasser im Jahr 2002 zurückzuführen. Die staunässeempfindliche Art reagierte auf dieses Ereignis mit Vitalitätseinbußen.

6.3.1.7.7.13 Platanus x hispanica – Ahornblättrige Platane

Ergebnisse

Abbildung 6-43 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Ahornblättrigen Platane in den Wörlitzer Anlagen dar.

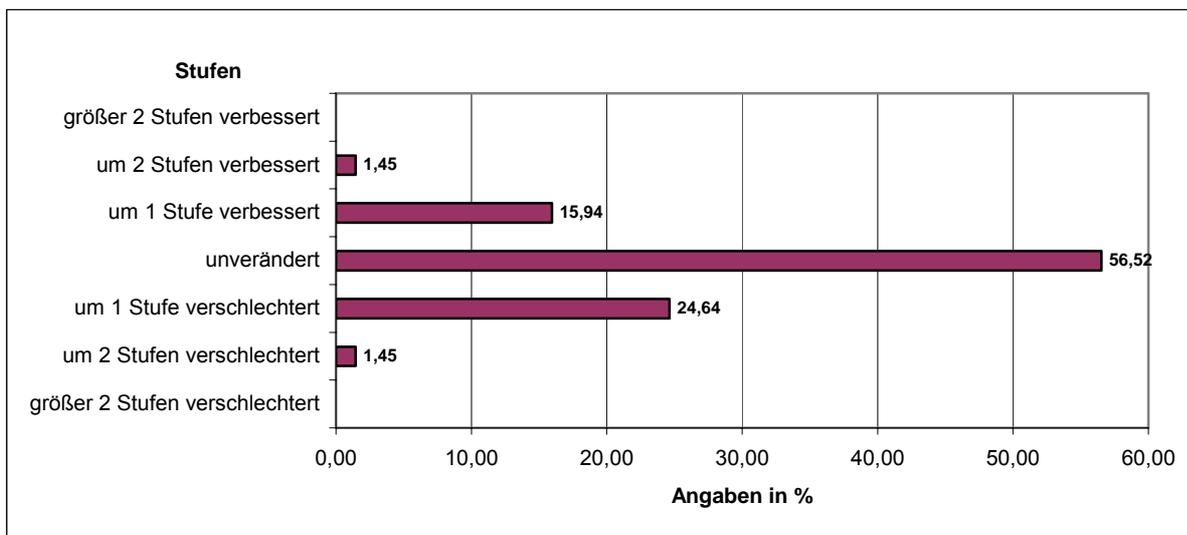


Abbildung 6-43: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Ahornblättrigen Platane (*Platanus x hispanica*)

Der Platanen-Bestand weist einen leicht negativen Trend auf. Etwa ein Viertel dieser Art zeigt eine Verschlechterung der Vitalität um eine Stufe. Der Großteil blieb unverändert, bei etwa 17% verbesserte sich die Vitalität.

Bewertung

Die Vitalitätsverschlechterung ergibt sich aus der natürlichen Alterung des Bestandes, wobei sich die Vitalität größtenteils um nur eine Stufe verschlechtert. Wie bereits erwähnt, fallen neu-gepflanzte Exemplare unter die Stufe „unverändert“, da für diese keine vorherige Aufnahme zum Vergleich zur Verfügung steht. Insgesamt ist der Bestand als stabil einzuschätzen.

6.3.1.7.7.14 Populus nigra „Italica“ – Pyramiden-Pappel

Ergebnisse

Abbildung 6-44 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Pyramiden-Pappel in den Wörlitzer Anlagen dar.

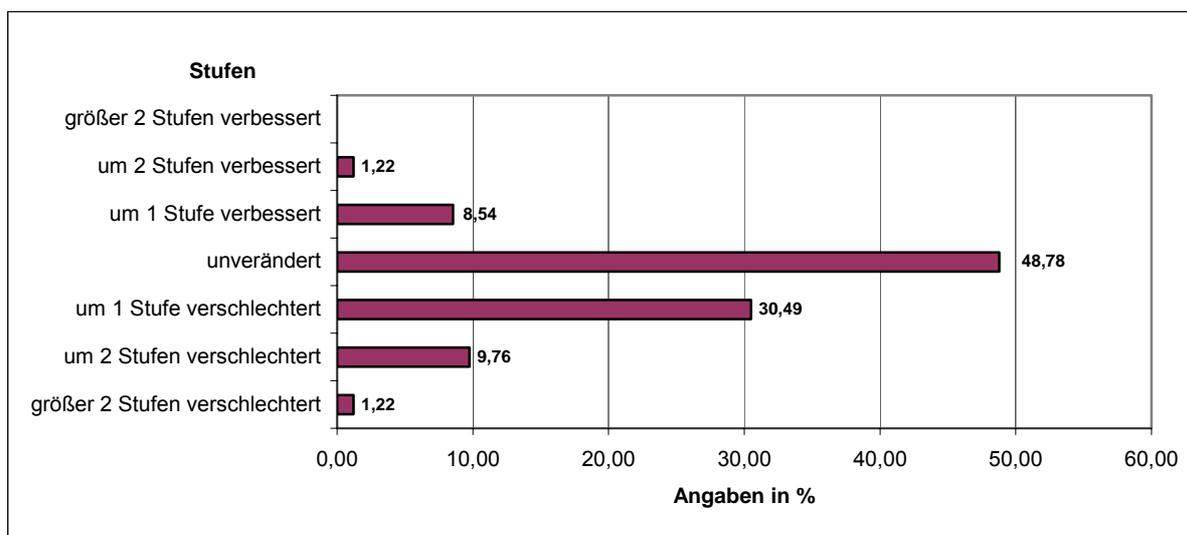


Abbildung 6-44: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Pyramiden-Pappel (*Populus nigra* „Italica“)

Die Pyramiden-Pappel zeigt eine Verschlechterung des Bestandes auf. Etwa ein Drittel hat sich um eine Vitalitätsstufe verschlechtert, knapp 11% sogar um zwei oder mehr Stufen. Weniger als 10% wiesen Verbesserungen auf.

Bewertung

Die Hauptursache für die Verschlechterung der Vitalität ist in der Komplexkrankheit Pappel-Kronensterben zu suchen. Der durch diese Krankheit hervorgerufene Totholzanteil in der Kronenregion führt zwangsläufig zu einer Vitalitätsverschlechterung. Außerdem führten sowohl das Hochwasser 2002 als auch das Trockenjahr 2003 zu einer Schwächung des Bestandes.

6.3.1.7.7.15 Prunus avium – Vogel-Kirsche

Ergebnisse

Abbildung 6-45 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Vogel-Kirsche in den Wörlitzer Anlagen dar.

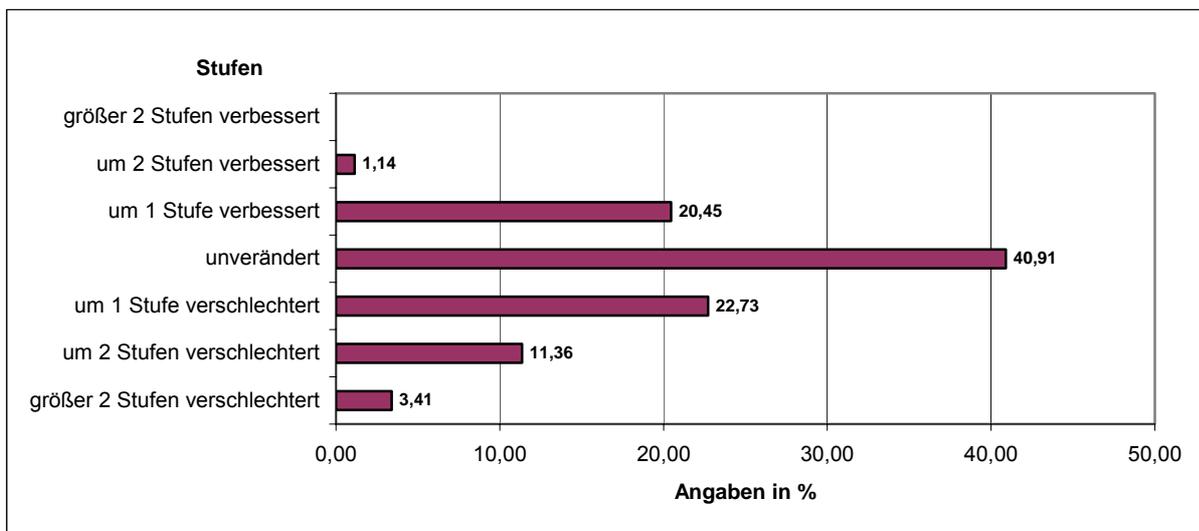


Abbildung 6-45: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Vogel-Kirsche (*Prunus avium*)

Die Vogel-Kirschen in den Wörlitzer Anlagen weisen eine geringfügige Vitalitätsverschlechterung auf. Etwa 38% verschlechterten sich um mindestens eine Vitalitätsstufe. 41% wiesen keine Veränderungen auf, ca. 22% wiesen weniger Schädigungen auf als in der vorherigen Aufnahme.

Bewertung

Der leicht negative Trend dieser Art resultiert aus den Einflüssen des Hochwassers 2002 und der im darauffolgenden Jahr herrschenden Trockenperiode. Insgesamt ist der aktuelle Bestand – unberücksichtigt der nach dem Hochwasser abgestorbenen und entnommenen Bäume - jedoch als stabil einzuschätzen.

6.3.1.7.7.16 Quercus robur – Stiel-Eiche

Ergebnisse

Abbildung 6-46 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Stiel-Eiche in den Wörlitzer Anlagen dar.

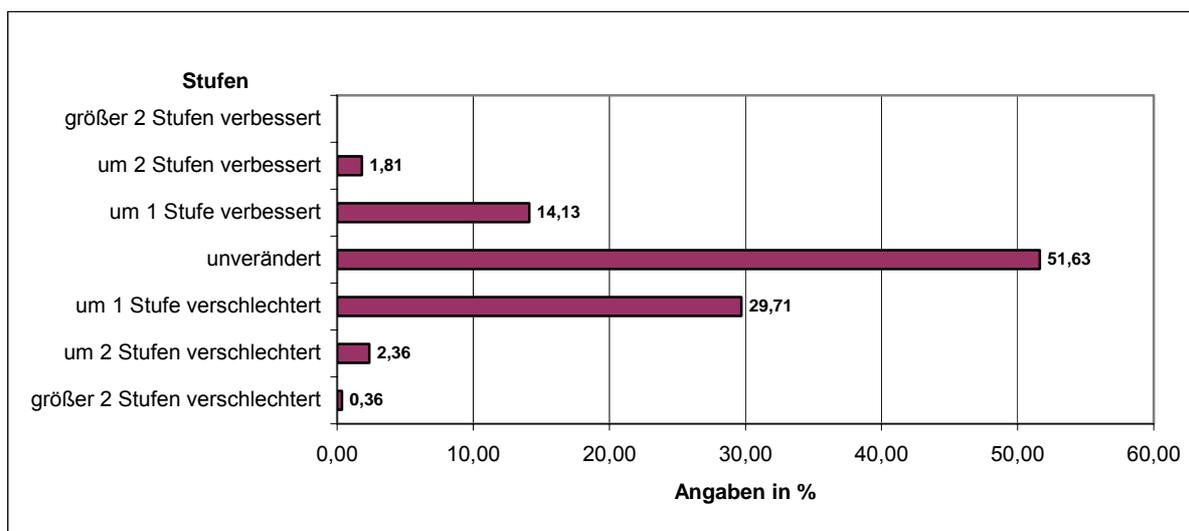


Abbildung 6-46: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Stiel-Eiche (*Quercus robur*)

Bei den Stiel-Eichen verschlechterte sich ein Drittel des Bestandes um eine Vitalitätsstufe. Bei 3% waren Verschlechterungen um zwei oder mehr Stufen vorzufinden. Knapp 16% wiesen Vitalitätsverbesserungen auf, wobei sich kein Exemplar um mehr als zwei Stufen verbesserte.

Bewertung

Der negative Trend dieser Art ergibt sich vor allem aus der Komplexkrankheit Eichensterben, welches zu einer Verschlechterung der Vitalität führt. Das Hochwasser 2002 hatte auf Grund der Überflutungsresistenz keine Auswirkungen auf die Art, wobei es jedoch sehr wahrscheinlich ist, dass das Trockenjahr 2003 zu einer weiteren Schwächung des bereits geschädigten Bestandes geführt hat. Weitere Faktoren, die insgesamt auf den Bestand wirken sind der nivellierte Grundwasserstand und die damit fehlende Grundwasserdynamik.

6.3.1.7.7.17 Robinia pseudoacacia – Gewöhnliche Robinie

Ergebnisse

Abbildung 6-47 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gewöhnlichen Robinie in den Wörlitzer Anlagen dar.

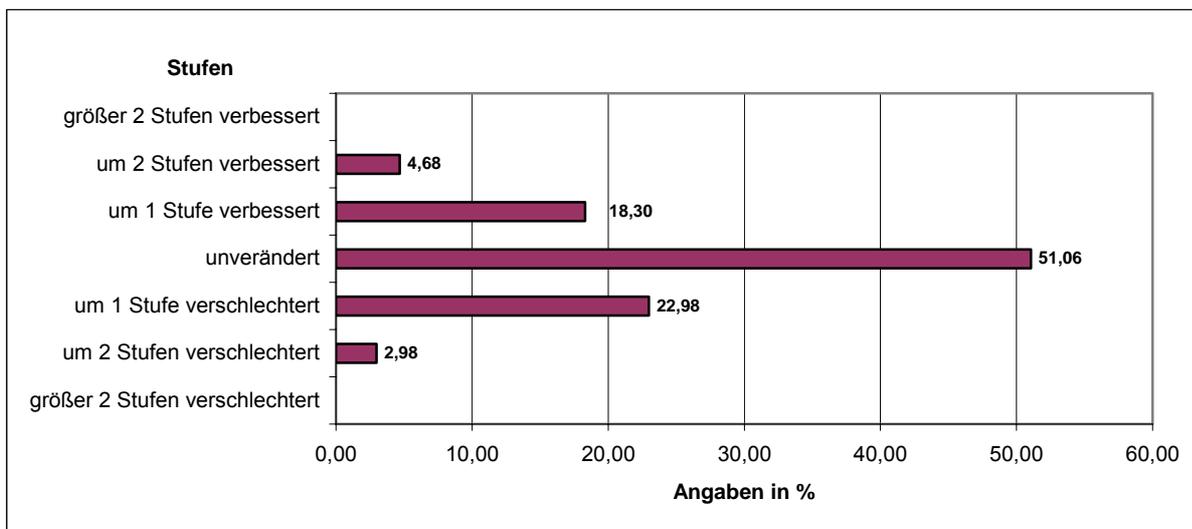


Abbildung 6-47: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Gewöhnlichen Robinie (*Robinia pseudoacacia*)

Bei 26% der Robinien ist eine Vitalitätsverschlechterung um mindestens eine Stufe zu erkennen, 23% verbessern sich um mindestens eine Stufe. Kein Exemplar zeigt Vitalitätsänderung um mehr als zwei Stufen.

Bewertung

Bei der Gewöhnlichen Robinie kommt es sowohl zu Verschlechterungen als auch zu Verbesserungen in der Vitalität. Diese sind zur positiven Seite und zur negativen Seite in etwa gleich verteilt, der Bestand ist als stabil einzuschätzen.

6.3.1.7.7.18 Tilia cordata – Winter-Linde

Ergebnisse

Abbildung 6-48 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Winter-Linde in den Wörlitzer Anlagen dar.

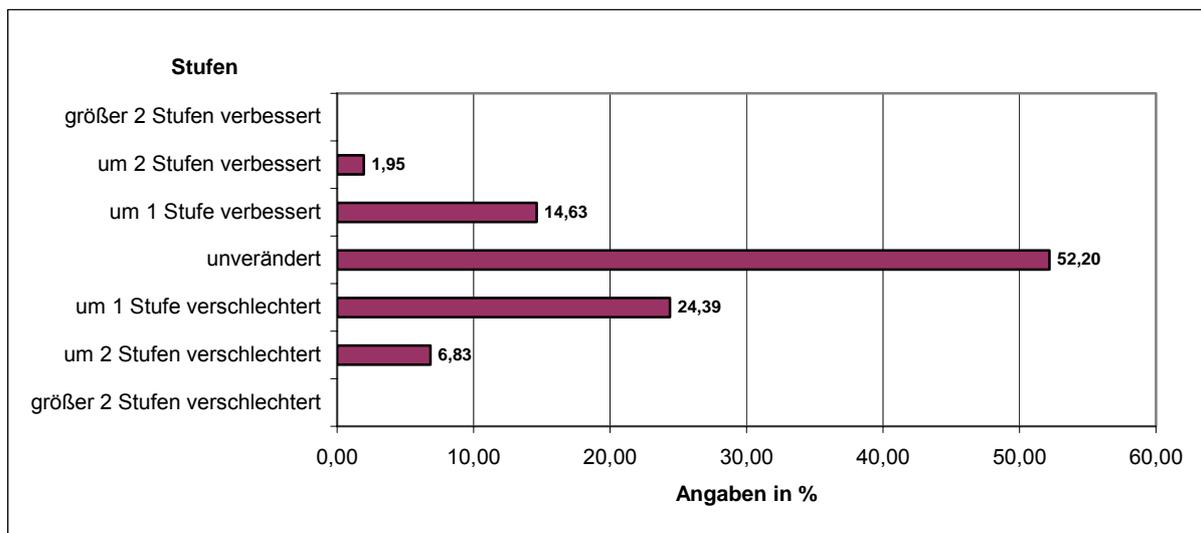


Abbildung 6-48: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Winter-Linde (*Tilia cordata*)

Mehr als ein Drittel der Winter-Linden zeigt eine Vitalitätsverschlechterung, die jedoch nicht mehr als zwei Stufen beträgt. Bei etwa 17% konnte eine Verbesserung des Zustand ermittelt werden.

Bewertung

Der negative Trend dieser Art ergibt sich aus den Einflüssen der Extremereignisse der letzten Jahre (Hochwasser 2002 und Trockenjahr 2003).

6.3.1.7.7.19 Ulmus laevis – Flatter-Ulme

Ergebnisse

Abbildung 6-49 stellt die Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Flatter-Ulme in den Wörlitzer Anlagen dar.

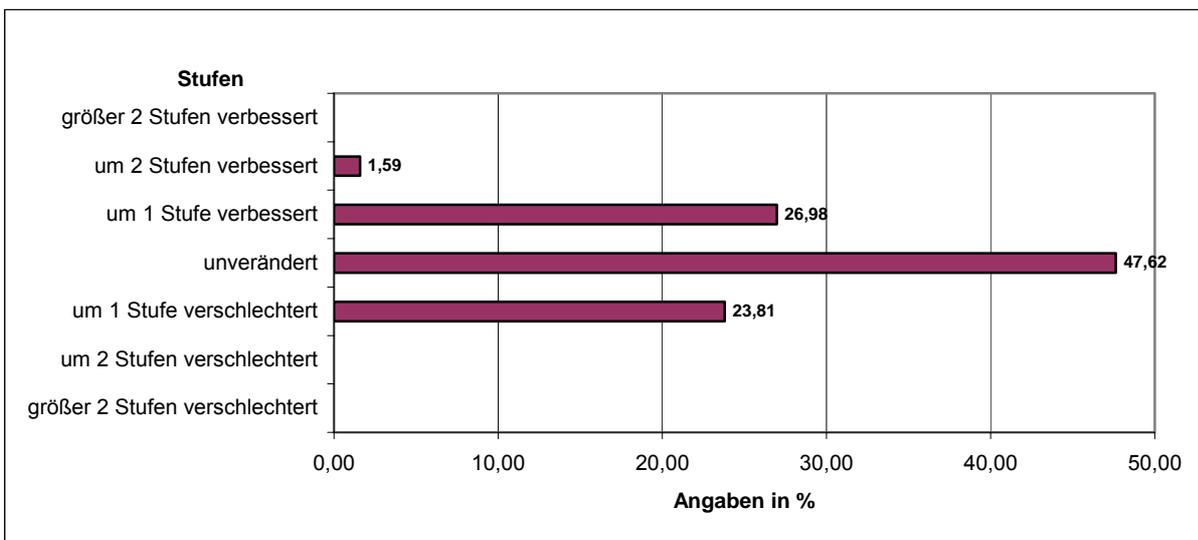


Abbildung 6-49: Vitalitätsverbesserung bzw. -verschlechterung der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*)

Bei der Flatter-Ulme verbesserte sich etwa ein Drittel des Bestandes, größtenteils um eine Vitalitätsstufe. Knapp 24% wies eine schlechtere Vitalitätsstufe auf, wobei sich kein Exemplar um mehr als eine Stufe verschlechterte.

Bewertung

Der positive Trend weist darauf hin, dass der Flatter-Ulmen-Bestand weder durch das Hochwasser 2002 noch durch die nachfolgende Trockenperiode geschädigt wurde. Die Verschlechterung ist größtenteils nur auf eine natürliche Alterung zurückzuführen.

6.3.2 Luisium

6.3.2.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten

Der Gehölzbestand des Luisiums ist im Jahr 2004 erstmalig erfasst worden. Dazu wurden die im Luisium (einschließlich Gestüt) vorhandenen Wege, Wasserflächen, Gebäude sowie die Gehölze im März 2004 eingemessen. Entscheidend waren dabei Gehölze ab einem Stammdurchmesser in 1,3 m Höhe von mindestens 18 cm, Neuanpflanzungen sowie Stubben. Gleichzeitig mit den Vermessungsarbeiten erfolgte die Artbestimmung der Bäume sowie die Erfassung des Stammdurchmessers und des Kronendurchmessers. Die Höhe der einzelnen Gehölze wurde im Spätherbst des Jahres 2004 ermittelt.

Ergebnisse

In der Vegetationsperiode erfolgte die Bewertung nach den unter Punkt 6.2 genannten Kriterien. Insgesamt wurden 2.161 Gehölze aufgenommen. Davon sind 83 Stubben; drei Gehölze blieben ohne Bewertung. Demnach wurden in der Vegetationsperiode 2004 im Luisium 2.075 Gehölze bewertet. Derzeit sind 60 Arten mit ihren Sorten zu verzeichnen, davon sind elf Arten Nadelgehölze.

Ein Großteil der vorkommenden Arten ist heimisch bzw. eingebürgert oder häufig sogar standortgerecht. In den Außenbereichen des bearbeiteten Gebietes ist eine überwiegend dem natürlichen Standort entsprechende Artenstruktur zu finden. Innerhalb des Ringdeiches dominiert die Gemeine Eibe (*Taxus baccata*). Nicht heimische Arten sind (außer der Eibe) nur in geringer Stückzahl vertreten.

Tabelle 6-25 gibt einen Überblick über den Vitalitätszustand aller Gehölze im Sommer 2004.

Tabelle 6-25 Gesamtübersicht über die Vitalität aller Gehölzarten und -sorten im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	k.B.	Stubben	Summe
Anzahl	112	697	853	333	80	3	83	2161
in %	5,40	33,59	41,11	16,05	3,86	-	-	100

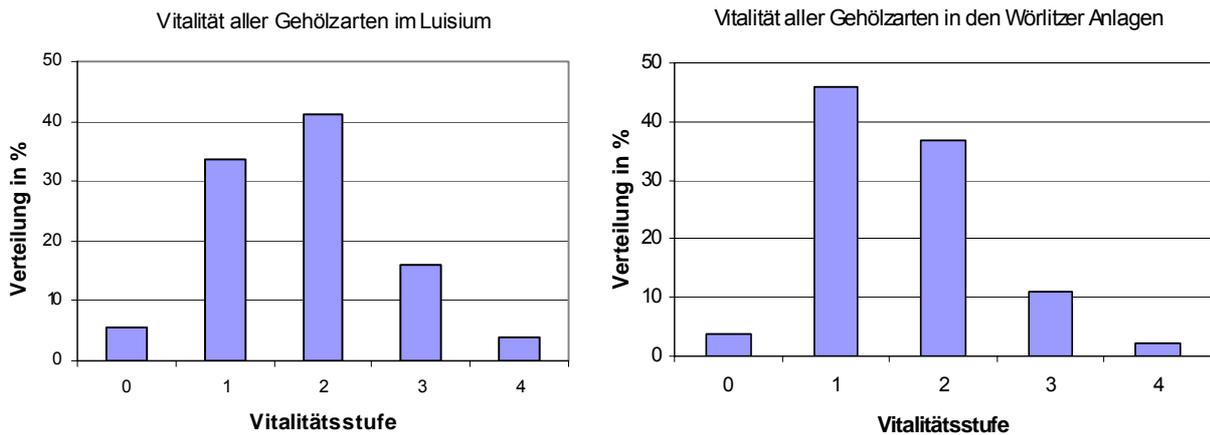


Abbildung 6-50: Übersicht über den Vitalitätszustand aller Gehölzarten und –sorten – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Der Großteil der Arten im Luisium befindet sich im guten bis mäßigen Vitalitätsbereich. Drei Viertel des Gesamtartenbestandes verteilen sich auf die Vitalitätsstufen 1 und 2. Bei 5% der Gehölze waren keinerlei Schädigungen festzustellen. 80 Gehölze sind abgestorben. Ein Großteil davon sind Eiben, die abgesetzt wurden und nicht neu austreiben oder aber stehende Alteichen.

Bewertung

Im Vergleich zu den Wörlitzer Anlagen weist das Luisium einen deutlich höheren Schädigungsgrad der Gehölze auf. Ursache dafür ist hauptsächlich das Hochwasser des Jahres 2002, welches circa drei Wochen lang das Luisium überflutete. Bei vielen Baumarten und –sorten trat dadurch eine Schädigung des Wurzelsystems ein. Durch die Überflutung und durch Abbauprozesse in der Bodenfauna nach dem Hochwasser (siehe Punkt Boden) kam es zu einer Sauerstoffzehrung und zu toxischen Einwirkungen. Bei einigen Gehölzen sind die Schädigungen irreversibel, auf andere (überflutungstolerante) Gehölze hatte dieses Ereignis nur geringen Einfluss. Das Hochwasser sowie der im Jahr 2003 folgende Trockenstress schwächte viele Arten und führte zu schlechteren Vitalitätszuständen. Der Trockenstress wirkt sich im Luisium viel stärker als in den Wörlitzer Anlagen aus, da hier der Grundwasserstand nicht durch Einstau hoch gehalten wird. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass sich einige Gehölze im Verlauf der nächsten Jahre (wenn keine weiteren Stressfaktoren auftreten) von den Schädigungen erholen können.

6.3.2.2 Ergebnisse und Bewertung der Nadel- und Laubgehölze

Ergebnisse

Auch im Luisium wird ein Großteil des Nadelgehölzbestandes von *Taxus baccata* bestimmt. 511 der 548 Nadelgehölze sind Eiben. Auf die Laubgehölze entfallen insgesamt 1.613 Exemplare. Tabelle 6-26 und Abbildung 6-51 stellen die Verteilung der Vitalitätszustände dar.

Tabelle 6-26: Übersicht über die Vitalität aller Gehölzarten und -sorten im Luisium, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen

Vitalität	0	1	2	3	4	k.B.	Stubben	Summe
Nadelgehölze	67	84	160	169	33	-	35	548
in %	13,06	16,37	31,19	32,94	6,43	-	-	100
Laubgehölze	45	613	693	164	47	3	48	1613
in %	2,88	39,24	44,37	10,50	3,01	-	-	100

Vitalität aller Gehölzarten und -sorten im Luisium, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen

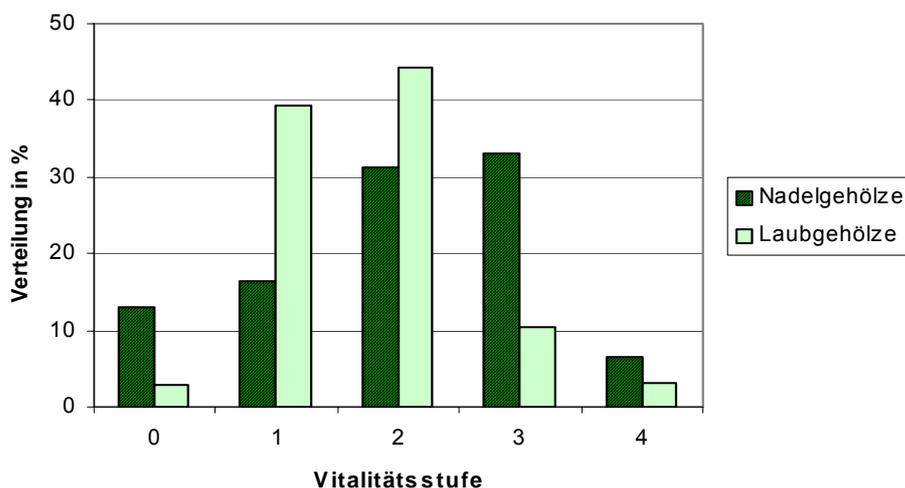


Abbildung 6-51: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten im Luisium, differenziert nach Nadel- und Laubgehölzen

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die Laubgehölze in einem deutlich besseren Zustand im Luisium auftreten. Der Großteil der Arten verteilt sich auf die Vitalitätsstufen 1 und 2. Da hinge-

gen tritt die Gruppe der Nadelgehölze vor allem in den Stufen 2 und 3 auf. Die Vitalität 0 weisen bei den Nadelgehölzen ausschließlich Neuanpflanzungen der Eiben auf.

Bewertung

Der schlechtere Zustand der Nadelgehölze erklärt sich aus der Tatsache, dass insbesondere die Art *Taxus baccata* stark durch das Hochwasser geschädigt wurde und demnach schlechtere Vitalitäten (insbesondere Vitalität 3) zeigen. Aber auch die Laubgehölze litten unter dem Hochwasser bzw. seinen Folgen und dem darauffolgenden Trockenjahr. Auf Grund der besseren Standortangepasstheit vieler Laubgehölze im Luisium fallen diese Schädigungen insgesamt jedoch weniger stark aus.

6.3.2.3 Ergebnisse und Bewertung der azidophilen Gehölzarten bzw. -sorten

Ergebnisse

Einen Überblick über den Vitalitätszustand der azidophilen Gehölzarten gibt Tabelle 6-27 sowie Abbildung 6-52:

Tabelle 6-27: Übersicht über die Vitalität der azidophilen Gehölzarten und –sorten im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Gesamt
Anzahl	8	165	295	58	7	533
in %	1,50	30,96	55,35	10,88	1,31	100

Der größte Teil der azidophilen Arten ist in der Vitalitätsstufe 2 zu finden. Etwa ein Drittel weist die Vitalität 1 auf, knapp 11% ist in der Stufe 3 eingeordnet. Nur geringe Prozentzahlen entfallen auf die Vitalitäten 0 bzw. 4.

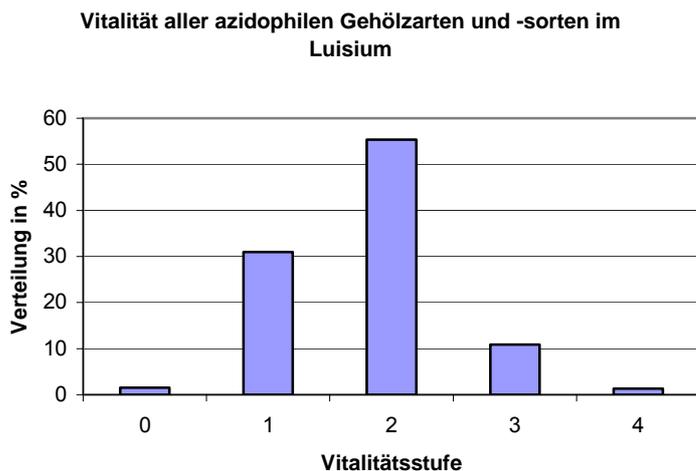


Abbildung 6-52: Vitalität aller azidophilen Gehölzarten und -sorten im Luisium

Bewertung

Die meisten azidophilen Arten weisen die Vitalität 2 bzw. 1 auf. Ebenso verhält es sich aber auch bei den basiphilen Arten (siehe Abbildung 6-53). Es ist darauf zu schließen, dass im Luisium zu diesem Zeitpunkt nicht die Bodenverhältnisse (pH-Wert) die entscheidende Rolle spielen. Der gesamte Artenbestand - sowohl azidophile als auch basiphile Gehölzarten - ist generell durch die Extremereignisse der letzten Jahre (Hochwasser 2002, Trockenjahr 2003) geschädigt.

6.3.2.4 Ergebnisse und Bewertung der basiphilen Gehölzarten bzw. -sorten

Ergebnisse

Bei den basiphilen Gehölze ergibt sich folgende Vitalitätsverteilung:

Tabelle 6-28: Übersicht über die Vitalität der basiphilen Gehölzarten und -sorten im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Gesamt
Anzahl	71	239	355	199	52	916
in %	7,75	26,09	38,76	21,72	5,68	100

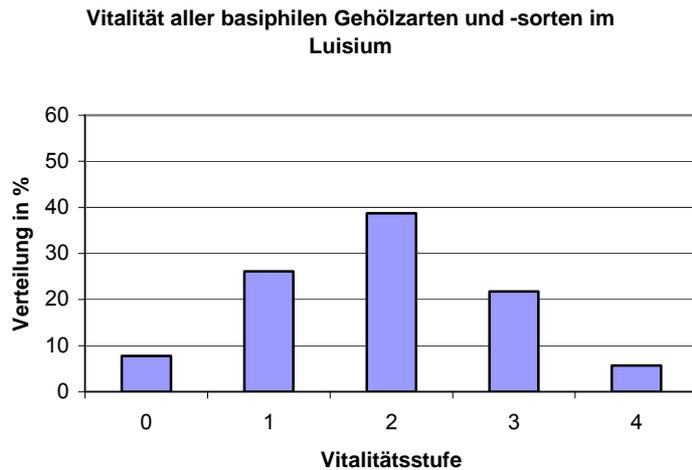


Abbildung 6-53: Vitalität aller basiphilen Gehölzarten und -sorten im Luisium

Auch bei den basiphilen Gehölzen ist ein Großteil der Arten in der Vitalitätsstufe 2 vertreten. Zu etwa gleich großen Anteilen treten die Vitalitäten 1 (26%) und 3 (22%) auf. Vergleichsmäßig häufig sind auch die Vitalitätsstufen 0 (8%) und 4 (6%).

Bewertung

Insgesamt sind die basiphilen Arten noch stärker geschädigt als die azidophilen. Dieser Umstand ist jedoch auf die hohe Anzahl der Eiben im Gebiet zurückzuführen. Diese Baumart litt besonders unter dem Hochwasser von 2002.

6.3.2.5 Ergebnisse und Bewertung der staunässeempfindlichen Gehölzarten bzw. -sorten

Ergebnisse

Tabelle 6-29 und Abbildung 6-54 geben einen Überblick über die Vitalität der staunässeempfindlichen Arten im Luisium.

Tabelle 6-29: Übersicht über die Vitalität der staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Gesamt
Anzahl	64	68	140	166	30	468
in %	13,68	14,53	29,91	35,47	6,41	100

Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten im Luisium

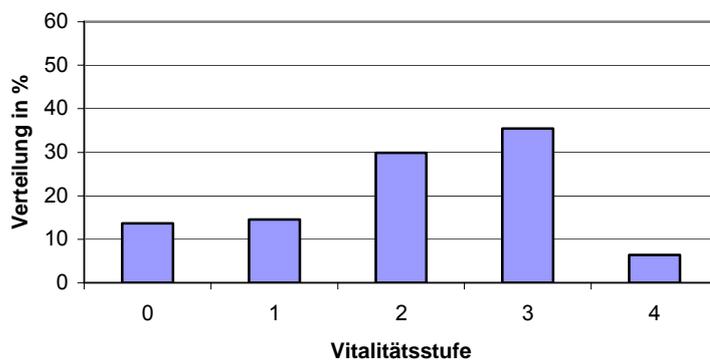


Abbildung 6-54: Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölzarten und -sorten im Luisium

Am häufigsten tritt bei den staunässeempfindlichen Arten die Vitalitätsstufe 3 auf, gefolgt von der Stufe 2. 14 bzw. 15% sind nicht oder nur schwach geschädigt (Vitalität 0 und 1).

Bewertung

Als staunässeempfindliche Arten sind im Luisium nur die Gemeine Eibe (*Taxus baccata*) sowie die Hänge-Birke (*Betula pendula*) eingestuft (siehe Anlage 3, Anhang Gehölze, Tabelle Standortansprüche). Das vorliegende Ergebnis ist demnach eine Kombination des Zustandes dieser beiden Gehölzarten. Sowohl die Gemeine Eibe als auch die Hänge-Birke weisen starke Schädigungen auf Grund des Hochwasserereignisses 2002 auf. Eine stauende Bodenschicht, wie in den Wörlitzer Anlagen, ist im Luisium nicht zu finden.

6.3.2.6 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Arten

6.3.2.6.1 *Taxus baccata* – Gemeine Eibe

Ergebnisse

Mit 511 Exemplaren (19% des Gesamtbestandes) ist die Gemeine Eibe die häufigste Baumart im Luisium. Ein Großteil des vorhandenen Eibenbestandes ist durch das Hochwasser 2002 stark geschädigt wurden. Etwa 180 Bäume mussten daraufhin gefällt, etwa ebenso viele abgesetzt werden (mdl. Kulturstiftung DessauWörlitz).

Demnach ergeben sich Besonderheiten in der mittleren Höhe (5,30 m) und im mittleren Stammdurchmesser (0,25 m). Viele Eiben wurden im Bereich unter 1,30 m (Messhöhe) abgesetzt und daher keinen oder durch Stammaustriebe nur geringen Stammdurchmesser zugeordnet bekommen.

Taxus baccata ist im gesamten Garten vertreten, in den Außenbereich kommt er nur in Einzel-exemplaren (durch natürliche Aussaat) vor.

Im Einzelnen ist der Eibenbestand wie folgt auf die Vitalitätsstufen verteilt:

Tabelle 6-30: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl	67	72	139	168	31	34	511
in %	14,05	15,09	29,14	35,22	6,50	-	100

Ca. 29% des Eibenbestands weisen im Luisium keine oder nur geringe Schädigungen auf. Den Vitalitätszustand 0 bekamen ausschließlich Neuanpflanzungen von Eiben. Der Großteil des älteren Eibenbestandes verteilt sich auf die Vitalitätsstufen 2 und 3 (insgesamt ca. 65%). 31 Exemplare sind abgestorben. Dabei handelt es sich fast vollständig um abgesetzte Bäume, die nicht neu ausgetrieben haben. Weiterhin wurden 34 Stubben mit in das Baumkataster aufgenommen.

Insbesondere im östlichen Bereich des Luisiums dominieren die Vitalitätsstufen 3 und 4 sowie die noch vorhandenen Stubben der gefällten Bäume. Dort ist auch die höchste Konzentration von Eiben festzustellen.

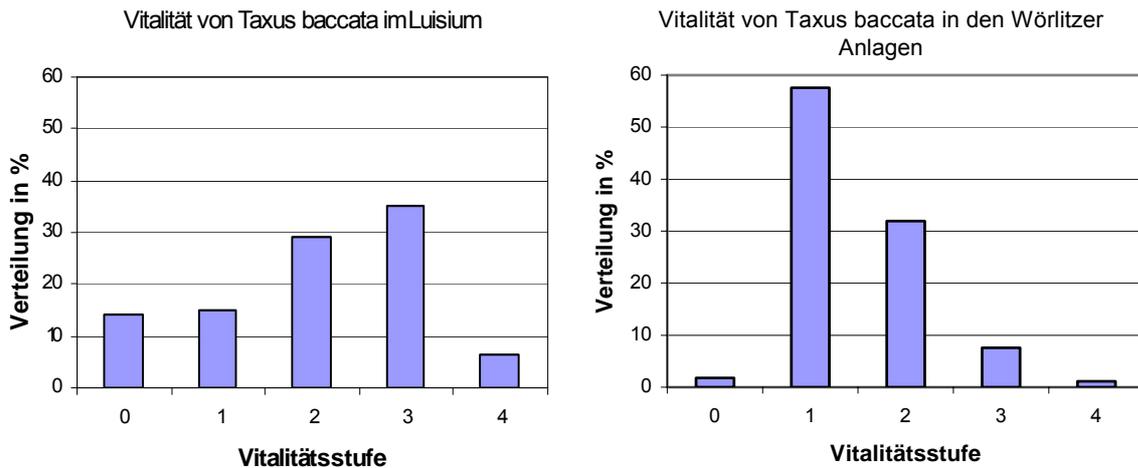


Abbildung 6-55: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Im Vergleich zu den Wörlitzer Anlagen ist *Taxus baccata* in einem deutlich schlechteren Zustand vorzufinden. Grafisch wird dieses durch den deutlichen Anstieg von guten zu schlechten Vitalitätszuständen im Luisium kenntlich gemacht.

Bewertung

Der Eibenbestand im Luisium befindet sich in einem schlechten Vitalitätszustand. Gründe dafür sind vor allem im Hochwasser 2002 zu suchen, was die Gehölze, insbesondere ihr Wurzelsystem durch Absterben der Feinwurzeln, stark schädigte. Daher mussten etwa 180 Eiben im Jahr 2002 entnommen werden, einige wurden nachgepflanzt und sind daher in sehr gutem Zustand. Bei etwa der selben Anzahl erfolgte eine Einkürzung der Kronen. Durch die geringe Benadelung wiesen diese Gehölze in der Vegetationsperiode 2004 nur die Vitalitätsstufe 3 auf. Auf Grund der hohen Regenerationsfähigkeit (vor allem durch stammbürtige Austriebe) von *Taxus baccata* wird mit einer Verbesserung in den nächsten Jahren gerechnet. In den Wörlitzer Anlagen war diese Art nicht im dem Maße vom Hochwasser betroffen wie im Luisium, so dass die Schädigungen, die durch dieses Ereignis hervorgerufen wurden, geringer ausfielen.

6.3.2.6.2 Aesculus hippocastanum – Gewöhnliche Rosskastanie

Die Gewöhnliche Rosskastanie ist ursprünglich in Griechenland und Bulgarien beheimatet, stellenweise in ihrem heutigen Verbreitungsgebiet jedoch eingebürgert. Sie bevorzugt kühle Lagen mit hoher Luft- und Bodenfeuchtigkeit auf schwach sauren bis alkalischen Böden. Die Baumart ist frosthart, aber spätfrostgefährdet.

Ergebnisse

Im Luisium hat sie mit 123 Exemplaren einen Anteil von 6% am Gesamtartenbestand. Die mittlere Höhe beträgt 18,4 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,52 m,. Kennzeichnend tritt die Gewöhnliche Rosskastanie im Luisium in Alleen auf, so z.B. in der Lindenallee, welche später in eine von der Kastanie dominierte Allee am Hauptweg übergeht. Neupflanzungen wurden hauptsächlich in der Lindenallee im Südteil des Luisiums vorgenommen.

Tabelle 6-31 beschreibt die Vitalitätsverteilung von *Aesculus hippocastanum*:

Tabelle 6-31: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Summe
Anzahl	0	46	71	6	0	123
in %	0	37,40	57,72	4,88	0	100

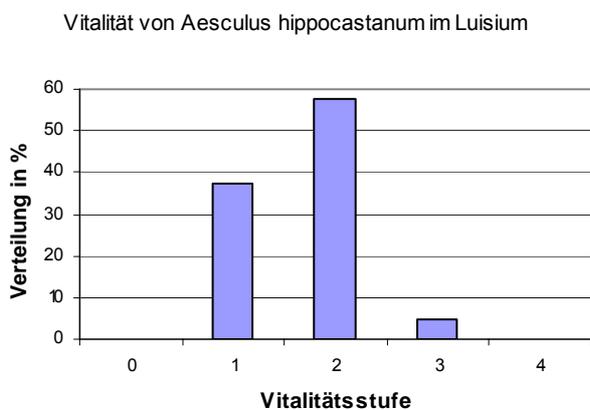


Abbildung 6-56: Vitalität der Gewöhnlichen Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) im Luisium

58% der Rosskastanien sind demnach dem mäßig geschädigten Bereich zugeordnet. Weitere 37% sind nur gering geschädigt, sechs Exemplare mit der Vitalität 3 dagegen stärker. Im Gebiet gibt es keine Bäume ohne Schädigungen oder abgestorbene Exemplare.

Bewertung

Die Vitalitätsstufe 3 ist fast ausschließlich älteren Exemplaren zuzuordnen, die natürliche Absterbeerscheinungen aufweisen. Die Kastanienallee am Hauptweg wurde zum großen Teil mit der Vitalität 2 bewertet. Gründe dafür sind sicherlich auch in der hohen Standortdichte und dem Konkurrenzdruck durch benachbarte Baumarten zu suchen. Oftmals zeigen die Exemplare aber auch Zeichen von Holzfäule. Durch zahlreiche Astungswunden, verursacht durch Schnittmaßnahmen um das Lichtraumprofil bzw. die Sichtachse zu erhalten, werden mögliche Angriffstellen für Pilze gegeben. Hinzu kommt, dass die Gewöhnliche Rosskastanie ein schlecht überwallende Baumart ist, dass heißt, entstandene Wunden werden meist nur schlecht oder gar nicht durch neue Borkenbildung verschlossen.

Der gesamte Bestand ist von der Rosskastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) befallen. Die Symptome stellen sich mit Assimilationsverlust, Herbstaustrieb, Herbstblüte und z.T. durch Frostschäden an Knospen mit fehlender Winterruhe dar. Eine Erschöpfung durch eine permanente Schädigung wird in der Fachliteratur bis jetzt bezweifelt (LEHMANN 2004).

6.3.2.6.3 Alnus glutinosa – Schwarz-Erle

Ergebnisse

Alnus glutinosa ist im Luisium vor allem außerhalb des Ringdeiches und dort häufig im Bereich des Weinberges und in Gewässernähe zu finden.

Der Gesamtbestand beläuft sich auf 35 Exemplare. Die mittlere Höhe beträgt 16,7 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,39 m.

Tabelle 6-32 zeigt den Vitalitätszustand der Art im Luisium auf.

Tabelle 6-32: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Summe
Anzahl		1	13	19	2	35
in %	0,00	2,86	37,14	54,29	5,71	100

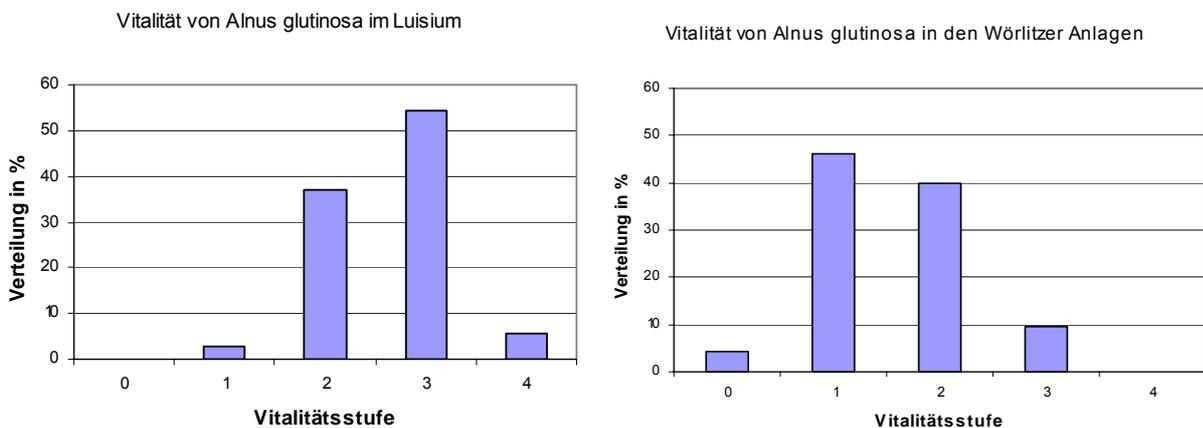


Abbildung 6-57: Vitalität der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Die Schwarz-Erle zeigt im Luisium deutliche Schädigungen. Über die Hälfte des Bestandes weist die Vitalitätsstufe 3 auf und ist somit stärker geschädigt. Die Verteilung der Vitalität nimmt deutlich von der besten Stufe (0), welcher keine Bäume zugeordnet werden konnten, zum stär-

ker geschädigten Zustand zu. Im Gegensatz dazu ist in den Wörlitzer Anlagen ein deutlicher Abfall der Anzahl von der Vitalität 1 bis zur 3 gegeben.

Bewertung

Grund für den schlechten Vitalitätszustand der Erlen im Luisium ist das Hochwasser von 2002. Im Gegensatz zu den Wörlitzer Anlagen ist das Luisium an die natürlichen Grundwasserschwankungen angebunden. Erhöhte Wasserstände und insbesondere Überflutung über einen längeren Zeitraum führen bei dieser Baumart zu einer Schädigung des Wurzelsystems.

6.3.2.6.4 *Carpinus betulus* – Gewöhnliche Hainbuche

Ergebnisse

Die Gewöhnliche Hainbuche ist mit 278 Exemplaren vertreten, davon sind sieben Stubben. Sie ist somit dritthäufigste Art und in allen Bereichen des Gebietes zu finden. Häufungen treten vor allem westlich des Luisiumsees, im Südteil und auf dem Kompostplatz im Nordosten auf. Die mittlere Höhe von 18,10 m und der mittlere Stammdurchmesser von 0,44 m verdeutlichen die Tatsache, dass die Hainbuchen überwiegend mittleren Alters sind. Neuanpflanzungen befinden sich an der Grotte. Die Vitalität stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 6-33: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Hainbuche (*Carpinus betulus*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	k.B.	Stubben	Summe
Anzahl	7	132	114	16	1	1	7	278
in %	2,58	48,71	42,07	5,90	0,37	-	-	100

Über 90% des Bestandes verteilen sich auf die Vitalitätsstufen 1 und 2. Nur etwa 6% entfallen auf die Stufen 3 und 4. Geschädigte Hainbuchen befinden sich vor allem in dem Bereich zwischen Westufer des Luisiumsees und der Koppel. Fast alle Exemplare wiesen dort Wipfeldürre auf. Mäßig bis stark in ihrer Vitalität eingeschränkte Hainbuchen stocken im Nordwestteil, auf dem Gebiet, das als Kompostplatz genutzt wird sowie in der Nähe der Quellherme, wo das Gelände zum Graben hin abfällt.

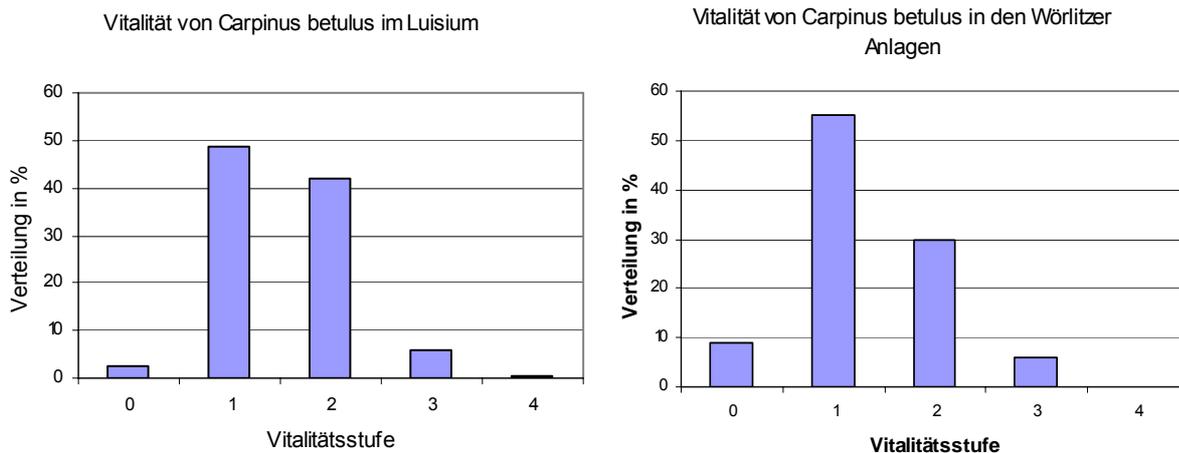


Abbildung 6-58: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (*Carpinus betulus*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Ein Großteil der Hainbuchen wies einen Befall mit Zwergzikaden auf. Die befallenen Blätter sind durch eine chlorotische, nadelstichartige Sprenkelung zu erkennen, welche durch das Saugen im Parenchym hervorgerufen wird. Es erfolgt jedoch keine nennenswerte Schädigung.

Bewertung

Es ist anzunehmen, dass durch die lang anhaltende Überflutung im Sommer 2002 bei dieser Baumart Schädigungen des Feinwurzelsystems hervorgerufen wurden. Durch die damit eingeschränkte Wasseraufnahme treten Trockenstresssymptome wie Wipfeldürre oder oftmals auch Absterbeerscheinungen auf. Auffällig ist wiederum, dass vor allem Bäume innerhalb des Ringdeiches betroffen sind. In den Randbereichen ist größtenteils die Vitalitätsstufe 1 vertreten.

6.3.2.6.5 *Fagus sylvatica* – Rot-Buche

Die Rot-Buche ist als waldbildende Hauptbaumart in Mitteleuropa bis zum Kaukasus natürlich verbreitet. Die charakteristische Baumart ist anspruchslos, bevorzugt jedoch frische, nährhafte, anlehmige sowie kalkhaltige Böden in sonniger bis schattiger Lage. Gemieden werden arme Sande, Pseudogley-, Gley- und Auenstandorte. An südexponierten Standorten oder bei plötzlicher Freistellung ist mit Hitzeschäden (Sonnenbrand) zu rechnen. *Fagus sylvatica* verträgt keine Staunässe und Überflutungen. Häufiger Dürrestress führt zu Wipfeldürre, wobei bei akutem Wassermangel das Laub vorzeitig abgeworfen wird.

Das Wurzelsystem ist vielgestaltig und anpassungsfähig – in den ersten Jahren kommt es zur Bildung einer Pfahlwurzel, woraus sich später eine Herzwurzel entwickelt. Dadurch sowie durch noch oben strebende Feinwurzeln (Humusstreber) ist einer guter Bodenaufschluss gewährleistet. Bei Bodenverdichtung und Staunässe entstehen flache Wurzelteller.

Ergebnisse

Mit nur 24 Exemplaren hat sie nur einen geringen Anteil am Gesamtgehölzbestand (1%), ist jedoch mit sehr alten und charakteristischen Individuen, z.B. auf der großen Koppel und östlich des Wirtschaftsgebäudes, prägend im Luisium.

Auf Grund des hohen Alters der Bäume liegt die mittlere Höhe bei 23,10 m und der mittlere Stammdurchmesser bei 0,87 m.

Folgende Vitalitätszustände wurde im Sommer 2004 festgestellt:

Tabelle 6-34: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Summe
Anzahl	3	11	7	2	1	24
in %	12,50	45,83	29,17	8,33	4,17	100

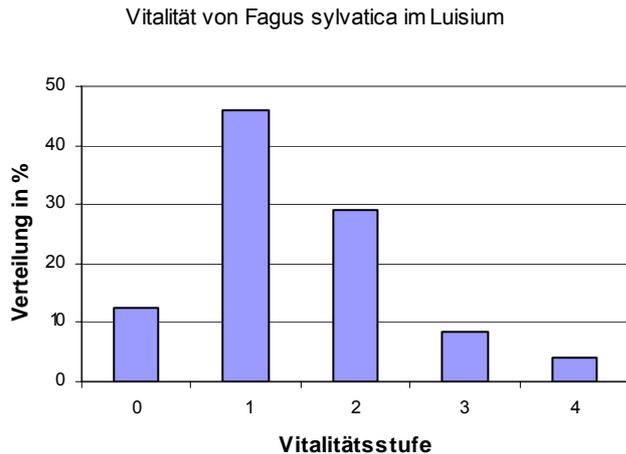


Abbildung 6-59: Vitalität der Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Mehr als die Hälfte (58%) der Rot-Buchen zeigen im Luisium keine Anzeichen von Schädigungen. 8% weisen die Vitalitätsstufe 3 auf, ein Exemplar ist abgestorben.

Bewertung

Der Vitalitätszustand der Rot-Buchen ist als sehr gut bis gut einzuschätzen. Im Luisium weist die Rot-Buche kaum Anzeichen von Wipfeldürre auf, die sich auf Grund von Trockenstress, hervorgerufen durch die trockene Witterung im Sommer 2003, zeigt. Nach ELLING und DITTMAR (2004) sind vor allem Buchen mit Vorschädigungen, vor allem im Wurzelbereich stärker betroffen als vitale Buchen. Demnach haben im Sommer 2003 insbesondere Rot-Buchen mit geringerer Belaubungsdichte ihre Blätter durch Eintrocknen verloren. Vitale Bäume mit voller Belaubung dagegen auf dem selben Standort zeigten keine Schadsymptome, obwohl die Wasserabgabe über die Krone eigentlich größer gewesen sein müsste. Demnach sind die Ursachen für die Schadsymptome nicht nur im Kronenbereich zu suchen, sondern es muss generell eine Störung der Wasseraufnahme, beispielsweise durch Wurzelschädigungen vorliegen.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Rot-Buchen im Luisium kaum Schädigungen aufweisen. Dies weist auf die auch anderenorts festzustellende Tatsache hin, dass die Rot-Buchen, wenngleich auch keine Auenart, als gepflanzter Baum, wenn dieser die Jugendphase überlebt, durchaus Hochwasser gesund überstehen kann. Nur durch den natürlichen Alterungsprozess und die Begleiterscheinungen stellt sich eine Verschlechterung der Vitalität ein. Ein besonders prägendes Exemplar auf der großen Koppel ist außerdem vom Riesenporling befallen.

6.3.2.6.6 Fraxinus excelsior – Gewöhnliche Esche

Ergebnisse

Wie bereits beschrieben, ist die Gewöhnliche Esche ein natürliches Glied der Auenvegetation. Im Luisium weist sie ein Bestand von 15 erfassten Bäumen auf.

Die mittlere Höhe beträgt 21,60 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,49 m. Neben überwiegend mittelalten Exemplaren, kommen auch einige sehr alte Bäume, überwiegend im südlichen Bereich des abgegrenzten Bereiches, vor.

Den Vitalitätszustand gibt Tabelle 6-35 wider.

Tabelle 6-35: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Gewöhnlichen Esche (*Fraxinus excelsior*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Summe
Anzahl	2	4	8	1	0	15
in %	13,33	26,67	53,33	6,67	0,00	100

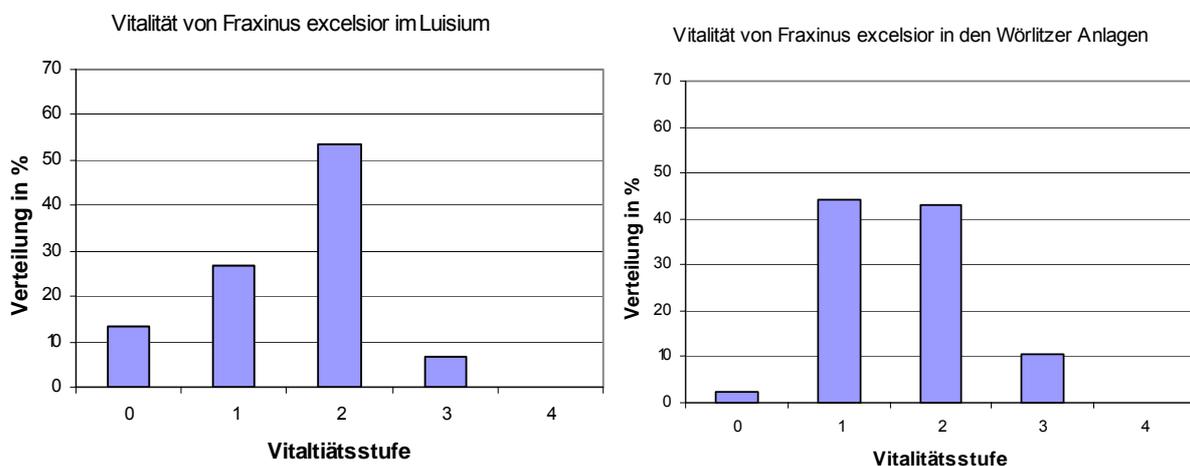


Abbildung 6-60: Vitalität der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Einem Großteil der Eschen wurde die Vitalität 2 zugeordnet. 40% wiesen keine oder nur geringe Schädigungen auf (Vitalität 0 und 1). Im Vergleich zu den Wörlitzer Anlagen ist *Fraxinus excelsior* im Luisium in einem deutlich schlechteren Zustand.

Bewertung

Der Grund für den schlechten Zustand dieser Art im Luisium ist hauptsächlich im Hochwasser 2002 zu suchen. Die Gewöhnliche Esche ist empfindlich gegenüber Staunässe und Überflutung und es kommt generell zu Vitalitätsverschlechterungen nach Hochwasserereignissen. Ein entsprechendes Verhalten ist aus den Hartholzauenwäldern des Mittelelbegebietes bekannt (WUTTKY o.J.). Dieser Zustand ist größtenteils vorübergehend, so dass mit einer Verbesserung des Bestandes gerechnet wird.

6.3.2.6.7 Fraxinus pennsylvanica – Rot-Esche

Die Rot-Esche oder auch Amerikanische Esche (Pennsylvanische Esche) genannt stammt ursprünglich aus dem mittleren und östlichen Nordamerika. Die Rot-Esche tritt auf mittleren bis tiefen, häufig überfluteten und staunassen Standorten in Konkurrenz zur Stiel-Eiche auf. Infolge ihrer Vorwüchsigkeit verdrängt sie auf diesen Standorten die Stiel-Eiche (REICHHOFF u. Mitarb. 2005). Im Vergleich zu *Fraxinus excelsior* besitzt sie eine geringe Spätfrostempfindlichkeit und hohe Überflutungstoleranz.

Im Luisium tritt die Art vor allem außerhalb des Ringdeiches auf, häufig ist sie in einer Allee, die zum Gestütsgebäude führt, vertreten. Zwei Exemplare befinden sich in der Nähe der Weißen Brücke. Insgesamt wurden 27 Bäume ermittelt, überwiegend sind diese mittleren Alters.

Die mittlere Höhe beträgt 17,50 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,47 m.

Die auftretenden Vitalitätszustände sind in Tabelle 6-36 zu finden.

Tabelle 6-36: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Rot-Esche (*Fraxinus pennsylvanica*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Summe
Anzahl	3	17	5	2	0	27
in %	11,11	62,96	18,52	7,41	0	100

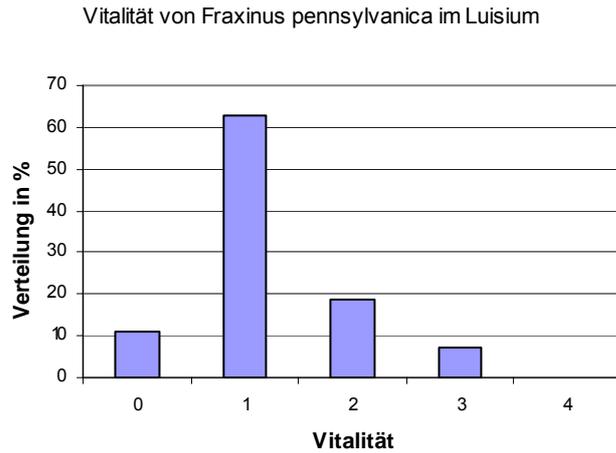


Abbildung 6-61: Vitalität der Rot-Esche (*Fraxinus pennsylvanica*) im Luisium

Die deutlich höchste Anzahl erreicht die Rot-Esche in der Vitalitätsstufe 1 mit fast 63%. Über 11% des Bestandes weisen keine Schäden auf, lediglich ca. 7% sind stärker geschädigt.

Bewertung

Das Ergebnis gibt eindeutig die bessere Hochwasserverträglichkeit der Rot-Esche gegenüber der Gemeinen Esche wider. Nur wenige Exemplare sind geschädigt, der Bestand ist als gut einzuschätzen. Dieses Standortverhalten beschreibt bereits WUTTKY (o.J.).

6.3.2.6.8 Quercus robur – Stiel-Eiche

Ergebnisse

Als Baumart, die auf ihrem natürlichen Standort stockt, ist die Stiel-Eiche mit 507 Exemplaren zweithäufigste Baumart im Luisium. Kennzeichnend ist dabei der hohe Anteil von Alteichen und so genannten Wall-Eichen. Von Bedeutung ist außerdem die Tatsache, dass drei Eichen (zwei im nördlichen Bereich sowie eine im äußersten Südosten) als Naturdenkmale ausgewiesen sind. Prägende Solitäreichen sind auf der Fohlenweide zu finden.

Die mittlere Höhe beträgt 19,10 m. Der mittlere Stammdurchmesser von 0,76 m spiegelt das hohe Alter der Eichen wider.

Tabelle 6-37 zeigt die Vitalität bzw. den Zustand von *Quercus robur*.

Tabelle 6-37: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl	8	163	250	59	17	10	507
in %	1,61	32,80	50,30	11,87	3,42	-	100

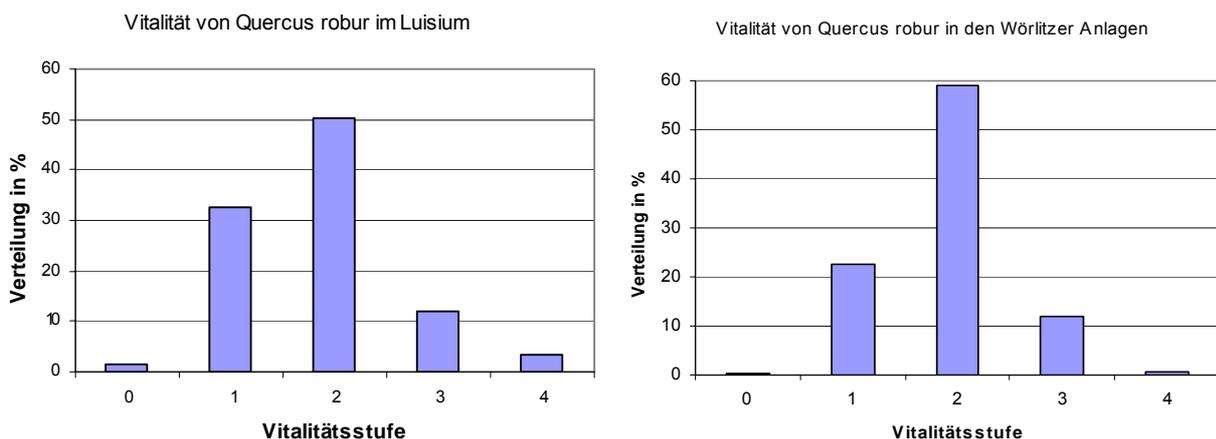


Abbildung 6-62: Vitalität der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Mit 85% in den Vitalitätsstufen 0 bis 2 ist die Stiel-Eiche im Luisium in einem sehr guten bis zufrieden stellendem Zustand, wobei fast die Hälfte des Bestandes auf die Stufe 2 entfällt. Etwa 15% haben die Vitalität 3 bzw. sind abgestorben. Zehn Stubben wurden außerdem festgestellt.

Bewertung

Zwar sind einige Eichen von der Komplexkrankheit des Eichensterbens (siehe Punkt 6.3.1.6.16) betroffen, jedoch im Verhältnis deutlich weniger als in den Wörlitzer Anlagen. Auf Grund des hohen Alters wurden oftmals Fäulniserscheinungen (Holzfäulepilze, Spechtlöcher usw.) sowie eine geringere Vitalität festgestellt. Wie erwartet, sind keine besonders auffällig geschädigten Bereiche festzustellen. Nur westlich des Schlosses, auf dem Deich sowie an den Ufern des Luisiumsees befinden sich weniger vitale Bäume. Insgesamt ist der Vitalitätszustand der Eichen als gut einzuschätzen. Dieser Zustand ist auf die naturnahen Standortverhältnisse im Luisium mit noch ausgeprägter Grundwasserdynamik zurückzuführen.

6.3.2.6.9 Tilia cordata – Winter-Linde

Ergebnisse

Die heimische Baumart Winter-Linde ist im Luisium mit 223 Exemplaren vertreten. Kennzeichnend ist vor allem die Lindenallee im Südteil des Gebietes, in der noch zum Teil Exemplare aus der Gründungszeit des Luisiums vorzufinden sind. Ebenfalls sind noch Reste eines so genannten „shrups“ vorhanden, ein gestalterisches Element, in dem Bäume an Straßen bzw. Wegen in einem Halbkreis gepflanzt wurden.

Der Bestand ist überwiegend mittleren bis fortgeschrittenen Alters; die mittlere Höhe liegt bei 19,50 m, der mittlere Stammdurchmesser bei 0,55 m.

Die Vitalität bzw. der Zustand stellt sich folgendermaßen dar:

Tabelle 6-38: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Winter-Linde (*Tilia cordata*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Stubben	Summe
Anzahl	7	91	103	19	1	2	223
in %	3,17	41,18	46,61	8,60	0,45	-	100

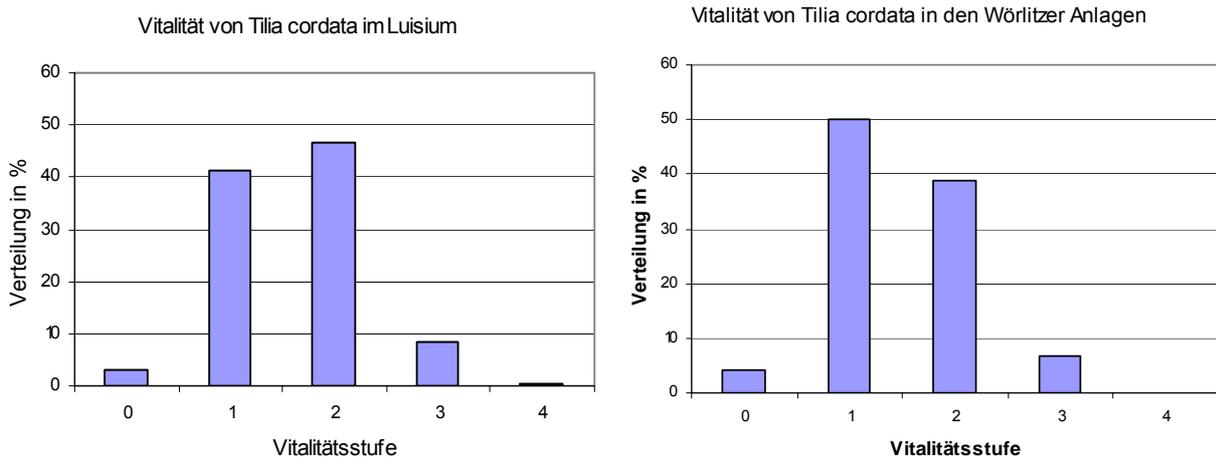


Abbildung 6-63: Vitalität der Winter-Linde (*Tilia cordata*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Mit etwa 3% weisen nur wenige Exemplare der Winter-Linde keine Schädigungen auf, aber auch stärker geschädigte Bäume sind mit knapp 9% nur in geringem Maße vertreten. Auf die Vitalitätsstufen 1 und 2 entfallen insgesamt ca. 88% des Gesamtbestandes von *Tilia cordata* im Luisium. Es dominiert die Stufe 2 vor der 1, im Gegensatz zu den Wörlitzer Anlagen, dort entfällt eine höhere Prozentzahl auf die bessere Stufe. Der Winter-Linden-Bestand ist demnach in den Wörlitzer Anlagen besser einzuschätzen als im Luisium.

Bewertung

Insgesamt ist der Lindenbestand im Luisium zu großen Teilen in einem guten Zustand. In tiefer liegenden Bereichen ist oftmals eine stärkere Schädigung festzustellen, so z.B. im Bereich der Quellherme. Die Bäume leiden dort oftmals unter Wipfeldürre bzw. anderen Schadanzeichen. Im südlichen Bereich, insbesondere im Gebiet um den Weinberg sind kaum Schädigungen festzustellen. Auch bei den Linden ist von einer reversiblen Schädigung durch die Überflutung im Jahr 2002 auszugehen.

Auffallend ist, dass sich fast der gesamte Anteil der geschädigten Bäume (Vitalität 3) innerhalb des Ringdeiches befindet. In den naturnäheren Bereich, vor allem im Süden des Gebietes, weist *Tilia cordata* überwiegend bessere Vitalitätsstufen auf.

6.3.2.6.10 Ulmus laevis – Flatter-Ulme

Ergebnisse

Die Flatter-Ulme stockt im Luisium auf ihren natürlichen Standorten. Insgesamt sind 31 Exemplare im Baumkataster aufgenommen. Die Bäume sind ebenfalls überwiegend mittleren bis älteren Alters. Die mittlere Höhe beträgt 17,40 m, der mittlere Stammdurchmesser 0,55 m.

Ulmus laevis ist vor allem in den Außenbereichen und dort vor allem am Weinberg des bearbeiteten Gebietes zu finden. Der Zustand stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 6-39: Gesamtübersicht über die Vitalität bzw. den Zustand der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) im Luisium

Vitalität	0	1	2	3	4	Summe
Anzahl	7	18	4	1	1	31
in %	22,58	58,06	12,90	3,23	3,23	100

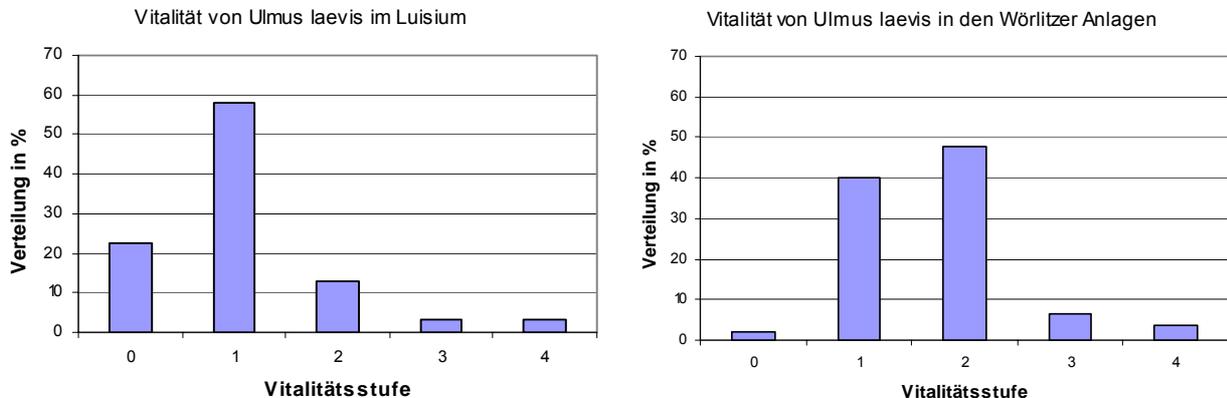


Abbildung 6-64: Vitalität der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) – Vergleich Luisium und Wörlitzer Anlagen

Der Ulmenbestand im Luisium befindet sich in einem sehr guten bis guten Zustand. Etwa 81% sind der Vitalitätsstufe 0 oder 1 zuzuordnen. Jeweils 1 Exemplar (ca. 3%) weist die Vitalität 3 bzw. 4 auf. Die Flatter-Ulme ist in einem bedeutend besseren Zustand als in den Wörlitzer Anlagen.

Bewertung

Im Luisium ist *Ulmus laevis* noch an das natürliche Überflutungsgeschehen angebunden. In den Wörlitzer Anlagen dagegen liegt eine Störung des Grundwasserhaushaltes durch die Nivellierung des Grundwasserstandes vor. Auf Grund der Standortangepasstheit der Flatter-Ulme an die gegebenen Standort- und Überflutungsverhältnisse im Luisium sind gute Vitalitäten zu erwarten und wurden durch die Kartierung auch bestätigt. Schlechtere Vitalitätsstufen sind durch natürliche Alterungsprozesse bedingt. Die Überflutung im Jahr 2002 hatte auf diese Art keine Auswirkungen.

6.4 Bewertung der Ergebnisse unter Bezugnahme auf Standortfaktoren

6.4.1 Wörlitzer Anlagen

6.4.1.1 Bodensubstrattyp und Vitalität der Gehölze

Durch die bodenkundlichen Untersuchungen liegen flächendeckende Aussagen über die aggregierten Substrattypen der Böden der Wörlitzer Anlagen vor (siehe Punkt Boden, Tabelle 4.3). Nachfolgend werden die Vitalitätsstufen der Gehölze den einzelnen Substrattypen zugeordnet.

6.4.1.1.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Nach Ordnung der aggregierten Substrattypen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) aller erfassten Gehölze ergibt sich folgende Abfolge der aggregierten Substrattypen:

3	Sand über Ton
6	Lehmsand über Ton
4	Lehmsand; Lehmsand über Sand
7	Lehm über Sand
2	Sand über Lehm
5	Lehmsand über Lehm
9	Lehm über Ton
1	Sand
10	anthropogen umgelagerte Substrate
8	Lehm

Aus der Folge der Substrattypen lassen sich folgende standörtliche Gruppen bilden:

3, 6	Sand bis Lehmsand über Ton
4, 7	Sand bis Lehmsand über Sand
2, 5, 9	Sand, Lehmsand bis Lehm über Lehm bis Ton
1	Sand
10	anthropogen umgelagerte Substrate

8 Lehm

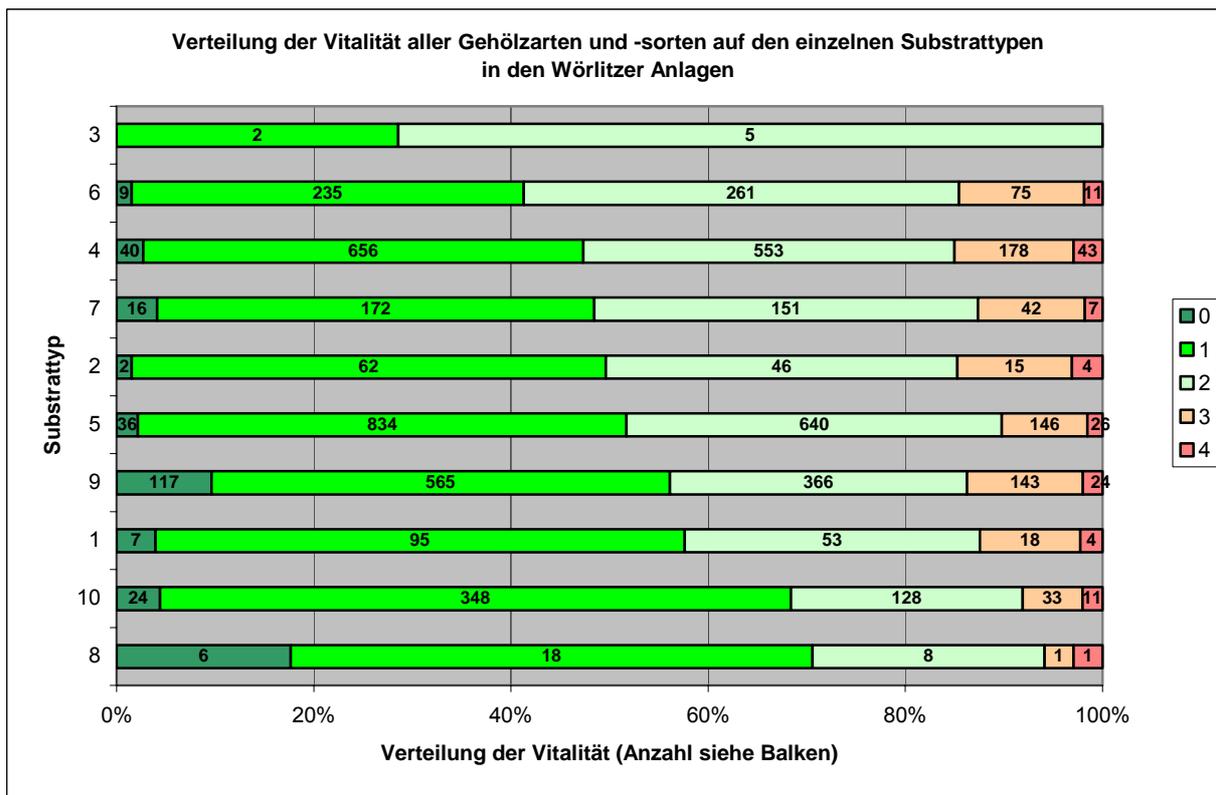


Abbildung 6-65: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in Bezug auf die Substrattypen der Böden

Bewertung

Eine standörtliche Abhängigkeit der Vitalität der Bäume von den Substrattypen auf den relativ einheitlichen Auenstandorten ist hinreichend ausgeprägt. Die sich ergebenden standörtlichen Gruppen lassen aber eine tendenzielle Interpretation zu.

Die standörtliche Gruppe Sand bis Lehmsand über Ton stellt durch mächtige Stauer unterlagerte Standorte dar. Die tonigen Stauer können von den Wurzeln zahlreicher Baumarten nicht durchdrungen werden. Über diesen Stauern trocknen die oberen sandigen Substratschichten bei sommerlicher Trockenheit stark aus, was insgesamt zu der verminderten Vitalität führt.

Sand bis Lehmsand über Sand stellt eine standörtliche Gruppe dar, die ebenfalls stark zur sommerlichen Austrocknung neigt.

Sand, Lehmsand bis Lehm über Lehm und Ton umfasst als standörtliche Gruppe solche Bereiche, in denen der Tonstauer nicht sehr mächtig ausgebildet ist oder Lehm vorliegt, so dass diese Schichten von den Bäumen durchwurzelt werden können und insgesamt eine bessere Was-

erversorgung gesichert ist. Die standörtliche Gruppe umfasst die charakteristischen Auenstandorte.

Die deutlich günstigeren Vitalitäten der Bäume auf Sand erklären sich darin, dass der ausgewiesene Substrattyp Sandaufschüttungen erfasst, die humus- und nährstoffreicher sind und nicht von stauender Nässe beeinflusst werden.

Die anthropogen umgelagerten Substrate werden als humus- und nährstoffreicher eingeschätzt. Oftmals kommt es durch Aufschüttungen auch zur Verbesserung des Wasserhaushalts, z.B. durch Verminderung der Staunässe. Insgesamt weisen die auf diesen Standorten stockenden Bäume deutlich bessere Vitalitäten auf.

Lehmstandorte ohne Staunässe als charakteristische Auenböden weisen die günstigsten Vitalitäten der Bäume in den Wörlitzer Anlagen auf.

6.4.1.1.2 Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölzarten und –sorten

Ergebnisse

Bei den Nadelgehölzen lässt sich im Wesentlichen nur eine Ordnung der aggregierten Substrattypen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) erkennen:

6	Lehmsand über Ton
7	Lehm über Sand
5	Lehmsand über Lehm
4	Lehmsand; Lehmsand über Sand
2	Sand über Lehm
9	Lehm über Ton
1	Sand
10	anthropogen umgelagerte Substrate
8	Lehm
3	Sand über Ton

Aus der Folge der Substrattypen lassen sich folgende standörtliche Gruppen bilden:

6, 7, 5, 4, 2, 9	Sand, Lehmsand bis Lehm über Sand, Lehm bis Ton
1, 10, 8	Sand; anthropogen umgelagerte Substrate; Lehm
3	wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet

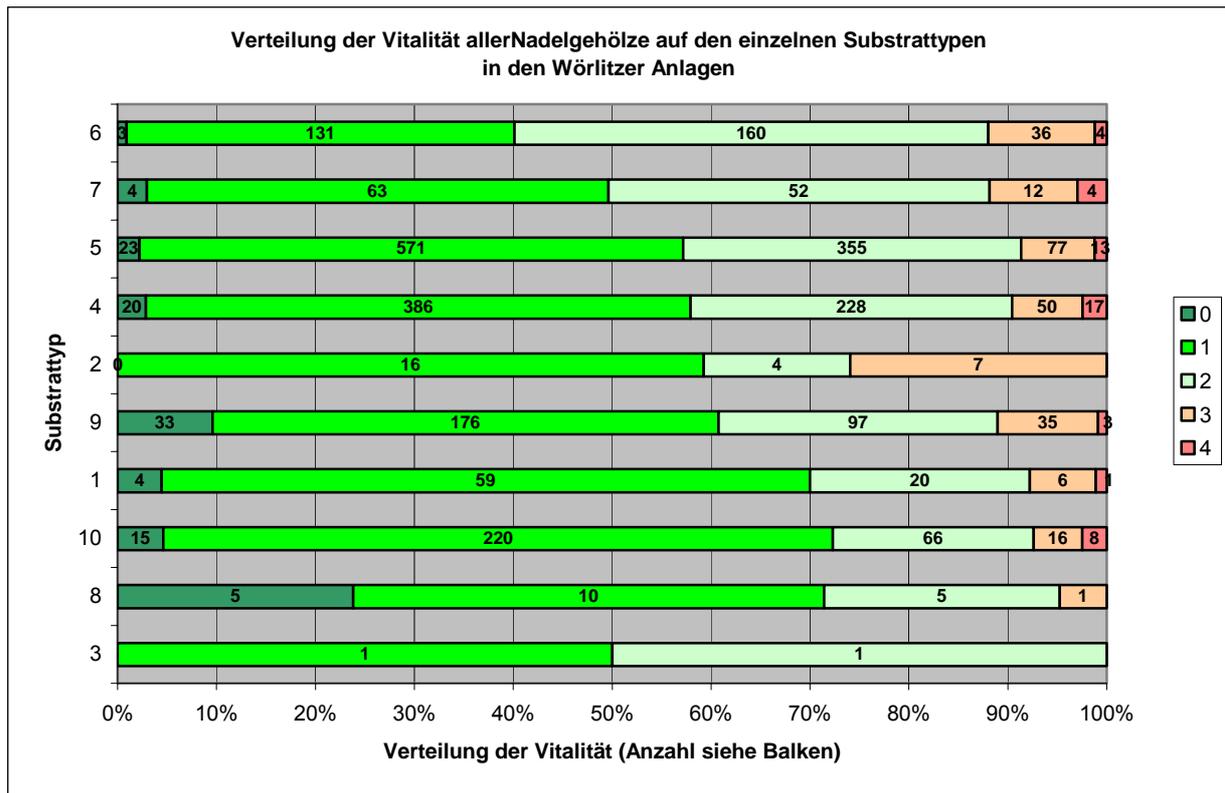


Abbildung 6-66: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf die Substrattypen der Böden

Bewertung

Hinsichtlich der Vitalitätsdifferenzierung der Nadelgehölze lassen sich zwei Standortgruppen erkennen.

Ein aus wechselnden Substraten aufgebauter Standortkomplex weist die schlechteren Vitalitäten der Nadelgehölze aus. Dieser umfasst typische Auenstandorte mit hoch anstehendem Grundwasser.

Sandaufschüttungen, anthropogen umgelagerte Substrate aber auch mächtige Auenlehme mit tieferem Grundwasserstand erweisen sich für die Nadelgehölze als günstigere Standorte.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass weniger die Substrate als viel mehr die Grundwasserverhältnisse (vgl. Punkt 6.4.1.4) ursächlich für die Ausprägung der Vitalität der Bäume verantwortlich sind.

6.4.1.1.3 Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölzarten und –sorten

Ergebnisse

Die Laubgehölze lassen im Wesentlichen nur eine Ordnung der aggregierten Substrattypen nach zunehmenden Anteilen guter bis mittlerer Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) erkennen. Abnehmende Anteile schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 bis 4) folgen schwach diesem Trend. Es ergibt sich folgende Reihung der aggregierten Substrattypen mit Zunahme der mittleren bis guten Vitalitätsstufen:

4	Lehmsand; Lehmsand über Sand
5	Lehmsand über Lehm
6	Lehmsand über Ton
1	Sand
2	Sand über Lehm
7	Lehm über Sand
9	Lehm über Ton
10	anthropogen umgelagerte Substrate
8	Lehm
3	Sand über Ton

Aus der Folge der Substrattypen lassen sich folgende standörtliche Gruppen bilden:

4, 5, 6, 1, 2	Sand bis Lehmsand über Sand, Lehm bis Ton
7, 9	Lehm über Sand oder Ton
10, 8	anthropogen umgelagerte Substrate; Lehm
3	wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet

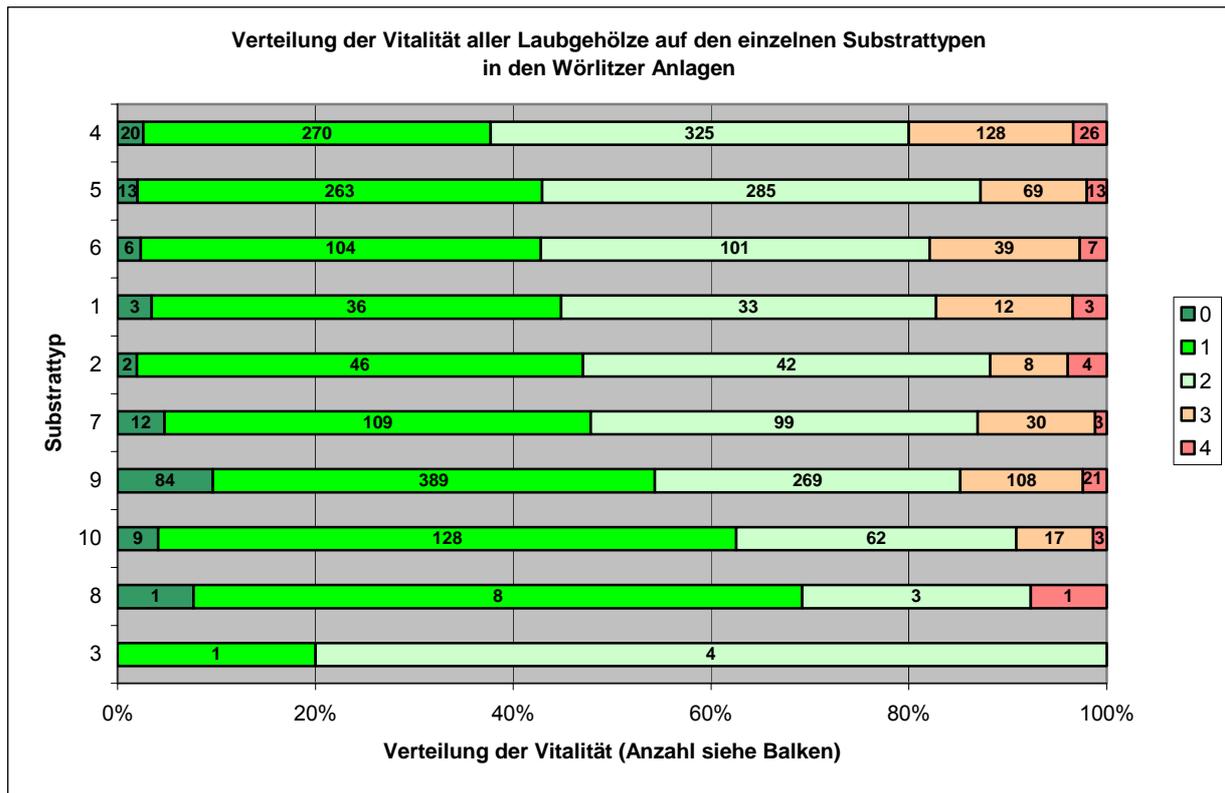


Abbildung 6-67: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf die Substrattypen der Böden

Bewertung

Bei den Laubgehölzen erweist sich ein Standortskomplex mit Sand bis Lehmsand als obere Bodenschicht als nachteilig für die Vitalität der Gehölze. Darin ist ein Hinweis auf den nachteiligen Wasserhaushalt der oberen Bodenschichten (sommerliche Austrocknung) zu erkennen. Sicher sind auch Humus- und Nährstoffhaushalt ungünstig.

Eine tendenzielle Verbesserung der Vitalität ergibt sich auf Standorten mit Lehm in den oberen Bodenschichten.

Deutlich günstigere Vitalitäten treten auf anthropogen umgelagerten Substraten und mächtigen Auenlehmdecken auf. Die anthropogen umgelagerten Substrate weisen einen günstigeren Humus- und Nährstoffhaushalt und keine stauende Nässe auf. Die mächtigen Auenlehme haben einen ausgeglicheneren Wasserhaushalt bei tiefer anstehendem Grundwasser.

6.4.1.1.4 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten

Die Bewertung der Vitalität einzelner Gehölzarten und –sorten in Bezug auf Substrattypen kann nur in Einzelfällen erfolgen, da vielfach keine höheren Anzahlen der Bäume und keine gleichmäßigen Verteilungen auf die einzelnen Standorte vorliegen, so dass der Stichprobenumfang nicht für eine (wenn auch nicht statistisch) gesicherte Aussage genügt. Vielfach zeigen sich aber auch bei der Einzelartenbetrachtung die anthropogen umgelagerten Substrate oder die aufgeschütteten Sandhügel als günstige Standorte.

6.4.1.1.4.1 Taxus baccata – Gemeine Eibe

Ergebnisse

Die Eibe weist folgende Ordnung der Substrattypen mit zunehmender Verbesserung der Vitalität auf:

6	Lehmsand über Ton
7	Lehm über Sand
9	Lehm über Ton
4	Lehmsand, Lehmsand über Sand
5	Lehmsand über Lehm
10	anthropogen umgelagerte Substrate
1	Sand
2	Sand über Lehm
8	Lehm
3	Sand über Ton

Aus der Folge der Substrattypen lassen sich folgende standörtliche Gruppen bilden:

6, 7, 9, 4, 5	Lehmsand bis Lehm über Sand, Lehm bis Ton
10, 1	anthropogen umgelagerte Substrate; Sand
2, 8, 3	wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet

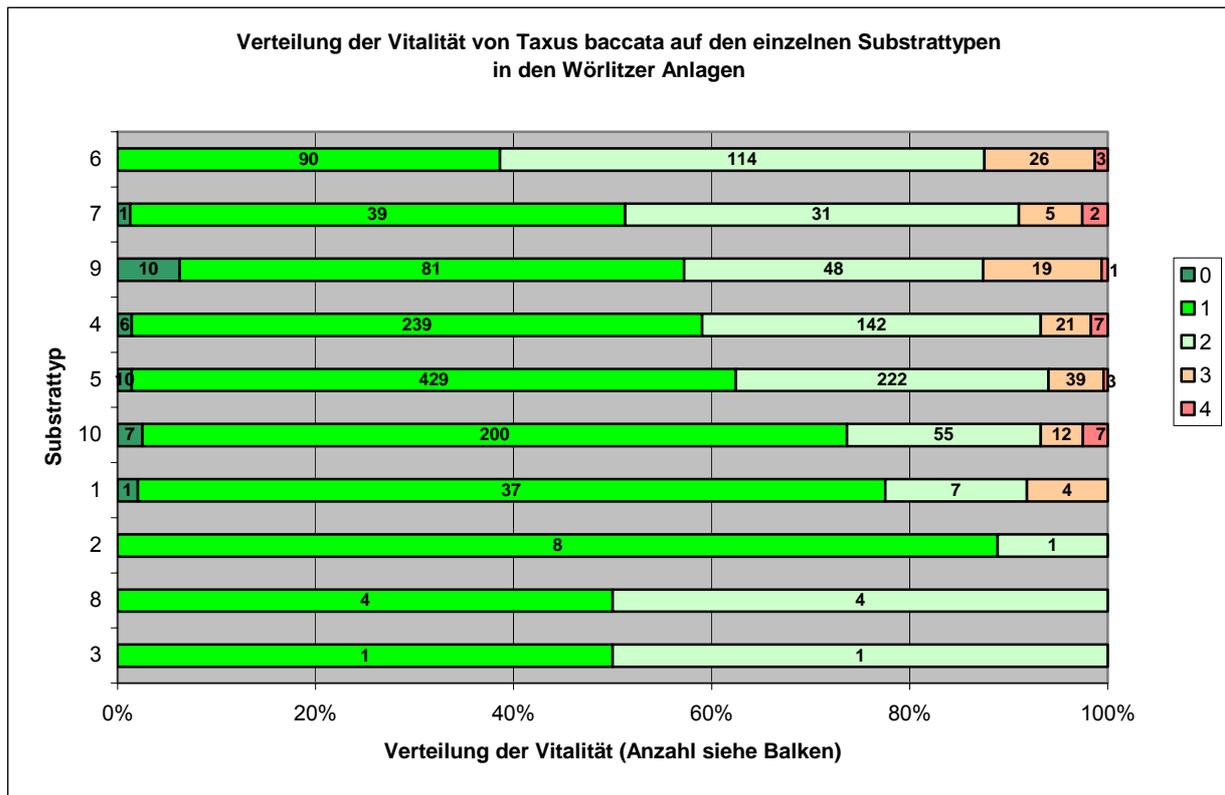


Abbildung 6-68: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in Bezug auf die Substrattypen der Böden

Bewertung

Die Eibe weist vor allem schlechtere Vitalitäten auf bindigen Böden bei Unterlagerung von Lehm und Ton auf (standörtliche Gruppen 6, 7, 9, 4, 5) auf. Hier sind negative Staunäseeinflüsse zu erwarten. Auf anthropogen umgelagerten Standorten und Sandaufschüttungen mit besserer Humus- und Nährstoffversorgung sowie ohne Staunäseeinflüsse treten bessere Vitalitäten auf. Für die Substrattypen 2, 3 und 8 liegen zu geringe Stichprobenmengen vor.

6.4.1.1.4.2 Betula pendula – Hänge-Birke

Ergebnisse

Die Hänge-Birke weist folgende Ordnung der Substrattypen in Bezug auf eine zunehmend bessere Vitalität auf:

- 10 anthropogen umgelagerte Substrate
- 6 Lehmsand über Ton
- 2 Sand über Lehm
- 9 Lehm über Ton
- 5 Lehmsand über Lehm
- 4 Lehmsand, Lehmsand über Sand
- 7 Lehm über Sand

Aus der Folge der Substrattypen lassen sich folgende standörtliche Gruppen bilden:

- 10, 6, 2 wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet
- 9, 5 Lehmsand bis Lehm über Lehm bis Ton
- 4, 7 Lehmsand bis Lehm über Sand

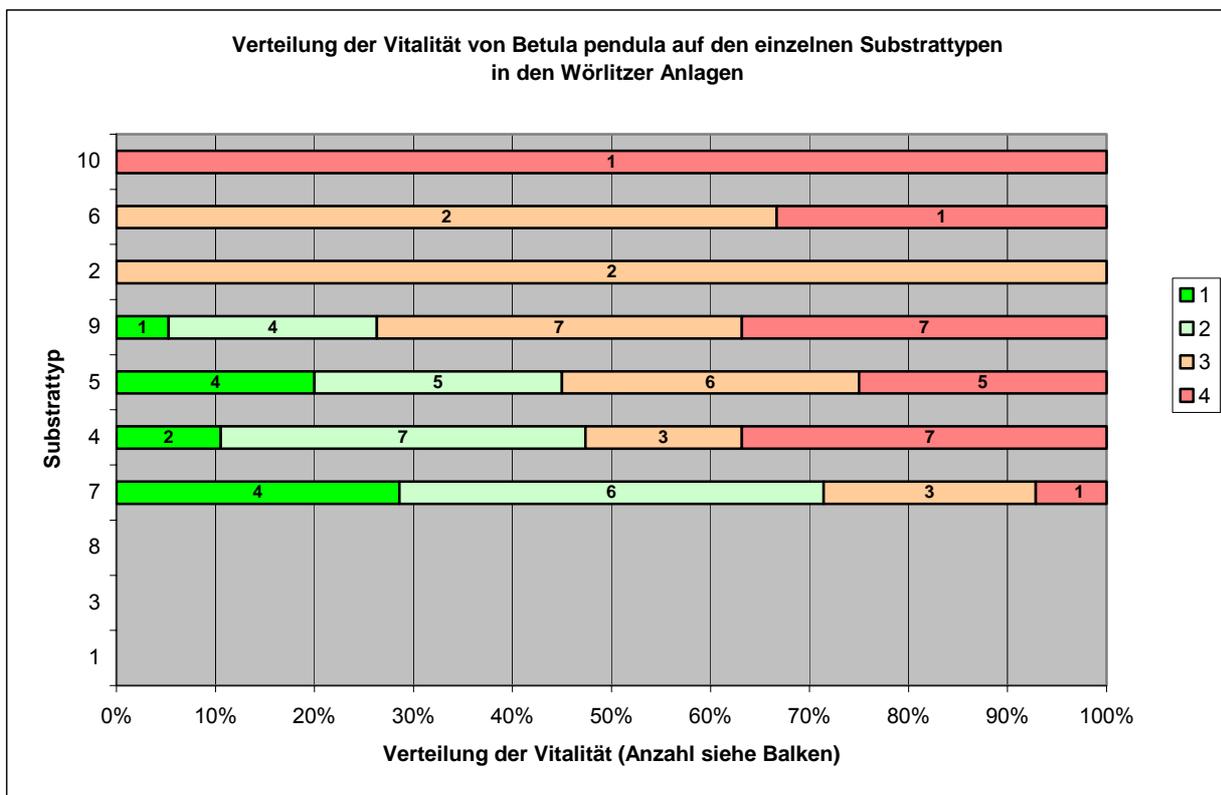


Abbildung 6-69: Vitalität der Hänge-Birke (*Betula pendula*) in Bezug auf die Substrattypen der Böden

Bewertung

Die zunehmend bessere Vitalität der Hänge-Birke auf vor allem sandunterlagerten Standorten tritt deutlich aus der standörtlichen Gruppenbildung hervor.

6.4.1.1.4.3 *Crataegus monogyna* – Eingrifflicher Weißdorn

Ergebnisse

Der Eingriffliche Weißdorn weist folgende Ordnung der Substrattypen in Bezug auf eine zunehmend bessere Vitalität auf:

9	Lehm über Ton
6	Lehmsand über Ton
5	Lehmsand über Lehm
4	Lehmsand; Lehmsand über Sand
1	Sand
7	Lehm über Sand
10	anthropogen umgelagerte Substrate
2	Sand über Lehm

Aus der Folge der Substrattypen lassen sich folgende standörtliche Gruppen bilden:

9, 6, 5	Lehmsand bis Lehm über Lehm bis Ton
1, 4	Sand bis Lehmsand über Sand
7	Lehm über Sand
10, 2	wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet

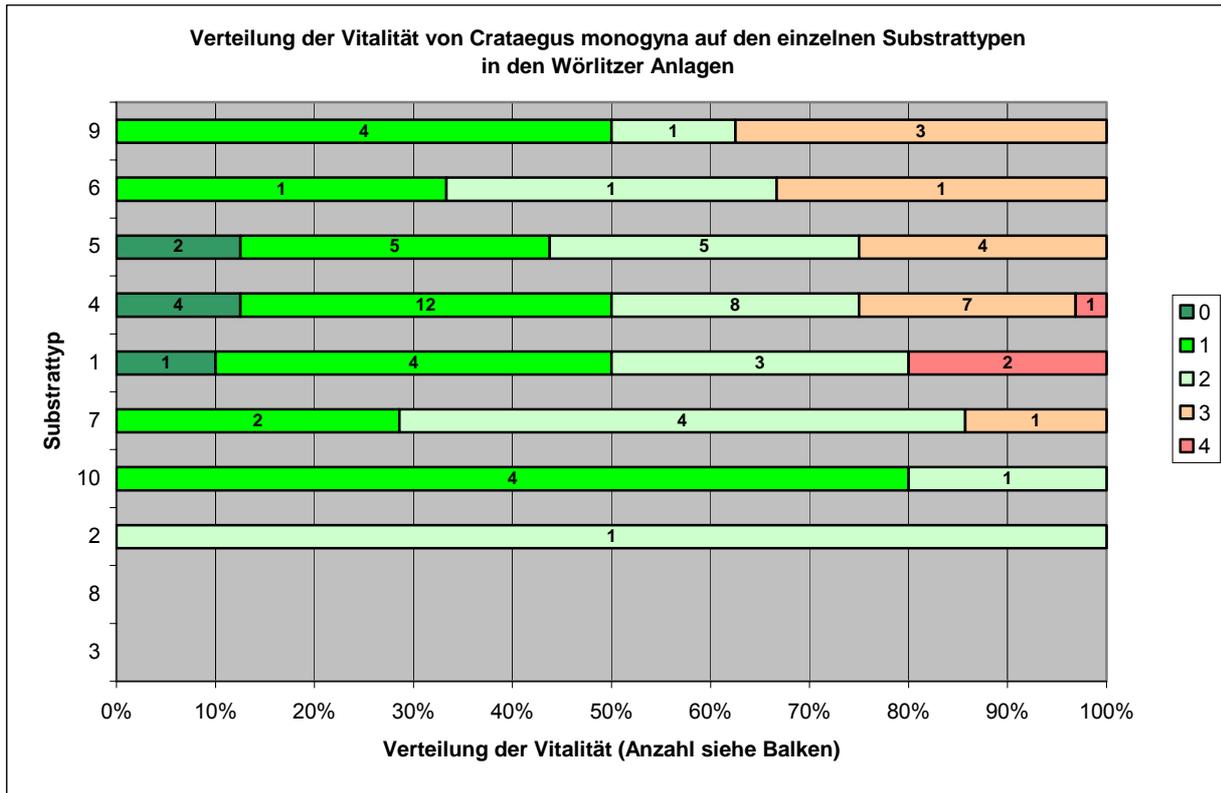


Abbildung 6-70: Vitalität des Eingrifflichen Weißdorns (*Crataegus monogyna*) in Bezug auf die Substrattypen der Böden

Bewertung

Die Folge der standörtlichen Gruppen weist auf die Bevorzugung des Eingrifflichen Weißdorns auf sandunterlagerte Standorte.

6.4.1.1.4.4 Prunus avium – Vogel-Kirsche

Ergebnisse

Die Vogel-Kirsche weist folgende Ordnung der Substrattypen in Bezug auf eine zunehmend bessere Vitalität auf:

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | Sand |
| 4 | Lehmsand, Lehmsand über Sand |
| 2 | Sand über Lehm |
| 9 | Lehm über Ton |
| 6 | Lehmsand über Ton |
| 5 | Lehmsand über Lehm |
| 7 | Lehm über Sand |

Aus der Folge der Substrattypen lassen sich folgende standörtliche Gruppen bilden:

- | | |
|---------|--|
| 1 | wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet |
| 4, 2 | Sand bis Lehmsand über Sand bis Lehm |
| 9, 6, 5 | Lehmsand bis Lehm über Lehm bis Ton |
| 7 | wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet |

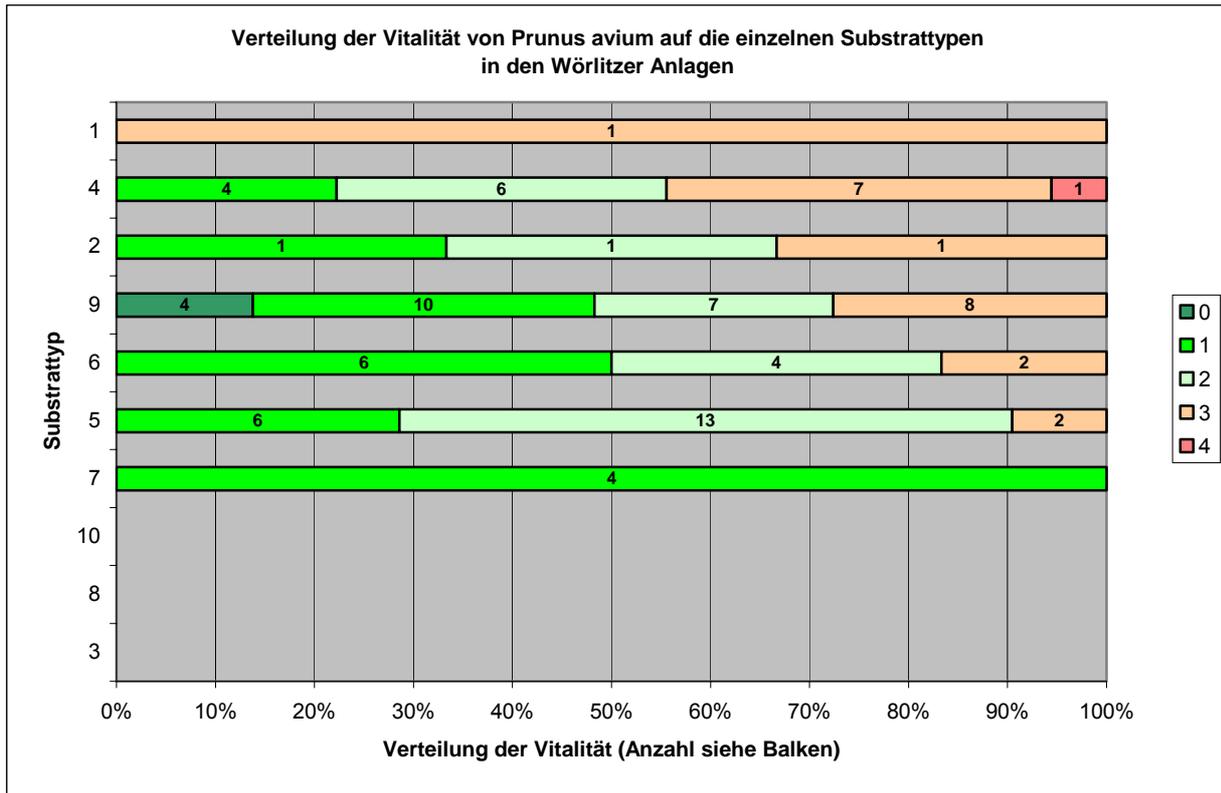


Abbildung 6-71: Vitalität der Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) in Bezug auf die Substrattypen der Böden

Bewertung

Die Vogel-Kirsche weist in den beiden zu bewertenden Gruppen eine deutlich bessere Vitalität auf Standorten mit lehmigen oberen Bodenschichten bei lehmig-tonigen Unterlagerungen auf.

6.4.1.2 Versauerung des Bodens und Vitalität der Gehölze

Durch die bodenkundlichen Untersuchungen liegen flächendeckende Aussagen über die Versauerung der Böden, bezogen auf abgegrenzte Flächennutzungstypen, der Wörlitzer Anlagen vor. Dementsprechend ergeben sich bezogen auf den Mittelwert (siehe Punkt Boden, Tabelle 4-7) folgende pH-Wert-Stufen:

1	mittlerer pH-Wert 4,59
2	mittlerer pH-Wert 4,65
3	mittlerer pH-Wert 4,72 bis 4,85
4	mittlerer pH-Wert 5,25 bis 5,30
5	mittlerer pH-Wert 5,35
6	mittlerer pH-Wert 5,63

Dabei ist darauf hinzuweisen, dass die niedrigsten pH-Werte auf Standorten mit geschlossenen Gehölzbeständen (pH-Wert-Stufe 3) auftreten. Nachfolgend werden die Vitalitätsstufen den einzelnen pH-Wert-Stufen zugeordnet.

6.4.1.2.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Die Ordnung der pH-Wert-Stufen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) aller erfassten Gehölzarten und -sorten ergibt sich die in der folgenden Abbildung dargestellte Abfolge der pH-Wert-Stufen.

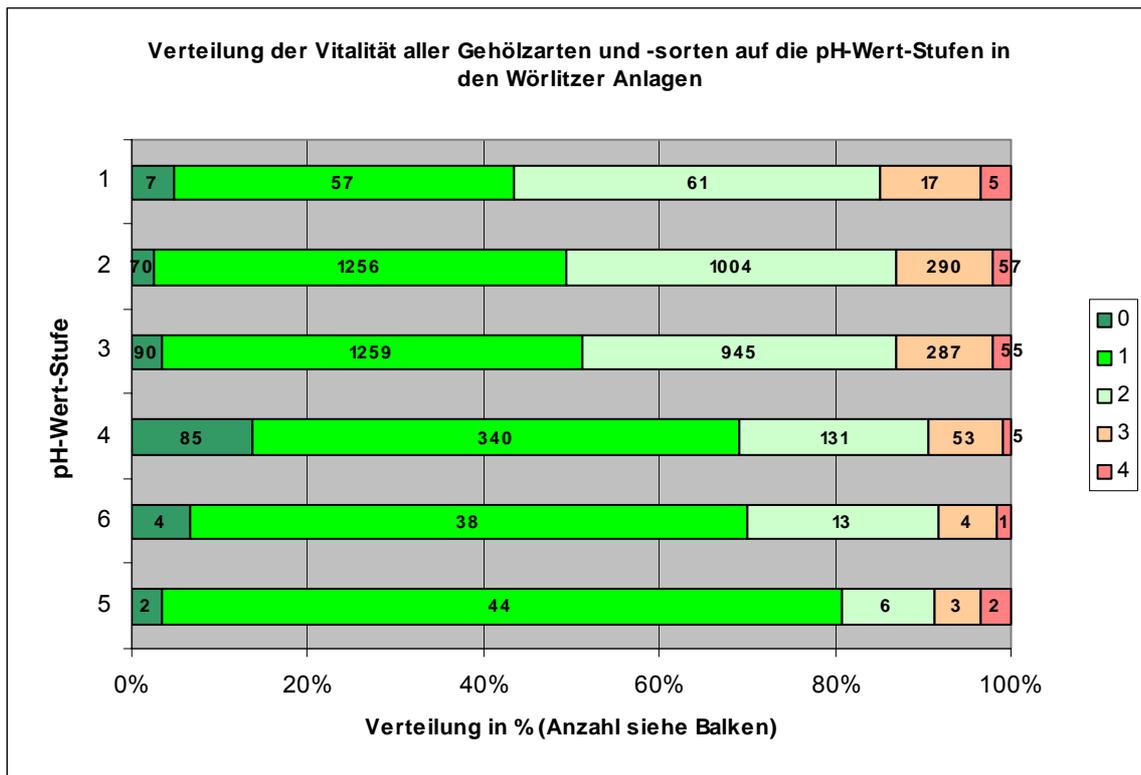


Abbildung 6-72: Vitalität aller Gehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die Zunahme der Vitalität der Bäume weist eine eindeutige Abhängigkeit vom Anstieg des pH-Wertes auf. Schlechteste Vitalitäten treten auf den stark versauerten Standorten auf. Erst bei pH-Werten um 5,5 lockert sich der enge Zusammenhang.

6.4.1.2.2 Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölze

Ergebnisse

Die Ordnung der pH-Wert-Stufen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) aller Nadelgehölze ergibt sich die in der folgenden Abbildung dargestellte Abfolge der pH-Wert-Stufen.

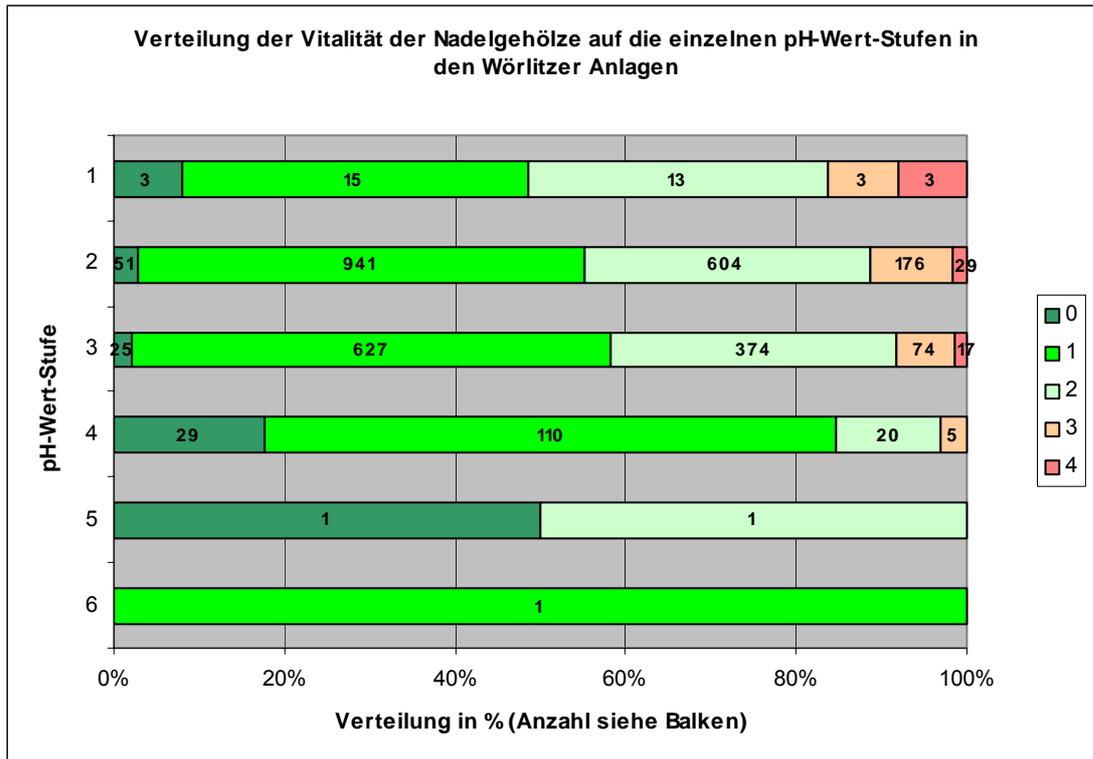


Abbildung 6-73: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die Verschlechterung der Vitalität der Nadelgehölze von pH-Wert-Stufe 1 bis 4 weist eine eindeutige Abhängigkeit auf. Schlechteste Vitalitäten treten auf den stark versauerten Standorten auf. Die pH-Wert-Stufen 5 und 6 lassen wegen der zu geringen Stichprobengröße keine Aussagen zu.

6.4.1.2.3 Ergebnisse und Bewertung der Laubgehölze

Ergebnisse

Die Ordnung der pH-Wert-Stufen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) aller Nadelgehölze ergibt die in der folgenden Abbildung dargestellte Abfolge der pH-Wert-Stufen.

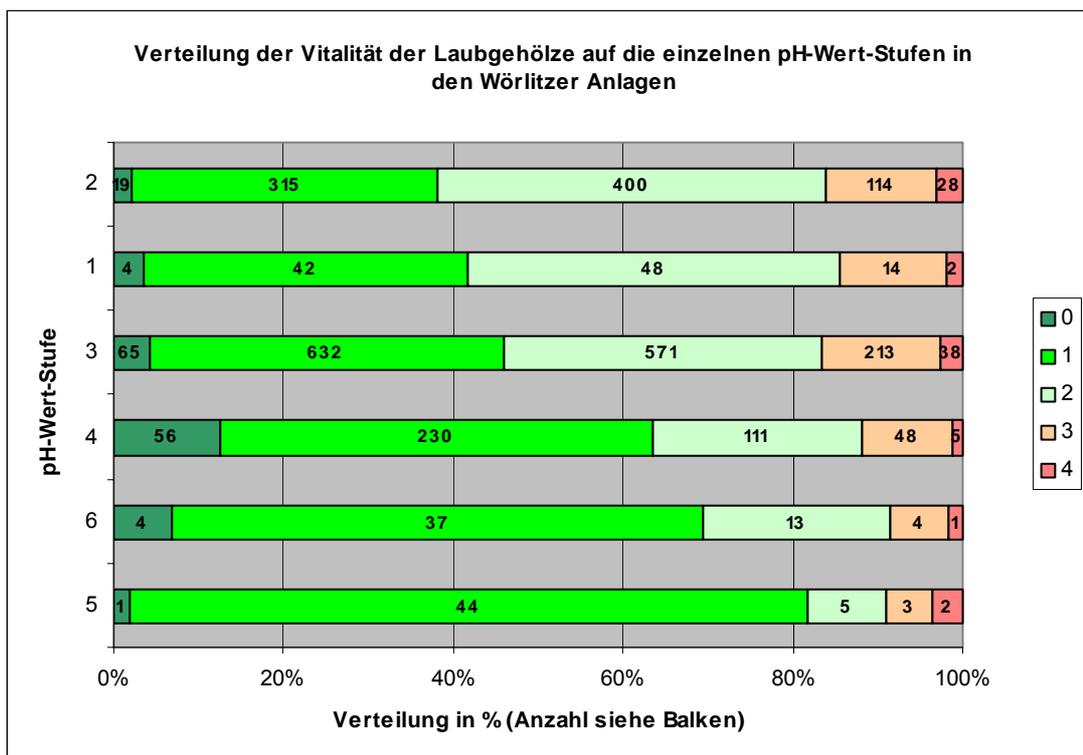


Abbildung 6-74: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die Verbesserung der Vitalität der Laubgehölze mit ansteigenden pH-Wert-Stufen weist eine eindeutige Abhängigkeit aus. Schlechteste Vitalitäten treten auf den stark versauerten Standorten auf. Die Umkehrung der Abfolgen der pH-Wert-Stufen 2 und 1 sowie 6 und 5 sind auf niedrige Stichprobenumfänge zurückzuführen.

6.4.1.2.4 Ergebnisse und Bewertung der azidophilen Gehölzarten- und -sorten

Ergebnisse

Die säureliebenden (bzw. –ertragenden) Arten in den Wörlitzer Anlagen weisen auf den stark versauerten Standorten schlechtere Vitalitäten als auf den schwächer versauerten Standorten. Dabei sind keine eindeutigen Trends erkennbar. Auf Standorten mit pH-Wert-Stufen 5 und 6 kommen nur wenige Bäume vor.

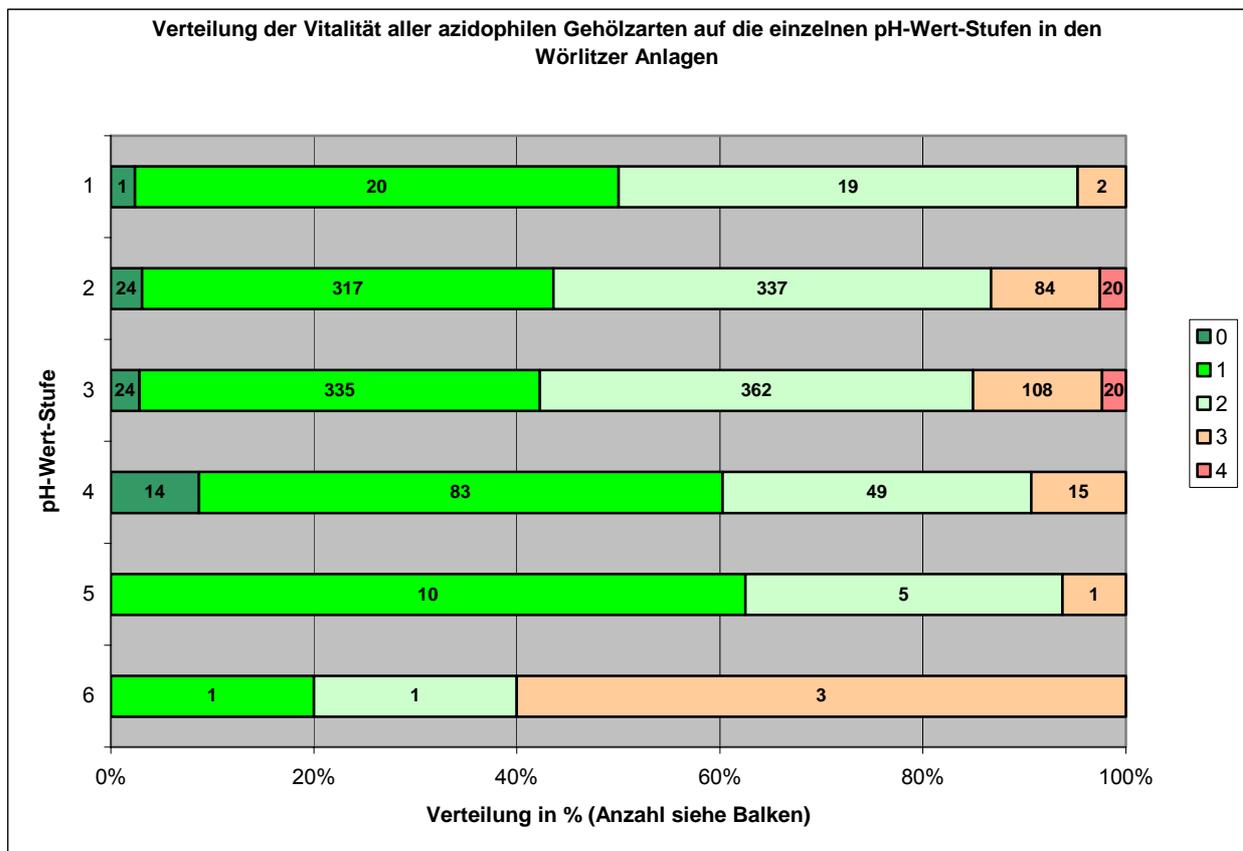


Abbildung 6-75: Vitalität aller azidophilen Gehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die azidophilen Arten weisen hinsichtlich ihrer Vitalität auf versauerten Standorten keine besseren Zustände als die basiphilen Arten auf. Dies resultiert vor allem daraus, dass in dieser Gruppe von Gehölzen mit Hänge-Birke (*Betula pendula*), Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Tulpenbaum (*Liriodendron tulpifera*) Arten mit deutlichen Schädigungen durch das Hochwasser und mit Stiel-Eiche (*Quercus robur*) eine zahlenmäßig dominante Art auftritt, die infolge der Komplexkrankheit „Eichensterben“ verminderte Vitalitäten aufweisen.

6.4.1.2.5 Ergebnisse und Bewertung der basiphilen Gehölzarten und –sorten

Ergebnisse

Die basiphilen Arten weisen in den Wörlitzer Anlagen entgegen den Erwartungen auf den versauerten Standorten relativ gute Vitalitäten auf. Mit Anstieg des pH-Wertes verbessert sich jedoch ihre Vitalität weiter. Auf den Standorten mit pH-Wert-Stufen 5 und 6 treten nur wenige Exemplare auf.

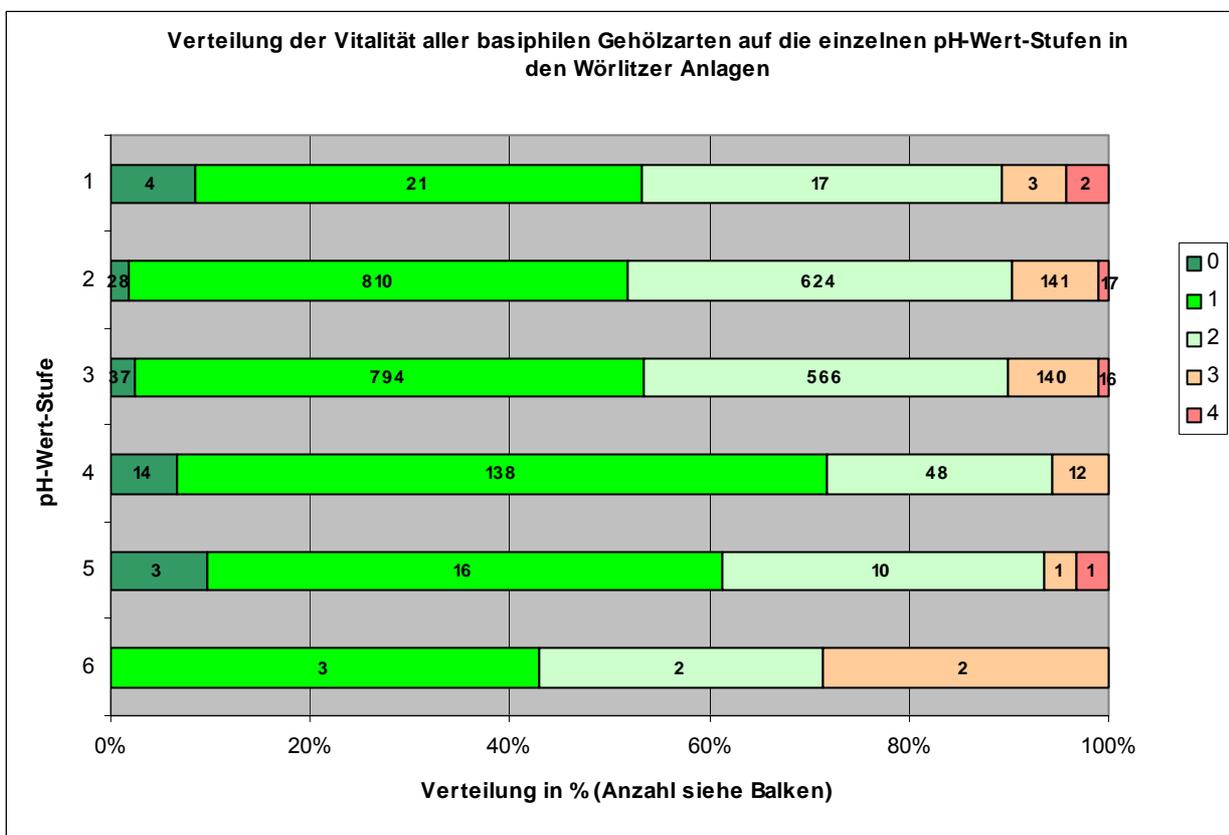


Abbildung 6-76: Vitalität aller basiphilen Gehölze in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die basiphilen Arten werden in den Wörlitzer Anlagen im Wesentlichen durch die Gemeine Eibe (*Taxus baccata*) vertreten. Dieses Gehölz hat infolge der Verjüngungsschnitte der letzten Jahre gute Vitalitäten. Einzelnen betrachtet weist sie eine deutliche pH-Wert-Abhängigkeit auf. In der Gruppe der basiphilen Arten ist aber z.B. auch der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) vertreten, der mit zunehmender Versauerung bessere Vitalitäten zeigt, was aber aus seiner Pionierbaumstellung erklärt werden kann.

6.4.1.2.6 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten

6.4.1.2.6.1 *Taxus baccata* – Gemeine Eibe

Ergebnisse

Die Ordnung der pH-Wert-Stufen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalität 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalität 3 und 4) der Eibe ergibt die in der folgenden Abbildung dargestellte Abfolge der pH-Wert-Stufen.

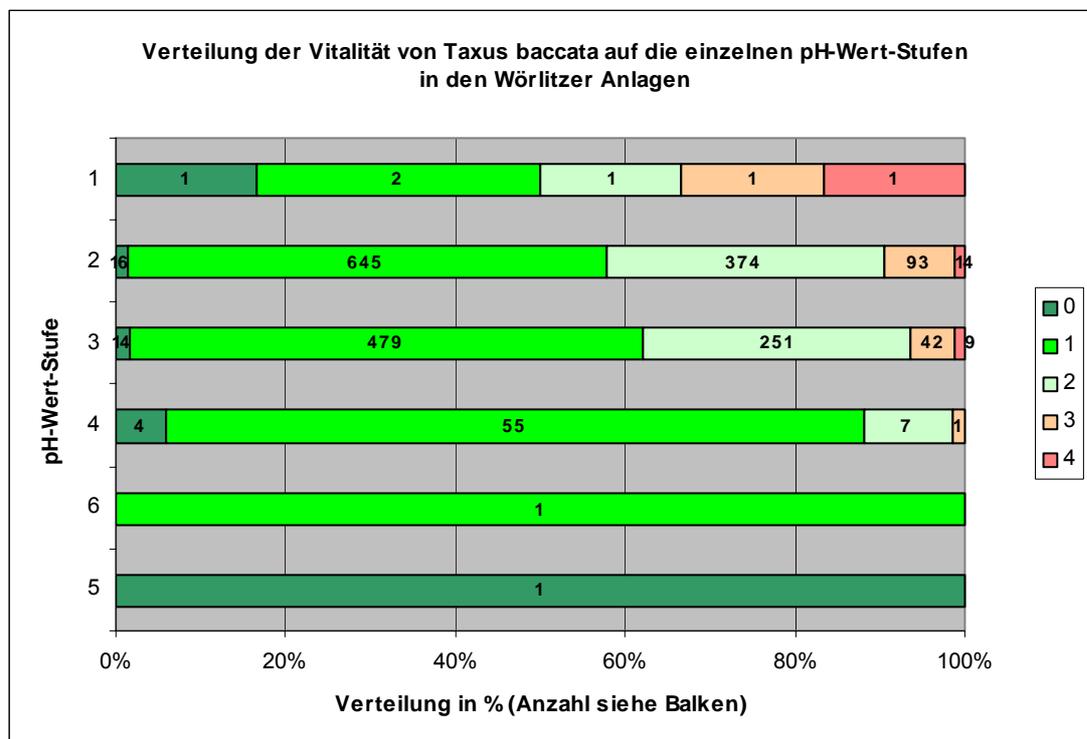


Abbildung 6-77: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die Eibe weist eine deutliche Verbesserung ihrer Vitalität mit Anstieg der pH-Wert-Stufen von 1 bis 4 auf. Auf Grund der geringen Stichprobengröße in den pH-Wert-Stufen 5 und 6 lassen sich die erwarteten weiteren Verbesserungen der Vitalität nicht nachweisen.

6.4.1.2.6.2 Acer platanoides – Spitz-Ahorn

Ergebnisse

Die Ordnung der pH-Wert-Stufen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) des Spitz-Ahorns ergibt die in der folgenden Abbildung dargestellte Abfolge der pH-Wert-Stufen.

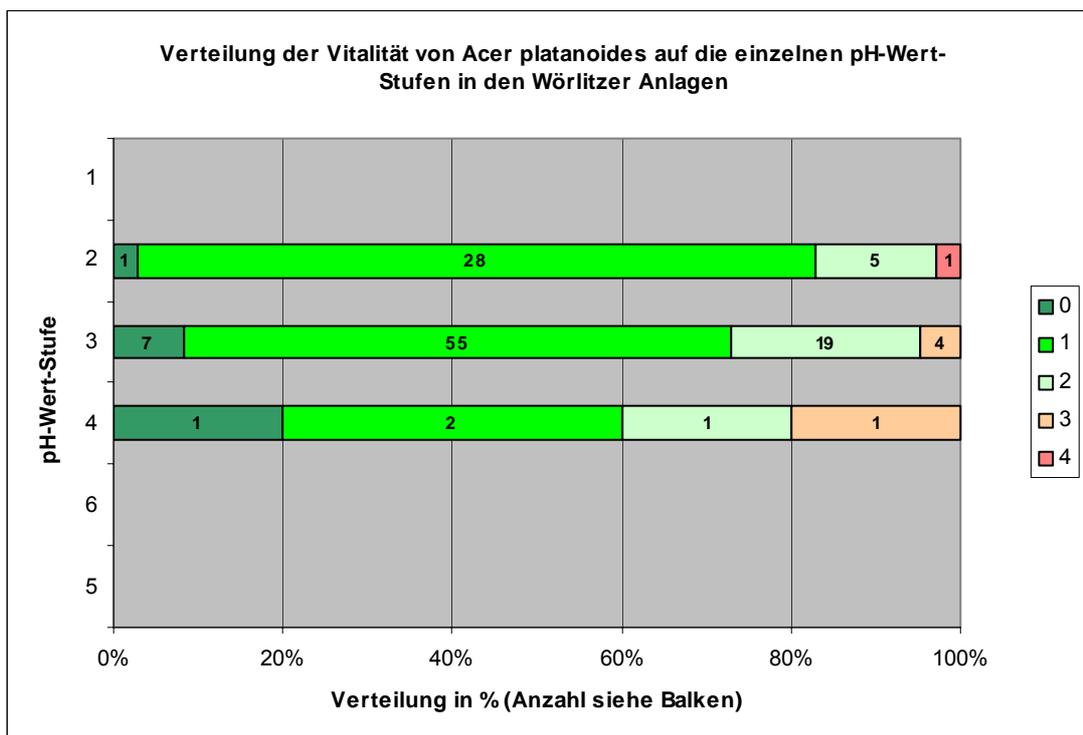


Abbildung 6-78: Vitalität des Spitz-Ahorns (*Acer platanoides*) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Der Spitz-Ahorn weist mit Anstieg der pH-Wert-Stufen eine Verschlechterung der Vitalität auf. Dabei treten in den Wörlitzer Anlagen nur die pH-Wert-Stufen 2 bis 4 auf. Dies kann darin begründet werden, dass er als Pionierbaumart hier gegenüber den anderen Gehölzen seine Konkurrenzskraft entfalten kann.

6.4.1.2.6.3 *Betula pendula* – Hänge-Birke

Ergebnisse

Die Ordnung der pH-Wert-Stufen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) der Hänge-Birke ergibt die in der folgenden Abbildung dargestellte Abfolge der pH-Wert-Stufen.

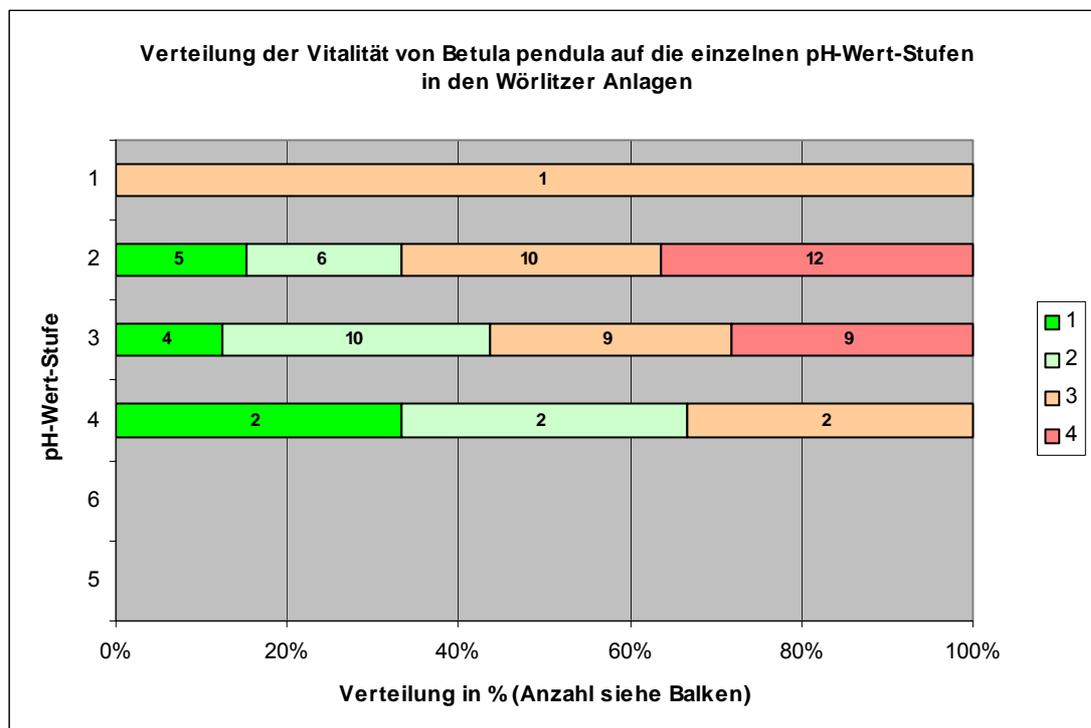


Abbildung 6-79: Vitalität der Hänge-Birke (*Betula pendula*) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die Hänge-Birke weist eine deutliche Verbesserung ihrer Vitalität mit Anstieg der pH-Wert-Stufen von 2 bis 4 auf. Auf Grund der geringen Stichprobengröße in der pH-Wert-Stufe 1 ist keine aussagefähige Interpretation möglich.

6.4.1.2.6.4 Prunus avium – Vogel-Kirsche

Ergebnisse

Die Ordnung der pH-Wert-Stufen nach zunehmenden Anteilen der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) der Vogel-Kirsche ergibt die in der folgenden Abbildung dargestellte Abfolge der pH-Wert-Stufen.

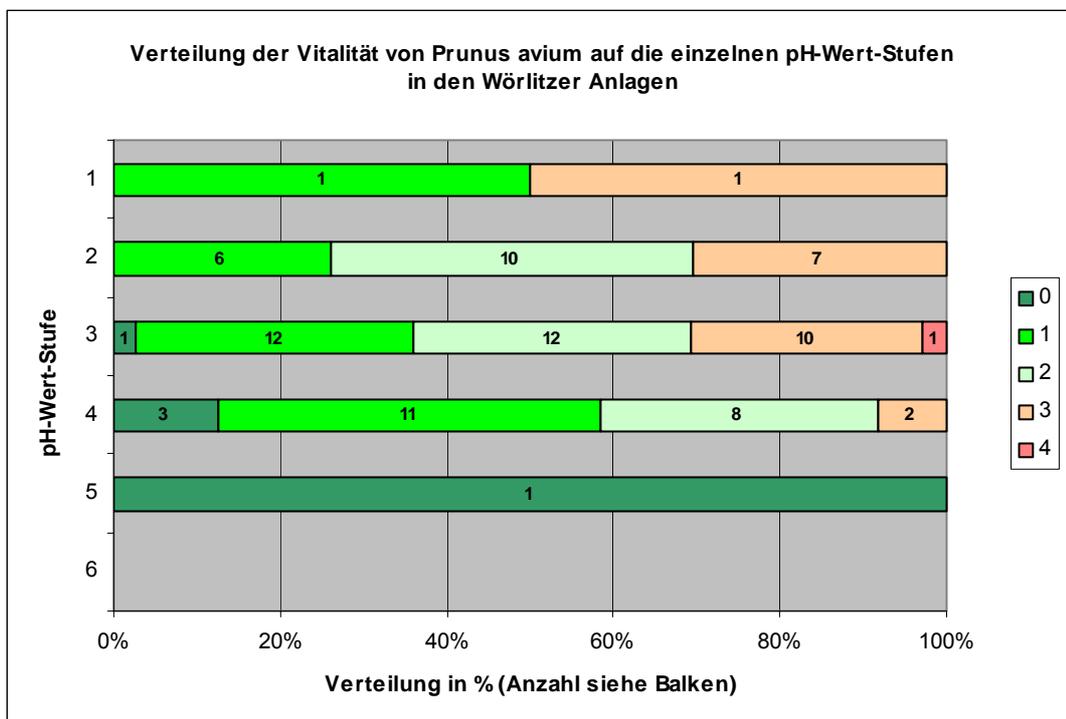


Abbildung 6-80: Vitalität der Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen der Böden

Bewertung

Die Vogel-Kirsche weist eine deutliche Verbesserung ihrer Vitalität mit Anstieg der pH-Wert-Stufen von 2 bis 4 auf. Auf Grund der geringen Stichprobengröße in den pH-Wert-Stufen 1 und 5 ist keine aussagefähige Interpretation möglich.

6.4.1.3 Stauende Bodenschichten und Vitalität der Gehölze

Die bodenkundlichen Untersuchungen erbrachten das Ergebnis, dass unter erheblichen Flächen in den Wörlitzer Anlagen stauende Schichten ausgebildet sind. Diese stauenden Schichten bewirken Stauwasservernässung in niederschlagsreichen Zeiten aber auch extreme Austrocknung durch Verhinderung des kapillaren Wasseraufstiegs in Trockenzeiten. Zugleich stellen sie eine Begrenzung des durchwurzelbaren Raumes für zahlreiche Gehölze dar.

Die Stauwassersohlen sind in folgende Stufen eingeteilt:

- 1 Stauwassersohle im Bereich von 3 – 7 dm Bodentiefe
- 2 Stauwassersohle im Bereich von 7 – 12 dm Bodentiefe
- 3 keine Stauwassersohle vorhanden oder im Bereich > 12 dm Bodentiefe

6.4.1.3.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) aller Gehölzarten und –sorten zeigt Abbildung 6-81 auf.

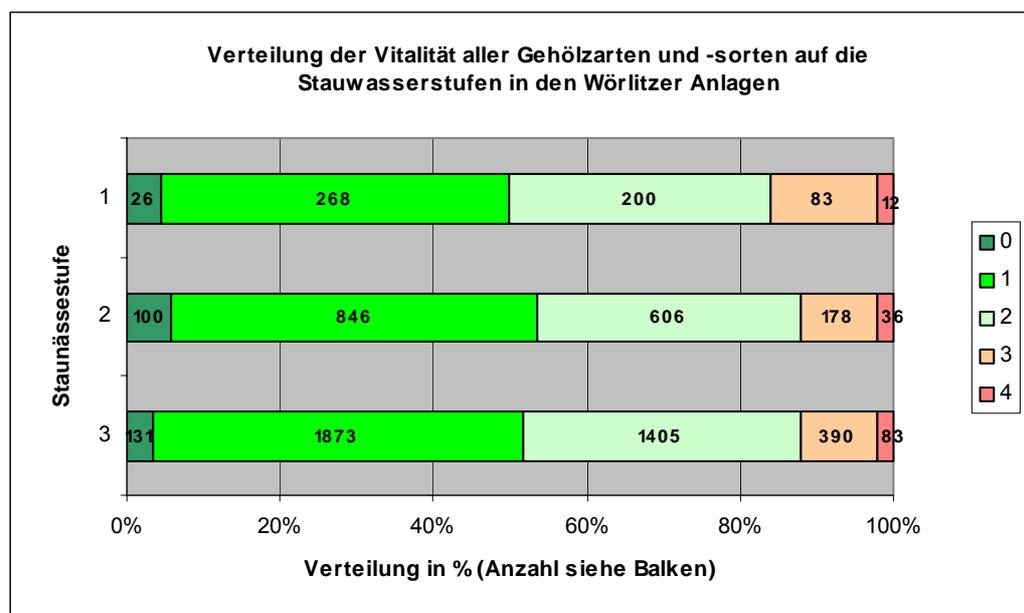


Abbildung 6-81: Vitalität aller Gehölzarten und –sorten in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden

Bewertung

Das Vorhandensein bzw. die Tiefe der Lage der Stauwassersohlen weist auf der Grundlage des vorliegenden Datenmaterials nur eine geringfügige Abnahme der schlechten Vitalitätsstufen (3 und 4) mit zunehmender Tiefe bzw. Fehlen aus. Die besseren Vitalitätsstufen zeigen keine interpretierbaren Änderungen, so dass insgesamt von einer sehr geringen Differenzierung ausgegangen werden muss.

6.4.1.3.2 Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölze

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach zunehmenden Anteilen guter bis mittlerer Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. abnehmender Anteile schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) der Nadelgehölze ist in Abbildung 6-82 ersichtlich.

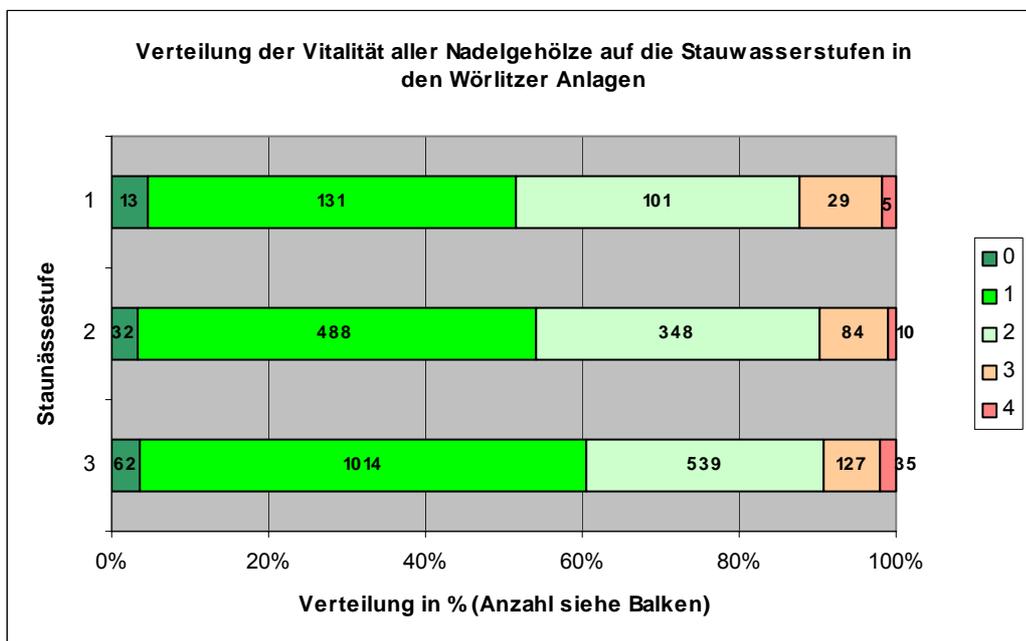


Abbildung 6-82: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden

Bewertung

Das Vorhandensein bzw. die Tiefe der Lage der Stauwassersohlen weist eine Zunahme der guten Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 1) und nur eine geringfügige Abnahme der schlechten Vitalitätsstufen (3 und 4) mit zunehmender Tiefe bzw. Fehlen aus. Die Nadelgehölze reagieren damit deutlicher auf Staunässe.

6.4.1.3.3 Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölze

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) aller Laubgehölze stellt Abbildung 6-83 dar.

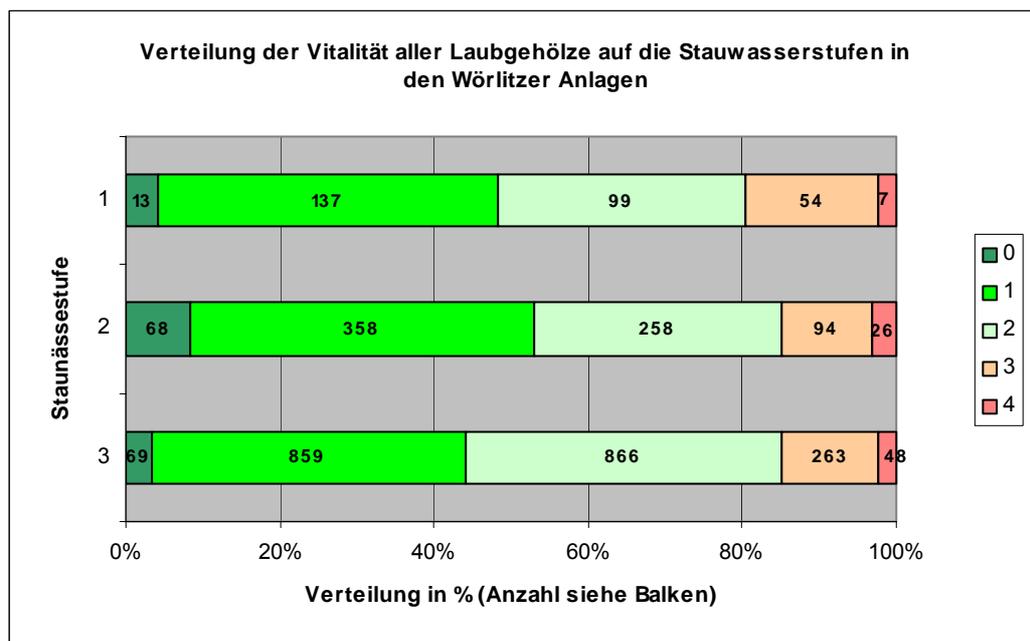


Abbildung 6-83: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden

Bewertung

Das Vorhandensein bzw. die Tiefe der Lage der Stauwassersohlen weist tendenziell eine Abnahme der Anzahl der Bäume in schlechten Vitalitätsstufen (3 und 4) aus. Dieses unklare Bild wird durch den hohen Anteil der Stiel-Eiche geprägt, die nicht Staunässe empfindlich ist und die Stauer durchwurzelt, aber allgemein durch die Komplexkrankheit „Eichensterben“ schlechtere Vitalitäten aufweist.

6.4.1.3.4 Ergebnisse und Bewertung der staunässeempfindlichen Baumarten und -sorten

Ergebnisse

Die staunässeempfindlichen Arten weisen eine deutliche Verbesserung der Vitalität bei abnehmendem bzw. letztlich fehlendem Stauwassereinfluss auf.

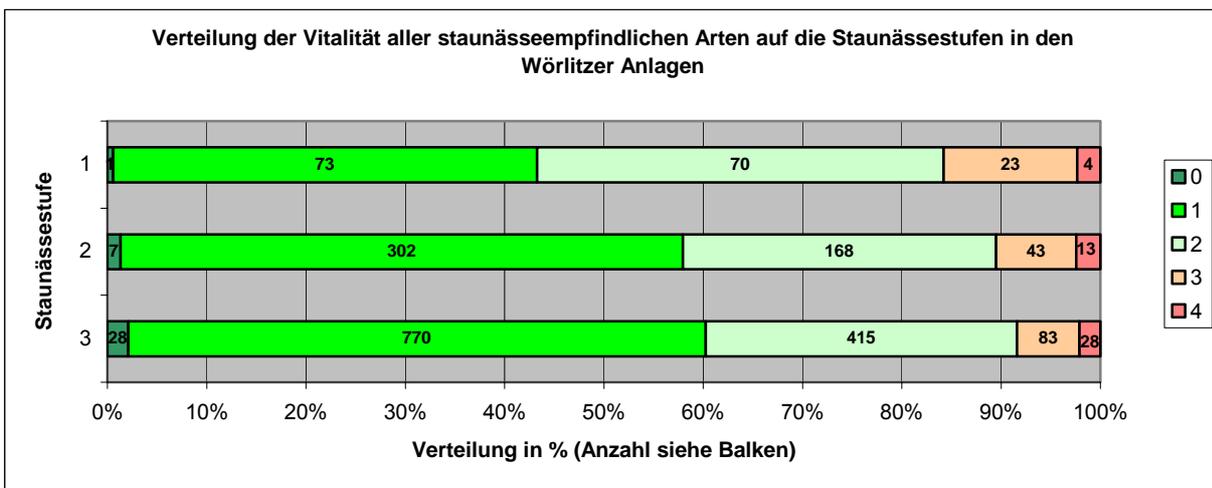


Abbildung 6-84: Vitalität aller staunässeempfindlichen Gehölze in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden

Bewertung

Der Staunässeeeinfluss auf die Vitalität der Staunässe empfindlichen Gehölze in den Wörlitzer Anlagen ist deutlich zu erkennen. Mit abnehmender Staunässe verbessert sich die Vitalität. Dabei ist die Verbesserung von starkem Staunässeeeinfluss zu geringerem Staunässeeeinfluss deutlicher als von Letzterem zu der Stufe kein Staunässeeeinfluss.

6.4.1.3.5 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten

6.4.1.3.5.1 *Taxus baccata* - Gemeine Eibe

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach der Zunahme der Anteile guter bis mittlerer Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) und abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) der Eibe ergibt die nachfolgende Abfolge (siehe Abbildung 6-85).

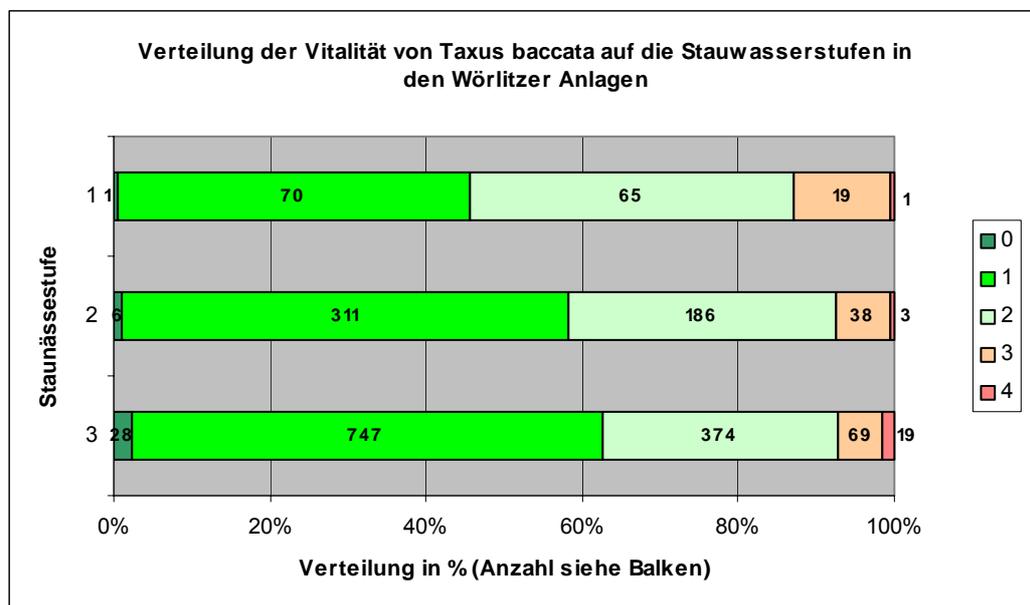


Abbildung 6-85: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden

Bewertung

Die Eibe erweist sich als empfindlich gegenüber Staunässe. Ihre Vitalität verbessert sich mit zunehmender Tiefe der Stauwassersohle oder dem nicht Vorhandensein von stauenden Schichten. Deutlich wird dies in der Zunahme der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 – 2) und der Abnahme der schlechten Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4).

6.4.1.3.5.2 Acer pseudoplatanus - Berg-Ahorn

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach der Zunahme der Anteile guter bis mittlerer Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) und abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) des Berg-Ahorns stellt Abbildung 6-86 dar.

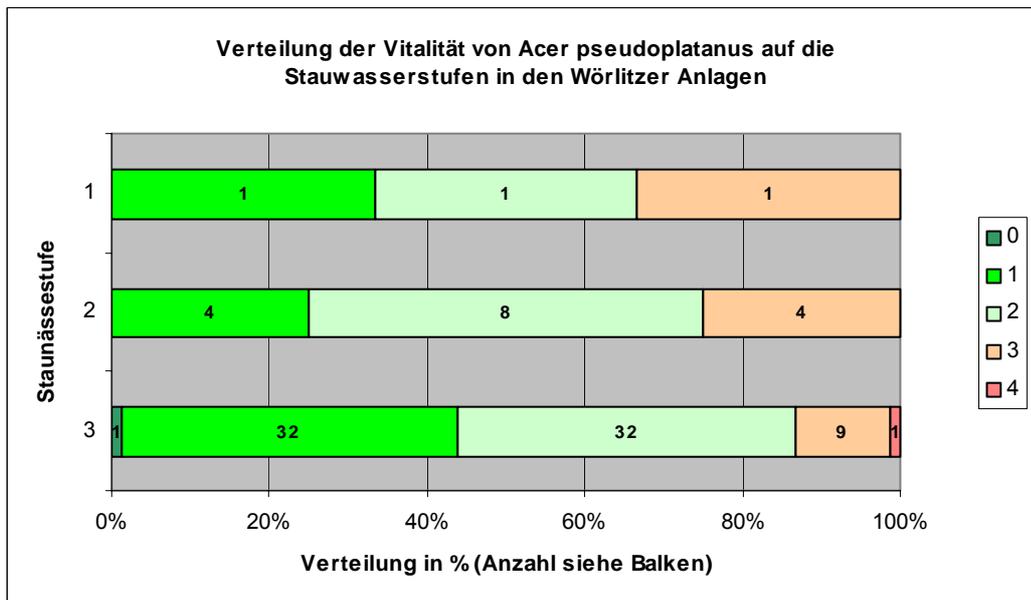


Abbildung 6-86: Vitalität des Berg-Ahorns (*Acer pseudoplatanus*) in Bezug auf die Staunässestufen der Böden

Bewertung

Der Berg-Ahorn erweist sich als empfindlich gegenüber Staunässe. Seine Vitalität verbessert sich mit zunehmender Tiefe der Stauwassersohle oder dem nicht Vorhandensein von stauenden Schichten. Deutlich wird dies vor allem in der Abnahme der schlechten Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufe 3 und 4) sowie in der Zunahme der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2).

6.4.1.3.5.3 *Betula pendula* – Hänge-Birke

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach der Zunahme der Anteile guter bis mittlerer Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) und abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) der Hänge-Birke zeigt Abbildung 6-87.

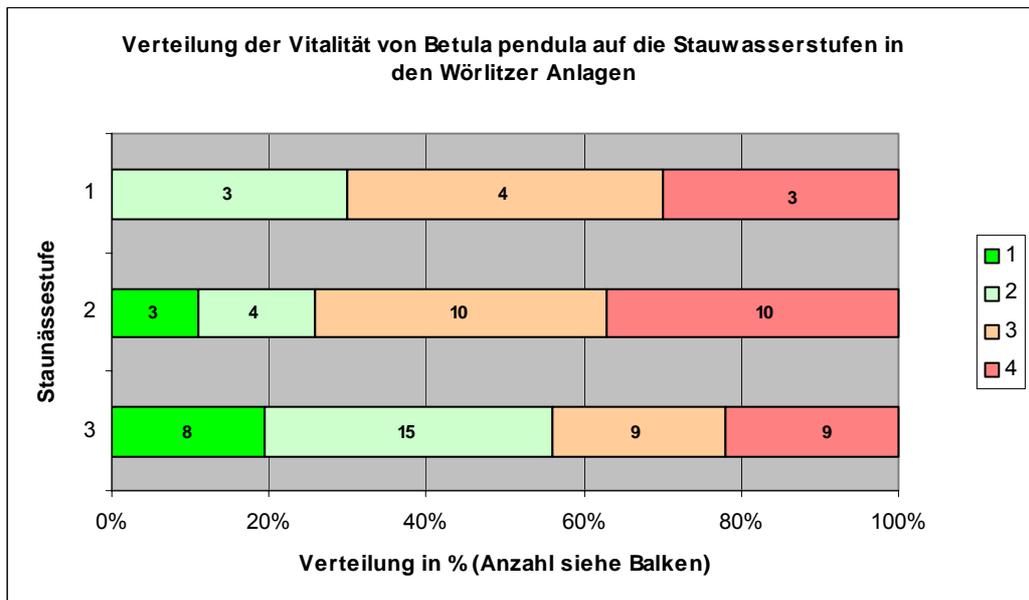


Abbildung 6-87: Vitalität der Hänge-Birke (*Betula pendula*) in Bezug auf die Staunässerstufen der Böden

Bewertung

Die Hänge-Birke erweist sich als empfindlich gegenüber Staunässe. Ihre Vitalität verbessert sich mit zunehmender Tiefe der Staunässersole oder dem nicht Vorhandensein von stauenden Schichten. Deutlich wird dies vor allem in der Abnahme der schlechten Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufe 3 und 4) sowie in der Zunahme der guten bis mittleren Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2). In der Staunässerstufe 1 liegt ein geringer Stichprobenumfang vor, der die gering abweichende Tendenz der Vitalität erklärt.

6.4.1.3.5.4 Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach der Zunahme der Anteile guter bis mittlerer Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 0 bis 2) und abnehmenden Anteilen schlechter Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) der Hainbuche ergibt sich aus Abbildung 6-88.

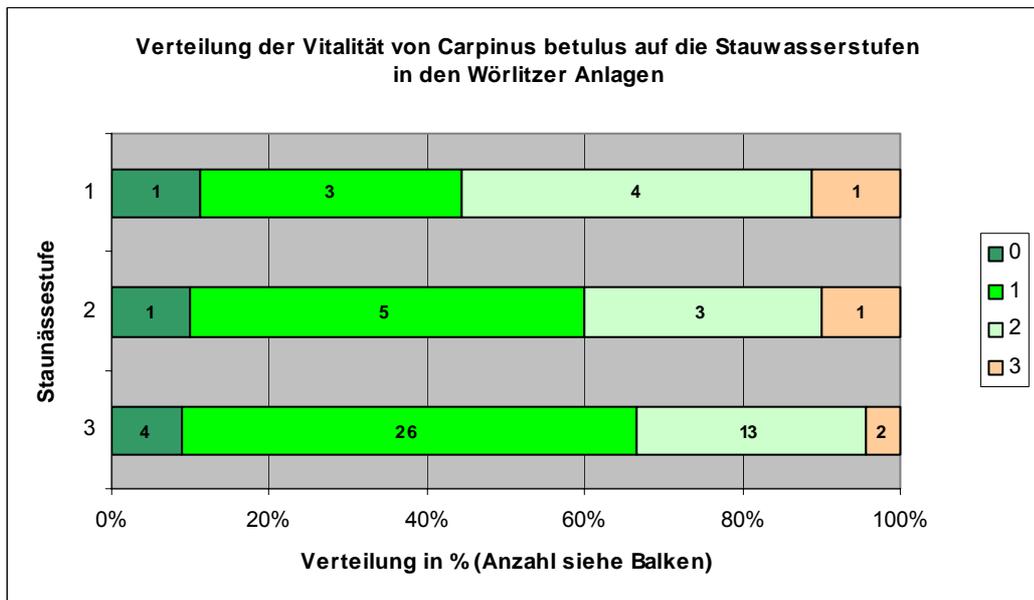


Abbildung 6-88: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (*Carpinus betulus*) in Bezug auf die Stauwasserstufen der Böden

Bewertung

Die Hainbuche erweist sich als empfindlich gegenüber Staunässe. Ihre Vitalität verbessert sich eindeutig mit zunehmender Tiefe der Stauwassersohle oder dem nicht Vorhandensein von stauenden Schichten.

6.4.1.3.5.5 Quercus robur – Stiel-Eiche

Ergebnisse

Die Ordnung der Staunässestufen nach abnehmender oder zunehmender Vitalität ergibt nur einen sehr schwachen Zusammenhang hinsichtlich der Abnahme der schlechten Vitalitätsstufen (Vitalitätsstufen 3 und 4) mit der abnehmenden Höhe der Stauwassersohle bzw. deren Fehlen (vgl. Abbildung 6-89).

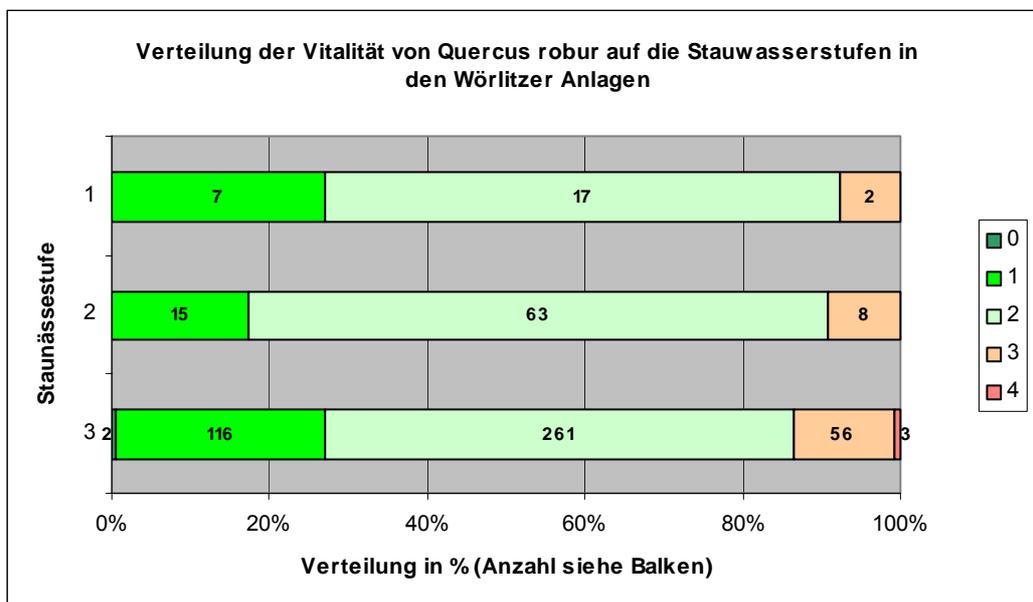


Abbildung 6-89: Vitalität der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in Bezug auf die Stauwasserstufender Böden

Bewertung

Die Stiel-Eiche ist gegenüber Staunässe nicht empfindlich. Ihre Vitalität nimmt zwar schwach mit zunehmender Tiefe der Stauwassersohle oder dem nicht Vorhandensein von stauenden Schichten zu, diese Tendenz ist aber deutlich geringer ausgeprägt als bei vergleichbaren Arten.

6.4.1.4 Grundwasserflurabstände und Vitalität der Gehölze

Im Ergebnis der hydrologischen Untersuchungen konnten mittlere Grundwasserflurabstände in den Wörlitzer Anlagen ermittelt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch die Stauhaltung der Gartengewässer insgesamt ein stark vergleichmäßiger, hoher Grundwasserstand mit für Auenstandorten sehr geringen Schwankungen des Grundwasserflurabstandes auftritt. Die Wirkungen der Höhe des Grundwasserstandes zeigen sich am deutlichsten bei der Betrachtung aller Gehölzarten und -formen bzw. aller Nadel- und Laubgehölze. Bei der Auswertung der Einzelarten trat vielfach ein nicht interpretierbares Verhalten auf, das auf die fehlende Grundwas-serdynamik in den Wörlitzer Anlagen zurückgeführt wird.

Neben dem Grundwasser haben insbesondere durch das Sommerhochwasser 2002 Überflutungswasser und Qualmwasser Auswirkungen auf die Vitalität des Gehölzbestandes. In Wörlitz stieg der Seespiegel durch Qualmwasser ca. 50 cm hoch an. Das Luisium wurde überflutet. Die nachfolgenden Einschätzungen hinsichtlich der Überflutungstoleranz von Bäumen stützen sich u.a. auf die Veröffentlichungen von DISTER (1983), SPÄTH (1988) und SCHAFFRATH (2000).

6.4.1.4.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Die Ordnung der Grundwasserflurabstandsklassen nach zunehmend guten bzw. mittleren Vitalitäten (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. nach abnehmend schlechten Vitalitäten aller Gehölze ergibt eine eindeutige Bindung an die Höhe des anstehenden Grundwassers.

Folgende Reihenfolge der Grundwasserflurabstandsklassen kann festgestellt werden (vgl. Abbildung 6-90):

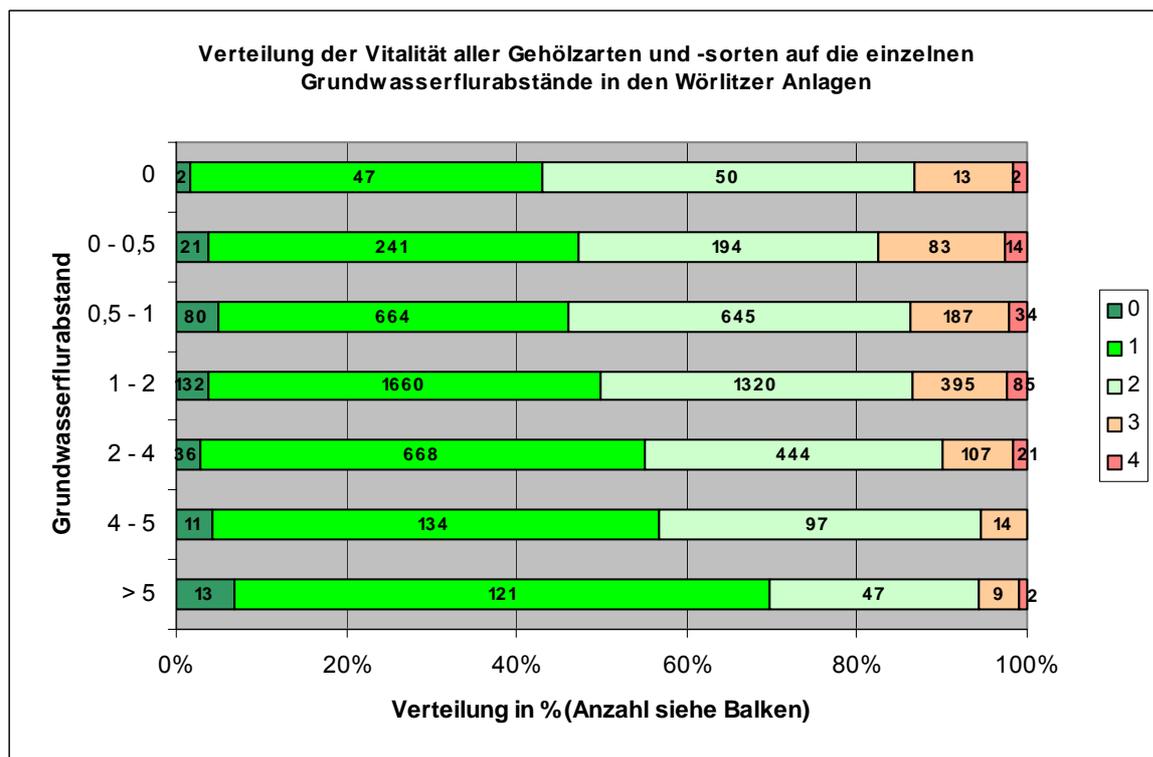


Abbildung 6-90: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Daraus können folgende Klassen abgeleitet werden:

- 0 bis 1 m Grundwasserflurabstand
- 1 bis 2 m Grundwasserflurabstand
- 2 bis 4 m Grundwasserflurabstand
- > 4 m Grundwasserflurabstand

Bewertung

Die Vitalität aller Gehölze weist eine eindeutige Beziehung zur Höhe des Grundwasserflurabstandes aus. Mit Absinken des Grundwasserflurabstandes nimmt der Anteil der Bäume mit guter und mit mittlerer Vitalität (Vitalitätsstufen 0 bis 2) zu bzw. nimmt der Anteil der Gehölze mit schlechter Vitalität (Vitalitätsstufen 3 und 4) ab. Dabei können Grundwasserflurabstände bis 1 m und Grundwasserflurabstände über 4 m hinsichtlich ihrer ökophysiologischen Wirkung als vergleichbar eingestuft werden. Dies unterstellt aber in der vorliegenden Bewertung, dass die Gehölze bereits weitgehend standortgerecht in den Wörlitzer Anlagen stocken. Es muss also davon ausgegangen werden, dass z.B. auf Standorten mit oberflächennah anstehendem Grundwasser vor allem Schwarz-Erlen stocken.

6.4.1.4.2 Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Die Ordnung der Grundwasserflurabstandsklassen nach zunehmend guten bzw. mittleren Vitalitäten (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. nach abnehmend schlechten Vitalitäten aller Nadelgehölze ergibt eine eindeutige Bindung an die Höhe des anstehenden Grundwassers.

Folgende Reihenfolge der Grundwasserflurabstandsklassen kann festgestellt werden (vgl. Abbildung 6-91):

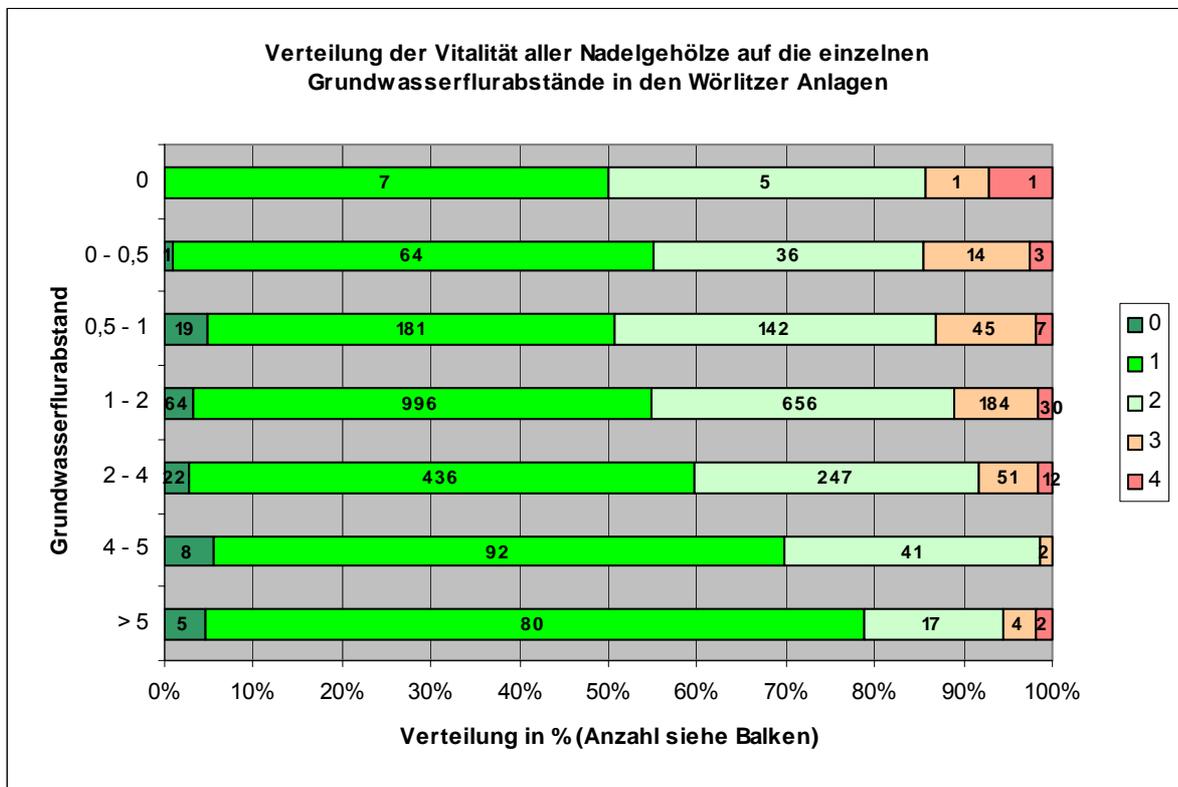


Abbildung 6-91: Vitalität aller Nadelgehölze in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Daraus können folgende Klassen abgeleitet werden:

- 0 bis 1 m Grundwasserflurabstand
- 1 bis 2 m Grundwasserflurabstand
- 2 bis 4 m Grundwasserflurabstand
- 4 bis 5 m Grundwasserflurabstand
- > 5 m Grundwasserflurabstand

Bewertung

Die Vitalität aller Nadelgehölze weist eine eindeutige Beziehung zur Höhe des Grundwasserflurabstandes auf. Mit Absinken des Grundwasserflurabstandes nimmt der Anteil der Bäume mit guter bis mittlerer Vitalität (Vitalitätsstufen 0 bis 2) zu bzw. nimmt der Anteil der Gehölze mit schlechter Vitalität (Vitalitätsstufen 3 und 4) ab. Dabei können Grundwasserflurabstände bis 1 m hinsichtlich ihrer ökophysiologischen Wirkung als vergleichbar eingestuft werden. Dies unterstellt aber in der vorliegenden Bewertung, dass die Gehölze bereits weitgehend standortgerecht in den Wörlitzer Anlagen stocken.

6.4.1.4.3 Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölzarten und -sorten

Die Ordnung der Grundwasserflurabstandsklassen nach zunehmend guten bzw. mittleren Vitalitäten (Vitalitätsstufen 0 bis 2) bzw. nach abnehmend schlechten Vitalitäten aller Laubgehölze ergibt eine tendenzielle Bindung an die Höhe des anstehenden Grundwassers.

Folgende Reihenfolge der Grundwasserflurabstandsklassen kann festgestellt werden (vgl. Abbildung 6-92).

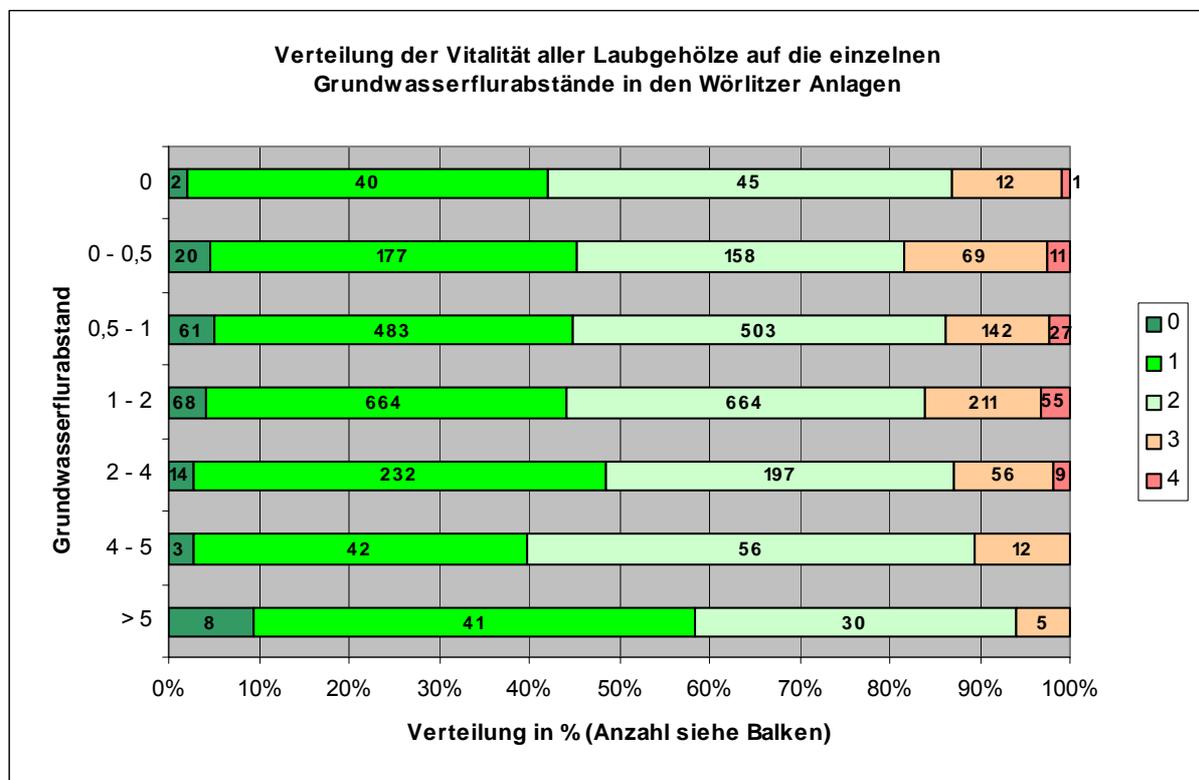


Abbildung 6-92: Vitalität aller Laubgehölze in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Daraus können folgende Klassen gebildet werden:

0 bis 2 m	Grundwasserflurabstand
2 bis 5 m	Grundwasserflurabstand
> 5 m	Grundwasserflurabstand

Bewertung

Die Vitalität aller Laubgehölze weist nur eine tendenzielle Beziehung zur Höhe des Grundwasserflurabstandes auf. Mit Absinken des Grundwasserflurabstandes nimmt der Anteil der Bäume mit guter bis mittlerer Vitalität (Vitalitätsstufen 0 bis 2) zu bzw. nimmt der Anteil der Gehölze mit schlechter Vitalität (Vitalitätsstufen 3 und 4) ab. Dabei differenzieren sich die einzelnen Grundwasserflurabstandsklassen nicht so deutlich, so dass nur drei ökophysiologisch relevante Klassen gebildet werden können.

6.4.1.4.4 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten

6.4.1.4.4.1 *Taxus baccata* – Gemeine Eibe

Ergebnisse

Die Ordnung der Grundwasserflurabstandsklassen nach zunehmendem Anteil der guten bis mittleren Vitalitätsklassen (Vitalitätsklassen 0 bis 2) bzw. Abnahme der Anteile der schlechten Vitalitätsklassen (Vitalitätsklassen 3 und 4) richtet sich nach der zunehmenden Tiefe der Grundwasserstandes (vgl. Abbildung 6-93).

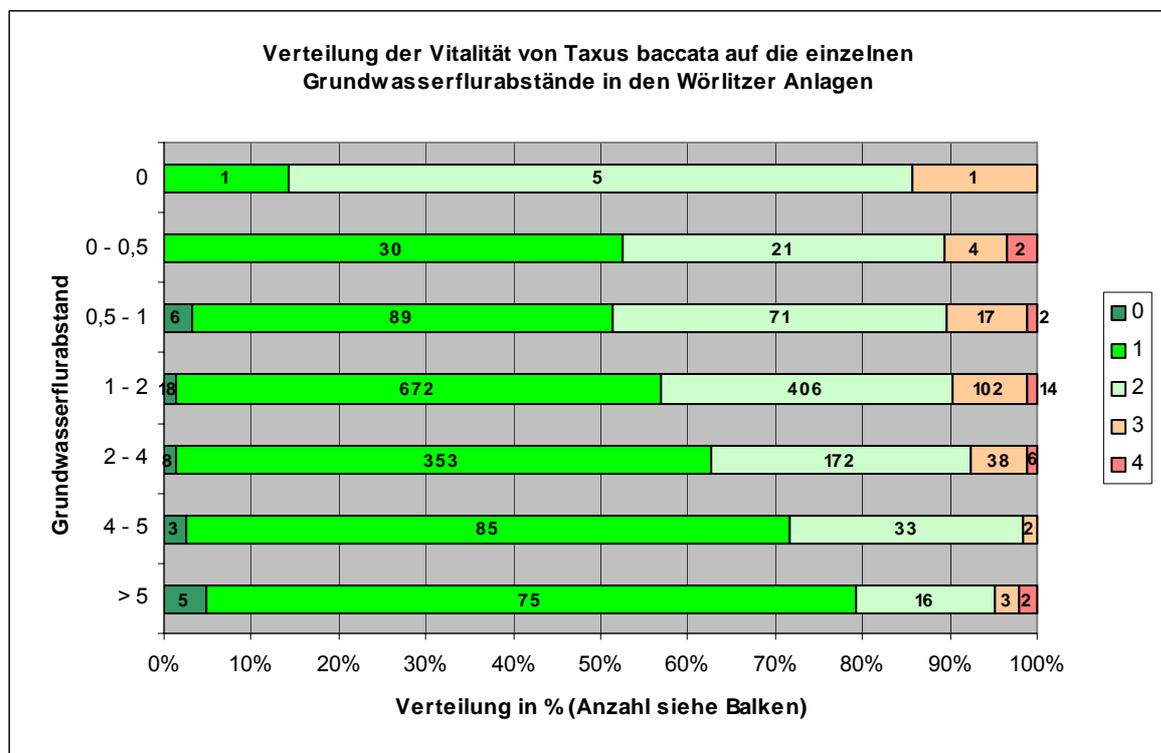


Abbildung 6-93: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Bewertung

Die Vitalität der Eibe bildet sich in den Wörlitzer Anlagen um so günstiger aus, je grundwasserferner die Bäume stocken. Nur die Grundwasserflurabstandsklassen >0 bis 1 m zeigen eine vergleichbare ökophysiologische Wirkung auf die Vitalität der Bäume.

6.4.1.4.4.2 Acer pseudoplatanus – Berg-Ahorn

Ergebnisse

Die Ordnung der Grundwasserflurabstandsklassen nach zunehmendem Anteil der guten bis mittleren Vitalitätsklassen (Vitalitätsklassen 0 bis 2) bzw. Abnahme der Anteile der schlechten Vitalitätsklassen (Vitalitätsklassen 3 und 4) weist eine klare Rangfolge von hoch anstehendem Grundwasser zu tiefer anstehendem Grundwasser auf (vgl. Abbildung 6-94):

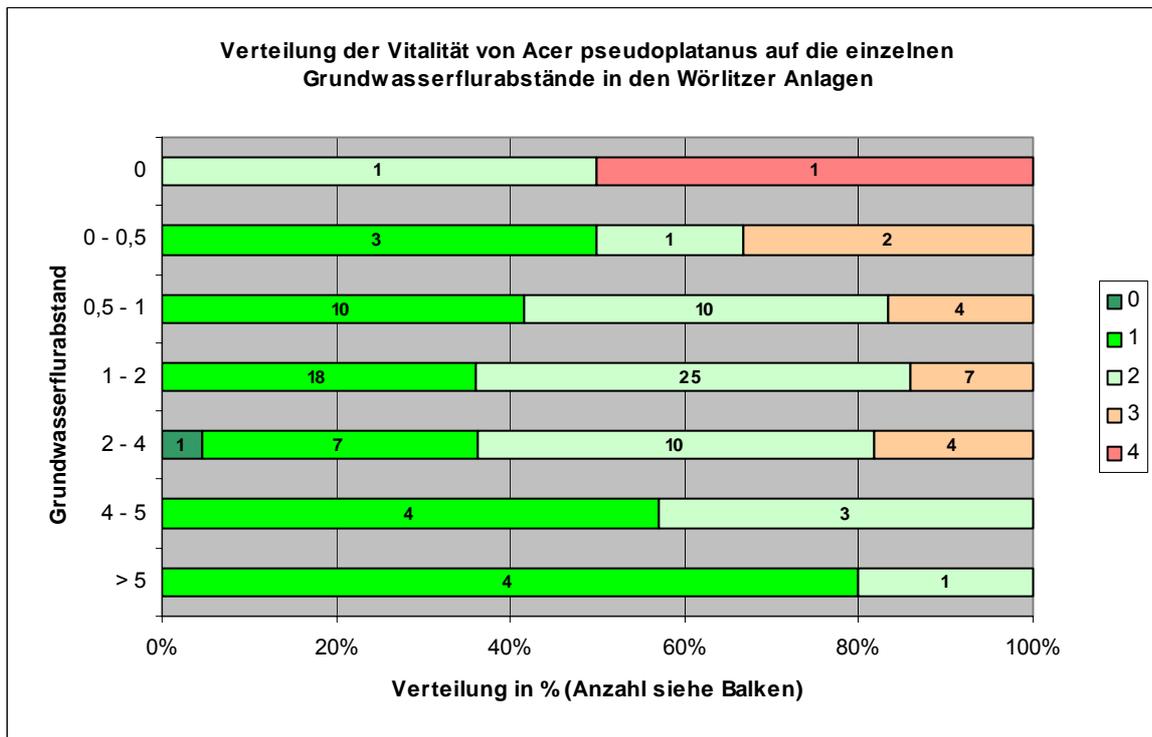


Abbildung 6-94: Vitalität des Berg-Ahorns (*Acer pseudoplatanus*) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Bewertung

Die Vitalität des Berg-Ahorns bildet sich in den Wörlitzer Anlagen um so günstiger aus, je grundwasserferner die Bäume stocken. Die Grundwasserflurabstandsklassen 0,5 bis 4 m zeigen eine vergleichbare ökophysiologische Wirkung auf die Vitalität der Bäume.

6.4.1.4.4.3 *Alnus glutinosa* – Schwarz-Erle

Ergebnisse

Die Erle kommt nur auf grundwassernahen Standorten vor. Hier bildet sich jedoch keine Ordnung der Vitalitäten nach den Grundwasserflurabstandsklassen aus. Bäume auf Standorte mit sehr hoch anstehendem Grundwasser weisen schlechtere Vitalitäten auf (vgl. Abbildung 6-95):

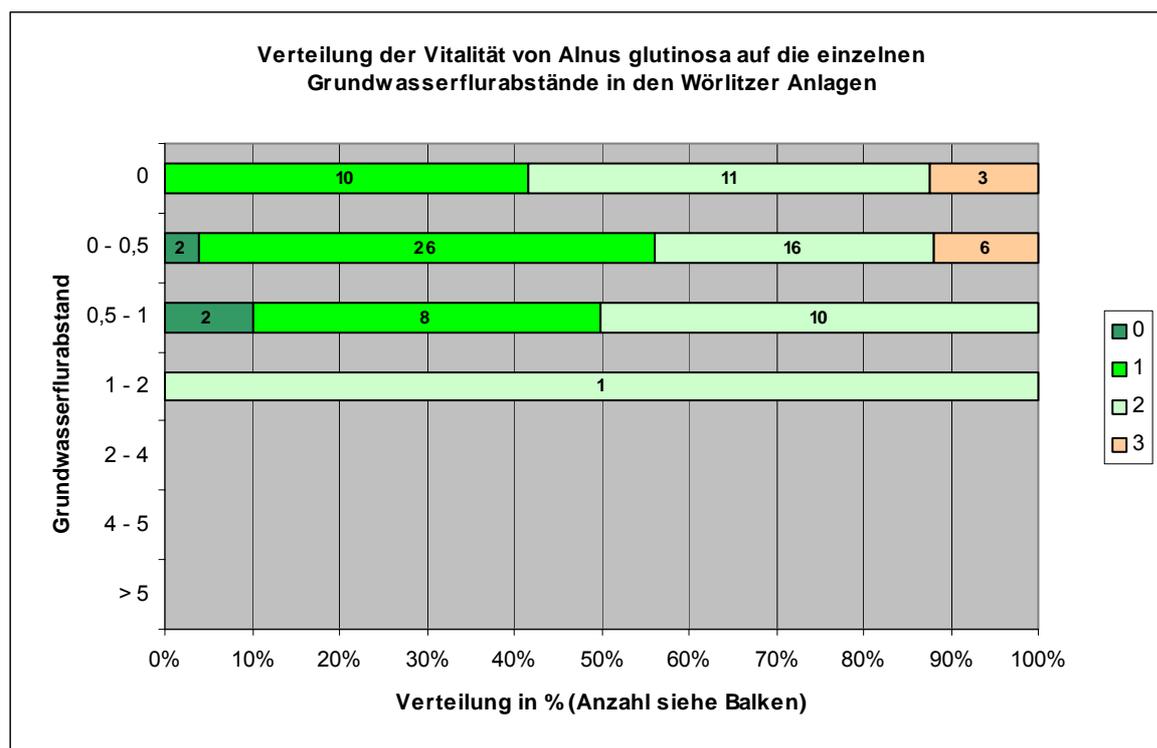


Abbildung 6-95: Vitalität der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Bewertung

Das Auftreten schlechterer Vitalitäten (Vitalitätsstufe 3) auf Standorten mit oberflächennah anstehendem Grundwasser kann auf Schädigungen während des Hochwassers im Jahre 2002 zurückgeführt werden, als diese Bereich von Qualmwasser überstaut waren. Tendenziell treten auf Standorten mit etwas größeren Grundwasserflurabständen vermehrt Bäume mit Vitalität 2 auf. Das Fehlen dieser Vitalitätsklasse bei oberflächennahem Grundwasserflurabstand erklärt sich wiederum aus dem Hochwasser 2002.

6.4.1.4.4 Liriodendron tulpifera - Tulpenbaum

Ergebnisse

Der Tulpenbaum weist in den Wörlitzer Anlagen seine Verbesserung seiner Vitalität mit zunehmenden Grundwasserflurabständen auf, wobei diese Art nur auf Standorten bis 2 m Grundwasserflurabstand vorkommt (vgl. Abbildung 6-96):

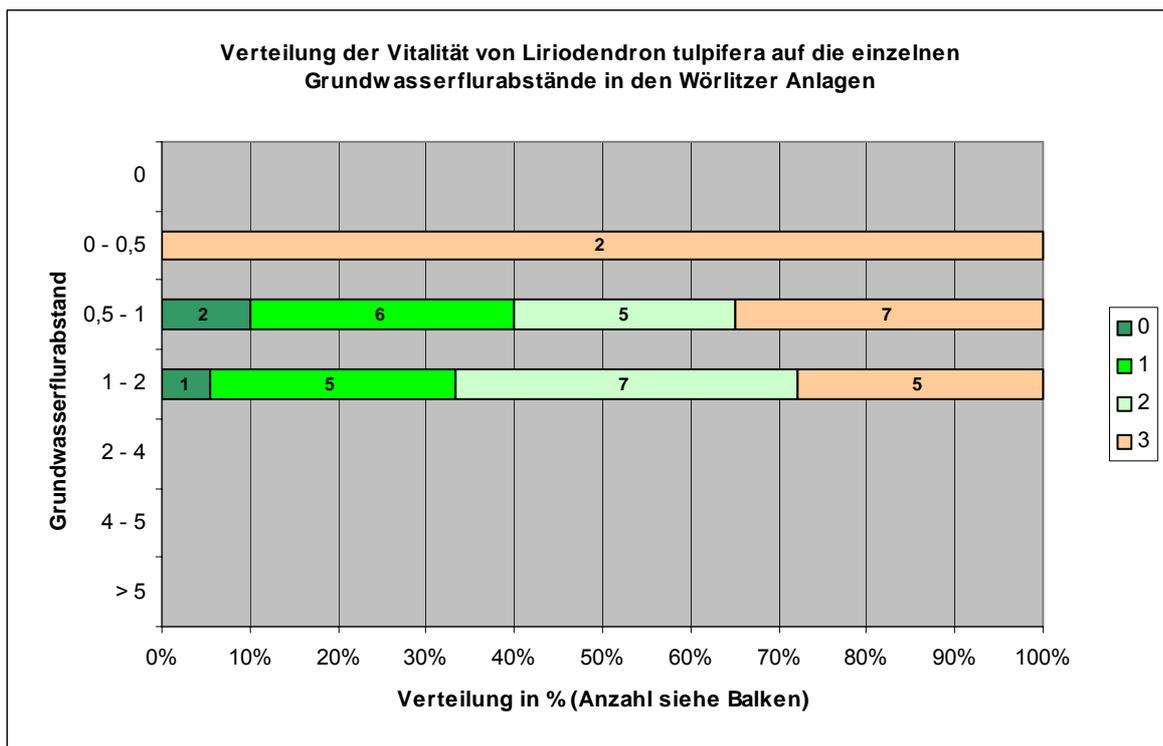


Abbildung 6-96: Vitalität des Tulpenbaumes (*Liriodendron tulpifera*) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Bewertung

Der hinsichtlich von Staunässe sehr empfindliche Tulpenbaum tritt in den Wörlitzer Anlagen aktuell kaum auf staunassen Standorten auf. Nach dem Hochwasser im Jahre 2002 mussten zahlreiche, durch hoch anstehendes Wasser abgestorbene Bäume entnommen werden. Bei höheren Grundwasserständen zwischen 0,5 bis 2 m weist die Art höhere Anteile von Bäumen in der Vitalitätsstufe 3 auf. Die Vergleichmäßigung der Grundwasserstände in den Wörlitzer Anlagen, tendenzielle hohe Grundwasserstände und der Qualmwassereinfluss im Hochwasserjahr 2002 verursachen die deutlich beeinträchtigte Vitalität.

6.4.1.4.4.5 Prunus avium – Vogel-Kirsche

Ergebnisse

Die Vogelkirsche weist bei hohen Grundwasserständen höherer Anteile von Bäumen mit schlechteren Vitalitäten (Vitalitätsklassen 3 und 4) auf. Bei Ordnung der Grundwasserflurabstände nach abnehmendem Anteil schlechterer Vitalitätsklassen ergibt sich folgendes Bild (vgl. Abbildung 6-97):

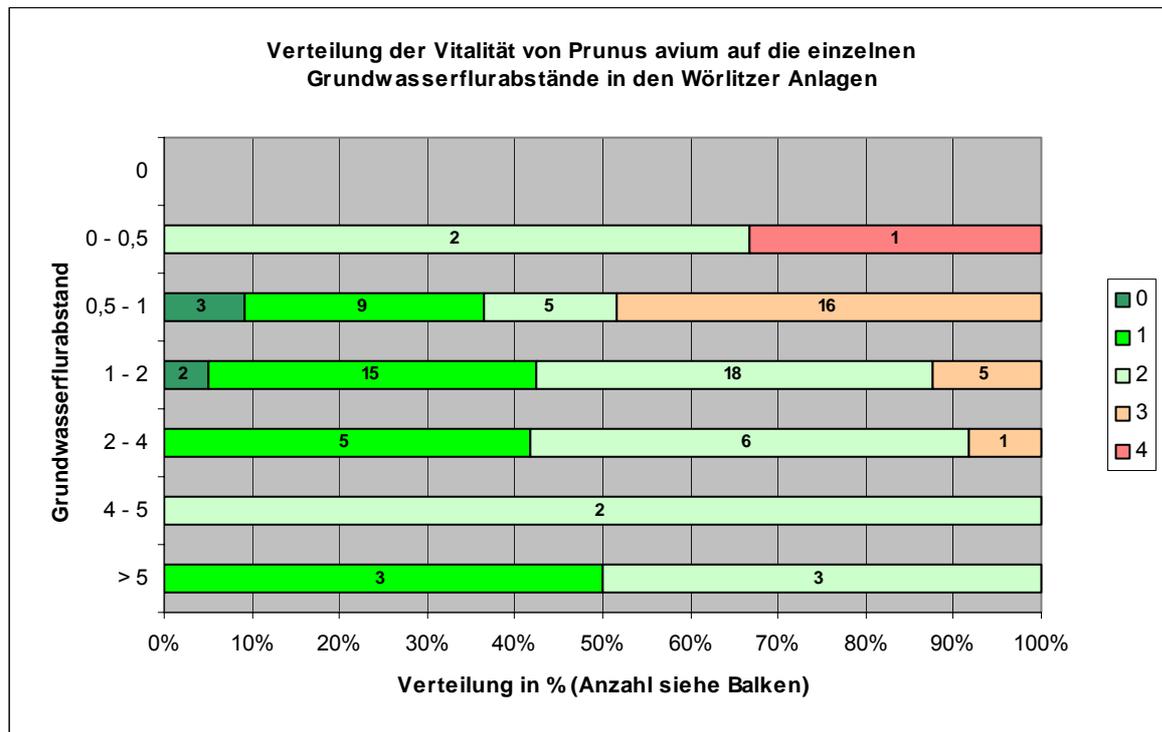


Abbildung 6-97: Vitalität der Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Daraus lassen sich folgende Klassen bilden:

- 0 bis 1 m Grundwasserflurabstand
- 1 bis 4 m Grundwasserflurabstand
- > 4 m wegen geringer Stichprobengröße nicht bewertet

Bewertung

Die Vogelkirsche erweist sich als unverträglich in Bezug auf hohe Grundwasserstände. Ab einem Grundwasserflurabstand von 1 m geht der Anteil von Bäumen mit schlechter Vitalität deutlich zurück.

6.4.1.4.4.6 Quercus robur – Stiel-Eiche

Ergebnisse

Die Vitalität der Stiel-Eiche zeigt keine wesentliche Beziehung zu den Grundwasserflurabständen (vgl. Abbildung 6-98).

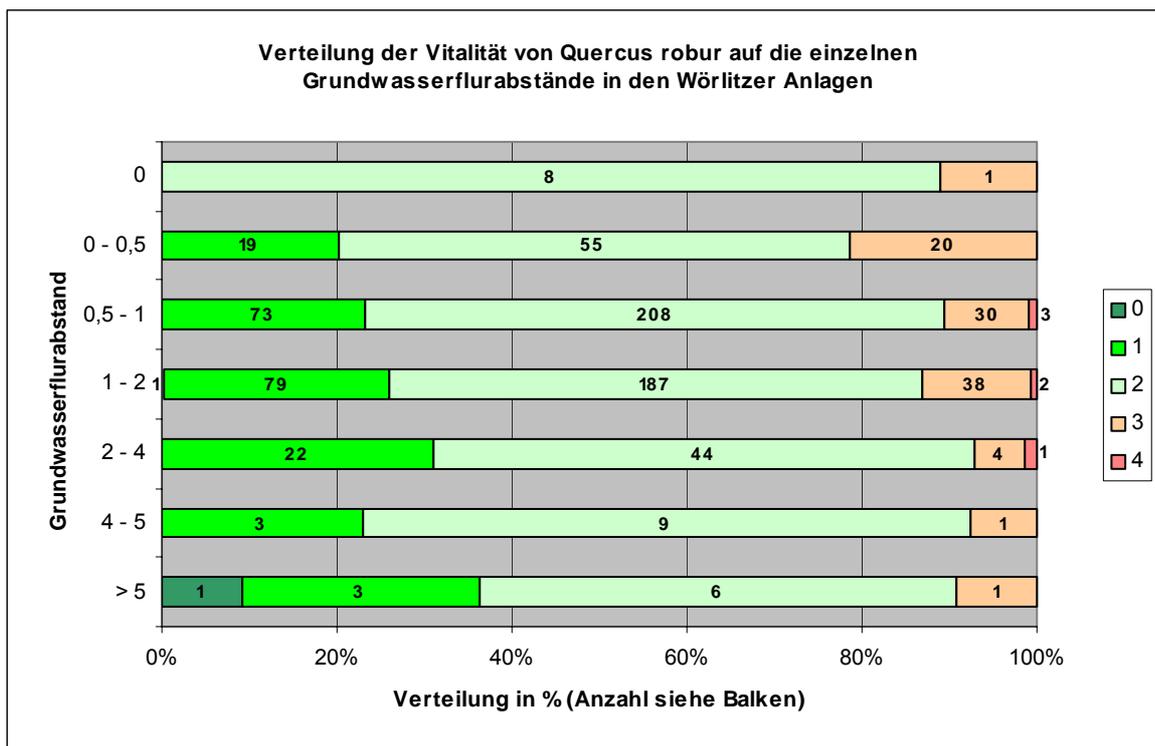


Abbildung 6-98: Vitalität der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Bewertung

Die Stiel-Eiche als charakteristischer Auenbaum erweist sich gegenüber Grund-, Stau- und Überflutungswasser weniger empfindlich. Die Anteile von Bäumen mit schlechter Vitalität (Vitalitätsklassen 3 und 4) im Vergleich zum Luisium kann jedoch als Ausdruck der fehlenden Grundwasserdynamik infolge der Stauhaltung der Gewässer in den Wörlitzer Anlagen bewertet werden.

6.4.1.4.4.7 Ulmus laevis – Flatter-Ulme

Ergebnisse

Die Flatter-Ulme weist nach der Ordnung der Vitalitätsklassen entsprechend den Grundwasserflurabstandsklassen mit sinkendem Grundwasserspiegel eine deutliche Zunahme der guten bis mittleren Vitalitäten auf (vgl. Abbildung 6-99).

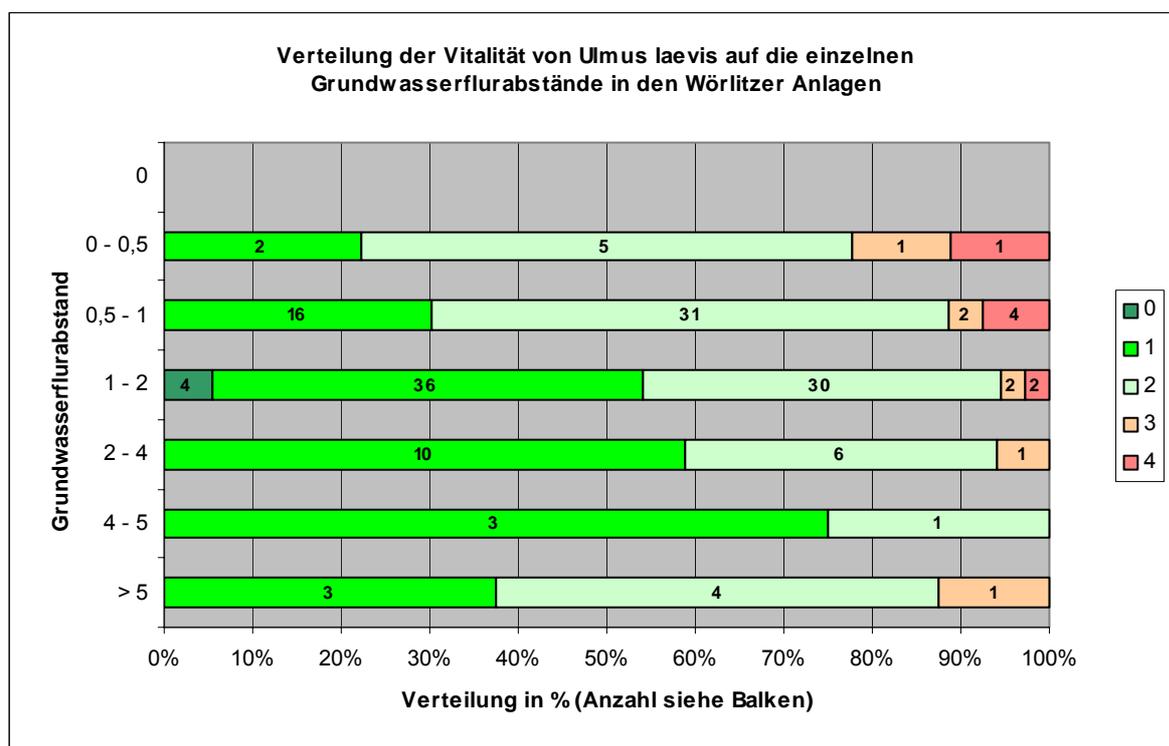


Abbildung 6-99: Vitalität der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) in Bezug auf den Grundwasserflurabstand

Bewertung

Die Flatter-Ulme, die – ähnlich der Stiel-Eiche – hinsichtlich Grund-, Stau- und Überflutungswasser weniger empfindlich ist, weist doch eine deutliche Verbesserung der Vitalität mit Vergrößerung der Grundwasserflurabstände auf. Bei Grundwasserflurabständen größer 5 m scheint es infolge Wassermangel erneut zu einer Verschlechterung der Vitalität zu kommen (sehr kleine Stichprobe in den Wörlitzer Anlagen).

6.4.2 Luisium

Die Möglichkeit der Bewertung der Auswirkungen der standörtlichen Faktoren auf die Vitalität der Bäume ist im Luisium im Vergleich zu den Wörlitzer Anlagen eingeschränkt, da hier nur zwei Substrattypen, drei pH-Wert-Stufen, keine stauenden Schichten und keine Untersuchungsergebnisse über die Grundwasserflurabstände vorliegen.

Andererseits sind diese Verhältnisse als Ausdruck deutlich naturnäherer Auenstandorte im Vergleich zu den Wörlitzer Anlagen zu werten. Das Luisium ist zwar auch durch einen Deich geschützt, wird aber von drei Seiten vom Überflutungswasser erreicht. Stauhaltungen von Gewässern existieren nicht. Dadurch entwickelt sich eine naturnahe Grundwasserdynamik und deutliche Austritte von Qualmwasser. Auch Umlagerungen von Böden treten im Luisium, abgesehen vom Hügel mit dem Landhaus, dem Gartenhaus und dem Weinberg nicht auf.

6.4.2.1 Bodenformen und Vitalität der Gehölze

Im Luisium sind nur die innerhalb des Ringdeiches gelegenen Flächen bodenkundlich untersucht. Hier sind folgende aggregierten Substrattypen ausgebildet:

- | | |
|---|----------------|
| 7 | Lehm über Sand |
| 8 | Lehm |

6.4.2.1.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und –sorten

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen aller Gehölzarten und –sorten zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-100:

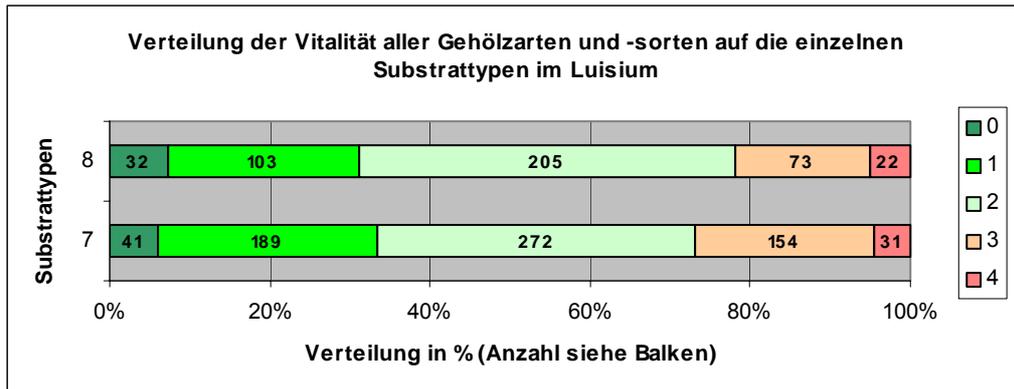


Abbildung 6-100: Vitalität aller Gehölzarten und -sorten in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Unter Bezugnahme auf alle Gehölzarten und –sorten erweisen sich die Lehmstandorte über Sand als günstiger hinsichtlich der Ausprägung der Vitalität der Gehölze. Diese Situation kann vermutlich auf einen günstigeren Wasserhaushalt zurück geführt werden, da längere Vernässung eingeschränkt wird, gleichzeitig aber die lehmigen oberen Bodenschichten noch ausreichend Bodenwasser speichern.

6.4.2.1.2 Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölze

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen aller Nadelgehölzarten und –sorten zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-101:

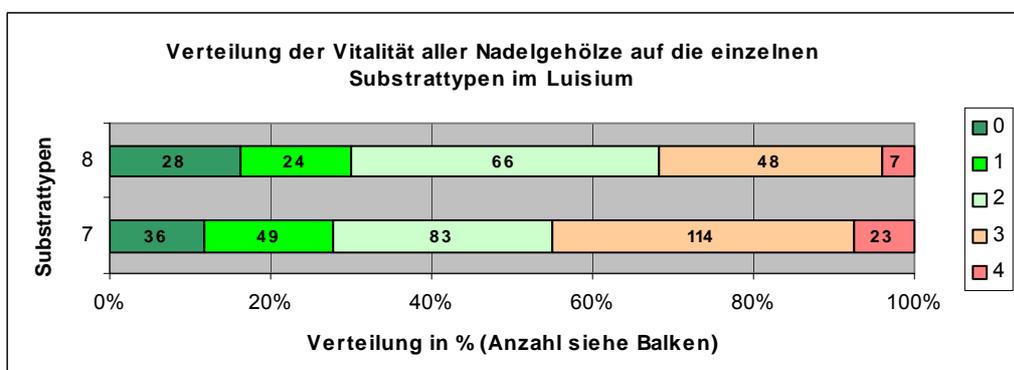


Abbildung 6-101: Vitalität aller Nadelgehölzarten und -sorten in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Bei den Nadelgehölzen erweisen sich die Lehmstandorte als die günstigeren für die Nadelgehölze, da diese deutlich geringere Anteile von Bäumen mit schlechten Vitalitäten (Vitalitätsklassen 3 und 4) aufweisen.

6.4.2.1.3 Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölze

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen aller Laubgehölzarten und -sorten zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-102:

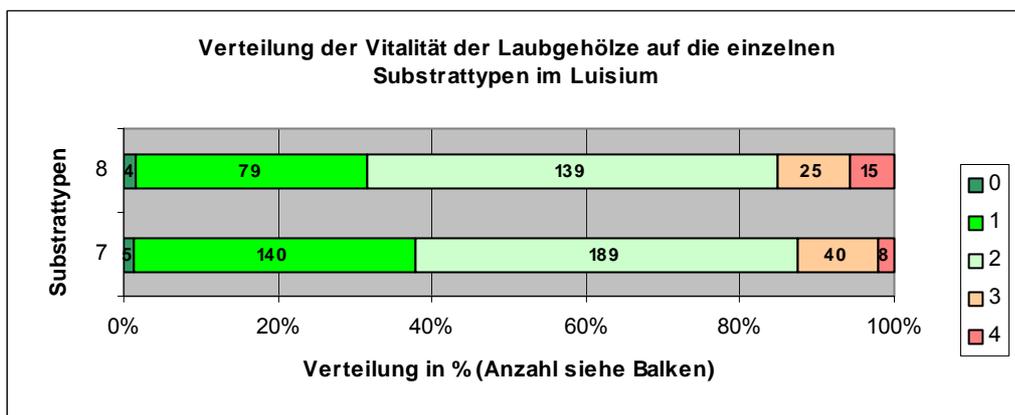


Abbildung 6-102: Vitalität aller Laubgehölzarten und -sorten in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Bei den Laubgehölzen deutet sich günstigerer Vitalitätsverhältnisse auf lehmigen Standorten über Sand an.

6.4.2.1.4 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und –sorten

6.4.2.1.4.1 *Taxus baccata* – Gemeine Eibe

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen der Eibe zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-103:

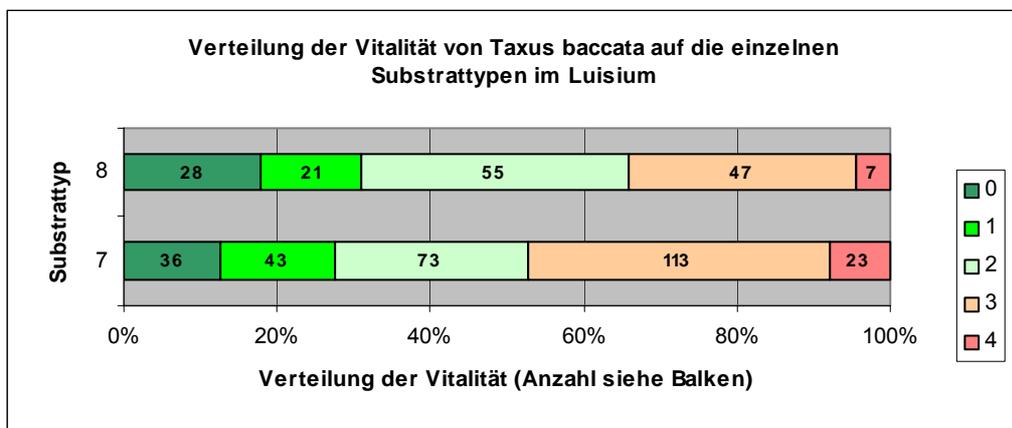


Abbildung 6-103: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Die Eibe weist im Luisium eine eindeutige Bevorzugung der Lehmstandorte auf. Ein direkter Vergleich zu den Lehmstandorten in den Wörlitzer Anlagen ist nicht möglich, da dort dieser Standort durch Bäume unterrepräsentiert ist. Lehm Böden erwiesen aber in den Wörlitzer Anlagen als ungünstigere Standorte, Dies kann auf die dortigen vergleichmäßig hohen Grundwasserstände zurück zu führen sein. Im Luisium sinkt das Grundwasser in sommerlichen Trockenzeiten stark ab, so dass die Lehm Böden mit ihrer größeren Wasserkapazität günstiger für die Eibe sein können als sandunterlagerte Lehmstandorte.

6.4.2.1.4.2 Aesculus hippocastanum – Gewöhnliche Rosskastanie

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen der Gewöhnlichen Rosskastanie zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-104:

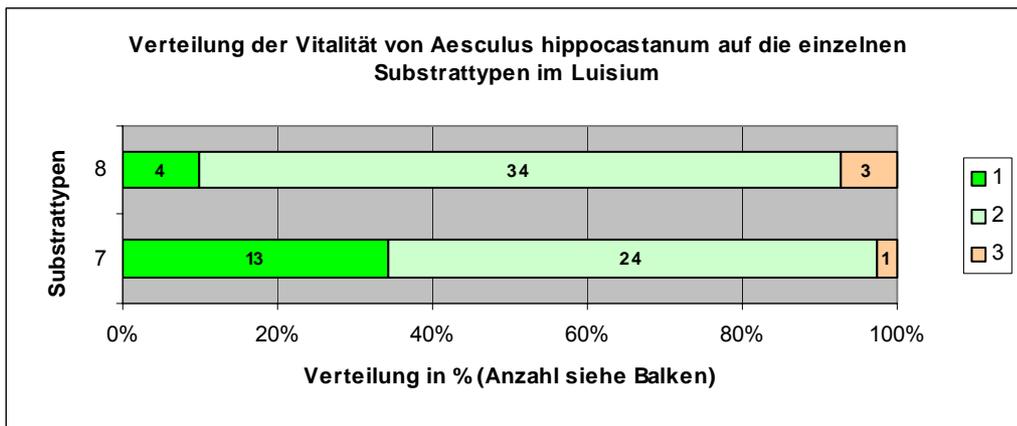


Abbildung 6-104: Vitalität der Gewöhnlichen Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Die Rosskastanie weist eindeutig günstigere Vitalitäten auf sandunterlagerten Lehmstandorten gegenüber reinen Lehmstandorten auf.

6.4.2.1.4.3 Carpinus betulus – Gewöhnliche Hainbuche

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen der Hainbuche zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-105:

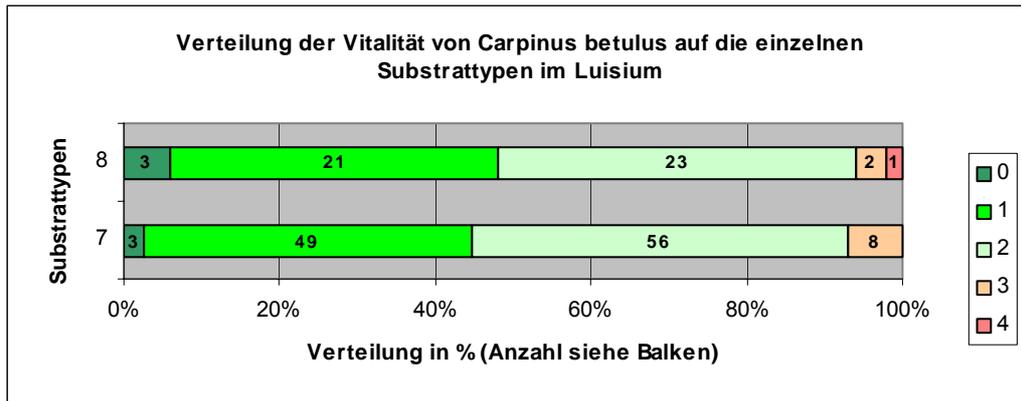


Abbildung 6-105: Vitalität der Gewöhnlichen Hainbuche (*Carpinus betulus*) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Die Hainbuche weist keine Differenzierung der Vitalität in Bezug auf die aggregierten Substrattypen auf.

6.4.2.1.4.4 Quercus robur – Stiel-Eiche

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen der Stiel-Eiche zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-106:

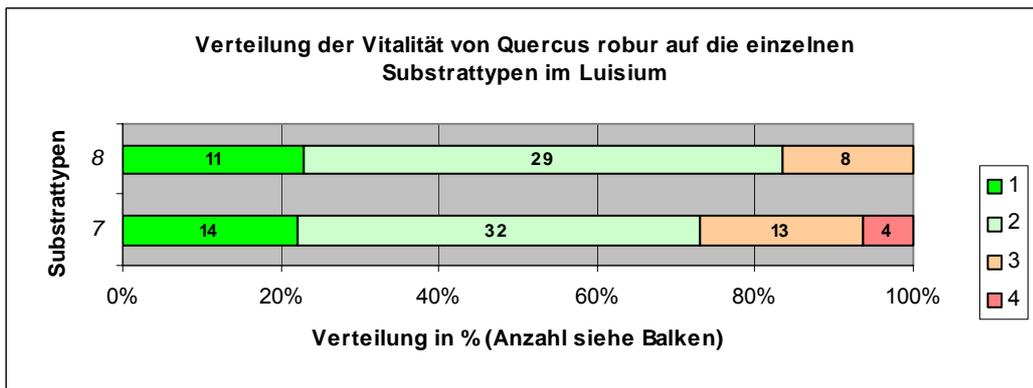


Abbildung 6-106: Vitalität der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Die Stiel-Eiche weist weniger Bäume mit schlechter Vitalität (Vitalitätsklassen 3 und 4) auf den Lehmstandorten im Vergleich zu den sandunterlagerten Lehmstandorten auf

6.4.2.1.4.5 Tilia cordata – Winter-Linde

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen der Winter-Linde zu den aggregierten Substrattypen zeigt Abbildung 6-107:

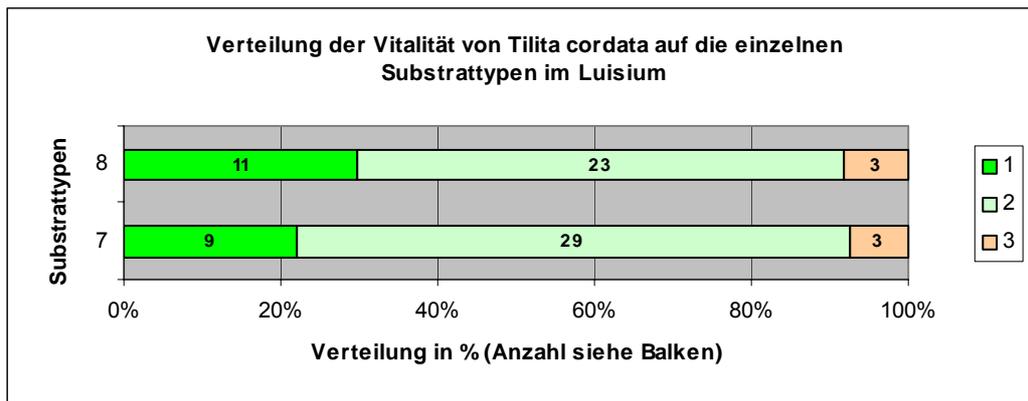


Abbildung 6-107: Vitalität der Winter-Linde (*Tilia cordata*) in Bezug auf die aggregierten Substrattypen

Bewertung

Die Winter-Linde weist nur eine geringe Differenzierung ihrer Vitalitätsklassen auf den beiden Standorten auf. Die Lehmstandorte weisen einen höheren Anteil an Bäumen mit guter Vitalität (Vitalitätsklasse 1) auf. Dies weist vermutlich auf den günstigeren Wasserhaushalt der Lehmstandorte.

6.4.2.2 Versauerung des Boden und Vitalität der Gehölze

Die Böden des Luisiums sind stark versauert. Es treten hier folgende pH-Wert-Stufen auf:

- 1 mittlerer pH-Wert 4,59
- 2 mittlerer pH-Wert 4,65
- 3 mittlerer pH-Wert 4,72 bis 4,85

Bei den insgesamt sehr niedrigen Werten sind kaum Differenzierungen zwischen den einzelnen Standorten zu erwarten. Nachfolgend werden an Beispielen die vorliegenden Ergebnisse erläutert. Da sich bei einer größeren Zahl von Arten keine interpretierbaren Verhältnisse der Verteilung der Vitalitätsklassen auf die einzelnen pH-Wert-Stufen ergaben, werden diese Arten nicht im Einzelnen aufgeführt.

6.4.2.2.1 Ergebnisse und Bewertung aller Gehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen aller Gehölzarten und –sorten zu den pH-Wert-Stufen zeigt Abbildung 6-108:

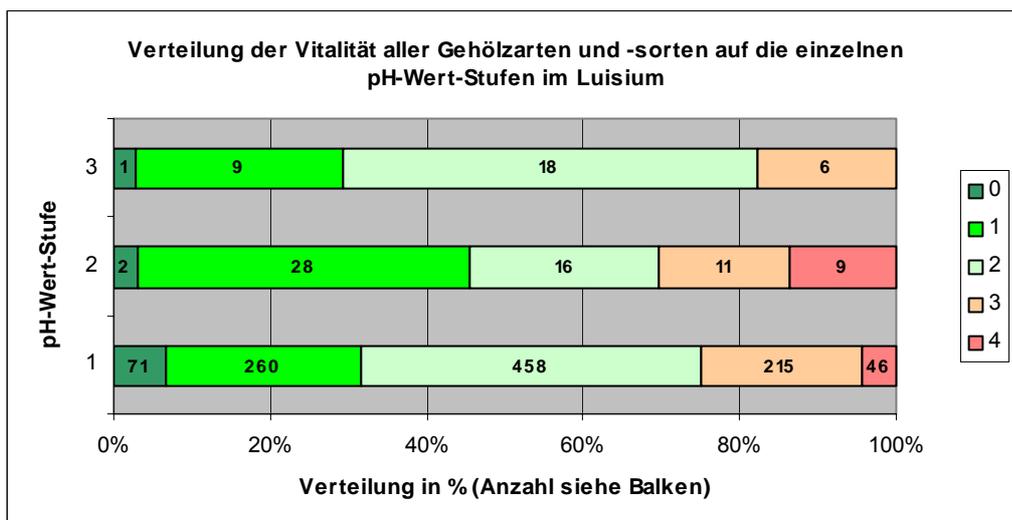


Abbildung 6-108: Vitalität aller Gehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen

Bewertung

Die Vitalität aller Gehölzarten und –sorten weist keine spezifische Differenzierung auf den Böden mit verschiedenen pH-Wert-Stufen auf.

6.4.2.2.2 Ergebnisse und Bewertung aller Nadelgehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen aller Gehölzarten und –sorten zu den pH-Wert-Stufen zeigt Abbildung 6-109:

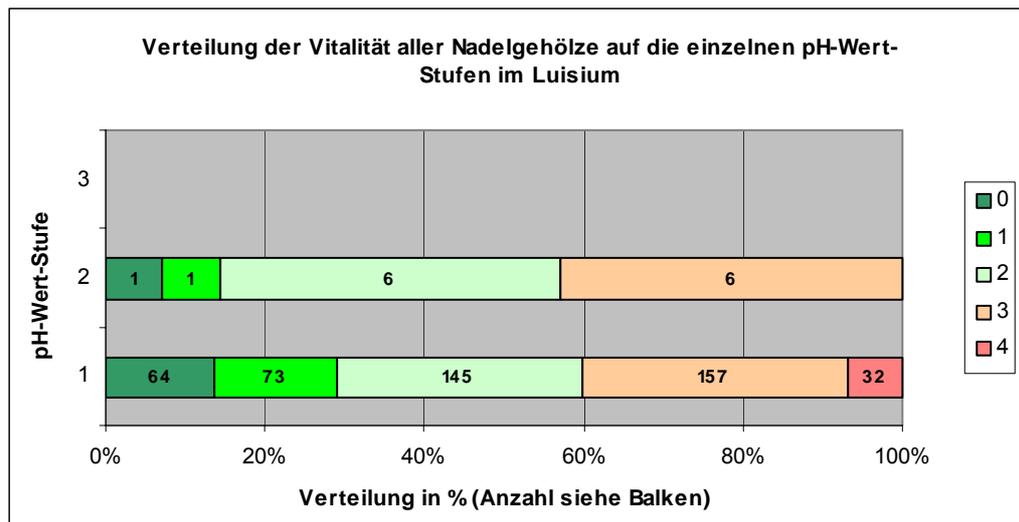


Abbildung 6-109: Vitalität aller Nadelgehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen

Bewertung

Die Nadelgehölze stocken nahezu absolut überwiegend auf den sauersten Standorten. Ein Vergleich mit anderen Standorten ist auf Grund der dort nur sehr geringen Anzahl der stockenden Bäume nicht möglich.

6.4.2.2.3 Ergebnisse und Bewertung aller Laubgehölzarten und -sorten

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen aller Laubgehölzarten und –sorten zu den pH-Wert-Stufen zeigt Abbildung 6-110:

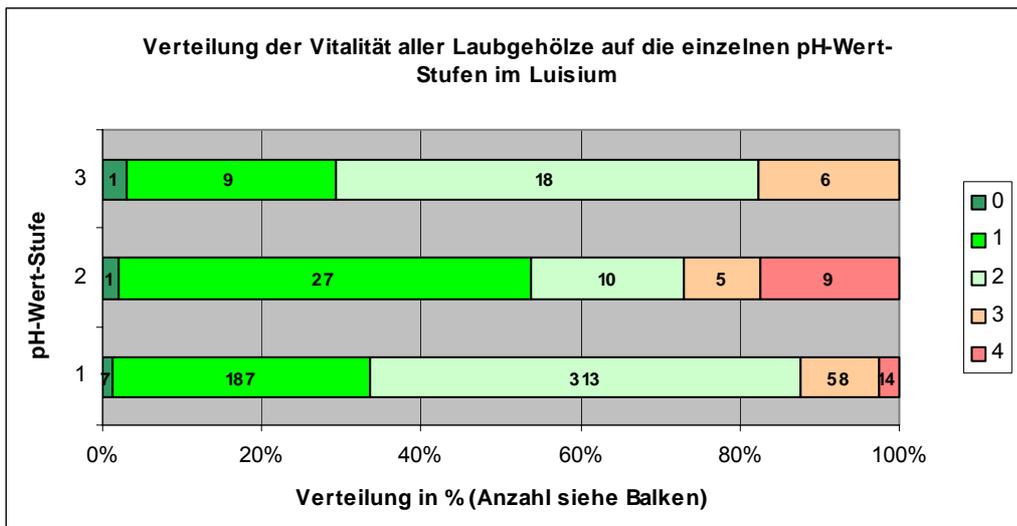


Abbildung 6-110: Vitalität aller Laubgehölzarten und –sorten in Bezug auf die pH-Wert-Stufen

Bewertung

Die Vitalität aller Laubgehölzarten und –sorten weist keine spezifische Differenzierung auf den Böden mit verschiedenen pH-Wert-Stufen auf.

6.4.2.2.4 Ergebnisse und Bewertung ausgewählter Gehölzarten und -sorten

6.4.2.2.4.1 *Taxus baccata* – Gemeine Eibe

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen der Eibe zu den pH-Wert-Stufen zeigt Abbildung 6-111:

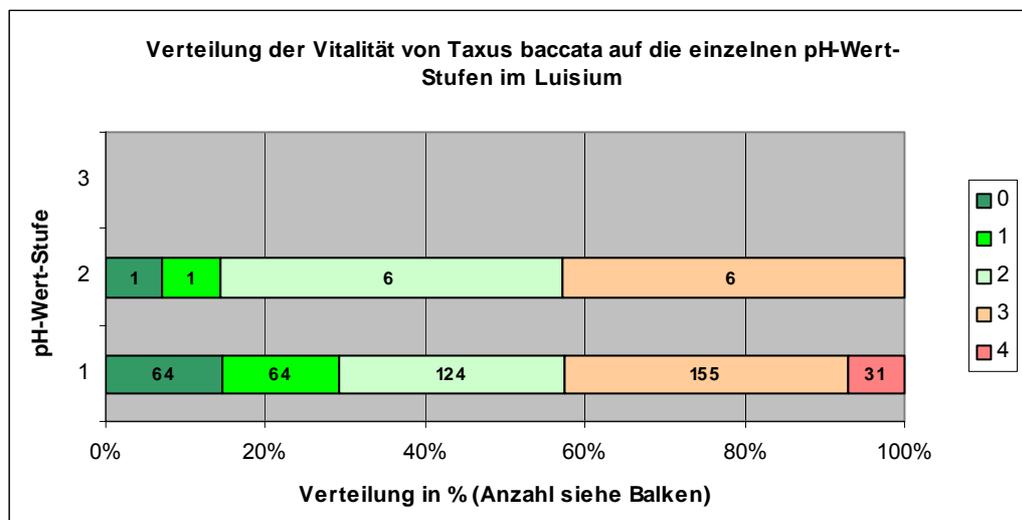


Abbildung 6-111: Vitalität der Gemeinen Eibe (*Taxus baccata*) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen

Bewertung

Wie bei den Nadelgehölzen, von denen die Eibe im Luisium den übergroßen Anteil bildet, stocken die Eiben nahezu absolut überwiegend auf den sauersten Standorten. Ein Vergleich mit anderen Standorten ist auf Grund der dort nur sehr geringen Anzahl der stockenden Bäume nicht möglich.

6.4.2.2.4.2 Quercus robur – Stiel-Eiche

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuordnung der Vitalitätsklassen der Stiel-Eichen zu den pH-Wert-Stufen zeigt Abbildung 6-112:

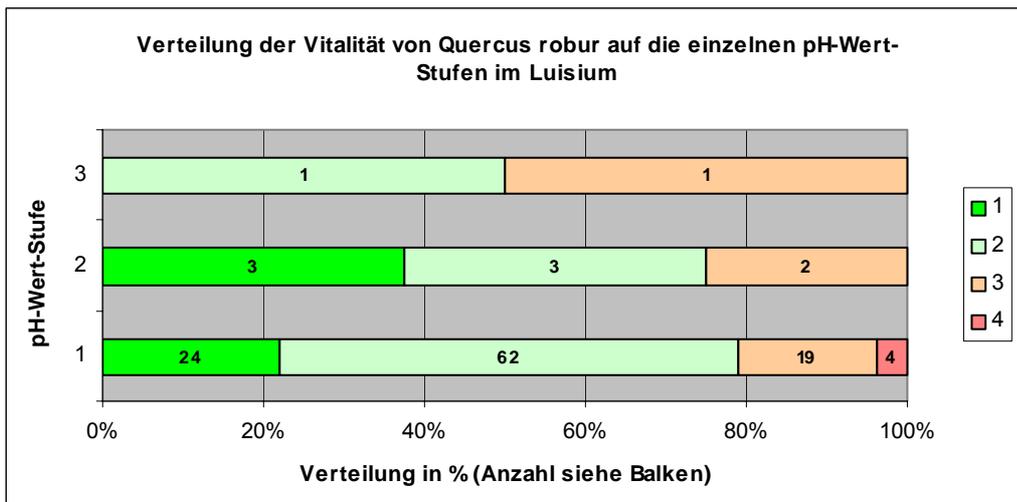


Abbildung 6-112: Vitalität der Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in Bezug auf die pH-Wert-Stufen

Bewertung

Die Stiel-Eiche weist im Luisium keine interpretierbare Differenzierung der Verteilung der Vitalitätsklassen auf die Böden mit verschiedenen pH-Wert-Stufen auf.

6.5 Zusammenfassende Bewertung

Die Gehölzbestände der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums weisen bereits seit Längerem erhebliche Schädigungen und verringerte Vitalitäten auf. Die extremen Ereignisse der letzten Jahre (Hochwasser, Trockenheit) führten zu einer weiteren Schwächung verschiedener Gehölze bzw. Gehölzarten (z.B. Hänge-Birke, Schwarz-Erle und Tulpenbaum). Eine Schwächung macht die Baumarten anfälliger für Krankheiten und sekundären Schädlingsbefall und führt so zu einer Verschlechterung der Vitalität.

Einige Gehölzarten sind von Komplexkrankheiten betroffen. Im Speziellen sind das vor allem bei Eichen das sogenannte Eichensterben, welches in weiten Teilen Mitteleuropas seit Mitte der 1980er Jahre beobachtet wird und dessen Ursachen regional unterschiedlich und komplex sind sowie das Pappel-Kronensterben, welches sich nach dem Winter 2002/2003 insbesondere bei Pyramiden-Pappeln zeigte.

Die Ausprägung der Vitalität wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Neben den Standortverhältnissen sind demnach auch verschiedene Krankheiten, Extremereignisse, wie das Hochwasser 2002 und der trockene Sommer 2003, aber auch die natürliche Alterung Faktoren, die auf die Vitalität wirken. Eine Übersicht über die Verteilung der Vitalität der Gehölze sowohl in den Wörlitzer Anlagen als auch im Luisium ist in der Anlage 1 zu finden.

Eine zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen der Standorte auf die Vitalität der Gehölze kann nur für die Wörlitzer Anlagen vorgenommen werden, da hier die standörtliche Differenzierung zu charakteristischen Verteilungsmustern der Vitalität der Gehölze führt. Im Luisium fehlt diese standörtliche Differenzierung.

6.5.1 Zusammenfassende Bewertung für die Wörlitzer Anlagen

In den Wörlitzer Anlagen sind insgesamt 8.329 Gehölze erfasst, 533 davon sind Stubben. Es treten 352 Gehölzarten bzw. –sorten auf, 91 davon sind Nadelgehölze. Der Gehölzbestand wird von der Gemeinen Eibe und der Stiel-Eiche dominiert.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Gehölzbestand der Wörlitzer Anlagen schwach bis mittelstark geschädigt ist. Nur wenige Gehölze weisen keinerlei Schädigungen auf. Abgestorbene Gehölze sind auf Grund der Verkehrssicherungspflicht nur in geringem Maße und dann meist in Randbereichen vertreten. Bestimmte Bereiche mit auffällig starken Schädigungen sind nur begrenzt auszumachen, so z.B. im Bereich der Rousseauinsel oder im nördli-

chen Bereich am Hochwasserschutzwall. Generell sind aber alle Vitalitätsstufen in sämtlichen Bereichen der Anlagen vertreten.

Die Nadelgehölze sind insgesamt geringer als die Laubgehölze geschädigt. Diese Tatsache belegt auch den allgemein herrschenden Trend in ganz Deutschland. Von der Reduktion des Schwefeldioxidausstoßes profitieren die Nadelgehölze. Gleichzeitig werden Laubgehölze durch steigende luftbürtige Stickoxidmissionen aus dem Verkehr und der Landwirtschaft stärker geschädigt.

Im Vergleich zu der vorangegangenen Aufnahme aus den Jahren 1996 bis 1999 ist in den Wörlitzer Anlagen insgesamt eine Bestandesverschlechterung zu erkennen. Insbesondere Gehölzarten, bei denen Komplexkrankheiten auftreten oder die durch die Extremereignisse (Hochwasser, Trockenheit) geschädigt wurden, weisen schlechtere Vitalitätszustände auf. Dabei ist zu beachten, dass das Hochwasser in den Wörlitzer Anlagen in weitaus geringerem Maße wirkte, als im Luisium, das überflutet wurde. Vielmehr wurden durch hoch anstehendes Grundwasser sowie in Uferbereichen durch den steigenden Wasserstand der Gewässer Schädigungen an den Gehölzen hervorgerufen. Insgesamt sind die Wörlitzer Anlagen von der natürlichen Wasserdynamik der Auen infolge der Stauhaltung der Gewässer entkoppelt, was sich auch in der Vitalität standortgerechter Baumarten (v.a. Stiel-Eiche und Flatter-Ulme), die an diese Geschehnisse angepasst sind, auswirkt. Eine Verbesserung ist nur bei den Nadelgehölzen und insbesondere dort bei der Gemeinen Eibe augenfällig. Diese ergibt sich aus den Verjüngungsmaßnahmen durch den Schnitt dieser Baumart, welche seit den 80-er Jahren durchgeführt wurden. Die Eibe treibt auf Grund ihrer Schnittverträglichkeit aus stammbürtigen Austrieben wieder neu aus. Nach etwa vier bis fünf Jahren ist die Kronenbildung abgeschlossen, demnach weisen viele Exemplare im Jahr 2004 wieder gute Vitalitätsstufen auf.

Die Ursachen der Schädigungen bzw. Vitalitätsverhältnisse müssen jedoch immer im Komplex gesehen werden, da u.a. die Standortverhältnisse wesentlichen Einfluss auf die Gehölze haben. Bestimmte Trends lassen sich hinsichtlich der Standortverhältnisse darstellen:

Substratdifferenzierung

Die Substratdifferenzierung in den Wörlitzer Anlagen zeigt folgende Auswirkungen auf die Vitalität der Gehölze (von schlecht zu gut):

Alle Gehölzarten und –sorten

Böden mit stauenden Schichten

sandige Böden

bindige Böden

umgelagerte und zu Hügeln aufgehäufte (humus- und nährstoffreicherer) Sandböden

anthropogen umgelagerte Substrate

mächtige Lehmböden ohne Staunäseeinfluss

Alle Nadelgehölze	Böden aus wechselnden Substraten mit hoch anstehendem Grundwasser und Staunässe Umgelagerter und zu Hügeln aufgehäufter (humus- und nährstoffreicherer) Sand. Mächtige Lehmböden ohne Staunässeinfluss
Alle Laubgehölze	Böden mit sandigen oberen Bodenschichten Böden mit lehmigen oberen Bodenschichten Anthropogen umgelagerte Substrate und mächtige Lehmböden ohne Staunässeinfluss

Durch die Ausbildung von stauenden Schichten kommt es zu Stauvernässung, aber auch zu extremer Austrocknung im Sommer, da kein Wasser in die oberen Bodenschichten aufsteigen kann. Der Stauer begrenzt auch den Wurzelraum für solche Gehölzarten, die nicht in der Lage sind, die stauende Schicht mit ihrem Wurzelwerk zu durchdringen.

Für die Gehölze günstige Böden in den Wörlitzer Anlagen stellen tiefe, nicht vernässte Auenlehme, umgelagerte und zu Hügeln angehäufte Sande und Böden aus anthropogen umgelagerten Substraten dar. Diese Standorte weisen keine Staunässe auf und sind besser mit Humus und Nährstoffen versorgt.

Versauerung

Die Versauerung der Gehölzflächen zeigt sowohl bei allen Gehölzarten und -sorten wie bei allen Nadelgehölzen und allen Laubgehölzen eine deutlich negative Auswirkung auf die Vitalität. Mit steigendem pH-Wert erhöht sich stetig und deutlich der Anteil Bäume mit guter bis mittlerer Vitalität (Vitalitätsklassen 0 bis 2). Tendenziell verringert sich mit Ansteigen des pH-Wertes der Anteil der Bäume mit schlechter Vitalität (Vitalitätsgruppen 3 und 4). Grundsätzlich muss aber berücksichtigt werden, dass die pH-Werte der Böden durchweg im sauren bis stark sauren Bereich liegen.

Bei der Betrachtung von Gruppen azidophiler und basiphiler Arten wird deutlich, dass sich in der Vitalität komplexe Faktoren widerspiegeln, so dass monofaktorielle Betrachtungen keine eindeutigen Zusammenhänge und Unterschiede aufweisen.

Eine Ausnahme bildet der Spitz-Ahorn, der in den Wörlitzer Anlagen auf versauerten Standorten seine beste Vitalität entfaltet. Dies kann darin begründet sein, dass er als Pionierart hier gegenüber den anderen Gehölzen seine Konkurrenzkraft am besten entfalten kann.

Die Versauerung der Gehölzflächen wirkt sich insbesondere auch auf die Nährstoffversorgung im Boden aus. Unter den stark sauren Verhältnissen können keine Nährstoffe gebunden wer-

den. So kommt es z.B. zur Nährstoffauswaschung. Zudem wird bei stark saurer Reaktion toxisches Aluminium freigesetzt.

Stauwasser

Böden mit stauenden Schichten im Unterboden weisen auf die Vitalität aller Gehölzarten und –sorten keinen Einfluss aus. Offensichtlich überwiegt der Anteil der Gehölzarten und –sorten, auf den stauende Schichten keinen Einfluss haben. Bei der Bewertung aller Nadelgehölze ist tendenziell eine Verbesserung der Vitalität mit zunehmender Tiefe der Stausohle oder Fehlen einer solchen zu erkennen. Alle Laubgehölze weisen tendenziell eine Abnahme der Anzahl der Bäume mit schlechter Vitalität mit zunehmender Tiefe der Stausohle oder Fehlen einer solchen auf. Im Zusammenhang mit den Substraten wurde bereits auf die Vernässung der Böden aber auch die sommerliche Austrocknung und die Begrenzung des Wurzelraums für eine ganze Anzahl von Gehölzarten im Bereich von stauenden Schichten hingewiesen.

Die Betrachtung einer ausgewiesenen Gruppe staunässeempfindlicher Arten verstärkt die Aussage, dass hoch anstehende stauende Sohlen negative Auswirkungen auf die Gehölze haben. Tief liegende Stausohlen weisen dagegen geringere Unterschiede zu Standorten mit fehlenden Stauern auf.

Arten mit einer deutlichen Empfindlichkeit gegenüber Stauwasser sind beispielsweise Gemeine Eibe, Berg-Ahorn, Hänge-Birke, Vogel-Kirsche, Birne, Tulpenbaum und Gewöhnliche Hainbuche. Neben dem Stauwasser tritt auf diesen Standorten auch Wassermangel im begrenzten Durchwurzelungsraum während sommerlicher Trockenzeiten auf. Die Stiel-Eiche als gegenüber Stauwasser wenig empfindliche Art zeigt keine Abhängigkeit der Vitalität von diesem Faktor. Hinzu kommt, dass sie in der Lage ist, die stauenden Schichten zu durchwurzeln.

Grundwasserflurabstand

Der Grundwasserflurabstand weist wiederum sehr enge Zusammenhänge mit der Vitalität der Gehölzarten und –sorten – stärker bei den Nadelgehölzen als bei den Laubgehölzen - auf (von schlecht zu gut):

Alle Gehölzarten und -sorten	0 bis 1 m Grundwasserflurabstand
	1 bis 2 m Grundwasserflurabstand
	2 bis 4 m Grundwasserflurabstand
	> 4 m Grundwasserflurabstand

Alle Nadelgehölze	0 bis 1 m Grundwasserflurabstand
	1 bis 2 m Grundwasserflurabstand
	2 bis 4 m Grundwasserflurabstand
	4 bis 5 m Grundwasserflurabstand
	> 5 m Grundwasserflurabstand
Alle Laubgehölze	0 bis 2 m Grundwasserflurabstand
	2 bis 5 m Grundwasserflurabstand
	> 5 m Grundwasserflurabstand

Sehr ausgeprägt weist beispielsweise die Gemeine Eibe eine Abhängigkeit ihrer Vitalität von der Höhe des Grundwasserstandes auf. Mit Zunahme des Grundwasserflurabstandes verbessert sich der Anteil der Bäume mit guter Vitalität (Vitalitätsklassen 0 bis 2) und verringert sich der Anteil der Bäume mit schlechter Vitalität (Vitalitätsklassen 3 und 4). Die Stiel-Eiche hingegen weist in charakteristischer Form keine Abhängigkeit ihrer Vitalität von den Grundwasserflurabständen auf.

6.5.2 Zusammenfassende Bewertung für das Luisium

Im Luisium wurden insgesamt 2.161 Gehölze erfasst, wobei 83 davon Stubben sind. Es treten 60 Gehölzarten bzw. -sorten auf, bei elf von diesen handelt es sich um Nadelgehölze. Der Großteil der vorkommenden Arten ist heimisch bzw. eingebürgert. Dominierende Arten sind auch hier die Gemeine Eibe und die Stiel-Eiche.

Auf Grund der standörtlichen Gegebenheiten sowie des stärkeren Hochwassereinflusses bzw. der dreiwöchigen Überschwemmung im Jahr 2002 ergeben sich für das Luisium abweichende Ergebnisse gegenüber denen aus den Wörlitzer Anlagen.

Insgesamt ist festzustellen, dass der Gehölzbestand des Luisiums stärker geschädigt ist, als der in den Wörlitzer Anlagen. Als Hauptursache ist dabei das Hochwasser zu nennen, das vor allem den Bestand der Gemeinen Eibe stark schädigte bzw. dezimierte. Aber auch weitere nicht überflutungstolerante Arten mussten Vitalitätseinbußen hinnehmen. Dies sind insbesondere die Schwarz-Erle, die Gewöhnliche Hainbuche, die Gemeine Esche, die Winter-Linde und der Berg-Ahorn. Der im Jahr 2003 folgende Trockenstress führte zu einer weiteren Verschlechterung des Bestandes. Die Auswirkungen der Trockenheit wirken im Luisium stärker, da dort das Grundwasser nicht künstlich hoch gehalten wird. Es wird jedoch von einer Erholung des Großteils der Gehölze in den nächsten Jahren ausgegangen, sofern nicht weitere Stressfaktoren auftreten.

Im Luisium weisen die Nadelgehölze deutlich schlechtere Vitalitäten als die Laubgehölze auf. Dieser Umstand ist auf den hohen Anteil der Gemeinen Eibe zurückzuführen, der den Großteil der Nadelgehölze ausmacht und auf Grund des Hochwassers stark geschädigt wurde.

Im Vergleich ausgewählter Arten des Luisiums mit denen der Wörlitzer Anlagen ergaben sich einige Besonderheiten. Auffällig ist vor allem der Zustand standortgerechter Arten wie Stiel-Eiche und Flatter-Ulme. Im Luisium sind diese noch an die natürliche Grundwasserdynamik angebunden und weisen deutlich bessere Vitalitäten als in Wörlitz auf. Der Eiben- und Erlenbestand ist auf Grund des Hochwassereinflusses stärker geschädigt als in den Wörlitzer Anlagen.

Anlage 1 zeigt auf, dass die Gehölze innerhalb des Ringdeiches schlechtere Vitalitätszustände aufweisen als die außerhalb. Dies ist sicher auf den Komplex der Versauerung in der Gartenanlage und der damit zusammenhängenden Nährstoffunterversorgung aber generell auf die naturnäheren Verhältnisse außerhalb des eingedeichten Gartens zurückzuführen

Der Einfluss standörtlicher Gegebenheiten kann auf Grund der geringen Differenzierung des Gartenbereiches nicht dargestellt werden.

7. Erstellung eines digitalen Dokumentations- und Informationssystems

7.1 Das Dokumentations- und Informationssystem

Das Datenmanagement und die Dokumentation der Projektergebnisse sollte in dem Modellvorhaben durch ein serverbasiertes Informationssystem mit der Möglichkeit einer dezentralen Dateneingabe und -pflege von Geo- und Sachdaten unterstützt werden. Dazu wurde das Integrationssystem *cardo* ausgewählt.

cardo ist eine Softwarelösung zur Bereitstellung und Analyse von GIS-Datenbeständen innerhalb von Verwaltungen oder Unternehmen, aber auch zur Publikation kartografischer Informationen im Internet. Das System ist modular aufgebaut und bietet die Möglichkeit GIS-Daten aus unterschiedlichsten Quellen zu beschreiben und damit für potenzielle Interessenten nutzbar zu machen.

cardo erfüllt eine wesentliche Voraussetzung für den Aufbau fachübergreifender Informationssysteme durch die transparente Einbindung bestehender Daten und Fachsysteme unter Gewährleistung der Datensicherheit, unabhängig von der zugrunde liegenden Datenquelle. Dabei wird besonderer Wert auf eine einfache und trotzdem detaillierte Administration aller Datenquellen gelegt. Änderungen an bestehenden Strukturen und Redundanzen werden so weit wie möglich vermieden.

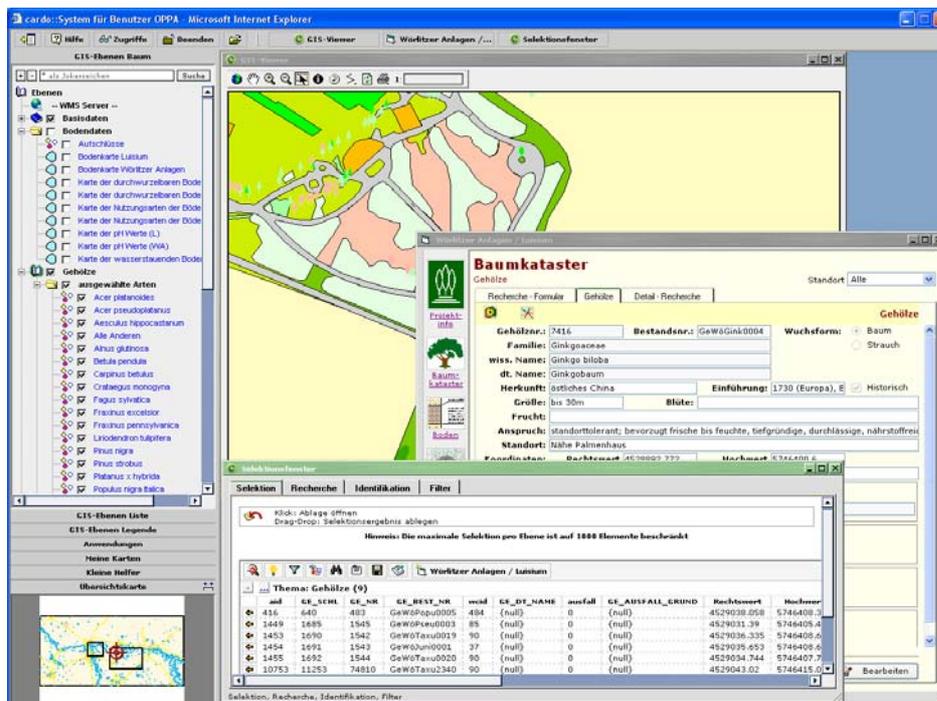


Abbildung 7-1: Informationssystem *cardo*

cardo ist ein vollständig webbasiertes System zur Präsentation, Bearbeitung und Analyse von Geo- und Sachdaten. Die Installation von zusätzlicher Clientsoftware ist nicht erforderlich. Als Softwarekomponente auf dem Klienten kommt lediglich der Internetexplorer ab Version 5.5 zum Einsatz.

Neben der Standard-GIS-Funktionalität stehen eine Vielzahl weiterer Visualisierungs-, Analyse- und Verschneidungsfunktionen für Sach- und Geodaten zur Verfügung. Die Einbindung von CAD-Daten kann über ein Upload-Verfahren realisiert werden. Ebenso stehen Komponenten für den Export von Geo- und Sachdaten in unterschiedliche Zielformate zur Verfügung. Damit werden die Vorzüge einer webbasierten Lösung mit der Möglichkeit der Weiterverarbeitung von Datenbeständen mit Desktop-GIS-Tools verbunden.

Ein herausragendes Merkmal der *cardo*-WebSuite ist das Administrationswerkzeug. Dieses erlaubt unter Nutzung der Domänenkonten eine detaillierte Zuordnung der Berechtigungen für Nutzer und Gruppen auf Feld- und Datensatzebene für die Sachdaten und die Vergabe der entsprechenden Berechtigungen für Ansicht, Bearbeitung und Export von Geodaten. Diese Applikation ist ebenfalls komplett webbasiert und gestattet die Delegation ausgewählter Administrationaufgaben an die Fachabteilungen.

Mit Hilfe der *cardo* Programmierschnittstelle lassen sich spezielle Fachanwendungen entwickeln und in das System einbetten. Somit haben diese Fachschalen Zugriff auf die GIS-Funktionalitäten des Basissystems. Auf der Grundlage dieser Schnittstelle wurde die Fachanwendung "Wörlitzer Anlagen und Luisium" mit den Applikationen "Boden", "Hydrologie" und "Gehölze" entwickelt.

7.2 Datenbestände

Während der Projektbearbeitung wurden die in den verschiedenen Sachgebieten erfassten geografischen Datenbestände sowie alle am Standort Wörlitz bereits vorhandenen Altdatenbestände für das *cardo* System aufbereitet und in einer Ordner- bzw. Baumstruktur ähnlich dem Windows Explorer als Ebene (Layer) abgelegt. Als Speichermedium für Sachinformationen wurden verschiedene MS Access Datenbanken eingesetzt.

7.2.1 Basisdaten

Als topografische Grundlage der Übersichtskarte wurden ausgewählte Daten des Systems ATKIS vom Landesamtes für Landesvermessung und Datenverarbeitung Land Sachsen-Anhalt

genutzt. Die Projektrahmen grenzen die Bearbeitungsgebiete Wörlitzer Anlagen und Luisium auf der Übersichtskarte ein.

Eingeordnet sind die topografischen Basisdaten im cardo Ebenenbaum im Ordner "Basisdaten".

7.2.2 Bodendaten

Der Ordner "Bodendaten" enthält die Stellen der Probenahmen als Punktinformationen (Peilstangen, Rammkernsondierungen, Schürfe). Die Objekte dieser cardo Ebene sind mit der Applikation Boden verknüpft, über die weitere Informationen abgerufen werden können.

Des Weiteren enthält der Ordner folgende Karten, welche als Ergebnisse der Bodenanalysen entstanden sind:

- Bodenkarten,
- Karte der durchwurzelbaren Bodenschicht,
- Karte der Nutzungsarten der Böden,
- Karte der pH-Werte,
- Karte der wasserstauenden Bodenschicht.

7.2.3 Hydrologie

Der Ordner "Hydrologie" enthält die Pegel und Grundwassermessstellen des Untersuchungsgebietes. Die Ergebnisse der hydrologischen Untersuchungen vom Frühjahr und Herbst 2004 spiegeln sich in den Karten:

- Grundwasserflurabstandskarte Mai 2004,
 - Grundwasserflurabstandskarte Oktober 2004,
 - Grundwassergleichenplan der Wörlitzer Anlagen Mai 2004,
 - Grundwassergleichenplan der Wörlitzer Anlagen Oktober 2004.
-

7.2.4 Gehölze

Der Ordner "Gehölze" beinhaltet die Standorte der Gehölze sowie eine Sammlung von verschiedenen Sichten auf die Datenbestände in der Datenbank sowie Sichten auf Analyseroutinen in der Datenbank bezogen auf den Zustand der Gehölze.

Auf Detailinformationen über Gehölze kann mittels der Applikation "Gehölze" zugegriffen werden.

Folgende Karten sind im Ordner "Auswertung 2004", basierend auf den Analyseroutinen der Datenbank, verfügbar:

- Karte der ausgefallenen Gehölze,
- Karte der staunässegefährdeten Gehölze,
- Karte der basenliebenden (basiphilen) Gehölze,
- Karte der säureliebenden (azidophilen) Gehölze,
- Karte der Vitalität aller Gehölze,
- Karte der Vitalität ausgewählter Arten,
- Karte der Vitalitätsänderung der Gehölze der Wörlitzer Anlagen.

7.3 Die Applikation Gehölze

Die Applikation „Gehölze“ ist auf der Grundlage einer am Standort Wörlitz betriebenen Einzelplatzlösung einer Gehölzdatenbank entstanden. Die Tabellenstruktur der vorhandenen Lösung wurde analysiert und in eine MS Access 2000 Datenbank überführt. Die Tabellenstruktur wurde dabei im Hinblick auf die Vermeidung von redundanten Daten sowie auf die Gestaltung der Eingabeformulare teilnormalisiert. Um Eingabefehler zu reduzieren, wurden für geeignete Datenfelder Auswahllisten erstellt, aus denen der Bearbeiter den passenden Wert selektieren kann. Einige Datenfelder wurden für die manuelle Bearbeitung gesperrt. Diese werden von der Anwendung in Abhängigkeit von den Werten anderer Datenfelder der Datenbank automatisch aktualisiert.



Abbildung 7-2: Formular "Gehölze" mit Stammdaten eines Gehölzes

Die Applikation wird über einen Klick auf das Symbol „Wörlitzer Anlagen / Luisium“ der Auswahlgruppe „Anwendungen“ in der cardo Menüleiste am linken Rand des Fensters gestartet.

Nach dem Start der Anwendung öffnet sich das Applikationsfenster mit einem Recherche - Formular zum schnellen Auffinden von gesuchten Gehölzen über Sachdaten. Derzeit realisiert sind die Selektion über den Gattungsnamen und die Gehölznummer. Nach der Auswahl eines Datensatzes werden die Stammdaten des Gehölzes angezeigt.

Durch Klicken auf die Sektionen „Maßnahmen“, „Bemerkungen“ und „Aufnahmen“ können weitere Detailinformation abgerufen werden.

Kulturstiftung Dessau Wörlitz -- Web Page Dialog

Aufnahmenr.: 4 Datum: 17.06.2004

Gesamtbild

Höhe: 8 Wuchs: normal kümmerwuchs Schädlingsbefall:

Stamm-Ø: 0,2 (in 1,3m Höhe) Baumkrone: absterbend Stammgabelung Pilzbefall:

Kronen-Ø: 4

Abweichung von der arteigenen Gestalt Stammneigung Stammgabelung Mehrstämmigkeit

Position

eingeengt zu nah an Gebäuden

Wurzelbereich

Bodenauftrag Bodenabtrag Bodenbedeckung frei bewachsen teilversiegelt versiegelt sonstiges: Wurzeln z.T. freigelegt

Stamm

Wunden: keine gering mittel stark Stamm hohl

Überwallung: gut schlecht

Faulstellen (Stammfuß): keine gering stark

Faulstellen (Stamm): keine gering stark sonstiges:

Baumkrone

Kronenansatz: spitze Gabel weite Gabel aufgerissene Gabel faulende Gabel eingeschl. Rinde Astausbrüche Beschädigungen am Stammkopf

Krone: Astausbrüche gebrochene Äste Faulstellen Wipfeldürre Astbesen Totholz weit ausl. Äste vorz. Laubfall Mistelbefall Blattschäden

Belaubung: 85% Blattgröße: normal kleiner sonstiges: Nadelvergilbung 10%

Zustand

Pflegezustand: gut mäßig schlecht Ges.-zustand: keine Schäden erkennbar mäßig beschädigt stärker beschädigt schwer beschädigt bis absterbend abgestorben

Vitalität: 1

4 von 4

Bearbeiten Schließen

Abbildung 7-3: Formular „Gehölzaufnahmen“ mit Detailinformationen zum Gehölz aus verschiedenen Jahren

Der Aufruf der Applikation kann auch über die Ergebnisliste einer grafischen Selektion in der Karte erfolgen. Die ausgewählten Objekte (Gehölze) werden dabei in der Ergebnisliste des Recherche – Formulars der Anwendung angezeigt.

Eine weitere implementierte Funktion stellt eine Verbindung vom Gehölz zu den bodenkundlichen und hydrologischen Analyseergebnissen her. In der Datenmaske "Gehölze" können durch Drücken der Schaltfläche "Beziehungen anzeigen" die sich in der Nähe befindlichen Standorte von Pegeln / Grundwassermessstellen sowie Peilstangen / Rammkernsondierungen und Schürfen aufgelistet werden. Durch Anklicken können Stammdaten bzw. Analysewerte des gewählten Datensatzes abgerufen werden.

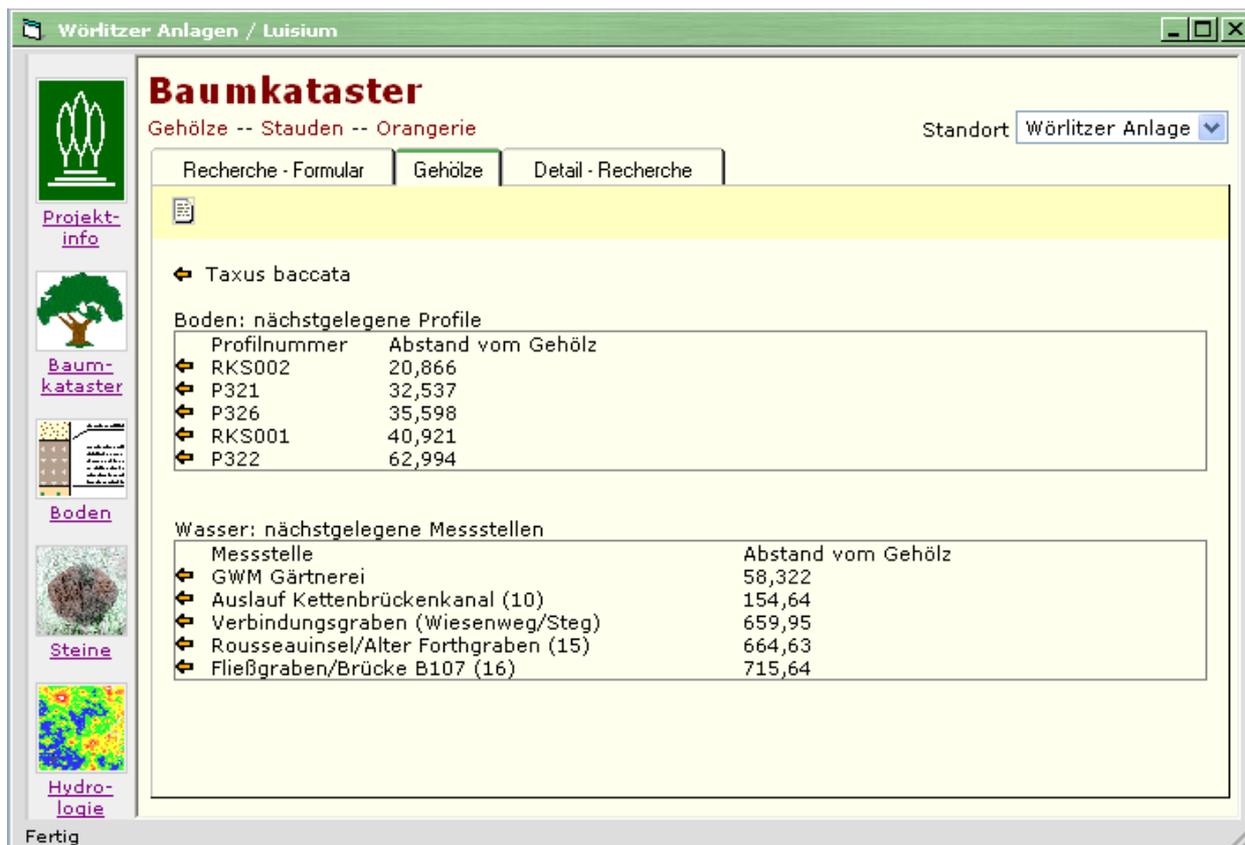


Abbildung 7-4: Formular „Beziehungen anzeigen“

In die Datenbank wurden verschiedene Analyseroutinen implementiert, mit deren Hilfe es möglich ist Aussagen über den Zustand, die Vitalität der Gehölze in der Karte darzustellen. Ergebnisse dieser Analysefunktionen sind im cardo – Ebenenbaum unter "Auswertung 2004" zuschaltbar.

7.4 Die Applikation Boden

Für die Verwaltung der Bodendaten wurde die MS Access Datenbank "sabo_p" vom Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt zur Verfügung gestellt. Zur Anzeige der Datenbestände wurde eine Web-Oberfläche als cardo Applikation entwickelt. Die Dateneingabe und Pflege erfolgt über die datenbankinterne Oberfläche.

Wörlitzer Anlagen / Luisium

468 von 698 Profil: RKS025

Meßtischblatt: 4140 Datum: 20.04.2004

Obj-ID für GIS: 25 Projekt: Wörlitz

Höhe ü. NN: R: 4529158 H: 5746052,2

Relief: TS

Neigung: N 0.1 Exposition:

Nutzung: NP vorausgeg. Witterung: WT3

Vegetation: PK

Geologie:	Hor-Nr.	Schicht	GEOGEN	Stratigraphie	Petrographie
	1	I	fo	qh	Lf
	2	I	fo	qh	Lf
	3	II	fo	qh	Tf
	4	II	fo	qh	Tf
	5	III	fo	qh	Sf
	6	III	fo	qh	Sf

Geologie:

Boden-Subtyp (SUBSTRATTYP_A): Hauptbodenform (BODENTYP_TGL):

Boden-Subtyp (SUBSTRATTYP_KA4): Hauptbodenform (BODENTYP_KA4):

fo-ll(Lf)\fo-ut(Tf)//fo-ls(Sf)//fo-ss(Sf) sAB-GG

Bodenlandschaft: Hauptbodentyp_TGL:

Hauptbodentyp_KA4: Vega-Gley Hauptsubstrattyp_TGL: l/t

Wasserhaushalt: 8 dm Bodenschätzung (alt):

Bodenschätzung (neu):

Bemerkungen:

Harmonisierungsstand: Bearb.: Rosche/Franke

Fertig

Abbildung 7-5: Formular "Boden"

Neben den Stammdaten eines Probenahmepunktes können Informationen über die Horizonte sowie die Daten der Analyseergebnisse abgerufen werden.

e	OTiefe	Tiefe	Plus_UTiefe	Probe	Grundfarbe	Humusgehalt	Skelett
0	15			25/1	swbn	h4	0
15	30			25/2	dbn	h3	0
30	55			25/3	gr	h0	0
55	90			25/4	hgr	h0	0
90	120			25/5	gr	h0	0
120	140			0	rolibn	h0	0
140	200			0	bligr	h0	0

Abbildung 7-6: Horizontdaten einer Rammkernsondierung

7.5 Die Applikation "Hydrologie"

Als Basis zur Speicherung der Daten über die Messstellen sowie die Wasseranalytik wurde eine MS Access Datenbank, entwickelt von der Firma HPC Harres Pickel Consult AG, genutzt. Analog zur Bodendatenbank wurde eine Web Oberfläche für diese Datenbank erstellt.

Wörlitzer Anlagen / Luisium

27 von 37

Profil: 68
Feuerlöschbrunnen I

Stammdaten - Analytik - Ionenbilanz - pH-Wert & Leitfähigkeit - Grundwasserspiegel

Allg. Brunnen- / Pegeldata

Baujahr: Messpunkthöhe [m]:

Betreiber: Geländeoberkante [m]:

Rechtswert: Aufschlussart:

Hochwert:

Topographische Karten

Name TK: TK10:

TK25:

Bohrdaten

Bohrfirma:

Betreuer:

Sonstiges

Bereich:

Status: Datum:

Bemerkungen:

Fertig

Abbildung 7-7: Formular "Messstellen" für hydrologische Untersuchungen

Auf der Seite Stammdaten werden allgemeine Daten über die Messstelle angezeigt. Die Seite Analytik listet die Ergebnisse der Messungen auf. Auf den folgenden Seiten Ionenbilanz, pH-Wert & Leitfähigkeit sowie Grundwasserspiegel werden einzelne Ergebnisse in Diagrammform präsentiert.

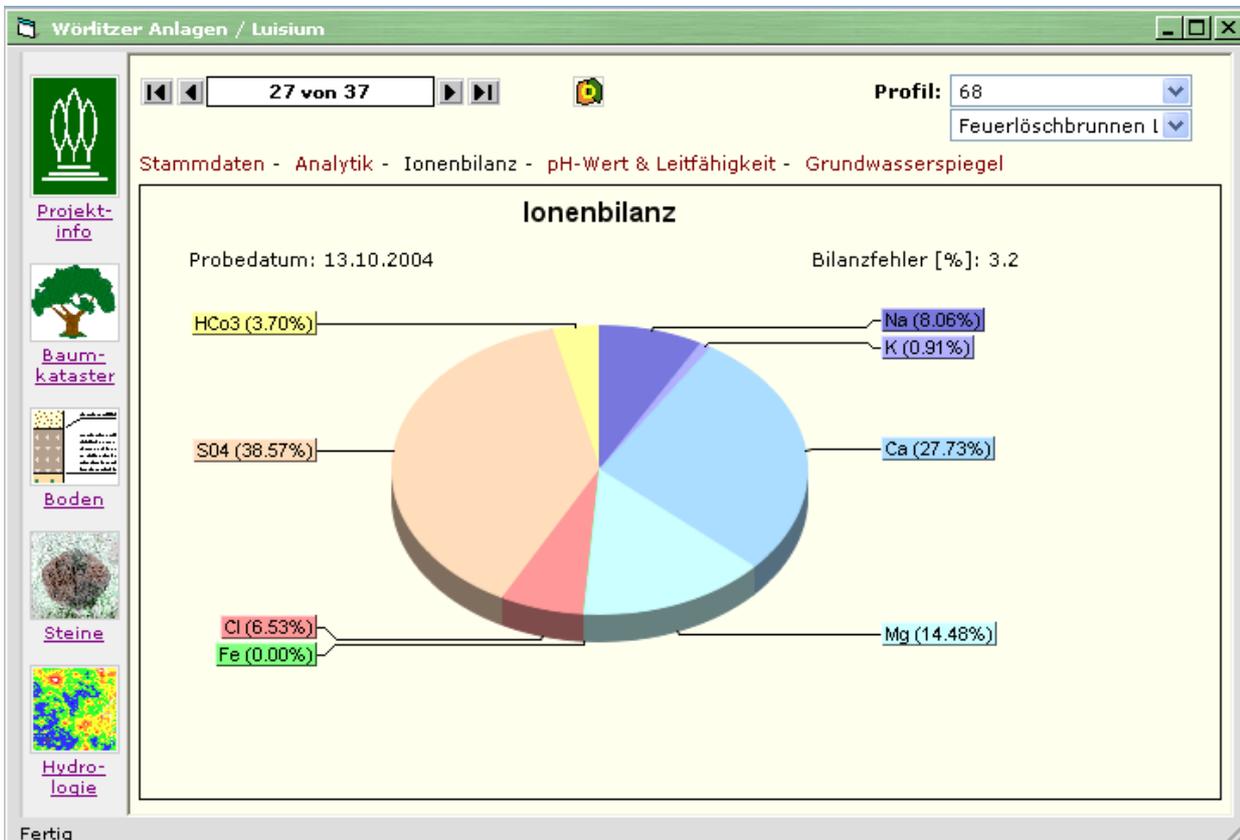


Abbildung 7-8: Darstellung der Ionenbilanz bei hydrologischen Untersuchungen

7.6 Systemvoraussetzungen für die Nutzung

Für die Nutzung des Systems sind clientseitig folgende Voraussetzungen notwendig:

- Microsoft Internet Explorer ab der Version 5.5,
- eine Internetverbindung mit mindestens 64Kbit (ISDN),
- eine Bildschirmauflösung von 1024x786 Pixel oder mehr,
- eine Farbtiefe von mindestens 16 Bit.

Sicherheitseinstellungen im Browser:

- (Sitzungs-) cookies zulassen,
- JavaScript aktiviert.

8. Schlussfolgerungen

8.1 Maßnahmen zur Verbesserung der Vitalität

Hinsichtlich der Verbesserung der Vitalität der Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen – aber auch im Luisium – können von Maßnahmen ausgeführt werden, die zum Einen auf die bessere Berücksichtigung der standörtlichen Besonderheiten bei der Pflege und Anlage der Gehölze aber auch auf die Verbesserung der Standorte ausgerichtet sind.

8.1.1 Verminderung der Artenvielfalt der Gehölze

Die Verringerung der Anzahl der Gehölzarten und –sorten ist insbesondere in den Wörlitzer Anlagen eine Möglichkeit zur Verbesserung der Vitalität des Gehölzbestandes. Gegenüber der historischen Vielfalt der Gehölze in den Anlagen wurde insbesondere im 19. Jahrhundert die Anzahl der Gehölzarten und –sorten stark erhöht. Als Beispiele hierfür wäre die Einbringung von Rhododendron und die deutliche Erhöhung der Anzahl der Nadelgehölzarten und –sorten anzuführen. Mit der Zunahme der Vielfalt der Gehölzarten in den Wörlitzer Anlagen ist zwangsweise das Problem verbunden, dass zahlreiche Arten und Sorten nicht an die spezifischen Standortverhältnisse der Aue bei Stauhaltung der Gewässer (hoher und vergleichmäßiger Wasserstand, sommerliche Austrocknung bei Vorhandensein von stauenden Schichten, Qualmwasser bei Hochwasser) angepasst sind. Ähnliches gilt für basiphile Arten, die bei dem Grad der Versauerung keine Möglichkeiten eines optimalen Gedeihens finden. Die Versauerung der Gehölzflächen hat eine Nährstoffverarmung zur Folge, die sich wiederum sehr negativ auf die Vitalität anspruchsvoller Gehölzarten auswirkt. Mit der Verringerung der Arten- und Sortenvielfalt verringert sich das Risiko des Ausfalls von Gehölzen durch fehlende standörtliche Anpasstheit. Zugleich wird damit ein Beitrag zur Annäherung (Rekonstruktion) an den ursprünglichen Zustand der Wörlitzer Anlagen geleistet. Bei denkmalfachlicher Stützung dieses Entwicklungszieles kann ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Vitalität des Gehölzbestandes geleistet werden.

Grundsätzlich sollte, wo es aus denkmalfachlichen Überlegungen hinsichtlich der Historizität des Gehölzbestandes und des Charakters der Wörlitzer Anlagen möglich ist, die Anzahl und Dichte des Nadelgehölzbestandes verringert werden. Unter den dichten Nadelgehölzbeständen kommt es zur Bildung von Sauerhumus, der zur Versauerung der Standorte beiträgt. Die Förderung von Gehölzen, vor allem solchen mit leicht zersetzbarem, stickstoffreichem Laub, wirkt dieser Sauerhumusbildung entgegen. Der Abbau der Ausbildung von saurem Rohhumus ist eine wesentliche Voraussetzung für die Verringerung der Versauerung in den Wörlitzer Anla-

gen, die aber gezielt durch Kalkung und entsprechender Düngung unterstützt und gefördert werden muss.

Milder Humus wird vor allem bei der Zersetzung von Laubstreu gebildet. Dabei entscheiden der Kohlenstoff- und der Stickstoffgehalt der Blätter über die Zersetzbarkeit. Zu berücksichtigen sind:

Schwer zersetzbares, kohlenstoffreiches Laub	Eiche, Buche
Gut zersetzbares Laub	Spitz-Ahorn, Berg-Ahorn, Hasel, Sal-Weide
Leicht zersetzbares Laub	Esche
Sehr leicht zersetzbares, stickstoffreiches Laub	Linde, Ulme, Espe, Pfaffenhütchen, Hartriegel

8.1.2 Standortgerechte Pflanzung der Gehölze

Bei der Pflanzung von Gehölzen sollte stärker die standörtliche Differenzierung berücksichtigt werden. Mit der nunmehr vorliegenden Bodenkarte und Grundwasserkarte sind hinreichende Informationen verfügbar, um von Staunässe (und Austrocknung) oder hoch anstehendem Grundwasser betroffene Böden zu erkennen und hier – unter Beachtung der historischen Gehölzartenlisten - nur solche Arten zu pflanzen, die eine Verträglichkeit gegenüber diesen Faktoren aufweisen. Dies gilt auch für die Substratdifferenzierung, hinter der sich Aspekte des Humus- und Nährstoffhaushaltes erkennen lassen.

Standortgerechtes Pflegen und Pflanzen erfordert aber auch die stärkere Berücksichtigung der Lichtverträglichkeit bzw. des Schattenerfordernisses vor allem für junge Gehölze. So können Stiel-Eiche oder Hänge-Birke nicht unter schattige Bestände gepflanzt werden, Rot-Buche hingegen nicht im Freiland oder an südexponierten Gehölzrändern. Zahlreiche Arten benötigen in der Jugend Halbschatten. Dem sollte bei Freiland durch Gruppenpflanzungen entsprochen werden, indem zunächst dienende Baumarten mit hoher Lichtverträglichkeit angepflanzt werden. Im Schutze des Schattens dieser Arten können dann Arten mit einem hohen Schattenerfordernis eingebracht werden. Schrittweise können später die dienenden Arten entnommen werden, um den denkmalfachlichen Zielbaum am Standort frei zu stellen.

Eine solche Vorgehensweise erfordert eine nachhaltige Dokumentation der Entwicklungsziele und der eingeleiteten Maßnahmen, um nach Jahrzehnten die notwendigen Schritte, z.B. zur Freistellung von Buchen, bewusst durchführen zu können.

8.1.3 Verringerung der Versauerung der Standorte und Verbesserung des Nährstoff- und Humushaushaltes unter Gehölzflächen

Wie in den Kapiteln 4.5 (Zusammenfassende Bewertung zu den bodenkundlichen Untersuchungen) und 6.5 (Zusammenfassende Bewertung der Vitalität der Gehölze) herausgestellt wurde, sind vom Boden ausgehend folgende Faktoren für die Gehölzentwicklung von besonderer Bedeutung:

- Wasserverhältnisse
- Bodenazidität (pH-Wert)
- Nährstoffverfügbarkeit

In den Wörlitzer Anlagen und im Luisium liegen diese genannten Faktoren für eine Vielzahl der Gehölze außerhalb des Optimalbereiches. Einzuleitende Maßnahmen zur Verbesserung der Gehölzentwicklung können grundsätzlich unterteilt werden in:

- passive Maßnahmen, wie die Anpassung der Gehölzbestände an die gegebenen Standortfaktoren, und
- aktive Maßnahmen, wie z.B. die Einstellung beeinflussbarer Standortfaktoren in für die Gehölze optimale Bereiche.

Eine Anpassung der Gehölzbestände an die besonderen, wenig oder nicht beeinflussbaren standörtlichen Bedingungen, wie geringmächtige durchwurzelbare Schichten, hohe Grundwasserstände, Stauwassereinfluss u.s.w., kann nur langfristig durch gezielte Nachpflanzungen erfolgen.

Die Maßnahmen für die bestehenden Bestände sind dagegen auf die optimale Gestaltung der beeinflussbaren standörtlichen Bedingungen entsprechend den Anforderungen bzw. Toleranzbereiche der Gehölze zu richten. Hierbei muss beachtet werden, dass sich die oben genannten bodenkundlichen Standortfaktoren in unterschiedlichem Maße wechselseitig beeinflussen, so dass Veränderungen von Einzelfaktoren i.d.R. den gesamten Faktorenkomplex betreffen.

Die Möglichkeiten der anthropogenen Einflussnahme auf die o.g. Faktoren sind unterschiedlich.

Wasserverhältnisse

Hinsichtlich der herrschenden Wasserverhältnisse wurden die Möglichkeiten der Einflussnahme in den Wörlitzer Anlagen in der Vergangenheit nahezu ausgeschöpft. Seit dem 18. Jahrhundert erfolgten durch Deichbauten umfangreiche Vorkehrungen für den Hochwasserschutz, deren heutiger Stand sich mit vertretbarem Aufwand kaum verbessern lässt. Gleiches gilt für die Regulierung des Grundwassers durch Maßnahmen zur Stabilisierung der Wasserstände in den Gewässern.

Im Luisium sind die Grundwasserverhältnisse enger als in den Wörlitzer Anlagen an die Dynamik der nahe gelegenen Flüsse gekoppelt, und eine anthropogene Regulierung des Grundwassers scheidet hier aus. Zeitweilig hohe Grundwasserstände bei Überflutungen im Wechsel mit Sommertrockenheit sind als unvermeidlich zu berücksichtigen.

Die Möglichkeiten der Einflussnahme beschränken sich also bei den Wasserverhältnissen auf passive Maßnahmen. Diese bestehen vorrangig darin, dass bei Neuanpflanzungen die Ansprüche der Gehölzarten mit den jeweiligen Wasserverhältnissen des Standortes (z.B. Staunässe, Sommertrockenheit) in Übereinstimmung zu bringen sind. Durch die im Projekt erarbeiteten Unterlagen sind Flächen ohne und mit unterschiedlicher Intensität der Ausprägung erkannt worden. Die Möglichkeit der Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse bei der Gehölzauswahl für Nachpflanzungen ist damit gegeben.

Für die Verbesserung der Gewässergüte insbesondere im südöstlichen Seearm erscheint es jedoch erforderlich, den historischen Graben zur Grotte der Egeria als zweiten Zufluss der Wörlitzer Anlagen wieder zu aktivieren.

Bodenazidität (pH-Wert)

Der pH-Wert des Bodens wird - bei Bedarf - in der Praxis durch Kalkung erhöht. Die Ziel-pH-Werte von Böden hängen von der Nutzung, von der Bodenart und vom Humusgehalt ab. Für große Teile der Wörlitzer Anlagen sind die in Tabelle 8-1 aufgeführten Ziel-pH-Werte zutreffend (MÜLLER 1997).

Der Vergleich der Ziel-pH-Werte mit den Ergebnissen der bodenkundlichen Untersuchungen zeigt, dass auf dem überwiegenden Teil der Flächen der Anlagen die pH-Werte deutlich zu niedrig sind. Der profilbezogene Kalkbedarf zur Einstellung der für die jeweiligen Standorte optimalen pH-Werte ist abhängig vom ermittelten pH-Wert, der Durchwurzelungstiefe, der Substratabfolge (Bodenartenabfolge) und dem Humusgehalt.

Tabelle 8-1: Ziel-pH-Werte für Böden in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium nach MÜLLER (1997), zusammengefasst

Nutzung	pH-Werte für			
	Sandböden	Lehmböden	Schluffböden	Tonböden
Gehölzflächen ¹⁾	4,6	5,0	5,5	6,0
Grünflächen ²⁾	5,0	5,5	6,0	6,0

¹⁾ Werte für Forstböden

²⁾ Werte für Grünlandböden, Humusgehalt bis 10 Masse- %

Da es nicht möglich ist, den gesamten Wurzelraum gleichzeitig aufzukalken, muss die Einstellung des optimalen pH-Wertes schrittweise erfolgen. Dabei ist so zu verfahren, dass ein sprunghaftes Ansteigen des pH-Wertes vermieden wird. Ein schneller Anstieg des pH-Wertes kann eine intensive Nährstofffreisetzung zur Folge haben. Dadurch werden ggf. Ungleichgewichte in der Nährstoffversorgung und/oder der Wasserversorgung verursacht bzw. verstärkt.

Zunächst sollte Kalk nur in solchen Mengen ausgebracht werden, die zur Erreichung optimaler pH-Werte bis in eine Bodentiefe von 0-10 cm – in die der Kalk in relativ kurzer Zeit verlagert wird – erforderlich sind. Wie im Bericht dargestellt, findet im Laufe der Zeit eine natürliche und durch anthropogene Faktoren begünstigte Verlagerung des Kalkes in tiefere Bodenschichten statt. Die verlagerte Kalkmenge muss dann durch erneute Kalkgaben ersetzt werden. Für die Feststellung des Zeitpunktes der erneuten Kalkgaben sind wiederum pH-Wert-Messungen erforderlich, die stichpunktartig im zeitlichen Abstand von jeweils zwei Jahren nach der letzten Kalkgabe erfolgen sollten.

Richtwerte des Kalkbedarfes für die oberen 10 cm des Bodens sind für unterschiedliche Bodenarten und Humusgehalte in Tabelle 8-2 enthalten.

Tabelle 8-2: Richtwerte für Kalkmengen (CaO) zur Einstellung des Ziel-pH-Wertes 5,5 in den oberen 10 cm von Böden bei vorliegendem pH-Wert-Bereich 4,2-5,0 in Abhängigkeit von der Bodenart und dem Humusgehalt nach MÜLLER (1997), zusammengefasst

Bodenarten-hauptgruppe	Kurzzeichen d. Bodenartenhauptgr.	Bodenarten-gruppe	Kurzzeichen der Bodenartengruppe	Tongehalt [M-% des Feinbodens]	Kalkbedarf CaO [g/m ²] für pH-Wert-Bereich 4,2-5,0	
					2 - 5 M-% Humus	5 - 10 M-% Humus
Sande	s	Reinsande	ss	0-5	40	80
		Schluffsande	us	0-8	40-60	80-100
		Lehmsande	ls	0-12	40-70	80-110
Schluffe	u	Sandschluffe	su	0-8	40-60	80-100
		Lehmschluffe	lu	8-17	70-90	110-120
		Tonschluffe	tu	17-30	110-130	150-170
Lehme	l	Sandlehme	sl	8-25	70-110	110-150
		Normallehme	ll	17-35	110-140	150-180
		Tonlehme	tl	25-45	140-180	180-220
Tone	t	Schlufftone	ut	25-45	140-180	180-220
		Lehmtone	lt	45-100	230-330	270-370

Aus Tabelle 8-2 ergeben sich für die Erstkalkung auf den Gehölzflächen in den Wörlitzer Anlagen (Flächentypen der Bewuchsform: „Gehölze dicht“, „Gehölze locker“) in Abhängigkeit von der jeweiligen Bodenartenhauptgruppe (s. Bodenformenkarte) folgende Schätzwerte:

- für Reinsande: $60 \pm 20 \text{ g/m}^2$ ($6 \pm 2 \text{ dt/ha}$) CaO je nach Humusgehalt des Oberbodens,
- für Lehmsande: $80 \pm 30 \text{ g/m}^2$ ($8 \pm 3 \text{ dt/ha}$) CaO je nach Tongehalt und Humusgehalt des Oberbodens,
- für Lehme/Schluffe: $150 \pm 70 \text{ g/m}^2$ ($15 \pm 7 \text{ dt/ha}$) CaO je nach Tongehalt und Humusgehalt des Oberbodens

(Zuschläge im jeweils angegebenen Bereich bei hohen Tongehalten bzw. hohen Humusgehalten, Abschläge bei niedrigen Gehalten; jeweils höchste Mengen bei Vorhandensein einer geschlossenen Auflagehumusdecke).

Auf den Flächen mit der Bewuchsform „Gehölze bzw. Gehölzgruppen“ auf Wiesen sind keine flächenhaften Kalkgaben erforderlich, da der pH-Wert überwiegend im Bereich $\geq \text{pH } 5$ liegt. Die hier festzustellenden, relativ günstigen pH-Werte resultieren aus der Bedarfskalkung der Wiesen. Diese Kalkung muss entsprechend beibehalten werden.

Für das Luisium gilt für alle Gehölzflächen der Schätzwert für Lehme/Schluffe: $150 \pm 70 \text{ g/m}^2$ ($15 \pm 7 \text{ dt/ha}$) CaO je nach Tongehalt und Humusgehalt des Oberbodens.

Bei der Kalkausbringung ist zu beachten, dass sich die o.a. Werte aus Gründen der Vergleichbarkeit auf CaO (Branntkalk) beziehen. Für forstliche Bodenschutzkalkungen empfiehlt die Sächsische Landesanstalt für Forsten (LFA 2000) die Verwendung von Kohlensäuren Magnesiumkalken. Je nach CaCO_3 - und MgCO_3 - Gehalt der Dünger sind Umrechnungen der basenwirksamen Bestandteile (bwB) notwendig, um die Aufwandsmenge zu bestimmen.

Bei den empfohlenen Mindestgehalten (LFA 2000) von 80% CaCO_3 und MgCO_3 in Summe, betragen die Aufwandsmengen etwa das Zweifache der für CaO angegebenen Werte.

Nährstoffe

Aus den im Rahmen des Projektes durchgeführten Nährstoffuntersuchungen geht hervor, dass die geringen Mengen von verfügbarem Stickstoff (Nitrat) und Phosphor nur aus der Zersetzung der organischen Substanz im Oberboden resultieren. Da der Oberboden in den Sommermonaten überwiegend vollständig ausgetrocknet ist, sind die hier vorhandenen Vorräte für die Gehölze dann unzugänglich. Durch Verlagerung in den Unterboden transportierte Nährstoffe wurden durch die Gehölze vollständig aufgenommen und/oder durch Bodenprozesse (Mineralisierung des Nitrats, Einbau von Phosphor in Minerale) aufgebraucht. Eine gezielte Verbesserung der Nährstoffverfügbarkeit ist nach diesen Ergebnissen notwendig.

Nach erfolgter Erstkalkung wird es bereits zu einer verstärkten Mineralisierung des Humus durch mikrobiellen Abbau und damit zu Nährstofffreisetzungen kommen, die tendenziell einen positiven Einfluss auf die Versorgung der Gehölze haben dürften.

Für eine genauere Diagnostik der Nährstoffverhältnisse sind weitergehende Nährstoffuntersuchungen erforderlich, bei denen die geschädigten Gehölze direkt (Pflanzenanalysen) und/oder deren Standort (Bodenanalysen für den Hauptwurzelraum) untersucht werden sollten.

Die Methode der Pflanzenanalyse (Blätter bzw. Nadeln), bei der die Gehalte der Nährelemente innerhalb der Pflanze bestimmt werden, ist in der Lage auch für Einzelgehölze den Nährstoffstatus zu klären, um gezielte Maßnahmen einleiten zu können. Die hierfür allerdings erforderlichen Vergleichsgrößen der Nährelementkonzentrationen (Orientierungswerte) für die jeweilige Baumart liegen nur für wenige heimische Nutzholzarten vor (BAUMGARTEN u.a., 2000, FIEDLER u.a., 1973, NEBE 1963). Für die Vielzahl nichtheimischer Arten und Gehölze mit einem hohen Alter sind keine Orientierungswerte verfügbar.

Es wird daher vorgeschlagen, Pflanzenanalysen an Gehölzen durchzuführen, für die Vergleichswerte vorliegen, um den Nährstoffmangel bei diesen Arten im Grundsatz zu erkennen. Erkannte Probleme sind dann in ihrer Gültigkeit für Gehölzarten ohne diese Untersuchungsmöglichkeit zu interpretieren. Für die bodenkundliche Nährstoffbedarfsbestimmung im Rahmen der Bemessung von Düngungsmaßnahmen sollten Bodenanalysen durchgeführt werden. Durch diese Analysen sind für den Hauptwurzelraum der Gehölze die Gehalte an Makronährstoffen sowie Humus zu bestimmen. Daraus ist durch Bilanzierung der nach Elementen differenzierte Düngebedarf und der Bedarf an organischer Substanz auszuweisen, der erforderlich ist, um einen für das Gehölz angepassten Bodenzustand zu erreichen. Bei der Bilanzierung sind die z.T. hohen Sulfatgehalte der Böden zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, im Rahmen der Nährstoffuntersuchungen auch den Kalkbedarf zu bilanzieren, weil dadurch eine genauere Bestimmung als durch die Richtwerte nach MÜLLER (1997) möglich ist.

Für die Bodenanalysen können in einer ersten Stufe die aus den Rammkernsondierungen bei den Geländeuntersuchungen entnommenen und archivierten Bodenproben verwendet werden.

Bei der Umsetzung der durch Auswertung der Nährstoffanalysen zu erarbeitenden Düngungsempfehlung sollte geprüft werden, inwieweit Komposte aus parkeigenen organischen Materialien aufbereitet und für die Düngung einsetzbar sind. Dafür müssten - ebenso wie für die Böden - Nährstoffanalysen des Kompostes erfolgen. Kalk- und Nährstoffdefizite des Kompostes sind gegebenenfalls durch mineralische Zuschläge auszugleichen. Ziel sollte es dabei sein, eine langsam fließende Nährstoffquelle zu schaffen, die eine allmähliche und nachhaltige Versorgung der Gehölze ermöglicht. Die zu verwendenden Komposte müssen entsprechend „ausgereift“ sein.

8.1.4 Ausgleich der Humus- und Basenbilanzen

Durch die Pflege der Anlagen kommt es zu einem ständigen Entzug von Biomasse. Dies betrifft den Grasschnitt, die Beseitigung des Falllaubes und die Entnahme von Schnitt- und Totholz. Der Eintrag von Kompost erfolgt dagegen in der Regel nicht oder nur sporadisch. Zur Verbesserung der Humus- und Basenbilanzen ist es notwendig, vor allem milden Humus auf die Gehölzflächen aufzubringen und den Entzug von Biomasse zu verringern. Bei Untersuchungen von Waldböden im Saarland wurde festgestellt, dass die vollständige Entnahme von Derbholz auf versauerten Standorten zu einer Verschärfung der negativen Basenbilanzen führt. Im Rückschluss daraus wird gefordert, dass Standorte mit negativen Basenbilanzen über entsprechende Belassung von Derbholz in den Beständen bei Durchforstungen und die damit verbundenen Basenrückführungen gesteuert und in gewissem Umfang in Relation zum Versauerungszustand vermutlich stabilisiert werden können (vgl. GERBER, KUBINIOK UND FRITZ 2004).

Für die Wörlitzer Anlagen und das Luisium ist daraus zu schlussfolgern, dass die versauerten Standorte der Gehölzflächen durch Auftrag von Kompost in ihrer Basenbilanz verbessert werden können. Dazu sollte eine Kompostbewirtschaftung entwickelt werden, die in einem Kreislauf den Biomasseentzug kompensiert. Dabei ist sicher zu stellen, dass keine Schadstoffe mit dem Kompost in die Anlagen eingebracht werden. Bei Entnahme abgestorbener Bäume und bei der Gehölzpflege sollen Gehölzschnitt und Derbholz in einem vertretbaren Umfang in den Anlagen verbleiben soweit dies verträglich mit dem Erscheinungsbild ist.

FIEDLER u.a. (1973) geben folgende Hinweise zur Kompostierung: Zur Kompostherstellung können alle organischen Stoffe verwandt werden, die keine den Kompostierungsprozess überstehenden schädlichen Substanzen und Unkrautsamen enthalten. Die Komposthaufen müssen genügend Nährelemente (vor allem Stickstoff) enthalten. Eine Vermischung des Kompostmaterials mit organischen Düngern (z.B. Stallmist) oder auch mineralischen Stickstoffdüngern (je m³ Kompost bis zu 3 kg eines 20%-igen Stickstoffdüngemittels) wird empfohlen. Weiterhin sollten je m³ Kompost 3 kg Branntkalk (CaO) oder 5 kg kohlensaurer Kalk (CaCO₃) zugesetzt werden. Die zu mischenden Bestandteile sollten abwechselnd in Schichten bis zu einer Höhe von etwa 1,5 m übereinander gesetzt und mit wenig Boden abgedeckt werden. Es ist notwendig, das zu kompostierende Material feucht zu halten und die Haufen von Zeit zu Zeit zur Auflockerung und Durchmischung umzuarbeiten. Je nach der Zersetzbarkeit des Ausgangsmaterials ist der Kompost nach vier bis zwölf Monaten verwendungsfähig.

Durch Pflanzen- und Bodenuntersuchungen ist in regelmäßigen zeitlichen Abständen eine Erfolgskontrolle der Düngung und gegebenenfalls eine Anpassung zukünftiger Maßnahmen vorzunehmen. Der Aufwand hierfür kann auf Grund der verfügbaren Flächenausgrenzung wesentlicher Standortfaktoren (Bodenkarten) relativ gering gehalten werden, wenn die Areale gleicher Bodenbedingungen als Behandlungsareale für die Düngung und als Beprobungsflächen für Kontrolluntersuchungen zugrunde gelegt werden.

8.2 Monitoring

Die Kontrolle der Entwicklung des Gehölzbestandes verlangt die periodische Bewertung seiner Vitalität. Wie die bisherigen Ergebnisse aus den Wörlitzer Anlagen zeigen, kann insbesondere der Vergleich von aufeinander folgenden Bewertungen wichtige Erkenntnis vermitteln. Deshalb sollte grundsätzlich von einem Monitoring des Gehölzbestandes ausgegangen werden.

Im Luisium ist zusätzlich vorrangig eine Zweitbewertung des Gehölzbestandes erforderlich, da hier keine vorgelaufene Bewertung der Vitalität der Gehölze vorliegt und die Auswirkungen der Überflutung im Sommer 2002 unbedingt der Nachkontrolle bedürfen.

Die zeitlichen Abstände zur Bewertung der Vitalität des Gehölzbestandes in den Anlagen sollte sich nicht an formalen Fristen orientieren, sondern die Witterungsabläufe der Jahre oder Hochwasserereignisse berücksichtigen. So könnten Vergleiche „normaler“ Witterungsperioden mit solchen sehr trockener oder sehr nasser Perioden verglichen werden.

Sehr sinnvoll wäre auch die Bewertung des Zustandes der Gehölze auf differenzierten Standorten auch in weiteren Gebieten des Dessau-Wörlitzer Gartenreiches. So erstreckt sich der Oranienbaumer Garten auf einer Niederterrasse, so dass hier grundwassernahe, saure Sandstandorte mit denen der Aue verglichen werden könnten.

Der gesamte Gehölzbestand in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium kann und muss nicht bei jeder Bewertung der Vitalität vollflächig erfasst werden. Repräsentative Flächenstichproben lassen hier durchaus das angestrebte Monitoring zu. In den Wörlitzer Anlagen würden sich z.B. als Vergleichsflächen Schochs Garten und der Weidenheger zwischen Großem und Kleinem Walloch anbieten. Im Luisium könnte, als repräsentativ der westliche Teil des Gartens mit den nördlich angrenzenden Flächen des Tiergartens und den südlich gelegenen Bereichen des Parkvorgeländes bis zum Weinberg erfasst werden.

Werden die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verbesserung der Standorte umgesetzt, so soll damit auch ein Bodenmonitoring im Sinne einer Erfolgskontrolle durchgeführt werden. Dies ist auch erforderlich, um mögliche und notwendige Steuerungen hinsichtlich der bodenverbessernden Maßnahmen vornehmen zu können. Das Bodenmonitoring soll sich auf die Kennwerte pH-Wert, Makronährstoffe N, P, K und den Humus beziehen.

Im Luisium wäre es erforderlich, im Rahmen des Bodenmonitorings auch die Flächen des Gestüts und des südlichen Parkvorgeländes mit einzubeziehen. Diese Flächen weisen noch die ungestörte Hochwasserdynamik auf und sind deutlich naturnäher. Hier wurden bessere Vitalitäten der Gehölze als im engeren, eingedeichten Garten gefunden.

9. Zusammenfassung

Das **Dessau-Wörlitzer Gartenreich** entstand in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts. Der 18-jährig an die Regierung gelangte und humanistisch gesinnte Fürst Leopold III. Friedrich Franz von Anhalt-Dessau (1740-1817) initiierte im Zusammenhang mit umfangreichen aufgeklärten Reformbemühungen gemeinsam mit seinem Freund, Berater und Architekten Friedrich Wilhelm von Erdmannsdorff (1736-1800) und zahlreicher Gärtner und Mithelfer seit 1758 eine Landesverschönerung. Diese erfolgte im Stil des englischen Landschaftsgartens einschließlich der damit neu entstandenen Baustile Klassizismus und Neugotik.

Von der ursprünglichen Gestaltung der gesamten Landesfläche des Fürstentums Anhalt-Dessau haben sich bis heute etwa 145 qkm im Elbe- und Muldetal erhalten und stehen unter Denkmalschutz. Das Dessau-Wörlitzer Gartenreich wurde als **UNESCO-Weltkulturerbe** gewürdigt. Gestalterische Höhepunkte der mit zahlreichen Bauwerken, Deichen, Gräben, Alleen, Pflanzungen und weiten Sichten verschönerten Landschaft bilden eine Reihe von Gärten. Diese stellen Gesamtkunstwerke von Bau-, Garten- und bildender Kunst dar. Sie sollen so auf den Besucher wirken, als hätte die Natur und nicht die Kunst diese Anlagen geformt. Die Auenlandschaft wurde zugleich als **UNESCO-Biosphärenreservat Flusslandschaft Mittlere Elbe** unter Schutz gestellt.

Die **Wörlitzer Anlagen** gelten als gestalterischer Höhepunkt des Dessau-Wörlitzer Gartenreichs. Sie gliedern sich in fünf Gärten, die peripher vom Schloss in die landschaftliche Umgebung gewachsen sind. Durch Gewässer getrennt, verbinden Brücken, Wege und Sichtbeziehungen die Gartenräume zu einer Einheit. Fürst Franz, Erdmannsdorff und die beteiligten Gärtner Neumark, Eysenbeck und Schoch (d.Ä.) begannen ihre Arbeiten 1765 sofort nach der Rückkehr von einer ersten Englandreise. Über den Zeitraum von etwa 35 Jahren entwickelten sich die um 1800 auf etwa 112 Ha gewachsenen Anlagen, die nahtlos und ohne Zaun in die umgebende Landschaft übergehen. Neben dem Schlossgarten und Neumarks Garten im Süden des Wörlitzer Sees, entstanden zwischen 1770 und 1790 nördlich davon Schochs Garten und der Weidenheger und in den 1790-er Jahren die östlichen Neuen Anlagen.

Die Wörlitzer Anlagen werden jährlich von nahezu 800 Tausend Gästen besucht. Sie stellen damit ein hohes touristisches Potenzial dar.

In den Gärten wurde das Schöne mit dem Nützlichen verbunden. In ihnen befinden sich zwischen gestalteter Natur zugleich auch Acker- und Obstbau, Weidewirtschaft oder Wiesennutzung. Unter den mehr als vierzig Bauwerken und Gartenarchitekturen stellen das Landhaus oder Schloss (1769-1773), Erdmannsdorffs Gründungsbau klassizistischer Baukunst in Mitteleuropa, und das Gotische Haus (1773; bis 1817 mehrfach erweitert), der früheste neugotische

Schlossbau in Deutschland, die herausragenden Architekturen dar. Neben den historischen Bauwerken und den wertvollen Kunstgegenständen, sind die botanisch und gestalterisch interessanten heimischen, fremdländischen und dendrologisch außerordentlich wertvollen und artenreichen Gehölze zu bewahren, welche sich teilweise noch aus der Entstehungszeit der Gartenanlagen erhalten haben.

Das **Luisium**, ein Ort des Aufenthalts des jugendlichen Fürsten Franz, wurde ab 1777 für die privaten Bedürfnisse der Fürstin Luise Henriette Wilhelmine von Anhalt-Dessau (1750-1811) errichtet. Es war zu deren Lebzeiten der Öffentlichkeit nur eingeschränkt zugänglich. Des „Landes schönster Garten“ wurde von Zeitgenossen im Unterschied zu der ringsumher durchgesetzten englischen Gestaltungsart als "deutscher Garten" hervorgehoben. Die 14 ha große Anlage gliedert sich in den östlichen Wirtschaftsgarten und in den um den See (ein ehemaliges Muldealtwasser) geordneten eigentlichen Landschaftsgarten. Am Wohnhaus des Gärtners fand 1782 auch die Orangerie ihren Platz, im Küchen- und Obstgarten bestimmt das Schlangenhäuser (um 1800) als neugotische Staffage den Charakter. Westlich als umgebende Landschaft vorgelegt befindet sich die 16 ha große Fohlenweide mit dem durch Sichten vom Schloss und Garten verbundenen neugotischen herzoglichen Gestüt. Hier betrieb der Fürst seine englische Pferdezucht. Nördlich des Schlosses wurde ein barocker fünfstrahliger Jagdstern für die Anlage von Sichtachsen in die Landschaft ausgenutzt. Südlich leitet vom Schloss die zentrale Achse zur Jonitzer Kirche, in der auch das Mausoleum des Fürstenpaares seinen Platz gefunden hat.

Das Gartenreich mit den Wörlitzer Anlagen und dem Luisium liegt in den **Landschaften des Dessauer Elbetales und des Muldetales**. Beide gehören zur Bodenlandschaft der Roßlau-Wittenberger Elbaue. Es sind warme und niederschlagsarme Landschaften mit deutlich subkontinentaler Klimaprägung.

Die Wörlitzer Anlagen liegen in der Elbeaue in einer Entfernung von etwa 2.200 m von der Elbe (Rousseauinsel). Die Höhenlage beträgt – unabhängig von künstlichen Aufhöhungen - ca. 60 bis 61,5 m HN. Der historische Siedlungskern von Wörlitz hat dagegen eine Höhenlage von ca. 62 m HN, die Kirche liegt auf einer Höhe von 65,3 m HN.

Das Luisium liegt in der Mulde in einer Entfernung von etwa 750 m von der Mulde (westlicher Ringdeich). Die Höhenlage beträgt – unabhängig von künstlichen Aufhöhungen - ca. 60 m HN. Die historische Siedlungskern von Jonitz und Naundorf haben Höhenlagen von ca. 60 und 59 m HN.

Die **standörtlichen Verhältnisse** in den beiden Gartenanlagen werden durch ihre Lage in der Aue bestimmt, wenngleich beide innerdeichs liegen und nach unserer Kenntnis seit der Deicherhöhung durch den Fürst FRANZ nach 1771 nicht mehr vom Hochwasser überflutet wurden. Erstmals überstieg das Hochwasser im Jahr 2002 die Höhe des Ringdeiches im Luisium und drang in den Garten ein. Charakteristisch für Auen sind die stark schwankenden Grundwasserstände bis hin zu ausgeprägtem Niedrigwasser in Trockenperioden, Hochwasser mit Überflutungen und Qualmwasserbildung in den eingedeichten Gebieten sowie durch Flusssedimente

abgelagerte humusreiche Böden aus Sand bis Ton (zusammengefasst als Auenlehm bezeichnet). Die Böden an Elbe und Mulde sind auf Grund der Gesteine in den Einzugsgebieten karbonatfrei.

Die Bodensubstrate weisen in den Wörlitzer Anlagen die Besonderheit auf, dass größere Bereiche von **stauenden Schichten** unterlagert sind. Die Stausohle liegt dabei unterschiedlich tief. Solche Stauer führen in niederschlagsreichen Zeiten zu Stauvernässungen, in Trockenzeiten aber zu extremer Austrocknung der oberen Bodenschichten, da kein Wasser aus dem Untergrund nachgeliefert werden kann. Zugleich begrenzen die Stauer für viele Gehölze den Wurzelraum, da diese nicht in der Lage sind, die dichten Bodenschichten mit ihren Wurzeln zu durchdringen.

Der **Bodenwasserhaushalt** ist in den untersuchten Gebieten stark von den auenformenden Fließgewässern geprägt. Die für Auen kennzeichnenden hohen Amplituden der Grundwasserstände treten allerdings nur im Luisium auf. In den Wörlitzer Anlagen werden die Grundwasserstände durch den über Zu- und Abfluss geregelten Wasserspiegel des Wörlitzer Sees und das Kanalsystem mit Einbindung des Großen und des Kleinen Walloches weitgehend stabilisiert. Die Menge des den Gewässern zugeführte Oberflächenwasser ist deutlich größer als der Abfluss und die Verdunstung. Daraus ergibt sich, dass Wasser in den Grundwasserleiter „versinkt“. Deshalb besteht zwischen den Wörlitzer Anlagen und den westlichen Abstromgebieten ein starkes Grundwassergefälle.

Als Konsequenz der hohen Amplitude der Grundwasserstände im Luisium tritt ein unregelmäßiger Wechsel von Feuchte- bzw. Nässeperioden und Trockenperioden auf. In extremer Ausprägung war dies in Form des Hochwassers 2002 und des extrem trockenen Frühjahres 2003 der Fall. Durch längerfristige Überflutungen – wie geschehen während des Sommerhochwassers 2002 - kommt es im Boden zu sauerstoffreduzierenden Bedingungen und in der Folge zum Absterben von Teilen des Wurzelsystems der Gehölze. Bei Wiedereinstellung von Wasserverhältnissen, die ansonsten eine optimale Versorgung der Gehölze ermöglichen, verursacht das reduzierte Wurzelsystem eine Unterversorgung. Dies wirkt sich um so negativer aus, als die Wasserverhältnisse durch Trockenperioden aus dem Optimum geraten.

Obwohl in den Wörlitzer Anlagen die Spitzen der Grundwasseramplituden durch Eindeichung und Regulierungen der Gewässer weitgehend gebrochen werden, können auch hier Extremsituationen in Bezug auf die Bodenwasserverhältnisse auftreten. In den Jahren 2002/2003 kam es zu deutlichen Abweichungen, die aber auf längere Zeiträume betrachtet selten auftreten. 2002 stiegen im Zusammenhang mit dem Elbehochwasser die Gewässer im Garten und das Grundwasser über einige Tage hinweg um bis zu 50 cm an. 2003 führte eine anhaltende Trockenperiode zu einem Abfallen der Wasserspiegel in den Gewässern und im Grundwasser um ca. 40 cm. Diese Ereignisse haben die im Wasserregime vorhandenen Stressfaktoren für die Gehölze verstärkt.

Die aktuelle Grundwasserqualität kann als gut eingeschätzt werden. Es konnten keine Wasser-schadstoffe festgestellt werden, welche zu einer Beeinträchtigung der Vitalität der Gehölze in den Wörlitzer Anlagen oder im Luisium führen können. Verunreinigungen anthropogener Herkunft sind nicht festzustellen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass weite Teile der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums im **Wurzelraum der Gehölze pH-Werte im stark sauren Bereich** aufweisen. In Teilen sind diese Werte so niedrig, dass durch die Freisetzung größerer Mengen von Aluminium (pH-Werte <4,2) pflanzentoxische Bedingungen vorhanden sein können. Aber auch Werte über pH 4,2 sind, sofern sie sich im stark sauren Bereich (pH 4 bis pH 5) befinden, als kritisch einzuschätzen, da das Auftreten dieser Werte mit eingeschränkter Nährstoffnachlieferung gekoppelt ist. Weiterhin wird durch die niedrigen pH-Werte die Stabilität der Bodenaggregate herabgesetzt und damit das Bodengefüge nachteilig beeinflusst. Die Gefügestabilität gekoppelt mit starken Nährstoffverlusten der Böden verstärken die Wirkung der zum Wasserhaushalt dargestellten Probleme der Sauerstoffversorgung.

Eine zusätzliche Quelle für negative Ladungen (Versauerung) scheint in den z. T. beträchtlichen Sulfatgehalten zu liegen, die sowohl wasserbütig aus der Zuführung der Grubenwässer des Bergbaus als auch luftbütig aus den Emissionen des Kraftwerks Vockerode stammen können. In einigen Horizonten wurden hohe Gehalte an Sulfationen festgestellt, denen nicht die für die Neutralisation erforderlichen Gehalte von Kationen gegenüber stehen. Entsprechend weisen diese Horizonte nicht den pH-Wert für Kalziumsulfat (Gips) von ca. 6,4 auf, sondern pH-Werte bis <4. Mit den nicht abgesättigten Sulfatvalenzen ist ein beträchtliches Säurepotenzial vorhanden, das bei der Bemessung von Maßnahmen zur pH-Wert-Anhebung und Düngung berücksichtigt werden muss.

Die zunehmende Bodenversauerung wird als eine der Ursachen für das zunehmende Waldsterben bzw. für die Abnahme der natürlichen Regenerationsfähigkeit der Wälder in Nord- und Mitteleuropa angesehen.

Die effektive **Verfügbarkeit von Nährstoffen** für die Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln hängt von einer Reihe von Faktoren ab, von denen das Wurzelwachstum, die Durchfeuchtung des Bodens und die Mikroorganismen-tätigkeit zu den wichtigsten zählen. Direkt verfügbar sind Nährstoffe, die in der Bodenlösung vorliegen. Daneben befinden sich im Boden Nährstoffe in mehr oder weniger fest gebundener Form. Sie spielen für die Nachlieferung in die Bodenlösung eine wichtige Rolle. Als Maß für das Nährstoffnachlieferungsvermögen kann die effektive Kationenaustauschkapazität dienen, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen als „gering“ bis „sehr gering“ eingeschätzt wurde.

Pflanzennährstoffe gehen dem Boden durch die Aufnahme der Pflanzen und durch Auswaschung in tiefere Bereiche verloren. Die Auswaschung ist in den untersuchten Gebieten wegen der negativen Wasserbilanz nicht die wichtigste Quelle für Nährstoffverluste. Die durch Pflanzen dem Boden entzogene Nährstoffe werden in natürlichen Ökosystemen durch die Zersetzung

des abgestorbenen Pflanzenmaterials in den Boden zurückgeführt. In den Anlagen dagegen werden Rasenschnitt und große Teile des Laubs und des Totholzes der Gehölze im Zuge von Pflegemaßnahmen entfernt, und damit die darin gebundenen Nährstoffe dauerhaft entzogen.

Der dauerhafte Austrag vor allem der basischen Nährstoffionen (Ca^{++} , K^+ , Mg^{++}) führt zu den überwiegend im stark sauren Bereich liegenden pH-Werten der Böden. Die freien Austauschplätze in der Bodenmatrix werden durch Wasserstoff- und Aluminiumionen besetzt, wodurch das Nährstoffnachlieferungsvermögen herabgesetzt wird und die Aluminiumionen toxisch auf das Wurzelsystem wirken.

Die starke **Versauerung, gekoppelt mit Humus- und Nährstoffmangel**, in den Wörlitzer Anlagen und im Luisium hat eine **wesentliche Ursache in der 250-jährigen Parkpflege**. Diese führte zu erheblichen Stoffentzügen an Biomasse und damit zu Humus- und Nährstoffdefiziten, zu Sauerhumusbildung durch die Vielzahl der Nadelgehölze und durch vermutliche Einbringung von saurem Kompost zur Förderung z.B. der Rhododendronbestände zur zusätzlichen Versauerung. Auf die Sauerhumuseinbringung weisen hohe Gehalte organischer Substanzen und sehr niedrige pH-Werte in den oberen Bodenschichten unter Rhododendronbeständen hin. Mit der Versauerung werden Nährstoff- und Humushaushalt gestört. Die Entnahme von Biomasse als Mahdgut, Laub, Schnitt- und Totholz verringert die Nachlieferung von Pflanzennährstoffen.

Die **Gehölzbestände** der Wörlitzer Anlagen und des Luisiums **weisen teilweise erhebliche Schädigungen und verringerte Vitalitäten auf**. Dies kann neben anderen Ursachen im Wesentlichen auf die mit der Versauerung gekoppelten schlechten Nährstoff- und Humusverhältnisse zurück geführt werden. Die extremen Ereignisse der letzten Jahre (Hochwasser im Jahre 2002, Trockenheit im Jahre 2003) führten zu einer weiteren Schwächung verschiedener Gehölze bzw. Gehölzarten (z.B. Hänge-Birke, Schwarz-Erle, Vogel-Kirsche, Birne, Tulpenbaum und Gemeiner Hainbuche). Eine Schwächung macht die Baumarten anfälliger für Krankheiten und sekundären Schädlingsbefall und führt so zu einer Verschlechterung der Vitalität.

Einige Gehölzarten sind von Komplexkrankheiten betroffen. Im Speziellen sind das vor allem bei Eichen das sogenannte Eichensterben, welches in weiten Teilen Mitteleuropas seit Mitte der 1980er Jahre beobachtet wird und dessen Ursachen regional unterschiedlich und komplex sind sowie das Pappel-Kronensterben, welches sich nach dem Winter 2002/2003 insbesondere bei Pyramiden-Pappeln zeigte.

Die Ausprägung der Vitalität wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Neben den Standortverhältnissen sind demnach auch verschiedene Krankheiten, Extremereignisse, wie das Hochwasser 2002 und der trockene Sommer 2003, aber auch die natürliche Alterung Faktoren, die auf die Vitalität wirken.

Eine **zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen der Standorte auf die Vitalität der Gehölze** kann nur für die Wörlitzer Anlagen vorgenommen werden, da hier die standörtliche

Differenzierung zu charakteristischen Verteilungsmustern der Vitalität der Gehölze führt. Im Luisium fehlt diese standörtliche Differenzierung.

In den **Wörlitzer Anlagen** sind insgesamt 8.329 Gehölze erfasst, 533 davon sind Stubben. Es treten 352 Gehölzarten bzw. –sorten auf, 91 davon sind Nadelgehölze. Der Gehölzbestand wird von der Gemeinen Eibe und der Stiel-Eiche dominiert.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Gehölzbestand der Wörlitzer Anlagen schwach bis mittelstark geschädigt ist. Nur wenige Gehölze weisen keinerlei Schädigungen auf. Abgestorbene Gehölze sind auf Grund der Verkehrsicherungspflicht nur in geringem Maße und dann meist außerhalb des eigentlichen Gartens vertreten. Bestimmte Bereiche mit auffällig starken Schädigungen sind nur begrenzt auszumachen, so z.B. im Bereich der Rousseauinsel oder im nördlichen Bereich am Hochwasserschutzwall. Generell sind aber alle Vitalitätsstufen in sämtlichen Bereichen der Anlagen vertreten.

Die Nadelgehölze sind insgesamt geringer als die Laubgehölze geschädigt. Diese Tatsache belegt auch den allgemein herrschenden Trend in ganz Deutschland. Von der Reduktion des Schwefeldioxidausstoßes profitieren die Nadelgehölze. Gleichzeitig werden Laubgehölze durch steigende luftbürtige Stickoxidmissionen aus dem Verkehr und der Landwirtschaft stärker geschädigt.

Im Vergleich zu der vorangegangenen Aufnahme aus den Jahren 1996 bis 1999 ist in den Wörlitzer Anlagen insgesamt eine Bestandesverschlechterung zu erkennen. Insbesondere Gehölzarten, bei denen Komplexkrankheiten auftreten oder die durch die Extremereignisse (Hochwasser, Trockenheit) geschädigt wurden, weisen schlechtere Vitalitätszustände auf. Dabei ist zu beachten, dass das Hochwasser in den Wörlitzer Anlagen in weitaus geringerem Maße wirkte, als im Luisium, das überflutet wurde. Vielmehr wurden durch hoch anstehendes Grundwasser sowie in Uferbereichen durch den steigenden Wasserstand der Gewässer Schädigungen an den Gehölzen hervorgerufen. Insgesamt sind die Wörlitzer Anlagen von der natürlichen Wasserdynamik der Auen infolge der Stauhaltung der Gewässer entkoppelt, was sich auch in der schlechten Vitalität standortgerechter Baumarten (v.a. Stiel-Eiche und Flatter-Ulme), die an diese Geschehnisse angepasst sind, auswirkt. Eine Verbesserung ist nur bei den Nadelgehölzen und insbesondere dort bei der Eibe augenfällig. Diese ergibt sich aus den Verjüngungsmaßnahmen durch den Schnitt dieser Baumart, welche kontinuierlich seit den 80-er Jahren des 20. Jahrhunderts durchgeführt wurden. Die Eibe treibt auf Grund ihrer Schnittverträglichkeit aus stammbürtigen Austrieben wieder neu aus. Nach etwa vier bis fünf Jahren ist die Kronenbildung abgeschlossen, demnach weisen viele Exemplare im Jahr 2004 wieder gute Vitalitätsstufen auf.

Die Ursachen der Schädigungen bzw. Vitalitätsverhältnisse müssen jedoch immer im Komplex gesehen werden, da u.a. die Standortverhältnisse wesentlichen Einfluss auf die Gehölze haben. Bestimmte Trends lassen sich hinsichtlich der Standortverhältnisse darstellen:

Die **Versauerung** zeigt sowohl bei allen Gehölzarten und –sorten als auch, differenzierter betrachtet, bei allen Nadelgehölzen und allen Laubgehölzen eine deutlich negative Auswirkung auf die Vitalität. Mit steigendem pH-Wert erhöht sich stetig und deutlich der Anteil der Bäume mit guter bis mittlerer Vitalität (Vitalitätsklassen 0 bis 2). Tendenziell verringert sich mit Ansteigen des pH-Wertes der Anteil der Bäume mit schlechter Vitalität (Vitalitätsgruppen 3 und 4). Grundsätzlich muss aber berücksichtigt werden, dass die pH-Werte der Böden durchweg im sauren bis stark sauren Bereich liegen.

Die Versauerung wirkt sich insbesondere auch auf die Nährstoffversorgung im Boden aus. Unter den stark sauren Verhältnissen können keine Nährstoffe gebunden werden. So kommt es z.B. zur Stickstoffauswaschung. Zudem wird bei stark saurer Reaktion toxisches Aluminium freigesetzt.

Auswirkungen von Böden mit **stauenden Schichten** im Unterboden auf die Vitalität aller Gehölzarten und –sorten lassen sich auf der Grundlage der vorliegenden Vitalitätsdaten nicht aufzeigen. Offensichtlich überwiegt auf den relevanten Standorten der Anteil der Gehölzarten und –sorten, auf den stauende Schichten keinen erheblichen Einfluss haben. Bei der Bewertung aller Nadelgehölze ist tendenziell eine Verbesserung der Vitalität mit zunehmender Tiefe der Stausohle oder Fehlen einer solchen zu erkennen. Alle Laubgehölze weisen tendenziell eine Abnahme der Anzahl der Bäume mit schlechter Vitalität mit zunehmender Tiefe der Stausohle oder Fehlen einer solchen auf.

Arten mit einer deutlichen Empfindlichkeit gegenüber Stauwasser sind beispielsweise Gemeine Eibe, Berg-Ahorn, Hänge-Birke, Vogel-Kirsche, Birne, Tulpenbaum und Gewöhnliche Hainbuche. Die Stiel-Eiche als gegenüber Stauwasser wenig empfindliche Art zeigt keine Abhängigkeit der Vitalität von diesem Faktor. Hinzu kommt, dass sie in der Lage ist, die stauenden Schichten zu durchwurzeln.

Durch die Ausbildung von stauenden Schichten kommt es zu Stauvernässung aber auch zu extremer Austrocknung im Sommer, da kein Wasser in die oberen Bodenschichten aufsteigen kann. Der Stauer begrenzt auch den Wurzelraum für solche Gehölzarten, die nicht in der Lage sind, die stauende Schicht mit ihrem Wurzelwerk zu durchdringen.

Für die Gehölze günstige Böden in den Wörlitzer Anlagen stellen tiefe, nicht vernässte Auenlehme, umgelagerte und zu Hügeln angehäuften Sande und Böden aus anthropogen umgelagerten Substraten dar. Diese Standorte weisen keine Staunässe auf und sind besser mit Humus und Nährstoffen versorgt.

Der **Grundwasserflurabstand** weist wiederum sehr enge Zusammenhänge mit der Vitalität der Gehölzarten und –sorten – stärker bei den Nadelgehölzen als bei den Laubgehölzen – auf. Je geringer der durchschnittliche Grundwasserflurabstand ist, je schlechter ist die Vitalität der Gehölze.

Sehr ausgeprägt weist beispielsweise die Gemeine Eibe eine Abhängigkeit ihrer Vitalität von der Höhe des Grundwasserstandes auf. Mit Zunahme des Grundwasserflurabstandes verbessert sich der Anteil der Bäume mit guter Vitalität (Vitalitätsklassen 0 bis 2) und verringert sich der Anteil der Bäume mit schlechter Vitalität (Vitalitätsklassen 3 und 4). Die Stiel-Eiche hingegen weist in charakteristischer Form keine Abhängigkeit ihrer Vitalität von den Grundwasserflurabständen auf.

Im **Luisium** wurden insgesamt 2.161 Gehölze erfasst, wobei 83 davon Stubben sind. Es treten 60 Gehölzarten bzw. -sorten auf, bei elf von diesen handelt es sich um Nadelgehölze. Der Großteil der vorkommenden Arten ist heimisch bzw. eingebürgert. Dominierende Arten sind auch hier die Gemeine Eibe und die Stiel-Eiche.

Auf Grund der standörtlichen Gegebenheiten sowie des stärkeren Hochwassereinflusses bzw. der dreiwöchigen Überschwemmung im Jahr 2002 ergeben sich für das Luisium differenzierte Ergebnisse als in den Wörlitzer Anlagen.

Insgesamt ist festzustellen, dass der Gehölzbestand des Luisiums stärker geschädigt ist als der in den Wörlitzer Anlagen. Als Hauptursache ist dabei das Hochwasser zu nennen, das vor allem den Bestand der Gemeinen Eibe stark schädigte bzw. dezimierte. Die überfluteten Tulpenbäume sind ebenfalls abgestorben. Aber auch weitere nicht überflutungstolerante Arten mussten Vitalitätseinbußen hinnehmen. Dies sind insbesondere die Schwarz-Erle, die Gewöhnliche Hainbuche, die Gemeine Esche, die Winter-Linde und der Berg-Ahorn. Der im Jahr 2003 folgende Trockenstress führte zu einer weiteren Verschlechterung des Bestandes. Die Auswirkungen der Trockenheit wirken im Luisium stärker, da dort das Grundwasser nicht künstlich hoch gehalten wird. Es wird jedoch von einer Erholung des Großteils der Gehölze in den nächsten Jahren ausgegangen, sofern nicht weitere Stressfaktoren auftreten.

Im Luisium weisen die Nadelgehölze deutlich schlechtere Vitalitäten als die Laubgehölze auf. Dieser Umstand ist auf den hohen Anteil der Gemeinen Eibe zurückzuführen, der den Großteil der Nadelgehölze ausmacht und auf Grund des Hochwassers stark geschädigt wurde.

Im Vergleich ausgewählter Arten des Luisiums mit den Wörlitzer Anlagen ergaben sich einige Besonderheiten. Auffällig ist vor allem der Zustand standortgerechter Arten wie Stiel-Eiche und Flatter-Ulme. Im Luisium sind diese noch an die natürliche Grundwasserdynamik angebunden und weisen deutlich bessere Vitalitäten als in Wörlitz auf. Der Eiben- und Erlenbestand ist auf Grund des Hochwassereinflusses stärker geschädigt als in den Wörlitzer Anlagen.

Auffällig ist, dass der eigentliche Gartenbereich (innerhalb des Ringdeiches) schlechtere Vitalitätszustände aufweist, als außerhalb. Dies ist sicher auf den Komplex der Versauerung in der Anlage und der damit zusammen hängenden Nährstoffunterversorgung aber generell auf die naturnäheren Verhältnisse außerhalb des eingedeichten Gartens zurückzuführen.

Hinsichtlich der Verbesserung der Vitalität der Gehölzarten und –sorten in den Wörlitzer Anlagen – aber auch im Luisium – können eine Reihe von **Maßnahmen** ausgeführt werden, die zum Einen auf die bessere **Berücksichtigung der standörtlichen Besonderheiten** bei der Pflege und Anlage der Gehölze aber auch auf die **Verbesserung der Standorte** ausgerichtet sind.

Die **Verringerung der Anzahl der Gehölzarten und –sorten** ist insbesondere in den Wörlitzer Anlagen eine Möglichkeit zur Verbesserung der Vitalität des Gehölzbestandes. Gegenüber der historischen Vielfalt der Gehölze in den Anlagen wurde insbesondere im 19. Jahrhundert die Anzahl der Gehölzarten und –sorten stark erhöht. Als Beispiele hierfür wäre die Einbringung von Rhododendron und die deutliche Erhöhung der Anzahl der Nadelgehölzarten und –sorten anzuführen. Mit der Zunahme der Vielfalt der Gehölzarten in den Wörlitzer Anlagen ist zwangsweise das Problem verbunden, dass zahlreiche Arten und Sorten nicht an die spezifischen Standortverhältnisse der Aue bei Stauhaltung der Gewässer (hoher und vergleichmäßiger Wasserstand, sommerliche Austrocknung bei Vorhandensein von stauenden Schichten, Qualmwasser bei Hochwasser) angepasst sind. Ähnliches gilt für basiphile Arten, die bei dem Grad der Versauerung keine Möglichkeiten eines optimalen Gedeihens finden. Die Versauerung hat eine Nährstoffverarmung zur Folge, die sich wiederum sehr negativ auf die Vitalität anspruchsvoller Gehölzarten auswirkt. Mit der Verringerung der Arten- und Sortenvielfalt verringert sich das Risiko des Ausfalls von Gehölzen durch fehlende standörtliche Angepasstheit. Zugleich wird damit ein Beitrag zur Annäherung (Rekonstruktion) an den ursprünglichen Zustand der Wörlitzer Anlagen geleistet. Bei denkmalfachlicher Stützung dieses Entwicklungszieles kann ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Vitalität des Gehölzbestandes geleistet werden.

Grundsätzlich sollte, wo es aus denkmalfachlichen Überlegungen hinsichtlich der Historizität des Gehölzbestandes und des Charakters der Wörlitzer Anlagen möglich ist, die Anzahl und Dichte des Nadelgehölzbestandes verringert werden. Unter den dichten Nadelgehölzbeständen kommt es zur Bildung von Sauerhumus, der zur Versauerung der Standorte beiträgt. Die Förderung von Gehölzen, vor allem solchen mit leicht zersetzbarem, stickstoffreichem Laub, wirkt dieser Sauerhumusbildung entgegen. Der Abbau der Ausbildung von saurem Rohhumus ist eine wesentliche Voraussetzung für die Verringerung der Versauerung in den Wörlitzer Anlagen, die aber gezielt durch Kalkung und entsprechende Düngung unterstützt und gefördert werden muss.

Durch die Pflege der Anlagen kommt es zu einem ständigen Entzug von Biomasse. Dies betrifft den Grasschnitt, die Beseitigung des Falllaubes und die Entnahme von Schnitt- und Totholz. Der Eintrag von Kompost erfolgt dagegen nicht. Zur **Verbesserung der Humus- und Basenbilanzen** ist es notwendig, vor allem milden Humus auf die Gehölzflächen aufzubringen und den Entzug von Biomasse zu verringern. Für die Wörlitzer Anlagen und das Luisium ist daraus zu schlussfolgern, dass die versauerten Standorte der Gehölzflächen durch Auftrag von Kompost in ihrer Basenbilanz verbessert werden können. Dazu soll eine Kompostbewirtschaftung entwickelt werden, die in einem Kreislauf den Biomasseentzug durch Biomasseeintrag kompensiert. Dabei ist sicher zu stellen, dass keine Schadstoffe mit dem Kompost in die Anlagen eingebracht werden. Bei Entnahme abgestorbener Bäume und bei der Gehölzpflege sollen Gehölzschnitt

und Derbholz in einem vertretbaren Umfang auf Flächen in den Anlagen verbleiben, wo dies auf Grund der Flächengröße und des Gehölzbewuchses verträglich mit dem Erscheinungsbild ist.

Eine wesentliche **Verringerung der Versauerung der Böden kann durch Kalkung erreicht werden**. Auf dem überwiegenden Teil der Wörlitzer Anlagen und im Luisium sind die pH-Werte zu niedrig. Der Kalkbedarf zur Einstellung der für die jeweiligen Standorte optimalen pH-Werte muss durch Bilanzierung im Rahmen der Nährstoffanalysen bestimmt werden bzw. im unmittelbar praktischen Handeln durch vorsichtiges und schrittweises Vorgehen ermittelt werden. Bei der Einstellung der optimalen pH-Werte ist zu beachten, dass diese in mehreren, zeitlich differenzierten Schritten erfolgt, um ein sprunghaftes Ansteigen des pH-Wertes zu vermeiden. Schnelle Anstiege des pH-Wertes können plötzliche Nährstofffreisetzungen durch die Zersetzung des Humusvorrates zur Folge haben und dadurch die Auswaschung von Nährstoffen aus dem Oberboden fördern. Die Folge davon wäre eine weitere Verarmung der ohnehin überwiegend unterversorgten Standorte.

Neben der Kalkung ist eine **Düngung** auf der Grundlage einer auf Analysen beruhenden Düngungsempfehlung anzuraten. Bei der Umsetzung der Düngungsempfehlung sollte geprüft werden, inwieweit Komposte aus parkeigenen organischen Materialien aufbereitet und für die Düngung eingesetzt werden können. Hierfür müsste ebenso wie für den Boden eine Nährstoffanalyse des Kompostes erfolgen. Kalk- und Nährstoffdefizite des Kompostes müssten gegebenenfalls durch mineralische Zuschläge oder auch Stallmist ausgeglichen werden. Ziel sollte es dabei sein, eine langsam fließende Nährstoffquelle zu schaffen, die eine allmähliche und nachhaltige Versorgung der Gehölze ermöglicht.

Die beschriebenen bodenbezogenen Maßnahmen zur Verbesserung der Vitalität der Gehölzbestände sind in Tabelle 9-1 zusammengestellt.

Tabelle 9-1: Maßnahmen der Verbesserung der Gehölzbestände aus bodenkundlicher Sicht

Umweltfaktoren	Maßnahmen	Ziele
Wasserverhältnisse	Arten- bzw. Sortenwahl bei Neuanpflanzungen	Abgleich der Ansprüche der Gehölze mit den Standortverhältnissen
Bodenazidität (pH-Wert)	Erhöhung des pH-Wertes durch Kalkung	allmähliche und nachhaltige Einstellung eines für die Mehrzahl der Gehölze optimalen pH-Wert-Bereiches
		Verbesserung der Verfügbarkeit vorhandener Nährstoffe
Nährstoffe	Nährstoffanalysen (Boden, Pflanzen)	Erstellung von Düngungsbilanzen
	Düngung mit langsam fließenden Nährstoffquellen gemäß Düngungsbilanzen	allmähliche und nachhaltige Umgestaltung des Nährstoffhaushaltes am jeweiligen Gehölzstandort

Die Kontrolle der Entwicklung des Gehölzbestandes verlangt die periodische Bewertung seiner Vitalität. Wie die bisherigen Ergebnisse aus den Wörlitzer Anlagen zeigen, kann insbesondere der Vergleich von aufeinander folgenden Bewertungen wichtige Erkenntnis vermitteln. Deshalb sollte grundsätzlich von einem **Monitoring des Gehölzbestandes** ausgegangen werden.

Im Luisium ist diese Zweitbewertung des Gehölzbestandes noch erforderlicher, da hier keine vorgelaufene Bewertung der Vitalität der Gehölze vorliegt und die Auswirkungen der Überflutung im Sommer 2002 unbedingt der Nachkontrolle bedürfen.

Werden die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verbesserung der Standorte umgesetzt, so soll damit auch ein **Bodenmonitoring** im Sinne einer Erfolgskontrolle durchgeführt werden. Dies ist auch erforderlich, um mögliche und notwendige Steuerungen hinsichtlich der bodenverbessernden Maßnahmen vornehmen zu können. Das Bodenmonitoring soll sich auf die Kennwerte pH-Wert, Makronährstoffe N, P, K und den Humus beziehen.

Im Luisium wäre es erforderlich, im Rahmen des Bodenmonitoring auch die Flächen des Gestüts und des südlichen Parkvorgeländes mit einzubeziehen.

10. Literatur

- AG BODEN (ad hoc Arbeitsgruppe Boden der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland) (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung.- 4. Auflage. - Hannover
- AG BODEN (ad hoc Arbeitsgruppe Boden der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland) (2005, in Vorbereitung): Bodenkundliche Kartieranleitung.- 5. Auflage. - Hannover
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (1996): Forstliche Standortsaufnahme – 5. Auflage. - IHW Verlag. – Eching
- BAUMGARTEN, A.; FÜRST, A.; KELLER, G.; MUTSCH, F.; RAITH, F.; SCHUSTER, K. (2000): Empfehlungen für die sachgerechte Düngung von Christbaumkulturen. - Hrsg.: ARGE Nö Christbaum- und Schmuckreisigproduzenten im Auftrag des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. – Wien. - 20 S.
- BAUMGARTEN, H.; DOOBE, G.; DUJESIEFKEN, D. u.a. (2004): Kommunale Baumkontrolle zur Verkehrssicherheit. Der Leitfaden für den Baumkontrolleur auf der Basis der Hamburger Baumkontrolle. – Hrsg.: Fachamt für Stadtgrün und Erholung, Hamburg in Zusammenarbeit mit dem Institut für Baumpflege Hamburg. - Thalacker Medien. – Braunschweig. – 128 S.
- BUTIN, H. (1996): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose-Biologie-Bekämpfung. - 3. Aufl. – Georg Thieme Verlag. - Stuttgart New York. – 261 S.
- BUTIN, H.; NIENHAUS, F.; BÖHMER, B. (2003): Farbatlas Gehölzkrankheiten. Ziersträucher und Parkbäume. - 3. Aufl. – Ulmer. – Stuttgart. – 287 S.
- DISTER, E. (1983): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. – In: Verh. Ges. Ökol. – X. – S. 325 - 235
- DITTMAR, C. u.a. (2004): Ozonbelastung und Schadsymptome im Extremsommer 2003. - In: AFZ-Der Wald. - München 13. - S. 683-685
- DOHRMANN, R. 1997: Kationenaustauschkapazität von Tonen - Bewertung bisheriger Analyseverfahren und Vorstellung einer neuen und exakten Silber-Thioharnstoff-Methode.- Diss. RWTH Aachen. - AGB-Verlag Nr. 26. - 234 S.
- EISENMANN, V.; RINKLEBE, J.; ALTERMANN, M. (2003): Zur Kohlenstoffspeicherung in Auenböden der Mittleren Elbe. – In: Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. **102**/ H. 2. - S. 455-456
- ELLING, W., DITTMAR, C. (2004): Kronenzustand und Trockenstress bei Buchen. - In: AFZ-Der Wald. - München 13. - S. 687-688
- FIEDLER, H.-J.; NEBE, W.; HOFFMANN, F. (1973): Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Fischer Verlag. – Jena. - 481 S.
- FIEDLER, H.-J.; HEINZE, M.; SPIEGEL, K. (1976): Zur Messung der Sauerstoffdiffusionsrate in Waldböden. – In: Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. - Berlin, **20**, 7. - S. 467 – 475

- FITSCHEN, J. (2002): Gehölzflora: ein Buch zum Bestimmen der in Mitteleuropa wildwachsenden und angepflanzten Bäume und Sträucher; mit Knospen- und Früchteschlüssel. – 11. Aufl. - Wiebelsheim, Quelle und Meyer.
- FROESCH, A. (2002): Das Luisium bei Dessau. Gestalt und Funktion eines fürstlichen Landsitzes im Zeitalter der Empfindsamkeit. – Deutscher Kunstverlag. – München Berlin. - 247 S.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (Hrsg.) (1999): Bodenatlas Sachsen-Anhalt, Teil II: Thematische Karten. - Karte 1: Bodenlandschaften
- GERBER, C.; KUBINIOK, J.; FRITZ, E. (2004): Nährstoffhaushalt von Laubwald auf unterschiedlichen Böden. – In: AFZ-Der Wald 59. – München 22. – S. 1230 - 1233
- GERKE, J.; BEIßNER, L., RÖMER, W. (2000): The quantitative effect of chemical phosphate mobilization by carboxylate anions on P uptake by a single root. I. The basic concept and determination of soil parameters. J. Plant Nutr. Soil Sci. **163**, 207-212
- Günther, Harri (2004): Das Luisium...“aber der Plan des Gartens macht, in Rücksicht auf seine Größe, gewiss ein schönes Ganzes aus”. – In: Zwischen Wörlitz und Mosigkau, Dessau-Wörlitz-Beiträge XII, **58**. – Dessau. - S. 16-43
- HARTMANN, G.; BLANK, R. (1992): Winterfrost, Kahlfraß und Prachtkäferbefall als Faktoren im Ursachenkomplex des Eichensterbens in Norddeutschland. - In: Forst und Holz **47**. - Hannover 15. – S. 443-451
- HÖSTER, H.R. (1993): Baumpflege und Baumschutz. Grundlagen, Diagnosen, Methoden. - Ulmer. – Stuttgart. – 225 S.
- JABLONOWSKI, U.; REICHHOFF, L. (1992): Dessau-Wörlitzer Kulturlandschaft. Ergebnisse der heimatkundlichen Bestandsaufnahme im Gebiet der mittleren Elbe und unteren Mulde um Dessau, Roßlau, Coswig und Wörlitz. – In: GRUNDMANN, L. (Hrsg.): Werte der deutschen Heimat Bd. 52. – Leipzig. – 237 S., Bildtafeln
- JABLONSKI, E.; BOHNE, H.; SPETHMANN, W. (1996): Charakterisierung von Boden, Standort und Vitalität von Rhodendron-Pflanzungen-Erhebung an Standorten in alten Gärten und Parks. – Gehölzforschung, Band 4. – Institut für Obstbau und Baumschule, Fachbereich Gartenbau, Universität Hannover. – Hannover. – 149 S.
- JOACHIM, H.-F. (2004): Zur Erhaltung der Schwarz-Pappel (*Populus nigra* L.). - In: Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 13. Potsdam 2. - S. 64-69
- KEHR, DR. R.; AMELUNG, C. (2004): Pappel-Kronensterben. Ursachen und Handlungsalternativen - In: Grünforum LA. Braunschweig 2. - S. 34-36
- KILZ, E. (2004): Eichenschäden=Eichensterben?!. – In: AFZ, Der Wald. - München 13. - S. 689
- KNOTH, W. (1995) in BENDA, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands, VII. Sachsen-Anhalt. Verl. Gebrüder Borntraeger. - Berlin – Stuttgart. - S. 148 – 170
- KRONAUER, H. (2004): Waldzustandserhebung 2004. – In: AFZ-Der Wald. - München 23. - S. 1287 -1290
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (2002): Die Landschaftsgliederung Sachsen-Anhalts (Stand: 01.01.2001). Ein Beitrag zur Fortschreibung des Landschaftsprogrammes des Landes Sachsen-Anhalt. – Bearbeiter: Dr. sc. Lutz Reichhoff, Prof. Dr. sc. Hans Kugler, Kerstin Reichhoff, Guido Warthemann. – Halle. – 332 S. als Mskr. veröffentlicht
- LEHMANN, M. (2004): Rosskastanienminiermotte – Wie geht es weiter? - In: GrünForum LA 7. – Braunschweig. - S. 9
-

- LEIN, K. (1964): Bäume und Sträucher im Wörlitzer Park. – Hrsg.: Staatliche Schlösser und Gärten Wörlitz, Oranienbaum und Luisium. - 2. Auflage. – Wörlitz. -139 S., Karten
- LFA Sächsische Landesanstalt für Forsten (2000): Leitfaden forstliche Bodenschutzkalkung in Sachsen. - Schriftenreihe LFA **21**. - 58 S.
- MATTHECK, C., HÖTZEL, H.-J. (2003): Baumkontrolle mit VTA. Fachliche Anleitung und rechtliche Absicherung. - 2. Aufl. – Rombach. - Freiburg im Breisgau. – 187 S.
- MENGEL, K. (1979): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 5. Aufl. - Fischer Verl. – Jena. - 466 S.
- MLRU Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Raumordnung Brandenburg (2004): „Eichensterben“ in Berlin/Brandenburg. - In: AFZ-Der Wald. - München 14. – S. 789
- MÜLLER, A. (1988): Das Quartär im mittleren Elbegebiet zwischen Riesa und Dessau. Diss., Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- MÜLLER, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). - 6. erw. Auflage. - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung. – Hannover
- NEBE, W. (1963): Über die Beurteilung der Düngebedürftigkeit von Mittelgebirgsstandorten durch Blattanalysen. - Arch. Forstwes. 12. - S. 1024-1052
- PANNIER, F. (1996): Wasserzuführung zu den Wörlitzer Parkgewässern. – PROWA Consulting GmbH Halle. – Auftraggeber: Staatliche Schlösser und Gärten Wörlitz. - 15 S. (unveröff.)
- PERROT, K. W.; WISE, R. G. (2000): Determination of residual reactive phosphate in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis **31**: - S. 1809-1824
- PINKERT, I.(2003): Hochwasser um Oranienbaum in Geschichte und Gegenwart. – Hrsg.: Arbeitskreis Geschichte Oranienbaums e.V. (AGORA). – Oranienbaum. – 43 S.
- REICHHOFF, L. (2004): Wasserlandschaften – Oberflächen- und Grundwasser im Raum Dessau. I. Zur vorgeschichtlichen und geschichtlichen Entwicklung des Elbelaufs. – In: Mitteilungen des Vereins für Anhaltische Landeskunde. – Köthen **13**. – S. 243 – 254
- REICHHOFF, L.; NOACK, P. (2005): Wasserlandschaften – Oberflächen- und Grundwasser im Raum Dessau. II. Geschichte und Gegenwart des Deichbaus. – In: Mitteilungen des Vereins für Anhaltische Landeskunde. – Köthen **14**. – im Druck
- RIEMANN, U. (2003): Bewertung der grundwasserdynamischen Bedingungen im Bereich des Hoppgrabens in Wörlitz. – HGN Hydrogeologie GmbH, Büro Dessau. – Auftraggeber: Kulturstiftung DessauWörlitz. - 14 S. (unveröff.)
- RINGENBERG, J., STIELER, C., TRAUZETTEL, L. (2001): Dendrologischer Atlas der Wörlitzer Anlagen. – Hamburg, Wörlitz. – Dölling und Galitz Verlag. – 267 S.
- RINKLEBE, J. (2004): Quantifizierung des Einflusses von Bodenkennwerten sowie von Bodenfeuchte, Bodentemperatur, Wasserspannung und gelöstem organischen Kohlenstoff auf die mikrobielle Biomasse und die Bodenenzymaktivitäten von β -Glucosidase, Protease und alkalischer Phosphatase in Auenböden der Elbe. Diss., Univ. Halle
- ROSCHKE, O, ALTERMANN, M., STEININGER, M.: (2004): Erstellung von Beiträgen zum Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgroßprojekt Mittlere Elbe, Teil Boden. Forschungsbericht, (unveröff.)

- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P.; BRÜMMER, G. W.; HARTGE, K.-H.; SCHWERTMANN, U. (1998): Scheffer/Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Aufl. - Verlag Enke. - Stuttgart. - 491 S.
- SCHAFFRATH, J.(2000): Auswirkungen des extremen Sommerhochwassers des Jahres 1997 auf die Gehölzvegetation in der Oderaue bei Frankfurt (O.). – In: Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg. – Potsdam 9,1. – S. 4 - 13
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P., STAHR, K. (1995): Bodenkundliches Praktikum. 2. Auflage. Pareys Studentexte **81**. - Blackwel. - 295 S.
- SCHULZE, K. (1996): Der Landschaftsgarten Luisium – ein „Stimmungspark“ des 18. Jahrhunderts im Dessau-Wörlitzer Gartenreich. – München. – 192 S. (Mskr.)
- SPÄTH, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen. – In: Natur und Landschaft. – Stuttgart 63,7/8. – S. 312 - 315
- TRAUZETTEL, L.; KOBERT, R.; STIELER, C. u.a. (2000): Umweltschadenserfassung des Pflanzenbestandes in den Wörlitzer Anlagen. – Abschlussbericht eines Forschungsprojektes, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt. – Kulturstiftung DessauWörlitz. – Dessau. – 269 S. (Mskr.)
- WOHLERS, A., KOWOL, T., DUJESIEFKEN, D. (2003): Pilze bei der Baumkontrolle: Erkennen wichtiger Arten an Straßen- und Parkbäumen - 2. Aufl. – Braunschweig. – 64 S.
- WOLF, J. (1966): Ergebnisbericht Hydrogeologische Vorerkundung Wörlitz. – VEB Hydrogeologie Nordhausen, Betriebsteil Torgau. - 63 S. (unveröff.)
- WULF, A. (2004): Krankheiten und Schädlinge an fremdländischen Baumarten. - In: AFZ-Der Wald. - München 20. - S. 1113-1115
- WUTTKY, K. (o. J.): Der Auewald in der Vorratspflege. – In: Der Wald. Zeitschrift für Forstwirtschaft – Holzwirtschaft. – Berlin. Sonderheft. – S. 90 – 94
-