

Das Wiener Modell Bäume als Hungerkünstler?

Gedanken über eine Studie zur Ökologie bepflanzter Tiefgaragendächer

Inhaltsverzeichnis

1Einführung in die Thematik.....	3
2Die Studie und erforderliche Ergänzungen.....	3
2.1Einleitung und Problemstellung.....	3
2.2Studienteil 1: Bedeutung des Baumes in der Stadt – humanökologische Aspekte.....	4
2.3Studienteil 2: Baumphysiologische Ansprüche.....	5
2.4Ergänzende Betrachtungen zum Studienteil 2.....	6
2.4.1Wasserhaushalt von Bäumen und deren Reaktion auf Hitze und Trockenheit.....	6
2.4.2Trockenstress bei Bäumen.....	6
2.5Studienteil 3: Bodenphysikalische und –chemische Anforderungen an das Substrat.....	7
2.6Studienteil 4: Bautechnische Anforderungen.....	8
2.7Weitere fehlende Aspekte in der Studie.....	8
2.7.1Hitzestress und baumphysiologische Reaktionen.....	8
2.7.2Vergleich der Wasserversorgung in einem Park und auf einer Tiefgarage.....	8
2.7.3Niederschlagsdynamik und überschüssiges Wasser.....	9
3Zusammenfassende Betrachtung der Gesamtstudie.....	10
3.1Resümee	10
4Anhang: Ausbreitung von Wurzelsystemen.....	12

1 Einführung in die Thematik

Die Magistratsabteilung 42 – Stadtgartenamt der Stadt Wien gab eine Studie in Auftrag, mittels derer geklärt werden sollte, ob und wie ein ökologisch wirksamer Baumbestand auf dem Dach einer Tiefgarage erstellt werden kann.

Das Gutachten trägt den Titel:

Bodenaufbau über Tiefgaragen für einen ökologisch wirksamen Baumbestand in öffentlichen Parkanlagen der Stadt Wien – Wiener Modell.

Die Studie setzt sich aus vier Teilgutachten zusammen, die von vier voneinander unabhängigen Autoren(gruppen) unterschiedlicher Disziplinen erstellt und unter der Koordination eines der Autoren veröffentlicht wurde. Die Teilgutachten werden im Folgenden auch Studienteile oder Teilstudien genannt.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut:

Begonnen wird mit einer „Einleitung und Problemstellung“, der die vier Teilstudien folgen:

- Bedeutung des Baumes in der Stadt – humanökologische Aspekte
- Baumphysiologische Ansprüche
- Bodenphysikalische und –chemische Anforderungen an das Substrat
- Bautechnische Anforderungen

Eine abschließende Zusammenfassung, in der normalerweise auch die Schlussfolgerungen einer Studie in kurzen Sätzen wiedergegeben werden, ist nicht vorhanden. Ein derartiges Resümee ist – soweit möglich - auch häufig bemüht, die aufgeworfenen Fragen definitiv und verständlich zu beantworten. Auch dies fehlt im Gutachten.

Es wird ebenfalls nicht erwähnt, welche Fragestellung durch die Studie unbeantwortet bleiben musste. Auch eine solche Antwort kann zur Objektivierung einer strittigen Frage beitragen. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn die Autoren dem Interpretationsspielraum ihrer Ausführungen gewisse Grenzen setzen möchten.

Eine Studie wie die vorliegende wird von Wissenschaftlern für Personen erstellt, die diese Fachkenntnisse nicht besitzen, sie aber benötigen, um Entscheidungen treffen zu können. Damit wissenschaftliche Erkenntnis in brauchbarer Form für Nichtwissenschaftler zur Verfügung steht, sind auch Anleitungen notwendig, wie dieses Wissen umgesetzt und verwendet werden kann.

2 Die Studie und erforderliche Ergänzungen

Es folgt eine überblicksmäßige Wiedergabe wichtiger Punkte der einzelnen Teilstudien. Aus der Sicht des Unterzeichneten werden diese teilweise erläutert und falls notwendig zusätzliche Gedanken und Anmerkungen angefügt.

2.1 Einleitung und Problemstellung

Es werden die prekäre Verkehrssituation und der steigende Bedarf an Tiefgaragen dargestellt, die oft unterhalb öffentlicher Parkanlagen errichtet werden müssen.

Die Forderung, das „...die Erholungsfunktion solcher Parkanlagen, speziell die Transpirationsleistung der Bäume und somit die lokale mikroklimatische Luftkühlung nicht beeinträchtigt werden darf.“ (S. 4) ist durch die Autoren deutlich vorgegeben.

Mit der Bedingung „... es darf die darunterliegende Tiefgarage die Funktionen und Leistungen einer Parkanlage nicht verringern“ wird diese Anforderung unmissverständlich gestellt und betont (S. 4).

Die durch die Studie zu klärende Fragestellung steht eindeutig fest: es darf keine Verringerung der Wohlfahrtswirkungen erfolgen und sie zielt in erster Linie auf die Transpirationsleistung (Wasserverdunstung) der Bäume ab.

Von der Wasserverdunstung hängen die wichtigsten Wohlfahrtswirkungen der Bäume ab, wie auch im ersten Teilgutachten dargestellt wird.

2.2 Studienteil 1: Bedeutung des Baumes in der Stadt – humanökologische Aspekte

Der Autor betont die Bedeutung einer optimalen Wasserversorgung für die Bäume in der Stadt, damit sie ihre Wohlfahrtswirkungen für den Menschen entfalten können.

Er legt dar, dass *„im Zentrum der Großstadt 60-90% des Niederschlages durch das Abwassersystem außerhalb der Stadt gelangen und deshalb die durch die Sonneneinstrahlung auf das Stadtgebiet gebrachte Wärmemenge nicht durch die entsprechende Verdunstung vermindert wird“* (S. 5, sinngemäßes Zitat). Auf Seite 6 erläutert der Autor, das *„... Maß des ... Wärmeverbrauches für die Photosynthese bzw. Transpiration hängt vor allem vom verfügbaren Wasser ab. Nur bei gegebener ausreichender Niederschlagsmenge und günstiger Verteilung entsteht ... eine größere ... klimatische Wirkung auf die Umgebung.“*

Die positive klimatische Wirkung entsteht hauptsächlich durch die Wasserverdunstung; der Autor führt auf Seite 8 wie folgt aus: *„Die Pflanze bemüht sich, den zur Assimilation nicht notwendigen absorbierten Wärmeüberschuss abzugeben, denn eine zu hohe Körpertemperatur hemmt, ja verhindert sogar die Lebensfunktionen. ...Die Pflanze hat somit keine andere Möglichkeit, ihre vorhandene Körperwärme zu verringern als durch eine entsprechende Transpiration.“*

Was das Abgeben des Wärmeüberschusses heißt, hat jeder an seinem eigenen Leib erfahren, der an einem heißen Sommertag vermehrt schwitzt und daher auch mehr trinken muss. Ein Mensch, der bei Hitze unter Wassermangel leidet, kann nicht ausreichend transpirieren (schwitzen) und sich daher nicht auf die optimale Körpertemperatur abkühlen. In Analogie zur Physiologie des Menschen weist eine Pflanze im heißen Stadtklima nur verringerte oder kaum Lebensfunktionen auf.

Auf Seite 9 beschreibt der Autor weitere wichtige Wohlfahrtswirkungen von Bäumen, die mit der Wasserverdunstung zusammenhängen: *„Im Bereich der Blätter kühlt die Luft durch Verdunstung ab und fördert damit die Feinstaubablagerung. ... Bäume tragen hierdurch zur Verbesserung der Luftqualität in der Stadt bei.“*

Die wesentliche Rolle der Wasserversorgung und –verdunstung betont der Autor auf Seite 9 erneut durch die Feststellung, dass die Bäume *„ihre vorteilhafte Mikro- und Ortsklima verändernde Wirkung nur dann entfalten können, wenn sie ... 55-70% der Strahlungsenergie der Sonne in Form von Transpiration und kutikulärer Verdunstung in latente Wärme umwandeln können“*. Das heißt, Bäume wirken wie kühlende Klimaanlage, zusätzlich befeuchten und reinigen sie die Luft aber bewirken dabei ein wesentlich gesünderes und angenehmeres Klima als ihre technischen Surrogate.

Die Verbesserung des Mikroklimas durch Bäume, erfolgt hauptsächlich über die Wasserverdunstung und ist somit auch von der Wasserversorgung der Bäume abhängig.

2.3 Studienteil 2: Baumphysiologische Ansprüche

Die Autorin dieser Teilstudie untersucht die Frage, ob Bäume mit dem in Wien anfallenden Niederschlag leben und ihre Wohlfahrtswirkungen entfalten können.

Es wird überprüft, ob der in Wien fallende Regen ausreicht, um die Wasserverdunstung durch Bäume in einem genügenden Maß zu ermöglichen.

Dazu verwendet sie Daten von Transpirationmessungen, die hauptsächlich in Forstbeständen und überwiegend an jüngeren Bäumen durchgeführt wurden und bejaht diese Frage prinzipiell: „... in einem Wiener Park ... wird die Transpiration junger Laubbäume ungefähr 300 mm pro Vegetationsperiode (Anfang Mai - Ende September) betragen, ältere Bäume werden 400-450 mm verbrauchen. (Einzelbäume sind zwar einem höheren Windstress ausgesetzt, sie besitzen aber eine geringere Blattfläche als im geschlossenen Bestand, daher wird ihre Transpiration im Schnitt nur 10% höher sein)“ (S. 20).

Auf Seite 8 (humanökologischer Teil) wird der höhere Wasserbedarf von Stadtbäumen betont. Dies erwähnt auch die Autorin auf Seite 19 („...im großstädtischem Bereich ... sind die Pflanzen einem höheren Transpirationsstress ausgesetzt“). Messungen des Wasserbedarfes von Bäumen im Wiener städtischen Parkklima wurden für diese Studie jedoch nicht durchgeführt und auch Daten von entsprechenden vergleichbaren Standorten liegen den Berechnungen ebenfalls nicht zugrunde.

Einen weiteren wichtigen Punkt führt die Autorin in Tabelle 8 (S. 21) an. Es wird gezeigt, dass die Sonnenkronen (Sonnenexponierte, freistehende Kronenteile im Gegensatz zu beschatteten, verdeckten Kronenteilen) eine wesentlich höhere Verdunstung (um ungefähr das 1,5 bis 3,5-fache) aufweisen. Auch wird angeführt, dass „...Einzelbäume immer stärker transpirieren als im dichten Bestand“.

Unter Berücksichtigung dieser oben erwähnten Umstände, ist die Schlussfolgerung der ausreichenden Wasserversorgung von Bäumen auf einem Tiefgaragendach nicht nachvollziehbar, wenn davon ausgegangen wird, „...dass es sich um gute Anhaltswerte für die Amplitude der Wasserabgabe von Laubbäumen, die in unseren Breiten heimisch sind...“ handelt (S. 19) und wenn diese zur Beantwortung der Fragestellung dienen sollen.

Die Bäume, auf deren Messdaten die gegenständliche Studie beruht, werden im Folgenden auch als „zitierte Bäume“ bezeichnet, während die Bäume, um die es tatsächlich geht, nämlich Bäume in Wiener Parkanlagen, Park- oder Stadtbäume genannt werden. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass die Stadt Wien zwar eine Studie in Auftrag gegeben, es aber nicht für notwendig befunden hat, Messungen an Wiener Parkbäumen durchführen zu lassen.

Die erwähnte Schlussfolgerung ist für eine theoretische Studie durchaus richtig und seriös. Eine Anwendung für konkrete praktische Projekte wurde von der Autorin gar nicht vorgesehen bzw. in der Fragestellung gar nicht detailliert angesprochen. Die Autorin weist mit den Worten „... eine exakte Wasserbilanz hängt vom Mikroklima des Standorts ab, da in Wien lokal sehr unterschiedliche Klimaverhältnisse herrschen...“ darauf hin.

Städtische Parkbäume unterscheiden sich von Bäumen in Forstbeständen in folgenden für die vorliegende Fragestellung wesentlichen Punkten:

- Parkbäume weisen in der Regel einen viel höheren Sonnenkronenanteil auf als die zitierten Forstbäume, da sie freier stehen und einem geringeren Seitendruck durch knapp benachbarte Bäume ausgesetzt sind.

- Einzelstehende Bäume weisen mehr Blätter auf als vergleichbare Bäume im engen Bestand und haben alleine dadurch eine höhere Verdunstung. Die Annahme der Studie einer... „geringeren Blattfläche als Bäume im geschlossenen Bestand...“ (S. 20) ist nicht nachvollziehbar und kann auch empirisch nicht bestätigt werden.
- Freistehende Parkbäume sind einem wesentlich stärkeren Transpirationsdruck ausgesetzt, da sie kräftiger und mit Luft höheren Trockenheitsgrades angeströmt werden, als dies bei den zitierten Bäumen anzunehmen ist.

All diese Punkte lassen die Annahme, dass Wiener Parkbäume nur 10% mehr Wasser verdunsten als die zitierten Bäume, als weitaus zu gering erscheinen. Für einen Standort im Prater mag dies zwar zutreffen, jedoch kaum für einen kleinen Park im dicht bebauten Gebiet. Solche Flächen sind jedoch für die Verbesserung des städtischen Mikroklimas von besonders hoher Bedeutung.

2.4 Ergänzende Betrachtungen zum Studienteil 2

Das erstellte Gutachten ist eine Auftragsstudie, bei der sich die Autoren an eine vorgegebene Fragestellung halten. Diese Vorgangsweise, kann aber dann problematisch werden, wenn einige wichtige Fragen seitens des Auftraggebers gar nicht gestellt werden.

Um die Schlussfolgerungen der Studie und auch bestehende Widersprüche genauer verstehen zu können, ist es notwendig, die Frage ausführlicher zu klären, wie Bäume mit Trockenheit umgehen.

2.4.1 Wasserhaushalt von Bäumen und deren Reaktion auf Hitze und Trockenheit

Während der heiß-trockenen Mittagszeit verdunsten Bäume - so weit verfügbar - sehr viel Wasser und erbringen dadurch ihre Wohlfahrtswirkungen, wie im Teil 1 des Gutachtens beschrieben (S. 8 und 9). Die durch die Verdunstung über die Blätter erzeugte Saugspannung ist zuweilen so hoch, dass sich sogar der Stammdurchmesser messbar verringert. Ähnlich einem Strohalm, der – im Gegensatz zu Pflanzen - durch starken Unterdruck sogar zum Kollabieren gebracht werden kann.

Das zur Verdunstung notwendige Wasser holen sich Bäume mittels ihres weitreichenden Wurzelsystems aus tiefen Bodenschichten. In extremen Fällen kann dies bei heimischen Bäumen bis zu 10 Meter betragen. Bis zu zwei Meter oberhalb des Grundwasserspiegels reicht das aufsteigende Filmwasser, eine den Bäumen relativ leicht aufschließbare Quelle.

Zahlreiche Wiener Park- und Straßenbäume leisten so, besonders dann, wenn es aufgrund der hohen Trockenheit zu starker Staubbelastung und weiteren klimatischen Unannehmlichkeiten kommt, wertvolle Dienste. Das Wiener Baumschutzgesetz hebt diese Leistungen in § 1 (1) hervor, wenn der Baumbestand zum Zwecke der „Erhaltung einer gesunden Umwelt für die Wiener Bevölkerung...“ geschützt wird.

Es sei betont, dass der Zweck des Wiener Baumschutzgesetzes auf eine ausreichende Versorgung der geschützten Bäume mit Wasser abzielt, denn nur so können diese ihre Wohlfahrtswirkungen hinreichend entfalten und damit im Sinne des Gesetzes zur Erhaltung einer gesunden Umwelt beitragen.

2.4.2 Trockenstress bei Bäumen

Ein Tier kann auf Ungunsten, wie z.B. Trockenheit, durch Wechsel auf einen besseren Standort reagieren, gelingt dies nicht, so wird es verdursten.

Bäume haben die Möglichkeit einer Flucht nicht, dennoch sind sie in der Lage, Jahrzehnte, mitunter sogar Jahrhunderte an einem Ort zu verbringen. Dies wird ihnen durch sehr effektive Überdauerungsstrategien ermöglicht.

Leiden Bäume unter Wassermangel, können sie die Spaltöffnungen (Stomata) ihrer Blätter verschließen und so ihren Wasserverbrauch auf bis zu 10-20% der Maximalrate reduzieren - eine allgemein bekannte Tatsache, die auch im Gutachten erwähnt wird (S. 16). Dieser Zustand kann in heißen Sommern mehrere Wochen andauern, wobei sie jeweils in den frühen Morgen- und späten Nachmittagsstunden noch etwas transpirieren können. Tau, der den zitierten Bäumen im Sommer auch während niederschlagsarmer Zeiten zur Verbesserung des Wasserhaushaltes zur Verfügung steht, fällt für Stadtbäume kaum an.

Derart unter Trockenstress stehende Bäume besitzen zwar ebenfalls grüne Blätter und unterscheiden sich von mit Wasser wohl versorgten Bäumen rein äußerlich kaum. Sie üben jedoch wesentlich geringere Wohlfahrtswirkungen aus, da sie über die verschlossenen Spaltöffnungen nur einen Bruchteil des Wassers verdunsten als mit offenen Stomata.

Dieser physiologische Exkurs musste den folgenden Ausführungen vorangestellt werden, da eine genauere Ausführung dieser Umstände allem Anschein nach nicht Bestandteil des Auftrages gewesen ist.

2.5 Studienteil 3: Bodenphysikalische und –chemische Anforderungen an das Substrat

Dieser Teil beschreibt die notwendigen Eigenschaften des Pflanzsubstrates, damit es eine möglichst hohe Wasserspeicherkapazität besitzt und Bäume darin optimal gedeihen können.

Das Substrat ist auf 300 mm Speicherkapazität ausgelegt (S. 23 „...*Es gilt also ein Bodensubstrat bereitzustellen, ... das fähig ist, ca. 300 mm Niederschlag in 150 cm Tiefe pflanzenverfügbar zu speichern*“), der Fehlbetrag auf 400-450 mm (der ohnehin als zu gering betrachtet wird) müsste durch kontinuierlichen Nachschub des Verbrauches ergänzt werden. Die Studie überprüft nicht, ob dies während heißer sommerlicher Trockenperioden, wenn der Wasserverbrauch besonders hoch und der Niederschlag aber gering ist, gewährleistet wird.

Es wird vielmehr einschränkend erwähnt „...*dass eine optimale Zielvorgabe bei der Wasserverteilung nicht immer erreichbar ist...Wie dann tatsächlich eine bestimmte Wassermenge verteilt bzw. gebunden wird hängt ...vom Wassergehalt des Bodens ... und der Intensität der Niederschläge ab.*“ Dies ist so zu verstehen, dass das Pflanzsubstrat in der Praxis nicht so funktionieren kann, wie es die theoretischen Ansätzen erscheinen lassen. In diesem Zusammenhang wird auf die bestehende Niederschlagsdynamik (*..Intensität der Niederschläge...*) hingewiesen, die nicht Gegenstand des Gutachtens ist und an späterer Stelle noch ergänzend betrachtet und erläutert wird.

Die Autoren betonen in der Zusammenfassung ihres Teilgutachtens ausdrücklich, dass „*bei der Errichtung von Tiefgaragen unterhalb öffentlicher Parkanlagen auf eine Erhaltung oder Wiederherstellung deren Funktionen ... unbedingt zu achten ist*“. Dies ist ein Hinweis auf eine fehlende Fragestellung der Studie und einen sich daraus ergebenden Widerspruch.

An anderer Stelle heißt es „...*Das Baumwachstum soll lediglich durch Regenwasser und im Boden vorhandene Nährstoffe erreicht werden... daher muss ...überschüssiges Sickerwasser durch eine Drainage (Schotterkörper) abfließen ...*“ können (S. 26). Überschüssiges Sickerwasser würde Staunässe verursachen und das Baumwachstum behindern.

Es wird nicht geklärt, was mit „*überschüssigem*“ Wasser gemeint ist, wenn es im gleichen bodenkundlichen Gutachtenteil erneut heißt (S. 22): „*Es darf also das kostbare Regenwasser weder verloren gehen, noch Staunässe verursachen.*“ Der Hinweis auf die Niederschlagsdynamik ist in diesem Zusammenhang zu verstehen.

Diese hier angesprochenen offenen Fragen müssen im Bezug auf die anderen Teilstudien betrachtet und genauer erläutert werden.

2.6 Studienteil 4: Bautechnische Anforderungen

Dieser Gutachtenteil befasst sich mit vegetationstechnischen Details und beschreibt den genauen Aufbau des erforderlichen Substrates. Die unterste Lage besteht aus der geforderten Drainageschicht, über die das überschüssige Wasser abfließen kann.

In einem weiteren Kapitel dieses Gutachtens werden baumstatische Berechnungen angestellt, die eine ausreichende Standsicherheit der Bäume auf Garagendächern bestätigen.

Die Feststellung im baumstatischen Teil (S. 29), dass Baumwurzeln in der Regel nicht tiefer als 1,2 bis 1,8 m gehen, ist für das statisch aktive Wurzelsystem ohne Zweifel zutreffend, jedoch reichen Wurzeln, die der Wasserversorgung dienen, bedeutend tiefer. Im Anhang „Ausbreitung von Wurzelsystemen“ findet sich eine Übersicht über verschiedene Angaben der Reichweite von Wurzeln.

In diesem Teil der Studie wird festgestellt, dass bis zu 25 m hohe Bäume ausreichend standsicher sind, wenn den Wurzeln seitlich (radial) ein ausreichendes Platzangebot von 2,86 m zur Verfügung steht. Viel wichtiger als die bemerkenswert zentimetergenaue Berechnung, ist die Einschränkung der Autoren, dass „...*aller Voraussicht nach großkronige Bäume hierbei selten verwendet werden können.*“ und sie führen in erster Linie statische Gründe dafür an: „...*für klein- bis mittelkronige Bäume bestehen bei guten Standortbedingungen keine Bedenken bezüglich der Standsicherheit* (S. 30).

2.7 Weitere fehlende Aspekte in der Studie

Es ist zum Verständnis der Gesamtproblematik notwendig, die Studie um fehlende oder nicht im ausreichenden Maße eingeflossene Betrachtungen zu ergänzen.

2.7.1 Hitzestress und baumphysiologische Reaktionen

Die Reaktionen von Bäumen unter Trockenstress unterscheiden sich wesentlich von denen der Bäume mit ausreichender Wasserversorgung. Der Unterschied besteht in einer erheblichen Verringerung der Wohlfahrtswirkungen unter Trockenstress. Diese in 2.4.1 und 2.4.2 erwähnten Umstände sind in der Studie nicht im notwendigen Ausmaße beachtet worden.

Ausreichend mit Wasser versorgte Bäume transpirieren während der Mittagszeit wesentlich mehr Wasser, als in der Studie angenommen. Ein Hinweis auf den höheren Wasserbedarf ergibt sich aus den Sonnenkronen, die 1,5 bis 3,5-fach mehr Wasser transpirieren als Schattenkronen (s. 2.3 und Tabelle 8 auf S. 20 im Gutachten).

Zwar weist die Autorin der Teilstudie 1 (s. 2.2) auf den erhöhten Transpirationsbedarf von Stadtbäumen hin, zur Abschätzung der Wasserverdunstung werden jedoch diesbezüglich begünstigte Bäume aus Forstbeständen herangezogen.

2.7.2 Vergleich der Wasserversorgung in einem Park und auf einer Tiefgarage

Geht der baumphysiologische Teil noch von 450 mm Niederschlag aus, werden im bodenkundlichen Teil 300 mm als Speicherkapazität zugrunde gelegt. Letztere ist, um eine Vergleichszahl zu nennen, eine häufig angenommene Untergrenze, bei der noch Weinbau

betrieben werden kann. Wein ist eine Pflanze, die aufgrund ihres tief und weit reichenden Wurzelsystems an Trockenheit sehr gut angepasst ist.

Hat eine Wurzel das in ihrer unmittelbaren Umgebung gespeicherte Bodenwasser aufgenommen, so fließt von angrenzenden Bodenregionen Wasser zu, das erneut von der Wurzel aufgenommen werden kann. Motor dieses Wasserstromes ist die von der Wurzel verursachte Saugspannung, die bis 1,5 MPa ($\approx 15\text{bar}$) und mehr ($1\text{ atm} \approx 1\text{bar} \approx 0,1\text{ MPa}$) betragen kann. Die Wurzeln unserer heimischen Bäume können eine hohe Saugspannung verursachen (zum Vergleich: unsere Wasserleitungen haben einen Betriebsdruck von ca. 2 bar ($\approx 0,2\text{ MPa}$) ebenso wie der von gängigen PKW-Autoreifen).

Daher bilden Bäume, ganz besonders unter extremen Bedingungen, ein weit und tief reichendes Wurzelsystem aus, mit dem sie bei Trockenheit ihre Wasserversorgung aufrechterhalten können. Auch ohne Grundwassereinfluss steht auf einem naturnahen Standort ein großes Bodenvolumen als Wasserspeicher zur Verfügung. Ist in 5 bis 8 m Tiefe verfügbares Grundwasser vorhanden, können sich Parkbäume auch bei großer Hitze und Trockenheit mit Wasser versorgen.

Auf einer Tiefgarage ist diese Versorgungsquelle trotz des optimalen Bodensubstrates im Vergleich zu Parkböden nur stark reduziert vorhanden. Aufgrund der hohen Temperatur und Trockenheit wird das gespeicherte Wasser verbraucht und ein Nachschub aus tiefen oder entfernten Bodenschichten steht nicht zur Verfügung.

Bäume können bei dieser verringerten Wasserversorgung noch leben, von gleich hohen Wohlfahrtswirkungen wie im Park kann aber kaum mehr die Rede sein.

2.7.3 Niederschlagsdynamik und überschüssiges Wasser

In der Studie fällt der Widerspruch zwischen dem „*kostbaren Regenwasser, das nicht verloren gehen darf*“ (S. 22) und „*dem überschüssigen Sickerwasserwasser, ...das... durch eine Drainage(Schotterkörper) abfließen kann*“ (S. 26) auf, ohne das genauer auf ihn eingegangen wird.

In der Teilstudie 1 wird die der menschlichen Gesundheit abträgliche Eigenschaft des Stadtklimas auch mit dem Umstand erklärt, dass 60-90% des Niederschlages über das Abwasser außerhalb der Stadt gelangen.

Die Teilstudie 3 weist (s. 2.5) darauf hin, dass das in der Studie erstellte Modell nicht optimal funktionieren kann, da die dazu notwendige Niederschlagsdynamik nicht gegeben ist.

Damit das Substrat sein Speicherpotential in dem Maß entfalten kann, wie es rein rechnerisch möglich wäre, bedürfte es regelmäßigen Niederschlages in geringer Intensität bei kontinuierlichem Verbrauch des Wassers. Regen fällt aber oft auch in heftigen Güssen und muss dann über die Drainageschicht abgeführt werden, da er vom wassergesättigten Boden gar nicht aufgenommen und gespeichert werden kann. In der Natur sickert dieses Wasser in das Grundwasser und folglich in die Flüsse ab. Dabei wird immer ein Teil dessen in tieferen Bodenschichten gespeichert.

In diesem Zusammenhang ist der Hinweis zu verstehen, dass eine optimale Zielvorgabe nicht immer erreichbar sei. Es gibt keine Angaben, in welchen speicherfähigen Teilmengen er anfällt und wie viel letztendlich über die Drainageschicht verloren geht.

Bäume in zahlreichen Wiener Parkanlagen können aber zusätzlich auf Grund- oder Hangwasserströme zugreifen. Auch wenn dies nicht der Fall ist, steht den Bäumen das weiträumig angelegte Speicher- und Versorgungsreservoir für Wasser in Form der gewachsenen Böden zur Verfügung. In Trockenperioden bedeutet dies einen wesentlich längeren Nachschub von Wasser als auf Tiefgaragendächern.

Aus den Anforderungen, die im baumphysiologischen und insbesondere im humanökologischen Teil gestellt werden, finden sich keine Hinweise auf nicht notwendigen Niederschlag. Der baumphysiologische Teil spricht von 400-450 mm Niederschlag, der verbraucht wird. Der durchschnittliche Niederschlag in Wien betrug bis 1999 500 bis 800 mm, mittlerweile ist dieser deutlich zurückgegangen. Die Dynamik des Niederschlags bringt es mit sich, dieser den Bäumen nicht gänzlich zur Verfügung steht, sondern abfließt, daher muss auch eine Drainageschicht eingebaut werden. Wie viel des Niederschlags darüber abfließt wird in der Studie nicht einmal angedacht.

Tiefgaragendächer stellen ein Stück isolierter Landschaft dar und ein solches kann –auch beim besten Willen– nicht die Natur in ihrer Komplexität ersetzen.

3 Zusammenfassende Betrachtung der Gesamtstudie

Wie bereits erwähnt, fehlt eine Zusammenfassung im erstellten Gutachten, die eine klare praxisorientierte Antwort auf die Fragestellung beinhaltet.

An keiner Stelle der Studie finden sich eindeutige Aussagen, aus denen abgeleitet werden könnte, dass ein Baumbestand auf einer Tiefgarage auch nur annähernd die gleiche ökologische Wirksamkeit hätte, wie in einer Parkanlage auf gewachsenem Boden. Es finden sich in allen Teilgutachten zahlreiche Einschränkungen, jedoch keine Stellungnahme, die Spielraum zu einer unzweifelhaft und eindeutig bejahenden Interpretation einräumen würde.

Die vier Teilgutachten sind wissenschaftlich korrekt und seriös erarbeitet, orientieren sich exakt an einer vorgegebenen Fragestellung und gehen über diese auch nicht hinaus.

Die vier Teilgutachten wurden zu einer logischen Kette zusammengefügt, wobei die Behandlung einiger wichtiger Fragen seitens des Auftraggebers nicht berücksichtigt wurde. Die Studie betrachtet daher nicht alle notwendigen Aspekte, die zur Klärung der Fragestellung zu behandeln wären. Besonders die Punkte fehlen oder sind nicht ausreichend beachtet, aus denen hervorgeht, dass Bäume auf einer Tiefgarage mit denen einer städtischen Parkanlage hinsichtlich ihrer Wohlfahrtswirkungen nicht vergleichbar sind.

3.1 Resümee

Die zu einer Komplettstudie zusammengefassten Teilgutachten sind nicht ausreichend, um die Fragestellung genügend zu beantworten, es bleiben zu viele wichtige Fragen offen. Belangreiche Themen, wie die Reaktion von Bäumen auf Trockenstress und die Wasserversorgung und der Wasserverbrauch von Bäumen in Wiener Parkanlagen wurde nur unzulänglich oder gar nicht behandelt.

Zur Klärung der Fragestellung wäre es notwendig, die Wasserverdunstung von Bäumen aus Wiener Parkanlagen im Sommer unter Trockenstress zu messen, oder vergleichbare Literaturdaten zu verwenden. Dies erfolgte nicht. Die der Studie zugrunde liegenden Daten sind nicht ausreichend, um die vorliegende Problematik zufrieden stellend zu behandeln.

Die Wasserverdunstung ist die wesentliche, sich positiv auf das Mikroklima auswirkende Eigenschaft von Bäumen. Die Studienautoren behaupten nicht, dass diese auf dem Dach einer Tiefgarage auch nur annähernd gleich bliebe, vielmehr weist der humanökologische Teil indirekt darauf hin, dass dem nicht so ist. In folgenden drei Teilstudien finden sich ebenfalls Hinweise, dass die in der vorliegenden theoretischen Studie erarbeiteten Ausführungen nicht direkt umsetzbar sind.

Da es sich um die Gesundheit der Wiener Stadtbevölkerung handelt, besteht Bedarf zu einer ausführlichen und verantwortungsbewussten Einbeziehung aller notwendigen Aspekte. Auf Grundlage der vorliegenden theoretischen Studie ist eine Umsetzung konkreter Projekte nicht möglich. Dies kann auch aus den entsprechenden Hinweisen in den Teilstudien geschlossen werden.

Wien im Juni 2004
Christian Rohr

4 Anhang: Ausbreitung von Wurzelsystemen

Der überwiegende Teil des Wurzelsystems von Bäumen befindet sich in der obersten Bodenschicht bis in ein Meter Tiefe, da sich hier die ernährungsphysiologisch wichtigen Prozesse abspielen.

Bäume vermögen aber, wenn es notwendig und/oder möglich ist, mit ihren Wurzeln in wesentlich tiefere Bodenschichten vorzudringen. Dort gibt es praktisch keine Nährstoffe aufzunehmen, für die Wasserversorgung in Trockenzeiten sind diese Tiefwurzeln jedoch von besonderer Bedeutung.

So konnten z.B. bei der als Flachwurzler beschriebenen Buche (*Fagus sylvatica*), Wurzeln bis in 3,9 m Tiefe festgestellt werden.

Auch einjährige Nutzpflanzen besitzen ein vergleichsweise tief reichendes Wurzelsystem, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht.

Pflanze	Wurzeltiefe	Pflanze	Wurzeltiefe	Pflanze	Wurzeltiefe
Silberdistel	1,0 m	Rotklee	2,1 m	Palmen	12 – 16 m
Bohne	1,7 m	Hafer	2,6 m	Weinstock	12 – 16 m
Roggen	2,0 m	Weizen	2,8 m	Wüstenpflanzen	10 – 20 m
Erbse	2,1 m	Raps	2,9 m	Waldbäume	5 – 10 m

<http://www.kompakt-lexikon.de/daten/umwelt-natur/wurzeltiefe.htm>

Günther Sinn veröffentlichte in der Zeitschrift Das Gartenamt 31 (1982) eine Literaturübersicht über die Ausbreitung von Wurzelsystem verschiedener Bäume, aus der einige Zitate wiedergegeben werden, die zeigen, dass Baumwurzeln durchaus auch ungewöhnliche Tiefen und Weiten erreichen können.

Stieleiche, *Quercus robur*

Unter extremen Bedingungen fand LABUNSKI in der Donsteppe an 11- bis 13jährigen Bäumen 8,0-9,0 m tief reichende Pfahlwurzeln.

Roteiche, *Quercus rubra*

Auf Sand über Lehm wurde von LEMKE (1956) an einer 65-jährigen Roteiche eine maximale Tiefenreichweite von 3,6 m festgestellt.

Rotbuche, *Fagus sylvatica*

In Steinbruchspalten können auch tiefere Reichweiten erzielt werden (bis 3,4 m Tiefe festgestellt). GANSSEN (1934) fand auf einem tiefgründigen Sand noch in 3,0 m Tiefe bleistiftstarke Wurzeln. Allgemein gilt jedoch, dass die Tendenz, ihre Wurzeln möglichst tief im Boden zu verankern, bei der Buche wenig ausgeprägt ist.

Birke, *Betula pendula* (*B. verrucosa*)

Die Birke durchwurzelt bevorzugt die obere Bodenzone Einzelne Wurzeln fanden sich in Reinkulturen bis in 3,04 m Tiefe, in Mischkulturen bis in 4,02 m Tiefe (Grundwasserspiegel in 6,2 m Tiefe).

Bergahorn, *Acer pseudoplatanus*

GRASER (1928) stellte an Altbäumen 17,0-28,0 m lange Oberflächenwurzeln fest, die aber nur eine Reichweite von 5,0-9,0 m hatten, also starke horizontale und vertikale Krümmungen aufwiesen.

Bergulme, *Ulmus glabra* (*U. montana*)

MAGYAR (1928) berichtet von einer zweijährigen Feldulme, die auf lehmigem Sand im 2. Jahr das in 5,0 m anstehende Grundwasser erreichte.

Silberpappel, *Populus alba*

STREUBING (1960) fand bei einer 60jährigen Silberpappel Horizontalwurzelreichweiten von 18,0 m.

Pyramidenpappel, *Populus nigra* „Italica“

Nach eigener Feststellung fanden sich in 12,0 m Entfernung und 3,5 m Tiefe 1,5-2,0 cm starke Wurzeln einer ausgewachsenen Pyramidenpappel.

Robinie, *Robinia pseudoacacia*

SCAMONI (1952) ermittelte an einer 70jährigen Robinie eine Wurzelreichweite von 14,0 m. Nach Franz H. MEYER "Bäume in der Stadt" (Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1978, Seite 110) wurden von PARKER (1968) bei Robinien Wurzeltiefen von 8,0 bis 9,0 m festgestellt.

Quelle: <http://www.baumstatik.de/pages/aufsaeetze/arti02.htm>