

Beschattungspotential von Ufervegetation an Fließgewässern

Eine Feldstudie am Wienfluss

Diplomarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
Universität für Bodenkultur Wien

Eingereicht von

Maria Zingerle

Diplomstudium Landschaftsplanung und Landschaftspflege

Studienkennzahl H920

Betreuung:

O.Univ.Prof. Dr. Florin Florineth

DI Gerda Holzapfel



Wien, Jänner 2012

Shading Potential of Riparian Vegetation on Streams

A Field Study at the River Wien

Master Thesis at the Institute of
Soil Bioengineering and Landscape Construction
University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

Written by

Maria Zingerle

Diploma Programme Landscape Architecture and Planning

Programme Classification Number H920

Advisors:

O.Univ.Prof. Dr. Florin Florineth

DI Gerda Holzapfel



Vienna, January 2012

Inhaltsverzeichnis

A. Danksagung	4
B. Kurzfassung.....	5
C. Abstract.....	6
1 Einleitung.....	7
2 Grundlagen.....	9
2.1 Solare Strahlung.....	9
2.2 Solare Strahlung in Vegetationsbeständen	10
2.3 Wirkung der solaren Strahlung auf Fließgewässer.....	11
2.4 Ufervegetation.....	12
3 Untersuchungsgebiet	14
3.1 Allgemeines zu den Flüssen im Raum von Wien	15
3.2 Der Wienfluss	16
3.2.1 Morphologie.....	17
3.2.2 Die Retentionsbecken in Auhof.....	20
3.3 Der Mauerbach.....	22
3.4 Der Halterbach	22
4 Untersuchungsmethoden	24
4.1 Zonierung und Auswahl von Aufnahmeflächen	24
4.2 Ufervegetation.....	24
4.3 Solare Strahlung.....	25
4.3.1 Analyse mit HemiView	27
4.3.2 Aufnahme der hemisphärischen Fotografien	29
4.3.2.1 Qualität der Bilder.....	30

4.3.2.2	Lichtverhältnisse	30
4.3.2.3	Ausrichtung	32
4.3.2.4	Zusatzinformationen	35
4.3.3	Auswertung der hemisphärischen Fotografien	35
4.3.4	Direkte Messungen.....	38
4.4	Temperatur.....	39
5	Ergebnisse	40
5.1	Zonierung.....	40
5.1.1	Typ 1: stark beschattet mit Begleitvegetation	42
5.1.1.1	Aufnahmefläche 1.1: Unterpurkersdorf.....	42
5.1.1.2	Aufnahmefläche 1.2: Purkersdorf Sanatorium	44
5.1.2	Typ 2: wenig beschattet mit Begleitvegetation	45
5.1.2.1	Aufnahmefläche 2.1: Nikolaisteg.....	45
5.1.2.2	Aufnahmefläche 2.2: Halterbach.....	47
5.1.3	Typ 3: wenig beschattet ohne Begleitvegetation.....	48
5.1.3.1	Aufnahmefläche 3.1: Käthe-Dorsch-Gasse	48
5.1.4	Typ 4: stark beschattet ohne Begleitvegetation.....	49
5.1.4.1	Aufnahmefläche 4.1: Ober Sankt Veit	50
5.2	Ufervegetation.....	52
5.2.1	Vergleich nach Höhen.....	52
5.2.2	Vergleich nach Arten	54
5.3	Solare Strahlung.....	55
5.3.1	Protokoll der Foto-Aufnahme	55
5.3.1.1	Dokumentation	55
5.3.1.2	Umgang mit den Geräten.....	56

5.3.2	Protokoll der Auswertung	57
5.3.3	Gewonnene Daten	57
5.3.3.1	Auswertung.....	57
5.3.3.2	Vergleiche direkte Messung vs. HemiView.....	60
5.4	Temperatur.....	60
5.4.1	Protokoll der Messungen	61
5.4.2	Gewonnene Daten	64
6	Diskussion der Ergebnisse	70
7	Ausblick/Vorschläge für die Praxis	72
8	Quellenverzeichnis	74
8.1	Literaturquellen	74
8.2	Internetquellen	75
8.3	Software	77
9	Abbildungsverzeichnis	78
10	Tabellenverzeichnis	84
11	Lebenslauf	85

A. Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bedanken...

...bei DI Gerda Holzapfel, für ihre tatkräftige Unterstützung und intensive Betreuung bei dieser Diplomarbeit.

...bei O.Univ.Prof. Dr. Florin Florineth und DI Jakob Grohmann, dafür, dass sie mein Interesse für die Ingenieurbiologie geweckt haben.

...bei O.Univ.Prof. Dr. Florin Florineth und DI Gerda Holzapfel außerdem für ihre Nachsicht in Bezug auf die spezielle organisatorische Situation, in der ich mich zur Zeit der Verfassung dieser Arbeit befunden habe.

...bei meinen Eltern, Dr.med. Nikolaus und Marie-Luise Zingerle D.O., für ihre jahrelange, finanzielle und moralische Unterstützung.

Bei Mag. Selmir Arapovic, für die Mitarbeit und Unterstützung in allen Phasen der Diplomarbeit, für das Coaching, sowie für die allgemeine Entlastung im Alltag und insbesondere für die heiße Schokolade.

...bei allen, die mich bei meiner Arbeit unterstützt haben:

Christoph: Praktikant am IBLB im Sommer 2011

Gu Lan: Austauschstudentin am IBLB im Herbst 2011

Valentin: Studienkollege

Stefan: Diplomarbeitkollege, Gastgeber, Leidensgenosse;

Geodaten wurden dankenswerter Weise von der Stadt-vermessung Wien (MA 41) unter Mitwirkung der Abteilung Wiener Gewässer (MA 45) bereitgestellt. Besonders bedanke ich mich diesbezüglich bei DI Thomas Ofenböck und DI Wolfgang Eigner für ihre Zeit und Hilfsbereitschaft.

B. Kurzfassung

Der solare Energieeintrag in die Atmosphäre bildet die Basis für das Leben auf der Erde. Gleichzeitig stellt ein Übermaß an solarer Strahlung für viele Ökosysteme ein Problem dar. An Fließgewässern ist die Beschattung durch Uferstrukturen essenziell für eine intakte, vielfältige und standortgerechte Biozönose.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Strahlungssituation strukturell unterschiedlicher Abschnitte am Wienfluss in Wien und Purkersdorf zu quantifizieren. Vorbereitend wird die Fragestellung anhand von Grundlagen zur solaren Strahlung diskutiert und das Untersuchungsgebiet dargestellt. Ergänzend zu den Strahlungsmessungen wird die Änderung der Wassertemperatur im Untersuchungsgebiet veranschaulicht und die Vegetation für ausgewählte Teilbereiche beschrieben.

Die Daten zur solaren Strahlung wurden mittels hemisphärischer Fotografie unter Verwendung der Software HemiView erhoben. Diese Methode wird ausführlich erläutert, ebenso die Vorgehensweise bei den Temperaturmessungen und den Vegetationsaufnahmen.

Abschließend werden die Ergebnisse präsentiert und diskutiert. Wie erwartet konnten markante Unterschiede in der Strahlungssituation der verschiedenen Aufnahmeflächen am Wienfluss festgestellt werden. In Bereichen mit dichter, hoher Vegetationsbegleitung werden Beschattungswerte erreicht, die der Beschattung durch undurchlässige bauliche Strukturen entsprechen.

Zusammenhänge zwischen der Beschattung und der Änderung der Wassertemperatur wurden aufgrund unzureichender Daten nicht näher untersucht.

C. Abstract

Solar input into the atmosphere provides the basic energy for all life on earth. At the same time its excess may cause problems for certain ecosystems. For river systems riparian shading is essential for the development of an intact, diverse and native biocenosis.

The aim of this study is to quantify the solar radiation of different sectors at the Wien River in Vienna and Purkersdorf, Austria. Firstly, the question is discussed on the basis of solar radiation, and the study area is described. Additionally, the change in water temperature for the relevant area is visualised and the vegetation is characterised for chosen sectors.

The amount of solar radiation was measured using hemispherical photography in combination with the software HemiView. This method as well as the way of gathering the temperature and mapping the vegetation is explained in detail.

Finally, the results are presented and discussed. As expected, distinctive variation concerning the solar radiation impact on different sectors of the Wien River was found. In areas with high and dense riparian vegetation the level of shading is comparable to shade caused by architectural structures.

Due to a lack of sufficient data, causal relations between shading and change in water-temperatures could not be analysed in detail.

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Beschattungspotential der Ufervegetation an strukturell unterschiedlichen Abschnitten des Wienflusses in Wien und den angrenzenden Gemeinden in Niederösterreich. Beschattung beziehungsweise einfallende Solarstrahlung sind für Fließgewässer von signifikanter Bedeutung, insbesondere hinsichtlich des Energie- und Stoffhaushaltes, wie in Kapitel 2 näher erläutert wird.

Inhalt der Untersuchungen war die Erprobung und Dokumentation einer Methode zur Ermittlung der solaren Strahlung innerhalb oder unter Vegetationsbeständen. Die Methode wurde ursprünglich zur Erhebung der Beschattungssituation in Waldbeständen entwickelt. Vereinfacht dargestellt wird dabei anhand der Aufnahme und Analyse von digitalen hemisphärischen Fotografien (Fotografien des Himmels) die Geometrie der Lücken in der Vegetationsdecke berechnet. Aus dieser werden durch Überlagerung mit den Bahnen, die die Sonne im Lauf des Jahres beschreibt, die zu erwartenden Werte für die solare Strahlung berechnet. Dieser Methode wurde bisher in wissenschaftlichen Arbeiten im Bereich der kleinklimatischen Verhältnisse an Fließgewässern, insbesondere im deutschsprachigen Raum, wenig Beachtung geschenkt. Sie wird im Kapitel 4.3 ausführlich beschrieben.

Ergänzend wurde versucht einen Zusammenhang zwischen den das Ufer begleitenden Strukturen, der gemessenen Intensität der solaren Strahlung und der Wassertemperatur zu dokumentieren. Angenommen wurde, dass die Intensität der auf das Fließgewässer treffenden Sonnenstrahlung durch die das Gewässer begleitenden Strukturen beeinflusst wird.

Ein weiteres Kernthema der Arbeit ist die grundlegende Recherche zu den Themen Solarstrahlung, Solarstrahlungssituation in Vegetationsbeständen und Auswirkung der Solarstrahlung auf Fließgewässer, um

die Hintergründe der Untersuchung zu beleuchten. Außerdem werden das Untersuchungsgebiet und die untersuchten Teilbereiche beschrieben, zonierte und dargestellt, um die Vorgehensweise bei den Untersuchungen zu veranschaulichen, und Zusammenhänge zwischen strukturellen Unterschieden und den Ergebnissen der Messungen aufzuzeigen und zu begründen.

2 Grundlagen

Zu Beginn sollen einige Begriffe und relevante physikalische Größen geklärt werden. Diese bilden die Basis für die im Rahmen der Forschungsarbeit erfolgten Untersuchungen.

2.1 *Solare Strahlung*

Die solare Strahlung (Sonnenstrahlung) entspricht annäherungsweise der eines 5800 Kelvin (K) heißen schwarzen Strahlers. Außerhalb der Erdatmosphäre beträgt die Strahlungsintensität 1368 Watt pro Quadratmeter (W/m^2). Dieser Wert wird als Solarkonstante bezeichnet. Er unterliegt kurzfristigen Schwankungen bis zu drei Prozent, im langjährigen Mittel ist er aber, wie der Name schon sagt, weitgehend konstant. (HÄCKEL 2008)

Die Intensität der auf der Erdoberfläche eintreffenden Strahlung hängt von zahlreichen Faktoren ab. Einige davon werden hier genauer beschrieben.

Bereits an der Atmosphärenobergrenze bestehen gravierende Unterschiede, die sich durch die Lage der Erde zur Sonne erklären lassen. Da die Erde sich im Lauf eines Jahres auf einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegt und der Abstand zwischen Erde und Sonne somit leicht variiert, besteht eine Schwankung von sieben Prozent im Strahlungsgenuss der Erde. Weitaus größere Schwankungen kommen durch die Neigung der Rotationsachse der Erde zur Ekliptik (Ebene der Umlaufbahn) zu Stande. Diese Neigung hat zur Folge, dass die Nord- und die Südhalbkugel der Erde unterschiedlich zur Sonne hin exponiert sind, was wiederum Unterschiede im Strahlungsgenuss hervorruft, die sich im Lauf des Jahres ändern. Diese jahreszeitlichen Unterschiede sind an den Polen am stärksten ausgeprägt, am Äquator am schwächsten. (HÄCKEL 2008)

„Der periodische Lichtwechsel ist der astronomische Zeitgeber, der den Ablauf der tageszeitlichen und jahreszeitlichen Rhythmen im Leben der Organismen regelt.“ (LARCHER 2001, S. 37)

Nach dem Eintritt der Solarstrahlung in die Atmosphäre werden die Vorgänge noch viel komplexer. Wechselwirkungen mit Luftteilchen, Verunreinigungen und Wassertröpfchen treten ein, es kommt zu Absorptionen, Streuungen und Reflexion. Die Absorption führt zur Erwärmung der Luft, Streuung bedeutet Umverteilung der Strahlungsenergie auf verschiedene Richtungen und Reflexion führt, analog zur Streuung, zur Ablenkung der Strahlungsenergie, allerdings in diesem speziellen Fall in nur eine Richtung. Auf der Erdoberfläche kommt dem entsprechend nur ein Bruchteil der in die Atmosphäre eintretenden Sonnenstrahlung unverändert an. Dieser Anteil wird als direkte Sonnenstrahlung bezeichnet und beträgt im weltweiten, langjährigen Mittel 26 Prozent. Den Rest der auf die Erdoberfläche wirkenden Strahlung nimmt die diffuse Himmelsstrahlung ein. Diese besteht aus den zum Erdboden gerichteten Anteilen der Streu- und Reflexstrahlung und macht in Summe 29 Prozent der inneratmosphärischen Strahlung aus. Die Summe dieser beiden Werte beträgt 55 Prozent und wird als Globalstrahlung bezeichnet. (HÄCKEL 2008)

Diese Kenntnisse sind für das Verständnis der in Kapitel 4.3 beschriebenen Methode relevant.

2.2 Solare Strahlung in Vegetationsbeständen

Als Primärproduzenten bilden Pflanzen die Basis aller Lebensprozesse. Sie binden Sonnenenergie im Zuge der Photosynthese als latente chemische Energie und machen sie so für andere Organismen zugänglich. Sonnenstrahlung hat für Pflanzen darüber hinaus auch Bedeutung als entwicklungssteuernder Reiz und unter Umständen als Belastungsfaktor. Die Einwirkung der Sonnenstrahlung auf die Pflanze wird beeinflusst von der Dauer, dem Zeitpunkt, der Einfallrichtung und der spektralen Zusammensetzung des Lichtes. (LARCHER 2001)

Für die Photosynthese ist nur ein bestimmter Anteil der insgesamt zugestrahlten Energie geeignet, nämlich jener mit Wellenlängen zwischen 380 und 710 Nanometern. Dieser Anteil beträgt 45 bis 50 Prozent und wird in der Fachsprache als photosynthetisch aktive Strahlung (photosynthetic active radiation, PAR) bezeichnet. (LARCHER 2001)

Innerhalb eines Pflanzenbestandes wird die Sonnenstrahlung durch Streuung und Absorption abgeschwächt. Das Ausmaß der Strahlungsabschwächung ist vor allem von der Belaubungsdichte, der Verteilung der Blätter im Bestandsraum und der Blattneigung zur einfallenden Strahlung abhängig. Im Durchschnitt absorbieren Blätter 60 bis 80 Prozent der PAR. Sechs bis zehn Prozent werden gestreut oder reflektiert, zehn bis 40 Prozent (bei sehr dicken Blättern auch unter drei Prozent) werden durchgelassen. (LARCHER 2001)

Unter einem dichten Blätterdach existiert in der Regel nur noch photosynthetisch wertlose Strahlung. (HÄCKEL 2008)

2.3 Wirkung der solaren Strahlung auf Fließgewässer

Die Wirkungen von solarer Strahlung auf Fließgewässer sind vielfältig und die Vorgänge sehr komplex. Im Rahmen dieser Arbeit werden lediglich jene Aspekte behandelt, die den Einfluss der Beschattung auf Fließgewässer verdeutlichen.

Die Sonne stellt sowohl für terrestrische als auch für aquatische Lebensräume die Energiebasis für sämtliches Leben dar. Analog zum Leben am Land existieren auch im Wasser alle Organismen letztlich dank der Photosynthese von Primärproduzenten und der so gebildeten Biomasse. Im Zuge der Photosynthese wird Kohlenstoff gebildet und Sauerstoff freigesetzt. Der auf diese Weise gebildete Sauerstoff ist in Gewässern naturgemäß von größerer Bedeutung als in Lebensräumen, die ohnehin von Luft umgeben und durchströmt sind. Zwar besteht ein gewisser Eintrag von Sauerstoff auch aus der Atmosphäre, doch ist

dieser insbesondere bei tiefen, langsam fließenden Gewässern verhältnismäßig gering. (JUNGWIRTH et al. 2000)

Pflanzen (Primärproduzenten) benötigen aber selbst Sauerstoff, sobald keine Photosynthese mehr möglich ist. Fällt in einem Gewässer eine intensive Bestrahlung mit einer hohen Nährstoffbelastung (etwa durch Eintrag von Schmutzwasser oder Düngemitteln aus den angrenzenden Flächen) zusammen, so kommt es zu üppigem Pflanzenwachstum im Wasser. Das führt tagsüber zu einer Sauerstoffübersättigung, in der Nacht kommt es aber zu Sauerstoffmangel, der (insbesondere für Fische) tödlich sein kann. (DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1997)

Ein übermäßiges Pflanzenwachstum im Gewässer ist auch deshalb nicht wünschenswert, weil sich bei entsprechender Vegetationsdichte die Fließgeschwindigkeit verlangsamt und so der Fließgewässercharakter verloren geht. Das wird noch verstärkt durch die höhere und im Tagesgang stärker schwankende Wassertemperatur in unbeschatteten Gewässern. (DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1992)

Abgesehen von der Aktivität der Primärproduzenten hängt der Sauerstoffgehalt des Wassers auch von physikalischen Faktoren ab. Wasser bindet weniger Sauerstoff je stärker es erwärmt wird. Gleichzeitig steigt der Sauerstoffbedarf von wechselwarmen Tieren mit der Temperatur an. So kann es allein auf Grund der Erwärmung zu kritischen Sauerstoffwerten kommen. (JUNGWIRTH et al. 2000)

2.4 Ufervegetation

Auf Grund der in Kapitel 2.2 beschriebenen Strahlungsabschwächung in Vegetationsbeständen kann Vegetation an Fließgewässern für die benötigte Beschattung sorgen und so die ökologische Qualität des Gewässers verbessern. Daneben erfüllt ein intakter Uferstreifen viele weitere Funktionen. Sie stellt eine Brücke zwischen dem Fließgewässer und den angrenzenden Lebensräumen her, schützt das Ufer vor Ab-

brüchen, fördert ökologische Nischen und die Bildung von Kleinlebensräume, erhöht die ökologische Diversität, schützt das Gewässer vor Schadstoffeinträgen aus dem Umland und vermindert auch durch Aufnahme über die Wurzeln belastende Nährstoffe im Wasserkörper. (FLORINETH et. al., 2011)

3 Untersuchungsgebiet

Der Wienfluss wird von seiner Quelle bis zur Mündung von vielen sehr unterschiedliche Begleitstrukturen gesäumt, was dem vergleichenden Charakter der Untersuchungen entgegen kommt.

Durch seine Lage bei und in Wien wurden die vielen Begehungen und auf Grund der Abhängigkeit von nicht beeinflussbaren Rahmenbedingungen oft kurzfristig erfolgten Datenerhebungen überhaupt erst ermöglicht. Auch die gute Erreichbarkeit mit Fahrrad und Lokalbahn waren essenziell für diese Art der Untersuchung. Da kein motorisiertes Kraftfahrzeug zur Verfügung stand, hätte ein entfernter gelegenes Gewässer die Aufnahmen zumindest sehr verkompliziert. Auf die Organisation wird in Kapitel 4 Untersuchungsmethoden näher eingegangen.

Ein weiterer Aspekt, der den Wienfluss für ökologische Untersuchungen im weitesten Sinn interessant macht, ist der geplante Rückbau des Wienflusses innerhalb des Wiener Stadtgebietes (LADINIG 1996). Dementsprechend bietet sich ein Vergleich der Situation vor und nach den Umbauarbeiten an.

Im folgenden Kapitel werden die Wiener Fließgewässer allgemein charakterisiert, anschließend wird näher auf das eigentliche Untersuchungsgebiet am Wienfluss und einzelne Zuflüsse zu diesem eingegangen.

3.1 Allgemeines zu den Flüssen im Raum von Wien

Fast alle Fließgewässer im Wiener Gebiet entspringen im Wienerwald (vgl. Abbildung 1).

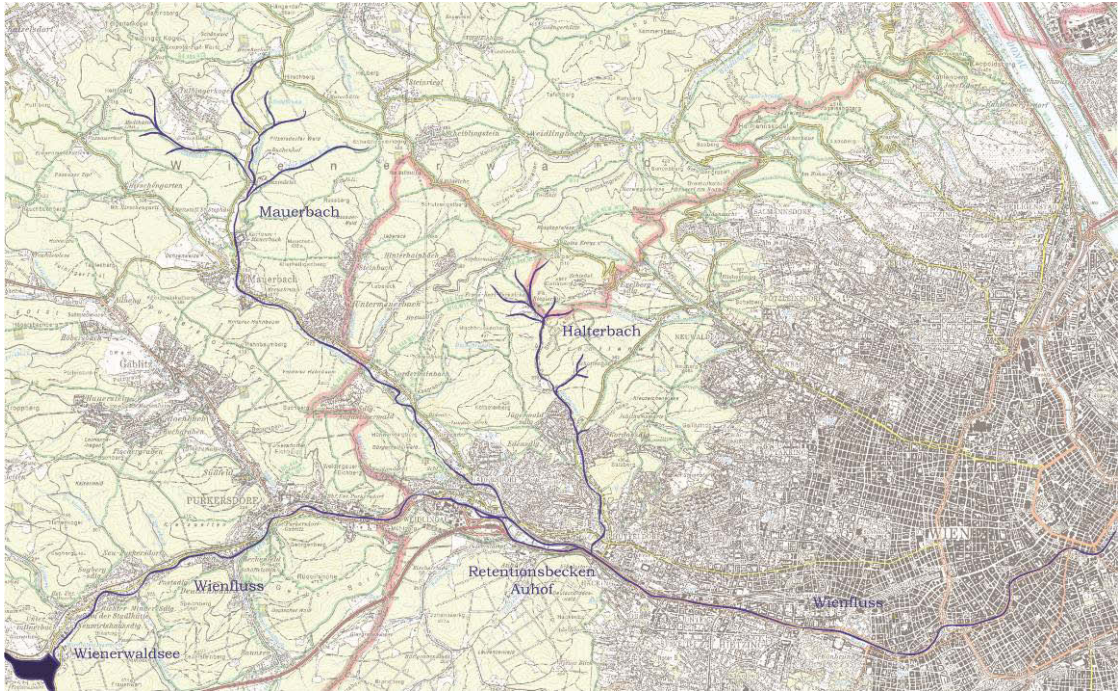


Abbildung 1: Übersicht Wienfluss und Zuflüsse. Quelle: NIEDERÖSTERREICH ATLAS, modifiziert.

Die Flüsse und Bäche im Raum von Wien sind durch große, kurzfristig auftretende Unterschiede in ihrer Wasserführung geprägt. Das liegt an den überwiegend wasserundurchlässigen Böden ihrer Einzugsgebiete, die bei Starkregenereignissen zu mächtigen, wenn auch meist nur kurz andauernden Hochwässern führen (SEEBACHER 2011). Auch der hohe Anteil an versiegelten Oberflächen im Siedlungsgebiet trägt zu diesem Phänomen bei (LADINIG 1996).

Um die Hochwässer schneller abzuleiten, wurden im Zuge der klassischen Gewässerverbauung des 19. und 20. Jahrhunderts Begradigungen, Eintiefungen und harte Verbauungen vorgenommen. Da diese aber durch die daraus resultierende Erhöhung der Fließgeschwindigkeit zu einer immer stärkeren Eintiefung der Gewässersohle geführt hätten, wurde die Sohle zusätzlich durch Pflasterung befestigt. (SEEBACHER 2011)

Diese naturferne Art des Hochwasserschutzes prägt auch heute noch die Morphologie der betroffenen Gewässer. Seit den späten 1970er Jahren werden aber im Rahmen des Platzangebotes und ohne das Hochwasserrisiko erneut zu verschärfen Rückbauten vorgenommen. Dies geschieht im Sinne der Wiedergewinnung des Gewässers als Lebensraum für Tiere, Pflanzen und Menschen. (LADINIG 2005)

Auf die vielfältigen negativen Auswirkungen von harten Fließgewässerverbauungen, insbesondere auf die Ökologie der Fließgewässer, aber auch der angrenzenden Lebensräume und nicht zuletzt auf die Lebensqualität der Menschen soll hier nicht näher eingegangen werden, da dies den Rahmen der Arbeit sprengen würde, und sich zudem bereits andere wissenschaftliche Projekte damit befassen haben. In Bezug auf die Wiener Region sei an dieser Stelle auf das Kapitel „Natur statt Beton“ in SEEBACHER (2011), so wie auf LADINIG (1996) zur Renaturierung des Wienflusses verwiesen.

3.2 Der Wienfluss

„Um einen Fluss zu verstehen, muss man ihn in seiner Gesamtheit betrachten: Von der Quelle bis zur Mündung. Und da jedes Fließgewässer von zahlreichen Zuflüssen gespeist wird und vielfältig mit seinem Umland vernetzt ist, ist es ebenso wichtig, sich mit dem Einzugsgebiet des Flusses zu befassen.“ (LADINIG 1996, S. 6)

Die Wien entspringt in der Nähe von Rekawinkel im westlichen Wienerwald auf einer Seehöhe von 620 Metern. Im Oberlauf heißt sie Dürre Wien, nach der Mündung des Pfalzauer Baches wird sie Wien, beziehungsweise Wienfluss genannt.

„Der Wienfluss [...] überwindet im Verlauf seiner etwa 34 km langen Gewässerstrecke 470 Höhenmeter. Das Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 230 km². Davon liegen 57 km² im Stadtgebiet, 173 km² außerhalb der Stadt.“ (LADINIG 1996, S. 7)

In Abbildung 2 ist das Einzugsgebiet blau schraffiert dargestellt.

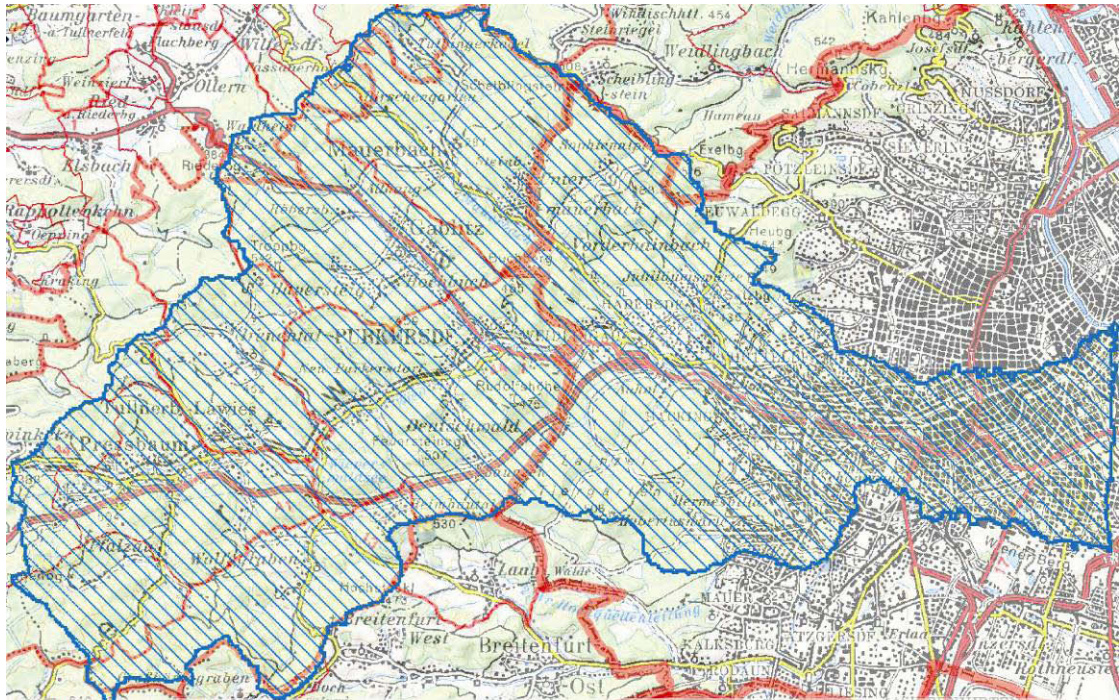


Abbildung 2: Einzugsgebiet des Wienflusses. Quelle: WASSER-GIS

3.2.1 Morphologie

Der Wienfluss ist im Oberlauf weitgehend natürlich oder naturnah ausgebaut (vgl. Abbildung 3). Mehr als zwei Drittel des Einzugsgebietes außerhalb der Stadt sind bewaldet. Diese Bereiche bilden ein „bedeutendes ökologisches Potential für die flussab gelegenen Laufstrecken“ (LADINIG 1996, S. 6). Bis in das späte 19. Jahrhundert bildete die Wien außerhalb des Gürtels eine bis zu 285 Meter breite Aulandschaft (LADINIG 1996). Von dem „mehr oder weniger breiten, bandförmigen Korridor[...] aus Auwaldfragmenten und Überschwemmungswiesen“ (WRBKA 2011, S. 237) der vorindustriellen Zeit ist allerdings auch außerhalb der Wiener Stadtgrenzen, auf Grund der dichten Besiedelung entlang des Flusses, kaum mehr etwas übrig.



Abbildung 3: Naturnaher Abschnitt der Wien bei Purkersdorf, 13.7.2011

Im Siedlungsgebiet wurde das Gewässer auf Grund immer wiederkehrender, katastrophaler Hochwässer nach und nach reguliert. Insbesondere im innerstädtischen Bereich von Wien wurde es so zu einem naturfernen Gerinne umgebaut.

Die erste Regulierung erfolgte in den Jahren 1814 bis 1817, die endgültige Wienfluss-Regulierung wurde 1851 bis 1906 umgesetzt. Der 16,2 Kilometer lange Abschnitt im städtischen Bereich wurde über eine Strecke von 2,4 Kilometer eingewölbt, die restliche Strecke wurde hart verbaut (vgl. Abbildung 4). (SEEBACHER 2011)



Abbildung 4: Hart verbauter Abschnitt der Wien nach Hütteldorf, 2.8.2011

Ende der 1990er Jahre wurde das groß angelegte, auch international beachtete Projekt zur Renaturierung des Wienflusses auf einer Strecke von 15 Kilometern von Wien-Auhof bis zur Mündung in den Donaukanal präsentiert (LADINIG 2005). Zwischen 1997 und 2002 wurde die Laufstrecke zwischen Hadersdorf und Nikolai-Steg umgebaut. Zusätzlich wurde eine 150 Meter lange Versuchsstrecke beim Hackingersteg angelegt, die eine Restrukturierung im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie der EU für den innerstädtischen Bereich probeweise umsetzt (SEEBACHER 2011).

Abgesehen von den mangelnden finanziellen Mitteln (LADINIG 2005) stellt auch die Tatsache, dass das gemauerte Bett des Wienflusses unter Denkmalschutz steht, eine Herausforderung für die weitere Renaturierung dar (SEEBACHER 2011).

3.2.2 Die Retentionsbecken in Auhof

Im Zuge der Regulierungen zwischen 1895 und 1906 wurden in Auhof sieben Rückhaltebecken (Retentionsbecken) angelegt, sechs am Wienfluss und eines am Mauerbach. Seit den jüngsten Umbauarbeiten haben diese Becken ein Fassungsvermögen von insgesamt 1.300.000 Kubikmetern. Abbildung 5 zeigt die Retentionsbecken im Grundriss.

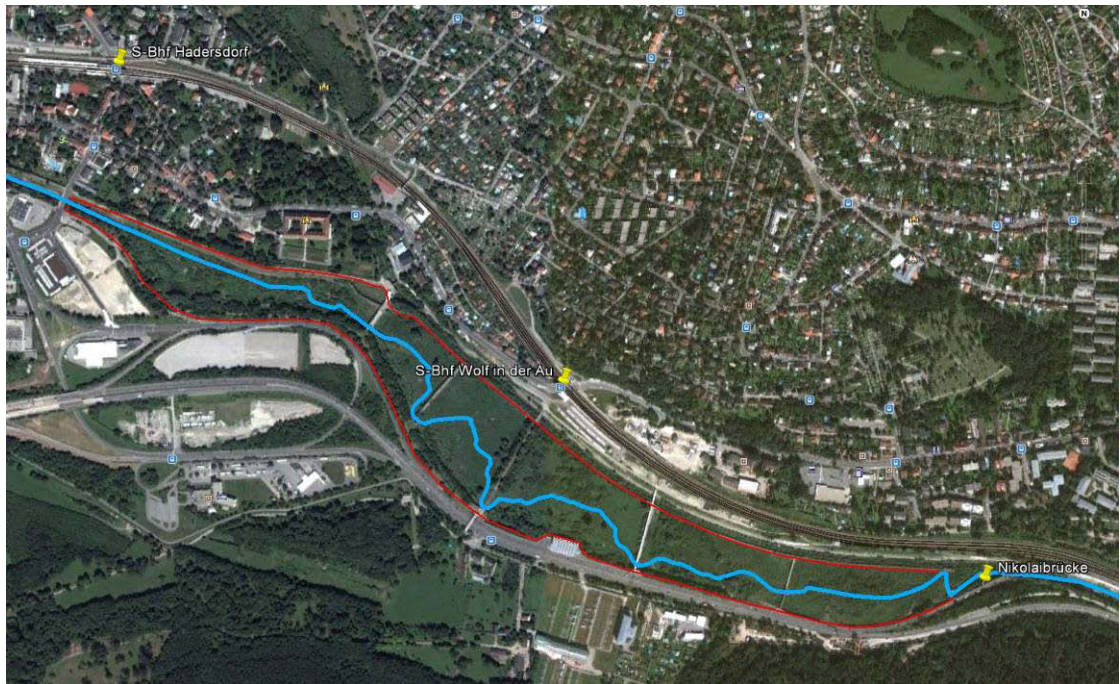


Abbildung 5: Die sechs Retentionsbecken in Wien/Hadersdorf und die mäandrierende Wien. Quelle: GOOGLE EARTH, modifiziert.

Seit den Renaturierungsmaßnahmen ist das Flussbett innerhalb der Becken der natürlichen Selbstgestaltung überlassen (vgl. Abbildung 6 und Abbildung 7). So entsteht ein verzweigtes Bachsystem mit unterschiedlichen Tiefen, Breiten und Fließgeschwindigkeiten, was die ökologischen und hydrologischen Bedingungen positiv beeinflusst. (SEEBACHER 2011)



Abbildung 6: Retentionsbecken bei Wien/Hadersdorf, Perspektive flussabwärts, 2. 8. 2011



Abbildung 7: Retentionsbecken bei Wien/Hadersdorf, Perspektive flussaufwärts, 2. 8. 2011

Dieser neu geschaffene Naturraum ist für Besucherinnen und Besucher offiziell nicht zugänglich, aber durch den begleitenden Fuß- und Radweg sowie überführende Stege von außen erlebbar.

3.3 *Der Mauerbach*

Der Mauerbach entwässert Teile des östlichen Wienerwaldes. Das Einzugsgebiet wird von Tulbingerkogel, Heuberg, Scheiblingstein, Rosskopf, Rauchbuchenberg und Hannbaum begrenzt und erstreckt sich über 37,7 Quadratkilometer. Ein Großteil des Einzugsgebietes ist von Wald bedeckt, nur im Unterlauf durchfließt er Siedlungsgebiet. Die gesamte Länge des Baches variiert je nach Wasserführung der Quellbäche, erreicht aber maximal etwa zwölf Kilometer. Das Gesamtgefälle beträgt 210 Meter, wobei über 100 Meter im Bereich der Quellbäche überwunden werden. (GILLINGER 1990)

Der Mauerbach mündet im Bereich des Nikolaistegs in den Wienfluss. Im Bereich der Retentionsbecken bei Hadersdorf, also kurz vor dem Zusammenfluss mit der Wien, fließt er bereits parallel zu ihr. (vgl. Abbildung 1)

„Bei Normalwasserstand durchfließt der Wienfluss die Rückhaltebecken. Ab einer gewissen Wassermenge wird der Zufluss zu den Becken gestoppt und das Wasser durchfließt zusammen mit dem Mauerbach das Umgehungsgerinne. Die Rückhaltebecken werden erst geflutet, wenn der Wienfluss im Wiener Stadtgebiet seine Kapazitätsgrenzen erreicht hat. Dadurch wird eine Vorbefüllung der Rückhaltebecken vermieden. Genau im entscheidenden Moment werden jene Wassermengen abgeleitet, die das Flussbett im Stadtgebiet nicht fassen kann.“ (WIENER GEWÄSSER (MAGISTRATSABTEILUNG 45) 2006)

3.4 *Der Halterbach*

Der Halterbach entspringt mehreren Sickerquellen zwischen Sofienalpe, Rosskopf, Exelberg und Dahaberg, auf einer Höhe von 450 bis 500 Metern (vgl. Abbildung 1 – NIEDERÖSTERREICH ATLAS). Bis zu einer

Höhe von 280 Metern durchfließt er bewaldetes Gebiet, darunter ist er von Siedlungsgebiet umgeben (GERGER 1992). Er mündet zirka 300 Meter nach den Retentionsbecken in die Wien. Der Abschnitt zwischen dem Nikolaisteg und der Mündung des Halterbachs soll in den kommenden Jahren renaturiert werden. Eine entsprechende Studie ist von Studierenden der Universität für Bodenkultur im Rahmen eines „Objektplanerischen Projektes an Gewässern“ erstellt worden.

4 Untersuchungsmethoden

In diesem Kapitel werden die angewandten Methoden detailliert beschrieben mit besonderem Augenmerk auf die jeweilige praktische Anwendung.

4.1 *Zonierung und Auswahl von Aufnahmeflächen*

Da eine Untersuchung des gesamten Wienflusses zu umfangreich wäre, werden vor Beginn der eigentlichen Untersuchungen wiederholte Begehungen und Befahrungen per Fahrrad durchgeführt, um morphologisch unterschiedliche Flussabschnitte abzugrenzen. Ziel ist es, Strukturtypen zu definieren, denen die unterschiedlichen Abschnitte zugeordnet werden können und geeignete Aufnahmeflächen innerhalb dieser Strukturtypen ausfindig zu machen, anhand derer letztendlich Aussagen für den jeweiligen Strukturtyp insgesamt getroffen werden können.

Die Untersuchungen beschränken sich auf das Gebiet zwischen den offenen (nicht überwölbten) innerstädtischen Bereichen und dem Wienerwaldsee, da bereits in diesem Abschnitt ausreichend unterschiedliche Strukturen zu finden sind.

Die Aufnahmeflächen für die jeweiligen Strukturtypen wurden mit einer Länge von 25 Metern entlang des Flusslaufes und einer entsprechend den flussbegleitenden Strukturen variierenden Breite von zehn bis 50 Metern festgelegt.

4.2 *Ufervegetation*

Innerhalb der ausgewählten Aufnahmeflächen wird die vorhandene Vegetation erhoben. Folgende Parameter werden erfasst:

- ✓ Art
- ✓ Sprosszahl oder Deckungsgrad
- ✓ (durchschnittlicher)* Stammdurchmesser auf Brusthöhe (1,30m)

- ✓ (durchschnittliche)* Höhe
- ✓ Höhe des Kronenansatzes
- ✓ Kronendurchmesser

*Ist die Anzahl der Individuen einer Art überschaubar, werden alle Exemplare einzeln aufgenommen. Bei größeren Gruppen und flächen-deckendem Bewuchs werden mehrere Individuen gesammelt registriert mit Durchschnittswerten für Stammdurchmesser, Kronenansatz und Höhe und der Deckungsgrad in Bezug auf die Parzellengröße geschätzt.

Zusätzlich zur tabellarischen Auflistung werden die Gehölze skizzenhaft im Grundriss verortet, um die Daten anschließend möglichst realitätsgetreu zu digitalisieren.

4.3 Solare Strahlung

Die Strahlung wird mittels hemisphärischer Fotografie in Zusammenhang mit der Software HemiView (Abbildung 8) gemessen.

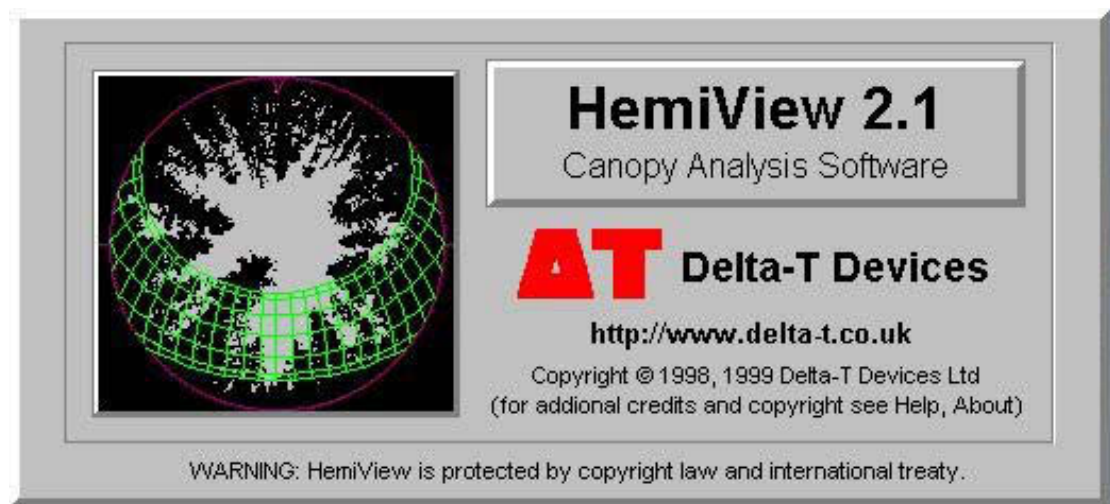


Abbildung 8: HemiView

Helmut SCHUME (1998) beschreibt die Methode der hemisphärischen Fotografie nach RICH (1990) folgendermaßen:

„Bei dieser Technik wird versucht, die Struktur eines Pflanzenbestandes zu charakterisieren, indem man das Kronendach von unten mit einem extremen Weitwinkelobjektiv - das Gesichtsfeld beträgt annä-

hernd 180° - fotografiert und die Bilder anschließend in einem digitalen Bildauswerteprogramm analysiert. Für jedes beliebig große Segment des Bildes kann der Lückenanteil im Kronendach genau bestimmt werden, aus dem der Überschirmungsgrad, die durchgelassene Strahlung, die Blattverteilung und der Blattflächenindex abgeleitet werden (RICH, 1990). Die Berechnung der einfallenden Strahlung beruht auf der Annahme, dass Lücken uneingeschränktem Lichteinfall ermöglichen und Blätter Licht vollkommen abhalten.“ (SCHUME 1998, S. 41)

HemiView arbeitet dabei mit einem Schwellenwert, der die Fotografie binär klassifiziert, beziehungsweise die vorhandenen Bildpunkte (Pixel) den Farben schwarz oder weiß zuteilt (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10). Dieser Schwellenwert wird manuell festgelegt. Die Wahl des richtigen Grenzwertes erfordert Übung und wird durch kontrastreiche Bilder mit gleichmäßigen Lichtverhältnissen unterstützt. (RICH et al. 1999)

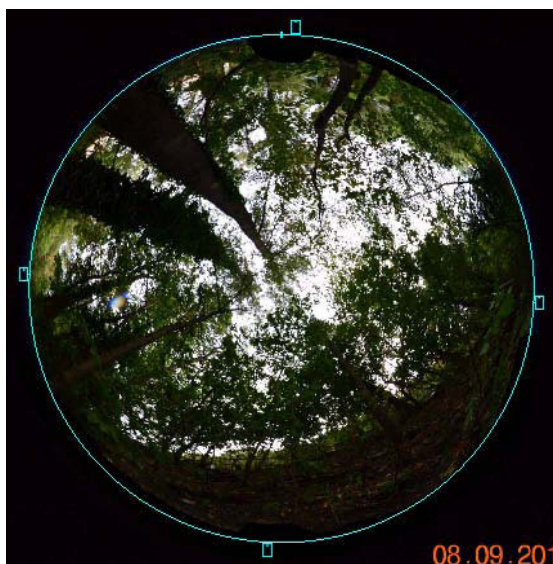


Abbildung 9: Hemisphärisches Foto in HemiView geöffnet. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.

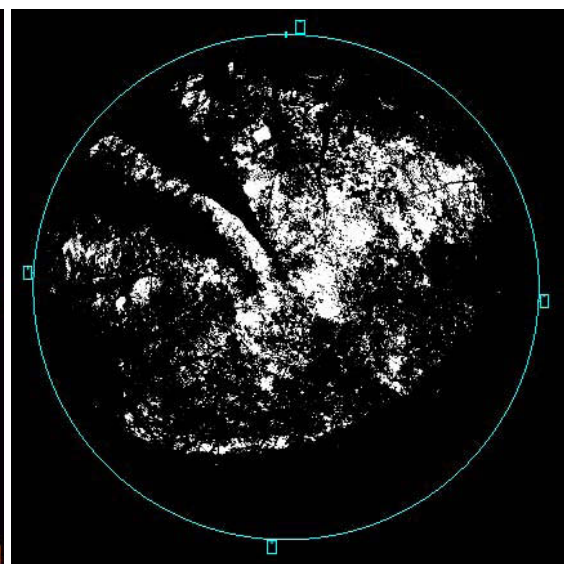


Abbildung 10: Das Foto aus Abbildung 9 klassifiziert.

Bei einem Vergleich von mittels hemisphärischer Fotografie ermittelten Werten für den Blattflächenindex (Leaf Area Index – LAI) und direkt

gemessenen Werten erzielte Helmut SCHUME (1998) relativ gute Werte (Abbildung 11).

Tabelle 17: Blattflächenindices aus direkter Messung (LAI_{ges}) im Vergleich mit den durch hemisphärische Photographie und unter Anwendung des Beer-Lambert Gesetzes ermittelten (LAI_{hemi}). Die Bilder wurden am 2. September aufgenommen. „ Δ “ bezeichnet die Unterschiede zwischen den Standorten.

	A	B	Δ
$LAI_{ges\ 24.7.}$	4.10	4.48	0.38
$LAI_{ges\ 2.9.}$	3.95	4.13	0.18
$LAI_{hemi\ 2.9.}$	3.89	4.14	0.25

Abbildung 11: LAI Vergleich. Quelle: SCHUME 1998, S. 82

4.3.1 Analyse mit HemiView

HemiView liefert Kennzahlen zur Geometrie der sichtbaren und verdeckten Anteile des Himmels, zur Solarstrahlung und zur beschirmenden Vegetation für das betreffende Bild (Beispiel: Abbildung 12). Dafür wird das Bild mit zwei unterschiedlichen Karten verschnitten. Für Aussagen über die Geometrie wird eine Karte benutzt, die das gesamte Himmelsgewölbe in Sektoren unterteilt (Skymap, Abbildung 13). Zu Berechnungen betreffend die Solarstrahlung wird eine Karte aus einer Serie von überlagerten Sonnenbahnen (Daytrack, Abbildung 14) erstellt, die durch die Wanderung der Sonne im Lauf der Uhr- und Jahreszeit unterteilt ist (Sunmap, Abbildung 15). Die Himmelsrichtungen Ost und West sind bei hemisphärischen Bildern verglichen mit Landkarten vertauscht, da das Foto von unten mit Blick nach oben aufgenommen wird, und nicht wie etwa eine Landkarte den Blick von oben auf die Landschaft repräsentiert.

Die Sonne wandert im Lauf des Tages von Ost über Süd nach West, also im hemisphärischen Bild in einem Bogen von links über unten nach rechts. Außerdem verschiebt sich dieser Bogen, die Sonnenbahn, im Lauf des Jahres relativ zum Zenit, welcher sich senkrecht oberhalb der Aufnahmestelle, also genau in der Mitte des Bildes, befindet (siehe auch Abbildung 13). Im Juni erreicht sie den höchsten Stand (im Bild die höchst gelegene Bogenlinie), also die geringste Distanz zum Zenit. Diese Bahnen sind in der Sunmap als Gitter dargestellt, das den Be-

reich, den die Sonne im Verlauf eines Jahres durchwandert, in Sektoren unterteilt.

Die Anzahl der Sektoren für die Sky- und für die Sunmap kann individuell eingestellt werden.



Abbildung 12: Hemisphärische Fotografie in HemisView geöffnet. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.

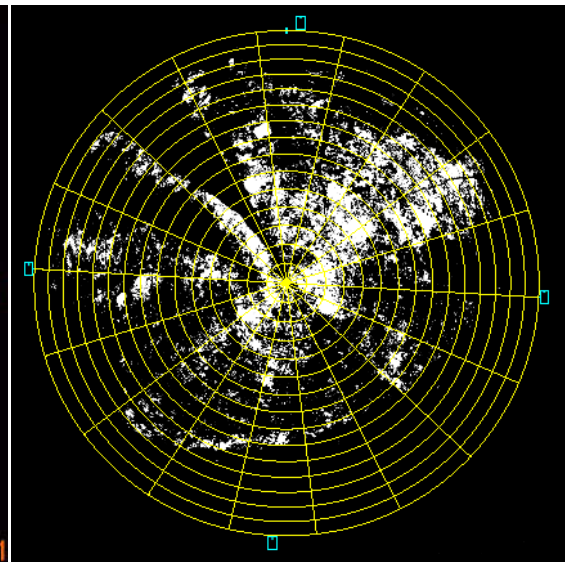


Abbildung 13: Die Fotografie aus Abbildung 10, klassifiziert und mit Skymap. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.

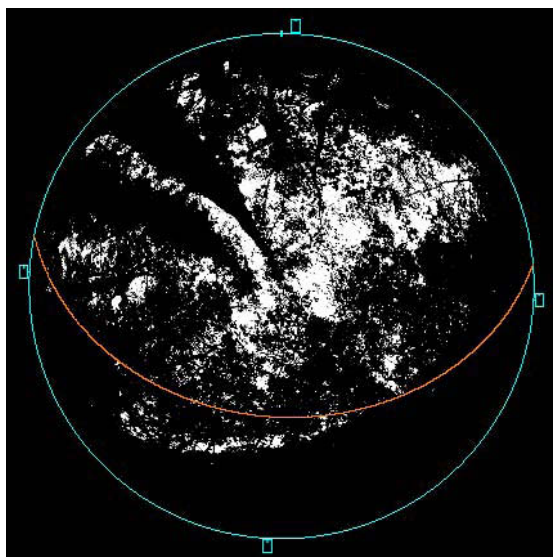


Abbildung 14: Die Fotografie aus Abbildung 12, klassifiziert und mit Daytrack für Aufnahmedatum und -ort. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.

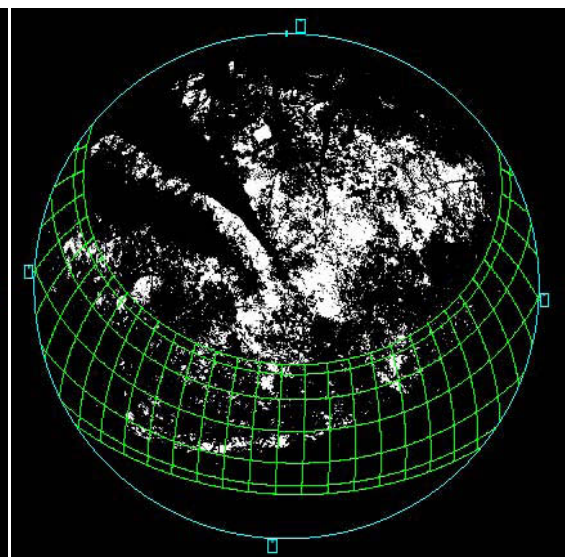


Abbildung 15: Die Fotografie aus Abbildung 12, klassifiziert und mit Sunmap für Aufnahmedatum und -ort. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit Hilfe der Skymap räumliche Unterschiede innerhalb der jeweiligen Aufnahme quantifiziert werden, während mit der Sunmap Unterschiede im Lauf der Zeit kalkuliert werden. (RICH et al. 1999)

In der vorliegenden Arbeit wurde der Fokus auf die Berechnung des Global Site Factor (GSF) gelegt (siehe Kapitel 2.1).

4.3.2 Aufnahme der hemisphärischen Fotografien

Die Fotos wurden mit der digitalen Spiegelreflexkamera Nikon D3100 in Kombination mit dem 8mm-Fischaugenobjektiv von Sigma aufgenommen. Ergänzend wurde ein Prototyp der kardanisch gelagerten Kamerafassung von Delta-T Devices Ltd. in Kombination mit einem Einbeinstativ verwendet. Für den Transport der Geräte wurde ein Fahrradanhänger des LASTENRADKOLLEKTIVs ausgeliehen (Abbildung 16). Die gesamte Ausrüstung wurde dankenswerter Weise von Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Georg Gratzner vom Institut für Waldökologie der Universität für Bodenkultur, Wien zur Verfügung gestellt.



Abbildung 16: Transport der Geräte mit Hilfe eines Fahrradanhänger des LASTENRADKOLLEKTIVs. Wien/Brigittenau, 23.8.2011.

Die folgenden Erläuterungen basieren auf dem „Tutorial 3: Field Protocols“ aus RICH et al. 1999, S. 47–53.

Die Basis für die Ermittlung der solaren Strahlung aus hemisphärischen Fotografien sind die Fotografien selbst, die bestimmten Kriterien entsprechen müssen, um von dem Bildauswertungsprogramm (richtig) ausgewertet zu werden. Werden diese Kriterien nicht erfüllt, entstehen falsche oder mangelhafte Ergebnisse oder die Bilder können überhaupt nicht sinnvoll verarbeitet werden.

4.3.2.1 Qualität der Bilder

Die Bilder müssen möglichst scharf und hoch aufgelöst sein. Es empfiehlt sich einen hohen ISO-Wert zu wählen, der kürzere Belichtungszeiten bei schlechten Lichtverhältnissen erlaubt und so Unschärfen durch Verwackeln reduziert. Außerdem müssen die Bilder kontrastreich sein, was unter anderem durch leichte Unterbelichtung erreicht werden kann. Diese Anforderungen können durch qualitativ hochwertige Geräte (Kamera und Objektiv) und entsprechende Einstellungen an denselben erfüllt werden.

4.3.2.2 Lichtverhältnisse

Der Himmel muss gleichmäßig erleuchtet sein, das heißt, es darf kein direktes Sonnenlicht auf die Linse treffen (Abbildung 17), und es dürfen keine hellen Reflektionen auftreten.



Abbildung 17: Effekt der direkte Sonneneinstrahlung auf die Qualität der Fotografie. Unterpurkersdorf, 23.8.2011.

Auch Regentropfen auf der Linse führen, abgesehen von der Gefahr von Schäden an der Kamera, zu unerwünschten hellen Flecken (Abbildung 18) im Bild.

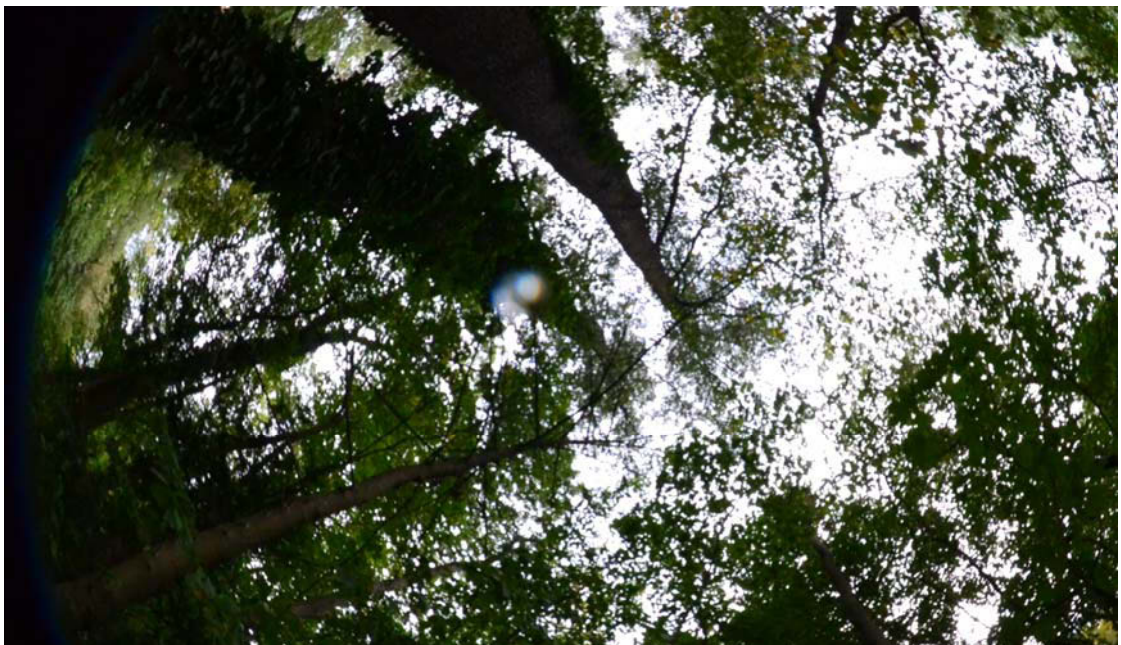


Abbildung 18: Effekt eines Wassertropfens auf der Linse. Unterpurkersdorf, 8.9.2011

Die erwünschten Lichtverhältnisse treten konkret kurz vor Sonnenaufgang, kurz nach Sonnenuntergang und bei gleichmäßig bedecktem Himmel ohne Regen auf. (RICH et al. 1999)

Die Dämmerung ist unter Umständen zu kurz, um die Aufnahmen abzuschließen. Diese Zeitspanne variiert im Lauf des Jahres leicht. Wien liegt auf dem 43. Längengrad nördlicher Breite. Für den 50. Längengrad nördlicher Breite beträgt die Dämmerungsdauer zwischen 35 Minuten zur Tagundnachtgleiche (21. März und 22. oder 23. September) und 50 Minuten zur Sommersonnenwende (21. Juni). (WIKIPEDIA 2011c)

Auf der Homepage SUN OR MOON RISE/SET TABLE FOR ONE YEAR können für einen beliebigen Ort die Zeiten für Sonnenauf- und Untergang sowie Beginn und Ende der Dämmerung berechnet werden.

4.3.2.3 Ausrichtung

Das Objektiv muss exakt Richtung Zenit, also senkrecht nach oben gerichtet sein. Um die Kamera entsprechend den Anforderungen zu positionieren, wird ein Stativ in Kombination mit einer kardanisch gelagerten Kamerafassung (Abbildung 19) benutzt.

"Die kardanische Aufhängung [...] ist eine Vorrichtung, um Messinstrumente oder andere Gegenstände in zwei zueinander rechtwinkligen Achsen drehbar zu lagern. Sie wurde nach Gerolamo Cardano (1501–1576) benannt, der sie zuerst beschrieb; sie war aber schon vor seiner Zeit bekannt." (WIKIPEDIA 2011a)



Abbildung 19: Kardanische Aufhängung
Quelle: GIMBAL CAPITAL

Durch das Gewicht der Kamera und des Objektivs unterhalb der Aufhängung pendelt sich die Kamera selbst ein. Anhand von verschiebbaren Gewichten an der Unterseite der Halterung können die Geräte exakt eingerichtet werden.

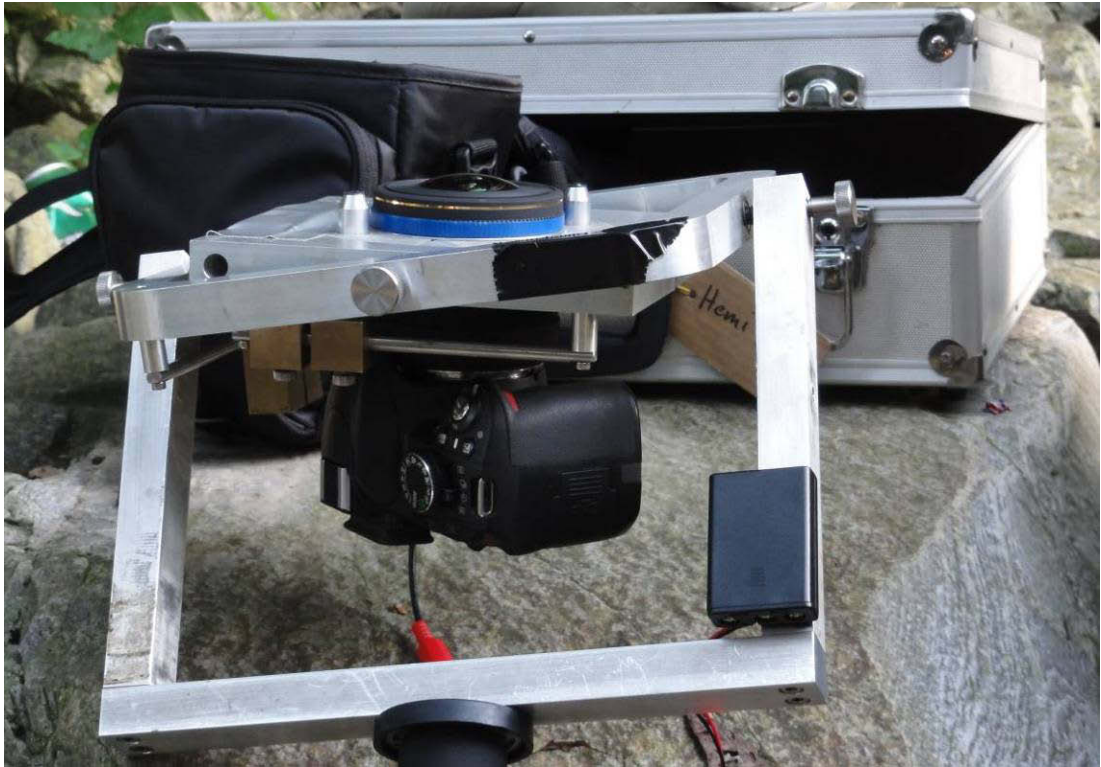


Abbildung 20: Kamera mit Objektiv in der kardanischen Aufhängung. Wien/Weidlingau, 23.8.2011

In bestimmten Fällen ist es sinnvoll Aufnahmen in verschiedenen Höhen vorzunehmen um die Unterschiede zwischen den Vegetationsschichten (krautige Vegetation, Sträucher, Bäume) zu zeigen. Wenn der Aufbau auf einem dreibeinigen Stativ montiert wird, kann er präzise positioniert werden, allerdings können dann nur Bilder bis zur maximalen Stativhöhe aufgenommen werden. Bei Verwendung eines Einbeinstativs (Monopod) kann auch in größeren Höhen gearbeitet werden, außerdem lässt es sich leichter aufstellen und der Transport von einem Aufnahmestandort zum nächsten ist einfacher. Insbesondere bei Verwendung eines Monopods ist die zusätzliche Benützung einer kardanischen Aufhängung (wie oben beschrieben) anzuraten. Mit Hilfe des Monopods können, wenn der Geräteaufbau hoch gehalten wird,

Aufnahmen in Höhen von 2,5 bis drei Metern gemacht werden. Außerdem kann ein Monopod-System auch von einer Leiter aus und bei bestimmten Baumklettertechniken benutzt werden. Im Fall der Fotoaufnahme in Bodennähe kann es nötig sein, in die Hocke zu gehen oder gar zu liegen, um nicht mit in das Bild zu geraten.

Ein weiteres zu erfüllendes Kriterium für die Auswertung ist zu wissen, in welcher Richtung Norden liegt, mit einer Genauigkeit von höchstens drei Grad Abweichung. Hilfreich sind dabei zwei LED-Lichter, die gegenüberliegend an der Kameralassung angebracht sind, und am Rand in das Bild ragen. Eines der Lichter wird nach Norden ausgerichtet, was später die Ausrichtung des Fotos am Bildschirm erleichtert.

An der Kamerafassung sind eine Libelle (Abbildung 21) für die horizontale Ausrichtung der Linse und ein Kompass für die Ausrichtung nach Norden angebracht. Da der integrierte Kompass nicht immer einwandfrei funktioniert (durch die Metallteile und elektrische Felder kann es zur Ablenkung kommen), wurde die Richtung mit einem zusätzlichen Kompass (Abbildung 22) kontrolliert. Dabei begab sich ein Mitarbeiter mit Hilfe des externen Kompasses in einiger Entfernung möglichst genau in den Norden beziehungsweise Süden (je nach Gelände) des Aufnahmepunktes und diente so als Referenzsubjekt.



Abbildung 21: Libelle.
Quelle: MR. PROTOTYPING



Abbildung 22: Kompass. Quelle: YOPI

4.3.2.4 Zusatzinformationen

Neben den Fotografien selbst müssen für die Auswertung auch das Datum und die geographische Lage bekannt sein. Es empfiehlt sich, die kamerainterne Datumsanzeige richtig einzustellen und mit ein zu belichten. Die gewonnenen Fotos sind kreisrund und nehmen somit nicht die gesamte, rechteckige Fläche des Bildes ein. Die eingeblendeten Daten stellen demnach keine Störung dar. Um die geographische Lage nachvollziehen zu können, wird die Position der Aufnahmepunkte dokumentiert. Aufnahmen in Abständen von fünf Metern wurden für die vorliegende Untersuchung als ausreichend erachtet.

Vor der Feldarbeit ist die Ausrüstung und sämtliches Zubehör probe-weise anhand einer Checkliste aufzubauen und zu testen. Die ausreichende Verfügbarkeit von Speicherplatz auf den Speichermedien ist zu überprüfen. Auch Ersatzakku für die Kamera und Batterien für die LED-Lichter sollten vorbereitet werden.

4.3.3 Auswertung der hemisphärischen Fotografien

Wurden die hemisphärischen Bilder wie oben beschrieben aufgenommen, kann mit der Auswertung begonnen werden. Vorbereitend werden die Bilder nach Aufnahmeflächen sortiert. Die geografischen Koordinaten werden ermittelt (GOOGLE EARTH) und anhand dieser wird die Deklination berechnet (COMPUTE DECLINATION).

„Deklination, auch Missweisung oder Ortsmissweisung (engl. magnetic declination oder variation) genannt, ist der Winkel zwischen geographischer und magnetischer Nordrichtung, die insbesondere bei der Navigation mit dem Kompass von Bedeutung ist.“ (WIKIPEDIA 2011b – Abbildung 23)

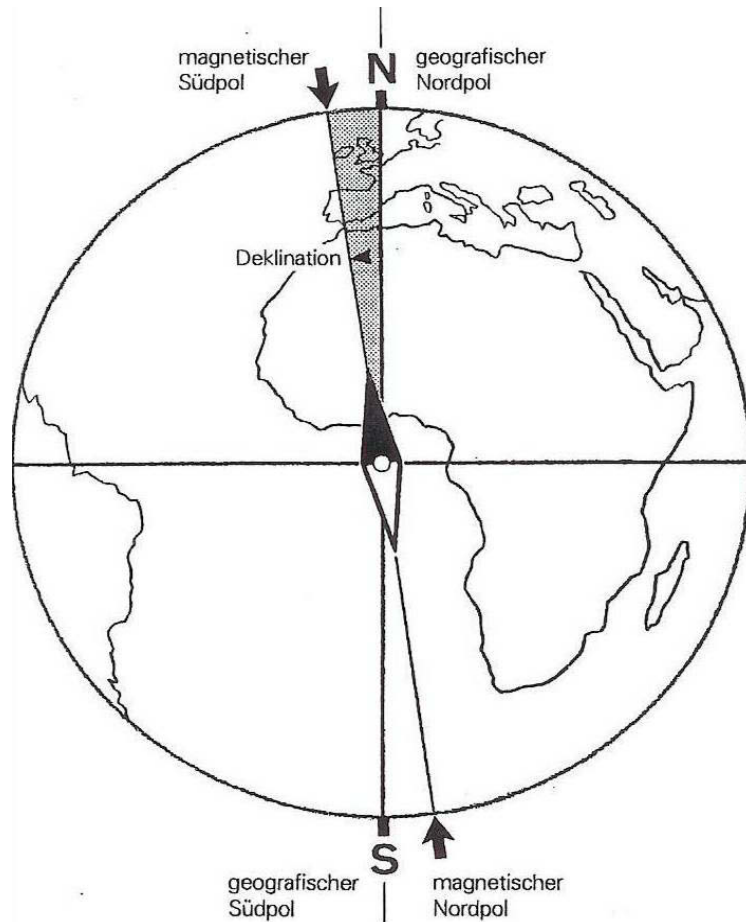


Abbildung 23: Deklination. Quelle: WIKIPEDIA 2011b

Diese Daten werden von HemiView zur Bildanalyse benötigt. Für jede Aufnahme wird im Programm die jeweilige Lage (Site) definiert, indem die geografische Länge und Breite, die Deklination und die Meereshöhe eingegeben werden. Zusätzlich wird für jedes Bild der jeweilige Aufnahmetag angegeben. Anhand dieser Werte berechnet HemiView die spezifischen Sonnenbahnen (Sunmap) für die Aufnahme. Die Einstellungen zur Lage sind in diesem Fall für alle Aufnahmen einer Teilfläche gleich, da die geographischen Abweichungen innerhalb einer Fläche von 25 mal 50 Metern minimal sind und somit vernachlässigt werden können.

Neben der geografischen Lage wird auch das für die Fotogewinnung benutzte Objektiv anhand seines Bildwinkels (bei Fischaugobjektiven meist 180 Grad) und anhand des Koeffizienten für die Linsenkorrektur mitberücksichtigt.

Schließlich werden noch Angaben zur solaren Strahlung selbst gemacht. Es müssen Werte für das Verhältnis zwischen diffuser und direkter Strahlung oberhalb der Vegetationsschicht (im unbeschatteten Bereich) angegeben werden.

Der langjährig gemittelte Wert für die auf die Erde einwirkende solare Strahlung ohne Berücksichtigung des Einflusses der Atmosphäre, der ebenfalls angegeben werden muss, variiert in der Literatur etwas. In HemiView werden 1370 Kilowatt pro Quadratmeter als Grundeinstellung vorgegeben. Dieser Wert ist auch als Solarkonstante bekannt.

Wenn die Voreinstellungen getroffen sind, kann mit der Bildanalyse begonnen werden. Für jedes Bild muss der Bereich, in dem die Berechnungen durchgeführt werden, größenmäßig angepasst werden, und die Markierung für die Himmelsrichtung Norden muss mit der entsprechenden Markierung im Bild übereinstimmen. Dann wird der Grenzwert (Threshold) festgelegt, wobei unter anderem mittels Betätigung der Taste „c“ die Ansicht zwischen Originaldarstellung (Abbildung 24) und klassifizierter Darstellung (Abbildung 25) schnell gewechselt werden kann, um die Darstellungen immer wieder zu vergleichen. Es können auch mehrere Fenster mit unterschiedlichen Darstellungsoptionen nebeneinander angezeigt werden.



Abbildung 24: Hemisphärisches Foto in Hemi-View geöffnet. Der Bereich für die Analyse (blauer Kreis) wurde dem Bildradius angepasst. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.

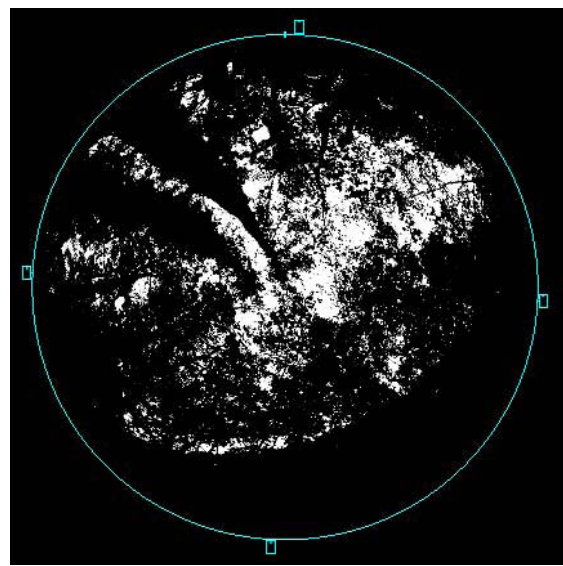


Abbildung 25: Das Foto aus Abbildung 24 klassifiziert. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.

4.3.4 Direkte Messungen

Zusätzlich zu den hemisphärischen Fotos wird an einigen Messpunkten auch die Globalstrahlung direkt mit Sensoren gemessen, um die Ergebnisse zu vergleichen. Dabei wird parallel zur Aufnahme des Fotos die Globalstrahlung an der Aufnahmestelle und gleichzeitig mit einem zweiten Sensor die Strahlung an einer unbeschatteten Referenzstelle gemessen.

Die Messung von Globalstrahlung wird über einen Zeitraum von 40 Sekunden durchgeführt, wobei in Abständen von zehn Sekunden der aktuelle Strahlungswert notiert wird. Aus diesen jeweils fünf Werten wird der Mittelwert ausgerechnet und aus den beiden Mittelwerten wiederum der Global Site Factor als Verhältnis der gemessenen Strahlung unter dem Bewuchs zur gemessenen Strahlung außerhalb.

Der so berechnete Global Site Factor wird mit dem entsprechenden Wert aus der Berechnung mit HemiView verglichen. Da die Aufnahmen bei gleichmäßig bedecktem Himmel vorgenommen werden und in dieser Situation keine direkte Strahlung durch die Wolkendecke dringt,

wird für diesen Vergleich ein Verhältnis von 1:0 zwischen diffuser und direkter Strahlung angenommen.

4.4 Temperatur

Die Wasser- und Lufttemperatur wird für das gesamte Untersuchungsgebiet über die Teilbereiche hinaus in Abständen von 100 Metern gemessen, wobei die Fließstrecke in den Retentionsbecken bei Auhof aus Gründen der schlechten Zugänglichkeit und der morphologischen Begebenheiten (vgl. Kapitel 3.2.1) ausgespart wird. An jeder Messstelle werden zwei Messungen in Abständen von 30 Sekunden durchgeführt, um Fehlmessungen zu reduzieren. Zeitlich parallel werden an einer Referenzstelle oberhalb des Untersuchungsgebietes ebenfalls jeweils zwei Messungen durchgeführt. Bei den Messungen der Wassertemperatur ist darauf zu achten, die Temperatur im Hauptstrom zu messen, da der Wasserkörper sich in den Randbereichen stärker erwärmt. Bezüglich der Lufttemperatur ist zu beachten, dass der Sensor sich im Schatten befindet, da direkte Sonneneinstrahlung den Sensor selbst erhitzen und so das Ergebnis der Messung verfälschen würde.

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden vorerst für die Themenbereiche Zonierung, Ufervegetation, solare Strahlung und Temperatur getrennt behandelt, erst anschließend werden die einzelnen Faktoren zu einander in Beziehung gesetzt. Bestandteil der Ergebnisse sind nicht nur die erhobenen Daten selbst und deren Interpretation, sondern auch die Erkenntnisse, die im Laufe der Untersuchungen bei der praktischen Umsetzung der Methoden gewonnen wurden.

5.1 Zonierung

Inhalt dieses Kapitels ist die Darstellung der Zonierung, die das Ergebnis der in Kapitel 4.1 beschriebenen Vorgehensweise ist.

Es werden vier Strukturtypen unterschieden (Abbildung 26):

- ✓ Typ 1: stark beschattet mit Begleitvegetation
- ✓ Typ 2: wenig beschattet mit Begleitvegetation
- ✓ Typ 3: wenig beschattet ohne Begleitvegetation
- ✓ Typ 4: stark beschattet ohne Begleitvegetation

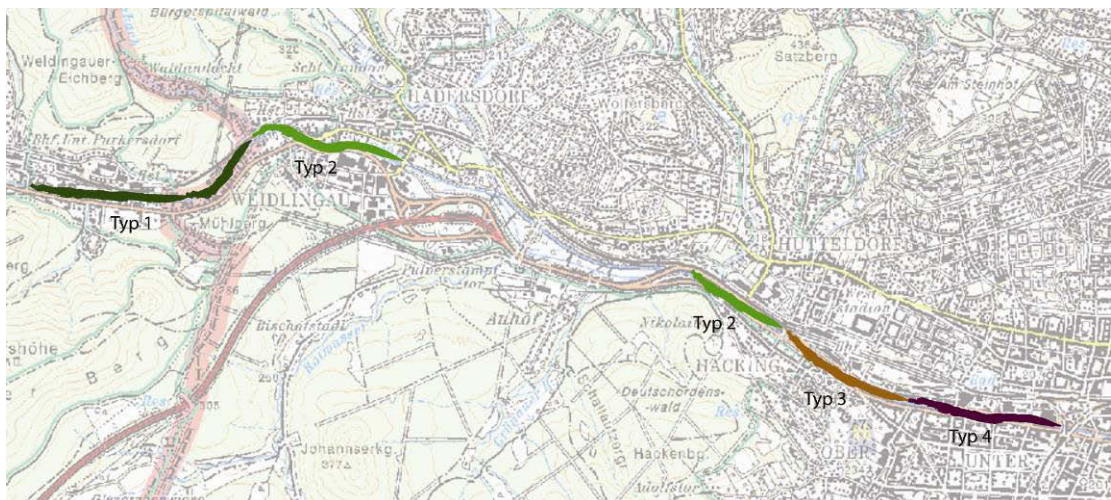


Abbildung 26: Übersicht der Strukturtypen am Wienfluss, zwischen Purkersdorf und Schönbrunn.
Quelle: NIEDERÖSTERREICH ATLAS, modifiziert.

Ausschlaggebend für die Zuordnung zu einem der vier Typen sind Art, Form, Ausdehnung und Lage (relativ zum Gewässer) der Gewässer begleitenden Strukturen.

Im Folgenden werden die vier Strukturtypen des Untersuchungsgebietes beschrieben. Außerdem werden für jeden Strukturtyp die gewählten Teilbereiche (Aufnahmeflächen) dargestellt, innerhalb derer die Untersuchungen zur solaren Strahlung und zur Vegetationszusammensetzung durchgeführt wurden. Für die Auswahl dieser Aufnahmeflächen ausschlaggebend waren insbesondere eine homogene, der Typisierung entsprechende Ufer- und Flussbettstruktur, annähernd gleich bleibende Fließgeschwindigkeiten, gleichmäßiges Gefälle, und nicht zuletzt die Zugänglichkeit. Für die beiden Typen mit Begleitvegetation wurden jeweils zwei dieser Teilbereiche an unterschiedlichen Standorten innerhalb derselben Zone festgelegt, um die Ergebnisse mitteln zu können, und so die Aussagekraft der Untersuchung zu stärken.

5.1.1 Typ 1: stark beschattet mit Begleitvegetation

In Bereichen dieses Typs ist das Gewässer beidseitig von dichter, bis zu 25 Meter hoher Vegetation gesäumt, die bis ans Ufer heran reicht. Die Gewässersohle ist nicht versiegelt, die Uferbereiche sind (relativ zu den beschränkten räumlichen Möglichkeiten) naturnah gestaltet.

Für diesen Strukturtyp wurden zwei Aufnahmeflächen ausgewählt (Abbildung 27).



Abbildung 27: Verortung der Aufnahmeflächen (grün markiert) für Struktur-Typ 1 (stark beschattet mit Begleitvegetation) am Wienfluss. Purkersdorf bei Wien. Quelle: GOOGLE EARTH.

5.1.1.1 Aufnahmefläche 1.1: Unterpurkersdorf

Der Teilbereich Unterpurkersdorf beginnt 20 Meter flussabwärts ab der Pummerbrücke in Purkersdorf, bei der S-Bahn-Station Unterpurkersdorf. Wie für eine Zuordnung zu Typ 1 erforderlich ist der Wienfluss hier beidseitig von dichter Vegetation gesäumt. Die hohen, ausladenden Bäume reichen weit über den Fluss (Abbildung 28). Das Gewässer verläuft geradlinig und von West nach Ost.



Abbildung 28: Aufnahmefläche 1.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Unterpurkersdorf: beidseitig von dichter Vegetation gesäumt. 20.8.2011

Abbildung 29 zeigt die Aufnahmefläche im Querprofil.

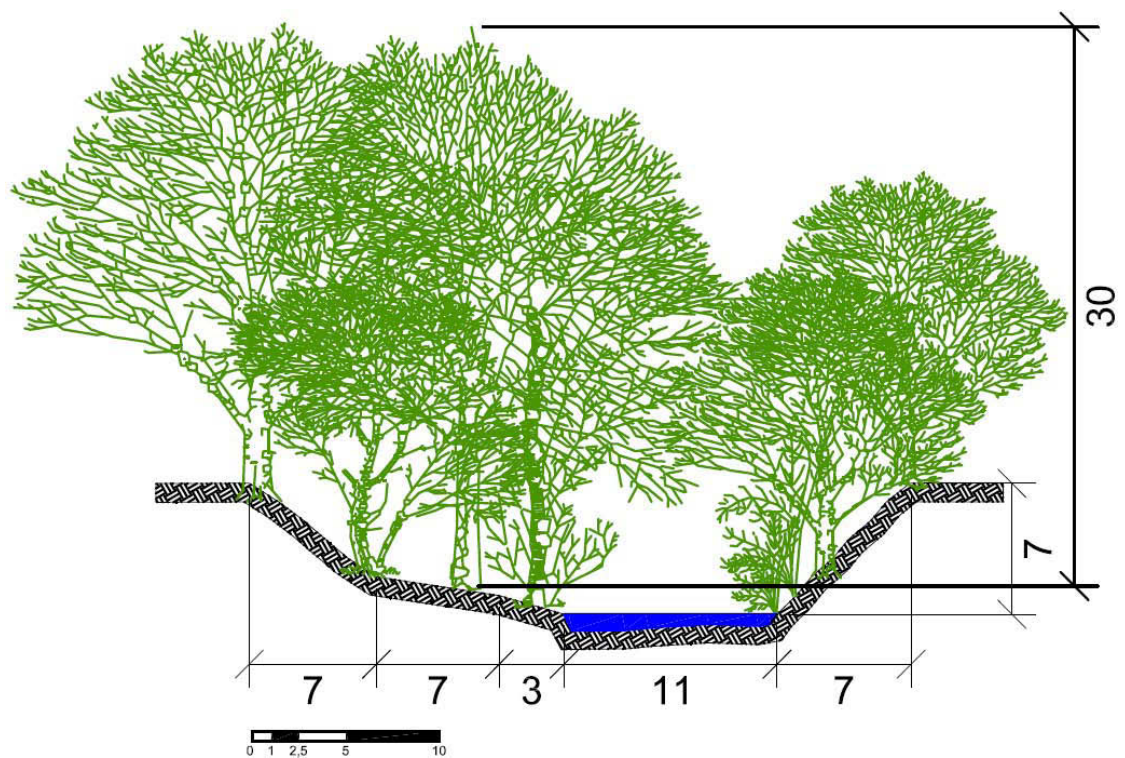


Abbildung 29: Querprofil der Aufnahmefläche 1.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Unterpurkersdorf. Angaben in Meter.

5.1.1.2 Aufnahmefläche 1.2: Purkersdorf Sanatorium

Dieser Teilbereich befindet sich auf Höhe der S-Bahn-Station Purkersdorf Sanatorium ab der Kenzelbrücke 25 Meter flussaufwärts. Wie der Teilbereich Unterpurkersdorf entspricht er den Kriterien für eine Zuordnung zu Typ 1. Die Begleitvegetation reicht bis an das Gewässer heran, ist aber insbesondere orographisch rechts (und damit im Süden des Flusses) weniger dicht.



Abbildung 30: Aufnahmefläche 1.2 am Wienfluss (flussaufwärts) bei Purkersdorf Sanatorium: die Begleitvegetation reicht bis an das Gewässer heran. Quelle: BUERGEMANN

Abbildung 31 zeigt die Aufnahmefläche im Querprofil.

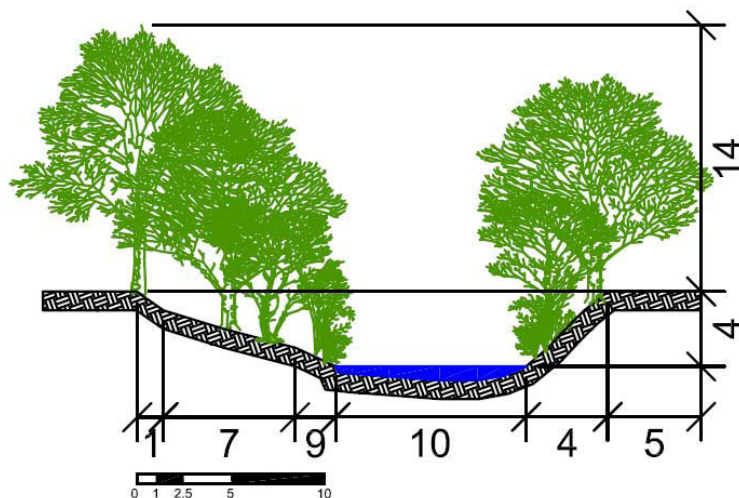


Abbildung 31: Querprofil der Aufnahmefläche 1.2 am Wienfluss (flussabwärts) bei Purkersdorf Sanatorium. Angaben in Meter.

5.1.2 Typ 2: wenig beschattet mit Begleitvegetation

In diesen Bereichen gibt es zwar Ufer begleitende Vegetation, diese befindet sich allerdings fünf bis zehn Meter vom Gewässer entfernt und ist zudem weniger stark ausgebildet als in Typ 1. Sie ist nur einseitig vorhanden, es handelt sich um fünf bis zehn Meter schmale Vegetationsstreifen, die Gehölze sind hier maximal 15 Meter hoch. Das Bachbett in diesen Abschnitten ist hart verbaut. Auch in dieser Zone wurden zwei unterschiedliche Aufnahmeflächen genauer betrachtet (Abbildung 32).



Abbildung 32: Verortung der Aufnahmeflächen (gelb markiert) für Struktur-Typ 2 (wenig beschattet mit Begleitvegetation) am Wienfluss. Quelle: GOOGLE EARTH

5.1.2.1 Aufnahmefläche 2.1: Nikolaisteg

Dieser Teilbereich beginnt am Nikolaisteg am Ende der Retentionsbecken und erstreckt sich von dort 25 Meter flussabwärts. Böschung und Vegetation orographisch rechts befinden sich zirka fünf Meter vom Wasser entfernt. Orographisch links ist keine Vegetation vorhanden, dort verläuft der Wienfluss-Radweg.



Abbildung 33: Aufnahmefläche 2.1 am Wienfluss auf Höhe des Nikolaisteg (flussabwärts): die Vegetation befindet sich zirka fünf Meter vom Flusssufer entfernt. Wien/Penzing, 6.10.2011

Abbildung 34 zeigt die Aufnahmefläche im Querprofil.

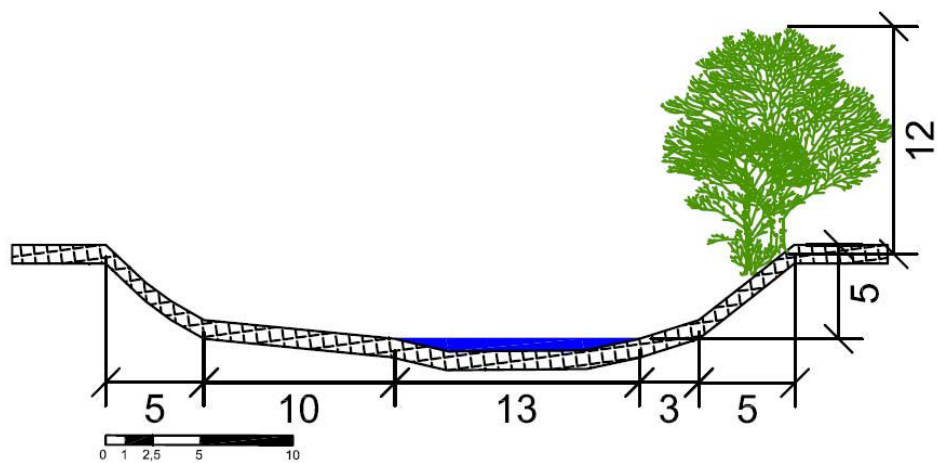


Abbildung 34: Querprofil der Aufnahmefläche 2.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Nikolaisteg. Angaben in Meter.

5.1.2.2 Aufnahmefläche 2.2: Halterbach

Dieser Teilbereich befindet sich zirka 300 Meter nach Ende des Retentionsbeckens, dort wo der Halterbach in die Wien mündet. Die Situation stellt sich ähnlich dar wie im Teilbereich Nikolaisteg, allerdings ist die einseitige Vegetation hier noch spärlicher.



Abbildung 35: Aufnahmefläche 2.2 am Wienfluss bei der Mündung des Halterbachs (flussaufwärts): spärliche, einseitige Vegetation. Quelle: BOTANISCHE SPAZIERGÄNGE

Abbildung 36 zeigt die Aufnahmefläche im Querprofil.

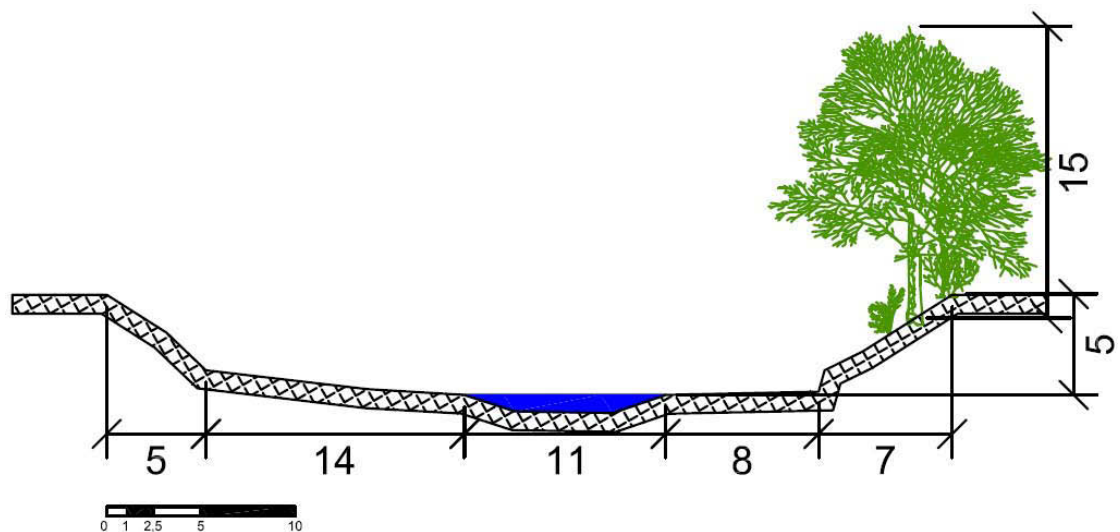


Abbildung 36: Querprofil der Aufnahmefläche 2.2 am Wienfluss (flussabwärts) bei Halterbach. Angaben in Meter.

5.1.3 Typ 3: wenig beschattet ohne Begleitvegetation

Bereiche, die Typ 3 zugeordnet wurden, sind vollständig hart verbaut und ohne nennenswerte Begleitvegetation. Da der Wienfluss hier bei Niederwasser in der Mitte des Flussbettes verläuft, ist das Gewässer in diesen Bereichen sehr wenig beschattet. Für diesen Strukturtyp wurde nur eine Teilfläche ausgewählt, weil innerhalb des Typs wenig Variation hinsichtlich der Strahlungssituation zu erwarten ist (Abbildung 37).



Abbildung 37: Verortung der Aufnahmefläche (orange markiert) für Struktur-Typ 3 (wenig beschattet ohne Begleitvegetation) am Wienfluss. Wien/Penzing. Quelle: GOOGLE EARTH

5.1.3.1 Aufnahmefläche 3.1: Käthe-Dorsch-Gasse

Der Teilbereich liegt auf Höhe der Käthe-Dorsch-Gasse, zwischen den U-Bahn-Stationen Hütteldorf und Ober Sankt Veit. Das Flussbett ist vollständig verbaut, die Begleitvegetation beschränkt sich auf einige wenige, nicht beschattende krautige Pflanzen. Die Niederwasserrinne verläuft mittig im Wiental.



Abbildung 38: Aufnahmefläche 3.1 am Wienfluss auf Höhe der Käthe-Dorsch-Gasse (flussaufwärts): Das Flussbett ist vollständig verbaut, der Fluss verläuft mittig. Wien/Penzing, 4.8.2011

Abbildung 39 zeigt die Aufnahmefläche im Querprofil.

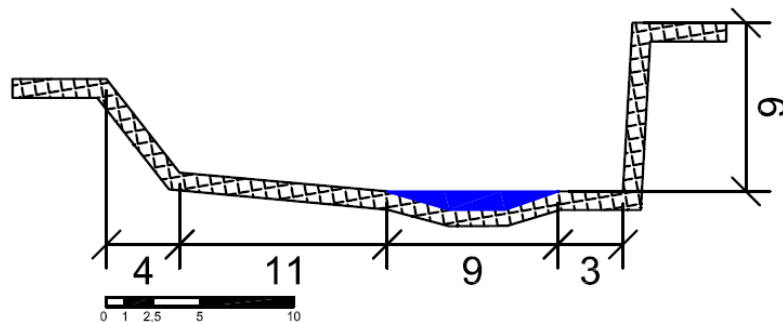


Abbildung 39: Querprofil der Aufnahmefläche 3.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Käthe-Dorsch-Gasse. Angaben in Meter.

5.1.4 Typ 4: stark beschattet ohne Begleitvegetation

Dieser Typ beschränkt sich auf einen Abschnitt im innerstädtischen Bereich, wo der Wienfluss bei Niederwasser in einer schmalen Rinne entlang einer Mauer verläuft. Das Flussbett ist auch hier hart verbaut. Auf Grund des eingeschränkten Querschnittes ist die Fließgeschwindigkeit im Vergleich zu den anderen Bereichen stark erhöht, wie bei den Aufnahmen erfahren wurde (Abbildung 40).



Abbildung 40: Die Fließgeschwindigkeit des Wienflusses ist im Abschnitt mit Struktur-Typ 4 auf Grund des eingeschränkten Flussquerschnittes stark erhöht. Wien/Penzing, 21.9.2011

Auch für diesen Strukturtyp wurde auf Grund der gleich bleibenden Strukturen nur ein Teilbereich ausgewählt.



Abbildung 41: Verortung der Aufnahmefläche (orange markiert) für Struktur-Typ 4 (stark beschattet ohne Begleitvegetation) am Wienfluss. Wien/Penzing. Quelle: GOOGLE EARTH.

5.1.4.1 Aufnahmefläche 4.1: Ober Sankt Veit

Hier wächst keinerlei Fluss begleitende Vegetation. Die zirka sechs Meter hohe Mauer, die das Flussbett zur U-Bahn-Linie U4 begrenzt, bewirkt eine intensive Beschattung. Schon bei der ersten Begehung war ersichtlich, dass hier nur kurz nach Sonnenaufgang und kurz vor

Sonnenuntergang direkte Sonnenstrahlung auf das Gewässer trifft. Diese Feststellung hat sich im Zuge der später erfolgten Messungen bestätigt, wie in Kapitel 5.3.3 ausgeführt wird.



Abbildung 42: Aufnahme­fläche 4.1 am Wienfluss auf Höhe der U-Bahn-Station Ober Sankt Veit (flussabwärts): Der Fluss verläuft entlang einer zirka sechs Meter hohen Mauer. Wien/Penzing, 4.8.2011

Abbildung 39 zeigt die Aufnahme­fläche im Querprofil.

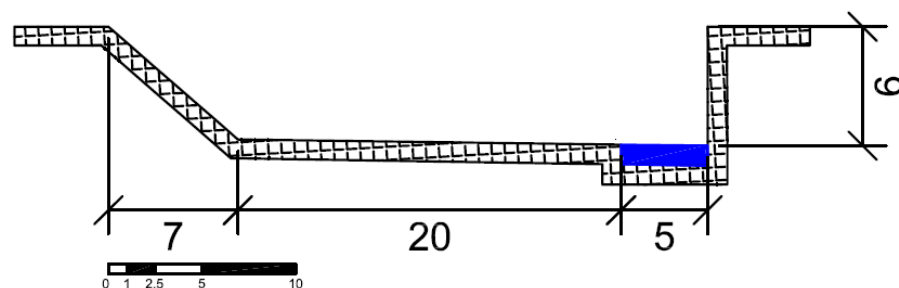


Abbildung 43: Querprofil der Aufnahme­fläche 3.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Käthe-Dorsch-Gasse. Angaben in Meter.

5.2 *Ufervegetation*

Im Zuge der Vegetationsaufnahmen wurden insgesamt 310 einzelne Pflanzen oder, falls nicht einzeln erfassbar, zusammenhängende Gruppen aufgenommen. Anhand von Schätzungen der Kronendurchmesser (Bäume) oder des Anteils an der Gesamtfläche (flächiger Bewuchs) wurden annäherungsweise Werte für die von dem jeweiligen Exemplar beziehungsweise von der jeweiligen Gruppierung bedeckte Fläche ermittelt. Außerdem wurde der Stammdurchmesser gemessen und der Kronenansatz und die Gesamthöhe geschätzt. Um die Aufnahmeflächen überschaubar zu machen, wurden sie in Parzellen zu fünf mal fünf Metern unterteilt, wobei die Parzellen schachbrettartige Bezeichnungen erhielten (1A, 3B etc.).

5.2.1 Vergleich nach Höhen

Wie schon bei der ersten Begehung erkenntlich, sind die Gehölze in den Aufnahmeflächen Unterpurkersdorf und Purkersdorf Sanatorium höher, und nehmen auch mehr Fläche ein als jene in den Flächen Nikolaisteg und Halterbach. Überraschend ist, dass die Höhenunterschiede innerhalb der Typ-1-Flächen wesentlich größer sind als anfangs angenommen. In der Aufnahmefläche bei Purkersdorf Sanatorium ist zwar eine relativ große Fläche von 300 Quadratmetern mit zwölf Meter hohen Gehölzen bewachsen, in Unterpurkersdorf nehmen aber Bäume mit über 20 Metern Höhe zusammen eine Fläche von über 2000 Quadratmetern ein (Abbildung 44). Die gegenseitige Überschirmung der Baumkronen wird in dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

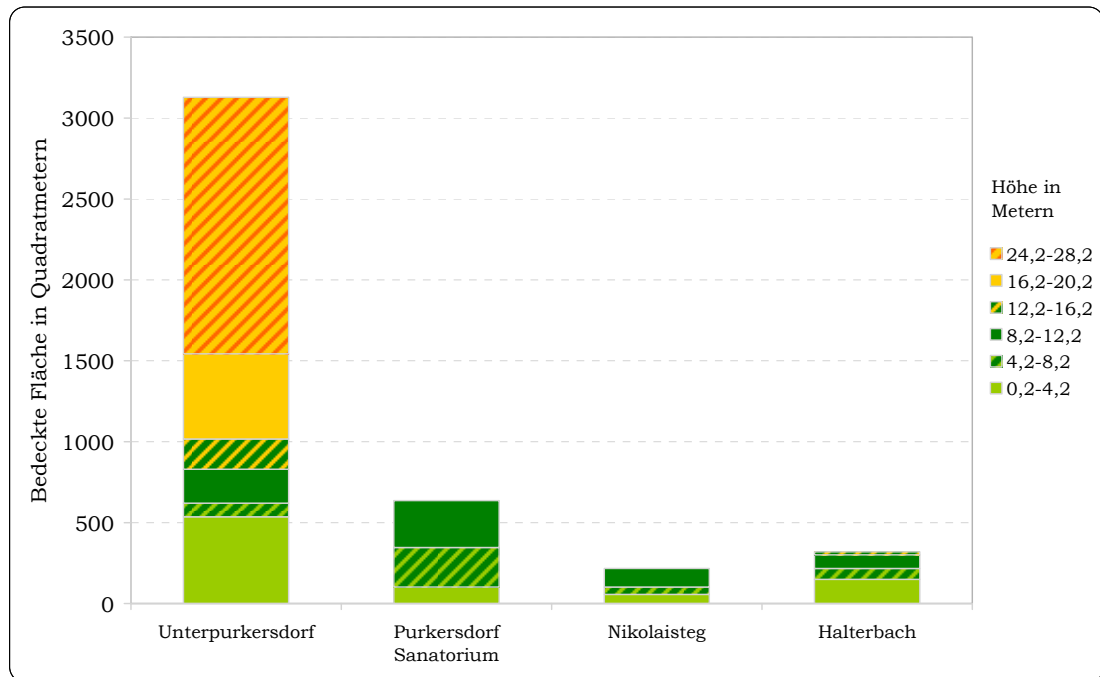


Abbildung 44: Vergleich der orographisch rechten Aufnahmeflächen am Wienfluss hinsichtlich der flächenmäßigen Höhenverteilung der Vegetation. August bis November 2011

Auf der orographisch linken Seite sind nur Werte für die beiden Aufnahmeflächen in Purkersdorf vorhanden, in den anderen Flächen gibt es auf dieser Seite des Gewässers keine Vegetation (Abbildung 45).

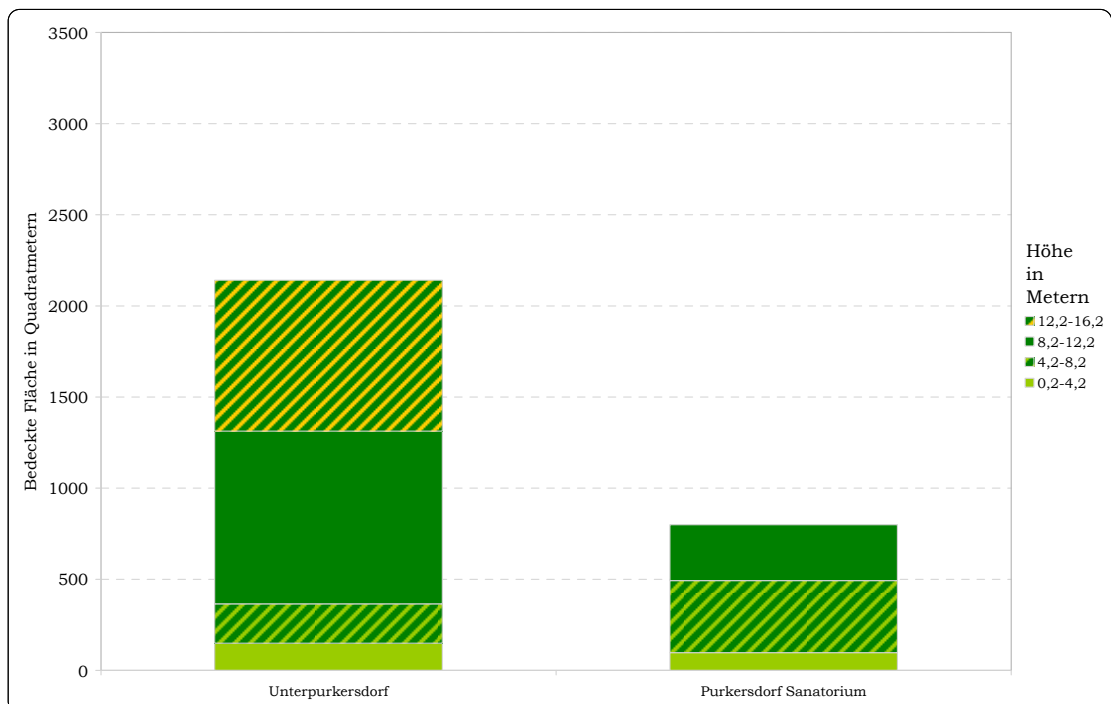


Abbildung 45: Vergleich der orographisch linken Aufnahmeflächen am Wienfluss hinsichtlich der flächenmäßigen Höhenverteilung der Vegetation. August bis November 2011

Die Aufnahme­fläche Unterpurkersdorf, insbesondere das rechte Ufer, ist scheinbar mit wesentlich mehr hohen Bäumen bewachsen. Die Tatsache, dass die Fläche am rechten Ufer zwei Monate früher als die restlichen Flächen aufgenommen wurde und dabei auch das Arbeits­team ein anderes war, könnte unter anderem ein Grund für die großen Unterschiede in den Schätzungen sein. Augenscheinlich sind die Unterschiede zwischen diesen beiden Flächen nicht derart ausgeprägt.

5.2.2 Vergleich nach Arten

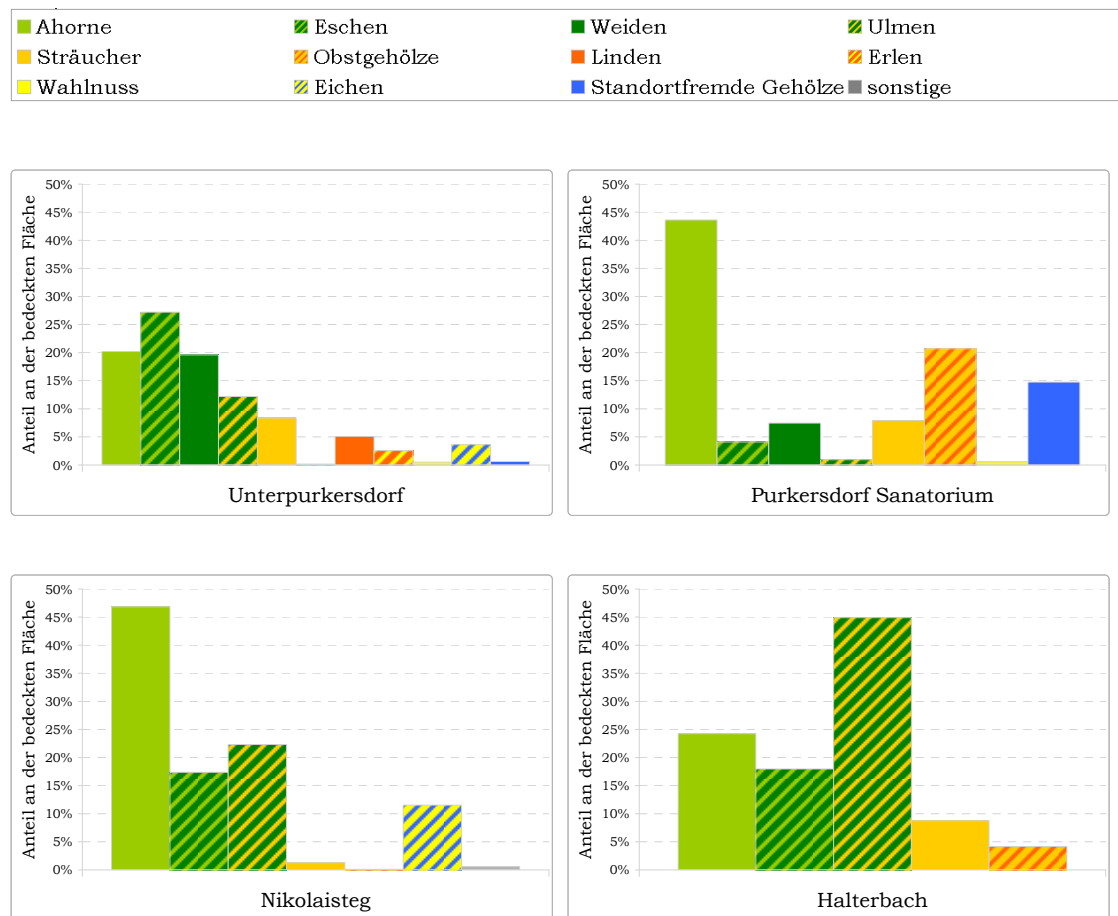


Abbildung 46: Vergleich der Aufnahme­flächen am Wienfluss hinsichtlich der flächenmäßigen Arten­verteilung der Vegetation. August bis November 2011

Generell ist der Anteil an standortgerechten Arten in allen Flächen hoch. Nur in der Aufnahme­fläche Purkersdorf Sanatorium werden 15% der von Vegetation bedeckten Fläche von standortfremden Gehölzen eingenommen. Das ist dort auf die Allee­bepflanzung zurück zu führen. Diese besteht überwiegend aus Rosskastanien, die sich vom Weg-

rand aus über die Böschung hinunter ausgebreitet hat. Der hohe Anteil an Obstgehölzen könnte mit der Bepflanzung in den angrenzenden Privatgärten zusammen hängen.

In den innerstädtischen Flächen bei Nikolaisteg und Halterbach fällt das fehlen von Weiden auf. Die uferbegleitende Vegetation befindet sich dort zu weit vom Wasser entfernt, der Standort ist zu trocken. Dem entsprechend sind dort mehr Ulmen zu finden.

5.3 Solare Strahlung

Die Vorgehensweise bei dieser Erhebung ist in Kapitel 4.3 ausführlich beschrieben. Im vorliegenden Kapitel wird noch einmal auf die konkrete Umsetzung eingegangen, bevor die gewonnenen Daten präsentiert werden.

5.3.1 Protokoll der Foto-Aufnahme

Die Aufnahmen konnten fast gänzlich an einem Tag, namentlich dem 21. September 2011, abgeschlossen werden. Nur die Teilfläche Unterpurkersdorf wurde bereits früher, am 8. September, erfasst. Den eigentlichen Erhebungen gingen fünf Probeaufnahmen vor Ort voraus. Einige davon erfolgten beabsichtigt, um die Einstellungen der Kamera und den Umgang mit der kardanischen Kamerahalterung zu testen. Andere waren das Ergebnis von ungünstigen Wetterverhältnissen. Drei mal mussten die Aufnahmen abgebrochen werden, da die anfangs gleichmäßige Wolkendecke sich öffnete oder es anfang zu regnen.

Abgesehen von den Probeaufnahmen im Feld wurde die Ausrüstung auch zuhause eingehend erprobt, unter anderem wurden die Lager der kardanischen Halterung gründlich gereinigt und geölt, um ein korrektes einpendeln zu gewährleisten. Die richtige Nivellierung erforderte einiges an Übung und Geduld.

5.3.1.1 Dokumentation

Analog zu der Parzellierung bei den Vegetationsaufnahmen wurden den Messpunkten innerhalb einer Aufnahmefläche ebenfalls Bezeich-

nungen aus Buchstaben-Zahlen-Kombinationen zugeordnet. Die Nummern eins bis sechs bezeichnen die Lage entlang des Gewässers (flussabwärts von eins bis sechs), der Buchstabe M bezeichnet die Aufnahmen in der Flussmitte, A und B sind Bezeichnungen für Aufnahmen am Rand des Gewässers (A) beziehungsweise in der Begleitvegetation (B).

5.3.1.2 Umgang mit den Geräten

Folgende Einstellungen haben sich im Lauf der wiederholten Probeaufnahmen als geeignet erwiesen: Als Programmautomatik wurde die Einstellung A gewählt, bei der die Blendenöffnung manuell gewählt werden kann. Ein maximaler ISO-Wert von 1600 festgelegt. Eine maximale Belichtungszeit von 1/125 Sekunden wurde gewählt, um Unschärfe durch Verwackeln oder durch vom Wind verursachte Bewegungen zu minimieren. Die Belichtungsmessung wurde mittenbetont vorgenommen. Der Weißabgleich wurde automatisch ermittelt. Sämtliche sonstige automatische Bildoptimierungen wurden ausgeschaltet. Die Bilder wurden als JPGs in der höchsten Auflösung von 4608x3072 Pixel gespeichert. Außerdem wurde die kamerainterne Datums- und Uhrzeitanzeige korrekt eingestellt und beides mit einbelichtet.

Bei der Fokussierung ist aufgefallen, dass bei einer manuellen Einstellung des Objektivs auf unendliche Brennweite, wie von (RICH et al. 1999) empfohlen, unscharfe Bilder entstehen. Die Markierung für diese Einstellung scheint von der tatsächlich korrekten Einstellung abzuweichen. Als wirksame Methode zur richtigen Fokussierung hat sich folgende Vorgehensweise erwiesen: zuerst wurde mit Autofokus ein eindeutiges, weit entferntes Objekt anvisiert, um die gewünschte Brennweite einzustellen. Dann wurde das Objektiv mit Klebeband in dieser Position fixiert und auf manuelle Einstellung umgestellt, um ein erneutes Verstellen zu verhindern.

5.3.2 Protokoll der Auswertung

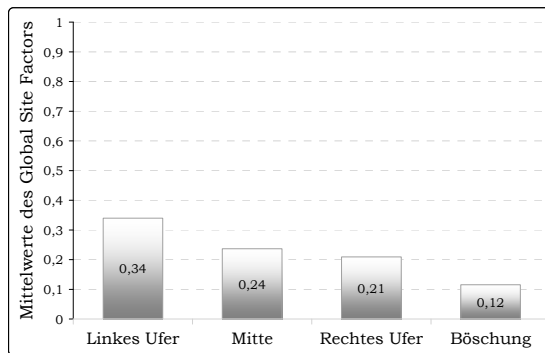
Nach Möglichkeit wurde für alle Fotos einer Aufnahme­fläche derselbe Schwellenwert gewählt. Je nach Bedarf wurden unerwünschte Reflektionen im Bild vorab in einem Bildbearbeitungsprogramm schwarz eingefärbt. Die Anteile von diffuser und direkter Strahlung wurden entsprechend der mittleren Werte für die Monate April bis September des Jahres 2011 angegeben, da in diesen Monaten die Einstrahlung auf das Gewässer am stärksten ist, und deshalb Aussagen über diesen Zeitraum getroffen werden sollten. Dieses Verhältnis beträgt für die betreffende Region in den Sommermonaten im Durchschnitt rund 0,76 zu 0,24 als direkte zu diffuser Strahlung.

5.3.3 Gewonnene Daten

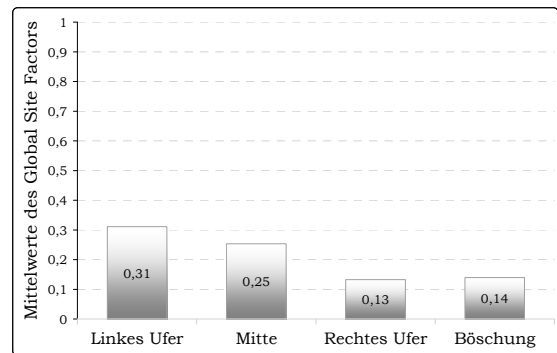
Letztendlich ist es gelungen, die Fotografien entsprechend der Anforderungen für die Auswertung in HemiView aufzunehmen, und so konnten durch gewissenhafte Auswertung qualitativ hochwertige Daten gewonnen werden.

5.3.3.1 Auswertung

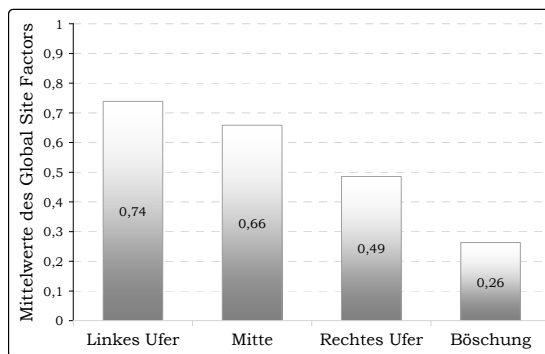
Für jede Aufnahme­fläche wurden Mittelwerte des Global Site Factors für die Lage quer zum Gewässer berechnet. Die folgenden Abbildungen veranschaulichen die erhobenen Daten.



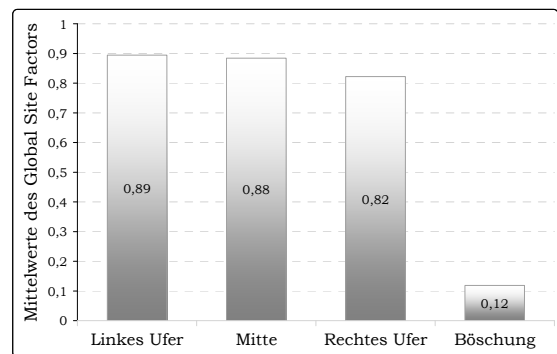
**Abbildung 47: Global Site Factor im Querprofil.
Wienfluss bei Unterpurkersdorf, September 2011**



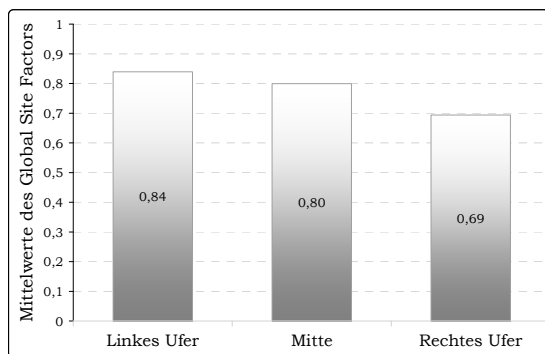
**Abbildung 48: Global Site Factor im Querprofil.
Wienfluss bei Purkersdorf Sanatorium,
September 2011**



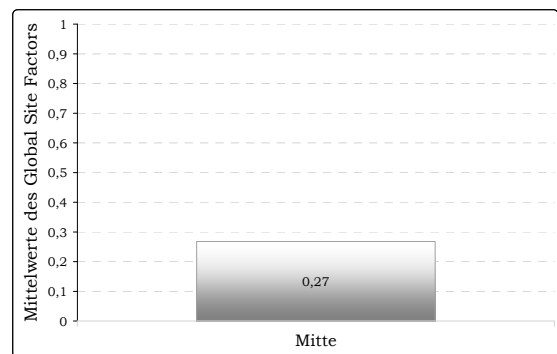
**Abbildung 49: Global Site Factor im Querprofil.
Wienfluss bei Nikolaisteg, September 2011**



**Abbildung 50: Global Site Factor im Querprofil.
Wienfluss bei Halterbach, September 2011**



**Abbildung 51: Global Site Factor im Querprofil.
Wienfluss bei Käthe-Dorsch-Gasse,
September 2011**



**Abbildung 52: Global Site Factor im Querprofil.
Wienfluss bei Ober Sankt Veit, September 2011**

Der Global Site Factor steigt für alle untersuchten Flächen von rechts nach links an. Das liegt daran, dass das orographisch rechte Ufer tendenziell die südlichste Kante des Sektors bildet. In den innerstädtischen Teilflächen Ober Sankt Veit und Käthe Dorsch Gasse wurden weniger Daten erhoben, da dort auf Grund der monotonen Strukturen keine nennenswerten Änderungen im Verlauf des Querschnittes zu erwarten waren. Deshalb zeigen die entsprechenden Diagramme nur drei beziehungsweise einen Balken.

Innerhalb der einzelnen Teilflächen zeigt sich überall ein ähnliches Bild. Vergleicht man aber die Maximalwerte, so wird deutlich, dass bei Unterpurkersdorf und Purkersdorf Sanatorium wesentlich weniger Licht einfällt. Die folgende Abbildung verdeutlicht dies.

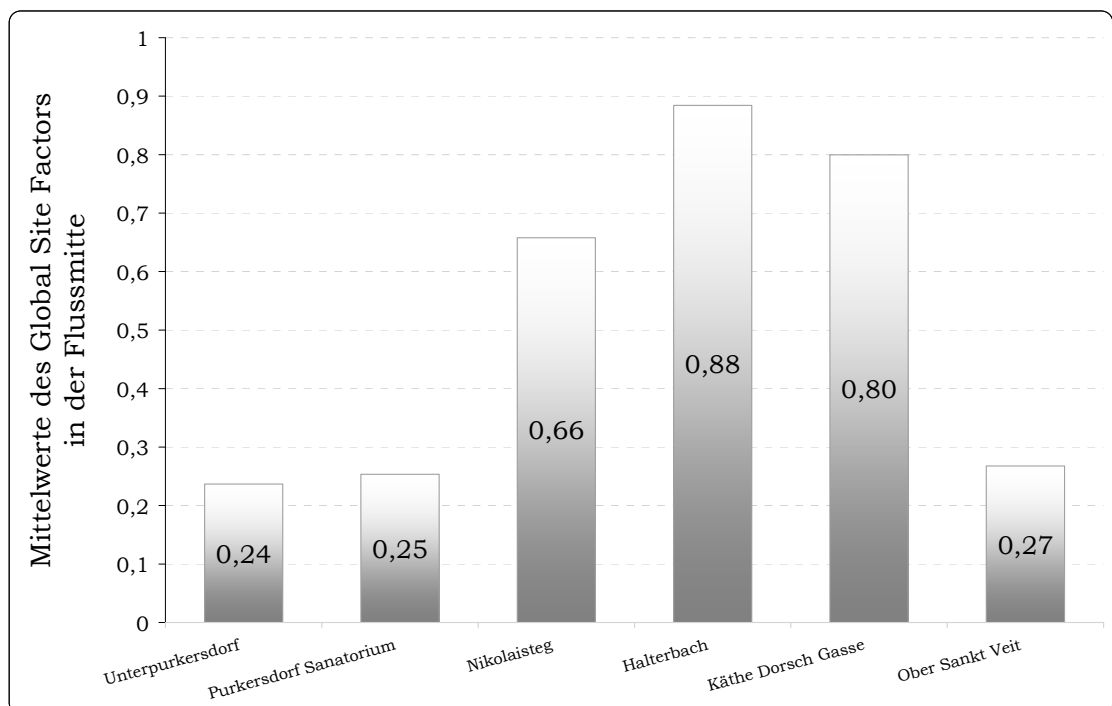


Abbildung 53: Gegenüberstellung der Global Site Factors in der Flussmitte für sechs Aufnahmeflächen am Wienfluss. September 2011

Bei Unterpurkersdorf und Purkersdorf Sanatorium ist der Global Site Factor erwartungsgemäß niedrig, da die vorhandene Vegetation das Gewässer intensiv beschattet. In den offeneren Bereichen trifft mehr Sonnenlicht auf das Gewässer. Zu beachten ist, dass die Aufnahme-

fläche Halterbach, obwohl sie von Vegetation gesäumt wird, einen hohen mittleren GSF aufweist. Auf Grund des großen Abstandes zum Gewässer haben die Bäume kaum noch beschattende Wirkung. In Ober Sankt Veit ist der Wert annähernd so niedrig wie in den Flächen des Strukturtyps 1, da der Fluss dort fast ganztägig von der Mauer beschattet wird.

5.3.3.2 Vergleiche direkte Messung vs. HemiView

Die direkten Messungen konnten nicht in ausreichender Dichte durchgeführt werden. Auch hier wären, wie bei den Temperaturmessungen, längere Messperioden wünschenswert gewesen. Die Ergebnisse (Abbildung 54) zeigen jedoch zumindest für die fünf gemessenen Punkte, dass die durch HemiView kalkulierten Werte mit den direkt gemessenen relativ gut übereinstimmen.

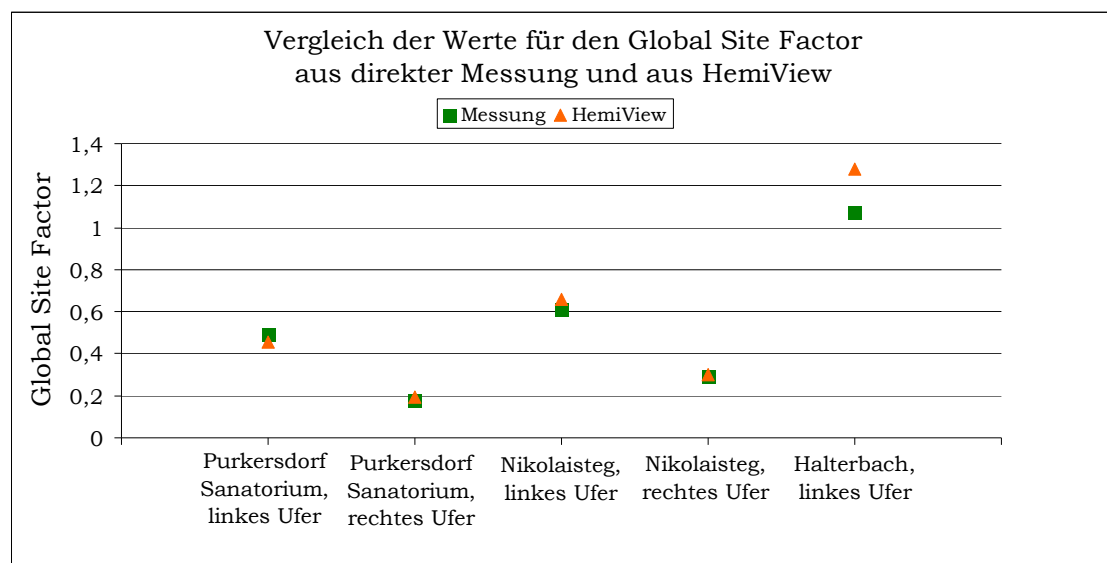


Abbildung 54: Vergleich der Werte für den Global Site Factor aus direkter Messung verglichen mit den Werten aus HemiView. Wienfluss zwischen Purkersdorf und Hütteldorf, September 2011

5.4 Temperatur

Vorweg sei erwähnt, dass die Temperaturmessung idealer Weise anders hätte verlaufen sollen, nämlich an konstanten Standorten über einen längeren Zeitraum hinweg. Auf Grund der zeitlich und finanziell eingeschränkten Möglichkeiten wurde schließlich die unten beschrie-

bene Methode gewählt, in der Hoffnung, zumindest annäherungsweise Aussagen über den Zusammenhang zwischen Strahlung und Temperatur treffen zu können.

5.4.1 Protokoll der Messungen

Vor Beginn der Messungen wurden die Messgeräte getestet und die Messungen verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass eines der drei verfügbaren Geräte nicht geeignet war. Die verbleibenden zwei Geräte wiesen einen Messunterschied von durchschnittlich 0,4 Grad bei der Messung der Wassertemperatur und 0,2 Grad bei der Messung der Lufttemperatur auf (Abbildung 55). Da für Wasser und Luft unterschiedliche Kabel benutzt wurden, könnte der Unterschied auch daher rühren. Dieser Unterschied wurde bei der Auswertung der Temperaturmessungen berücksichtigt.

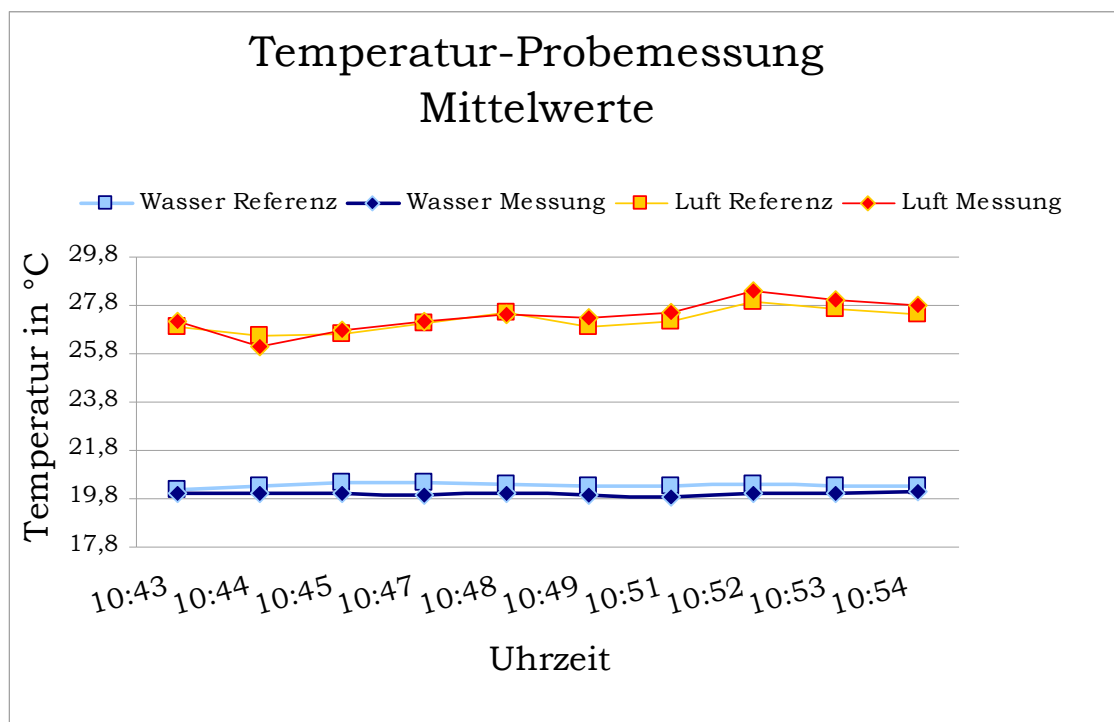


Abbildung 55: Temperatur-Probemessung, Mittelwerte. Unterpurkersdorf, 24.8.2011

Die Wasser- und Lufttemperatur wurde mit elektronischen Thermometern (Abbildung 56) und unterschiedlich sensiblen Messkabeln für Luft und Wasser gemessen, wobei in den Retentionsbecken in Auhof keine Messungen durchgeführt wurden.



Abbildung 56: Elektronisches 4-Kanal-Thermometer. Wienfluss bei Ober Sankt Veit, 26.8.2011

Die Abstände zwischen den Messpunkten wurden mittels am Fahrrad angebrachtem, digitalem Tachometer gemessen, je nach Zugänglichkeit entlang des flussbegleitenden Weges oder im Flussbett (Abbildung 57).



Abbildung 57: Distanzmessung mittels Fahrrad-Tachometer. Wienfluss bei Weidlingau, 24.8.2011

Die Messungen wurden in Abständen von 100 Metern durchgeführt. Abbildung 58 zeigt die Messpunkte im Grundriss.

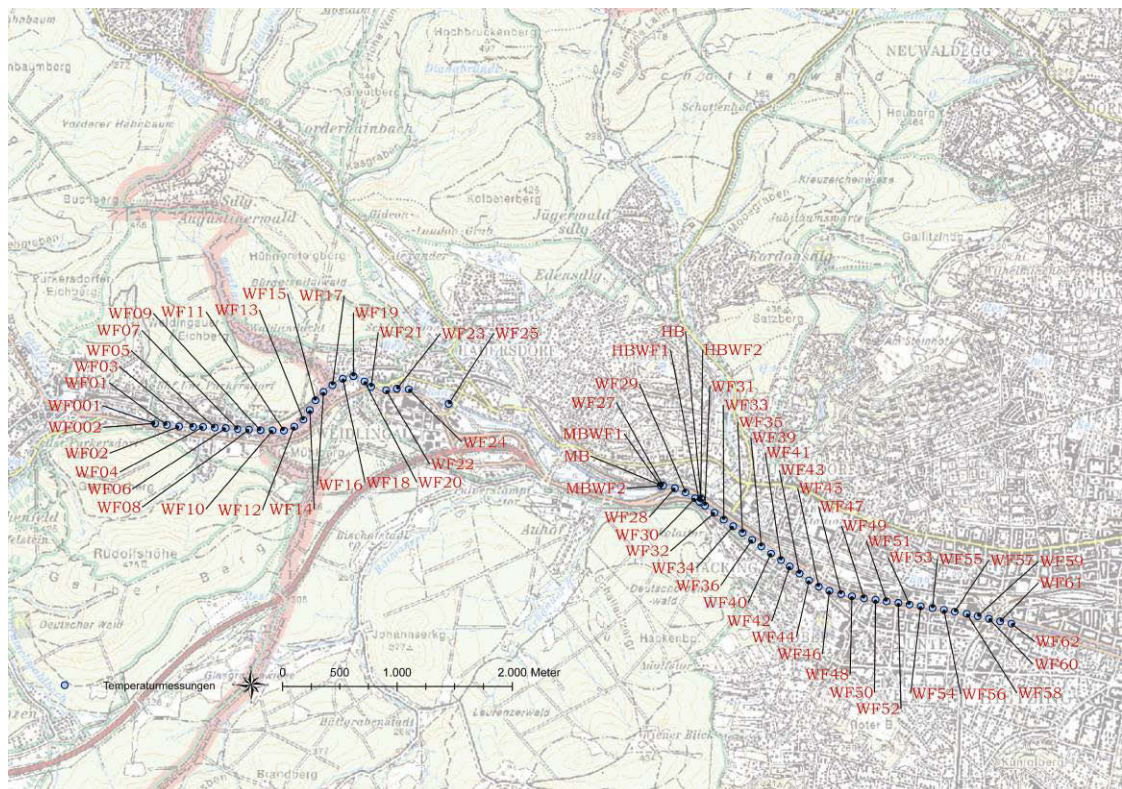


Abbildung 58: Verortung der Messpunkte für die Temperaturmessungen am Wienfluss, am 24. und 26. 8. 2011

Wie geplant wurde jeweils zeitlich parallel zu den Messungen an einer gleich bleibenden Referenzstelle (vgl. Abbildung 58, WF001) oberhalb der Messstrecke ebenfalls die Temperatur für Luft und Wasser gemessen. Jede Messung wurde zweimal, im Abstand von zirka 30 Sekunden, durchgeführt. Bei der Messung der Wassertemperatur wurde darauf geachtet, in der Hauptströmung zu messen. Die Lufttemperatur wurde im Schatten gemessen. Die Uhrzeit der Messung und die Lage der Messpunkte wurden notiert.

Die Messungen konnten nicht wie geplant an einem Tag abgewickelt werden, sondern wurden an zwei ähnlich heißen Tagen, am 24. und am 26. August 2011, durchgeführt, wobei am ersten Tag Messungen ab den Aufnahmeflächen in Purkersdorf bis zum Beginn der Retentionsbecken getätigt wurden, und am zweiten Tag Messungen vom Ende der Retentionsbecken bis zur U-Bahn-Station Unter Sankt Veit. Idealerweise hätte die Messung zwischen 11:00 und 15:00 Uhr stattfinden sollen, da in dieser Zeit der zu erwartende Temperaturanstieg am größten ist. Um die Messungen an zwei Tagen abzuschließen, wurde der Zeitraum etwas ausgedehnt. Am ersten Tag wurde bis 16:00 Uhr gemessen, am zweiten sogar bis 17:30 Uhr.

5.4.2 Gewonnene Daten

Im Folgenden werden nur die Ergebnisse der Messungen der Wassertemperatur behandelt. Die Daten aus den Messungen der Lufttemperatur wurden zwar ebenfalls ausgewertet, lieferten aber keine aussagekräftigen Werte.

Da sich im Lauf der Messungen sowohl die Lage der Messpunkte als auch die Uhrzeit stetig ändert, sind die erhobenen Daten schwer zu interpretieren. Zum besseren Verständnis werden die Messpunkte zusätzlich zur Verortung im Grundriss zusammen mit der jeweiligen Uhrzeit tabellarisch aufgelistet.

Abbildung 59 zeigt die Messpunkte oberhalb der Retentionsbecken, mit der Tabelle im Anschluss.

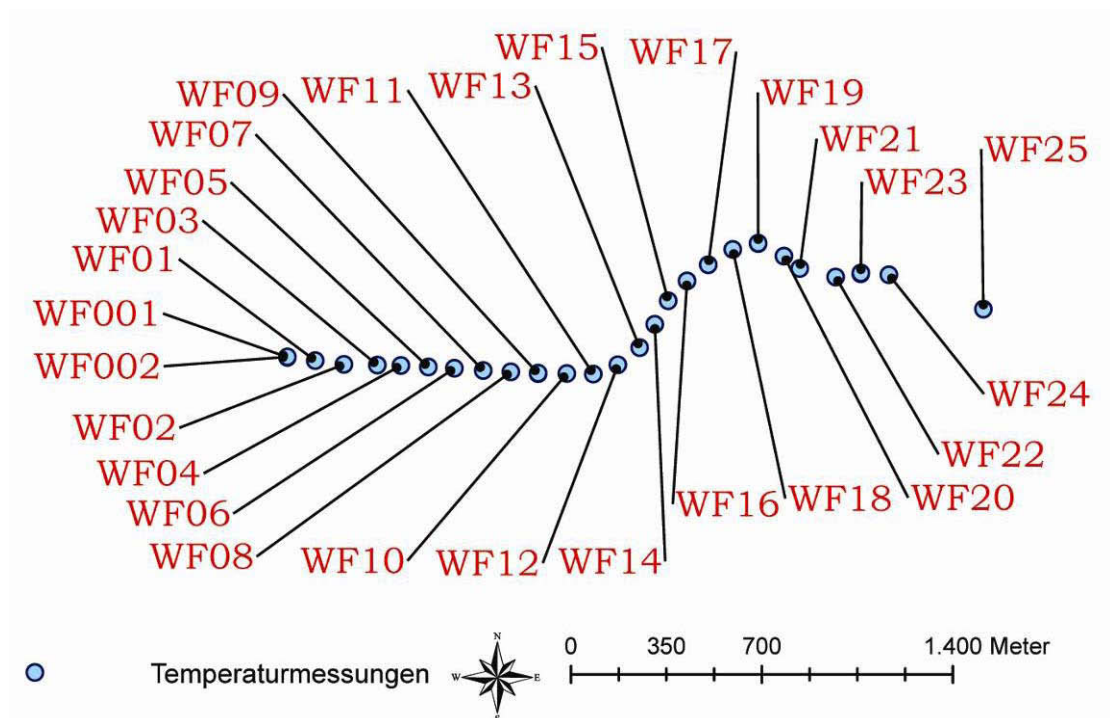


Abbildung 59: Temperatur-Messpunkte oberhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 24.8.2011

Messpunkt	Datum	Uhrzeit	Messpunkt	Datum	Uhrzeit
WF00	24.08.2011	10:48	WF14	24.08.2011	14:09
WF01	24.08.2011	11:40	WF15	24.08.2011	14:16
WF02	24.08.2011	11:58	WF16	24.08.2011	14:22
WF03	24.08.2011	12:14	WF17	24.08.2011	14:33
WF04	24.08.2011	12:24	WF18	24.08.2011	14:42
WF05	24.08.2011	12:34	WF19	24.08.2011	14:49
WF06	24.08.2011	12:43	WF20	24.08.2011	14:55
WF07	24.08.2011	12:55	WF21	24.08.2011	15:03
WF08	24.08.2011	13:18	WF22	24.08.2011	15:23
WF09	24.08.2011	13:29	WF23	24.08.2011	15:30
WF10	24.08.2011	13:37	WF24	24.08.2011	15:43
WF11	24.08.2011	13:48	WF25	24.08.2011	15:51
WF12	24.08.2011	13:54	WF001	26.08.2011	11:01
WF13	24.08.2011	14:02	WF002	26.08.2011	11:07

Tabelle 1: Temperatur-Messpunkte oberhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 24.8.2011

Abbildung 60 zeigt die absoluten Temperaturunterschiede für unterschiedliche Zeitpunkte, wobei zu beachten ist, dass sich mit der Uhrzeit auch die Position der Messung ändert (vgl. Abbildung 58 und Tabelle 1), wo hingegen die Position der Referenz konstant bleibt.

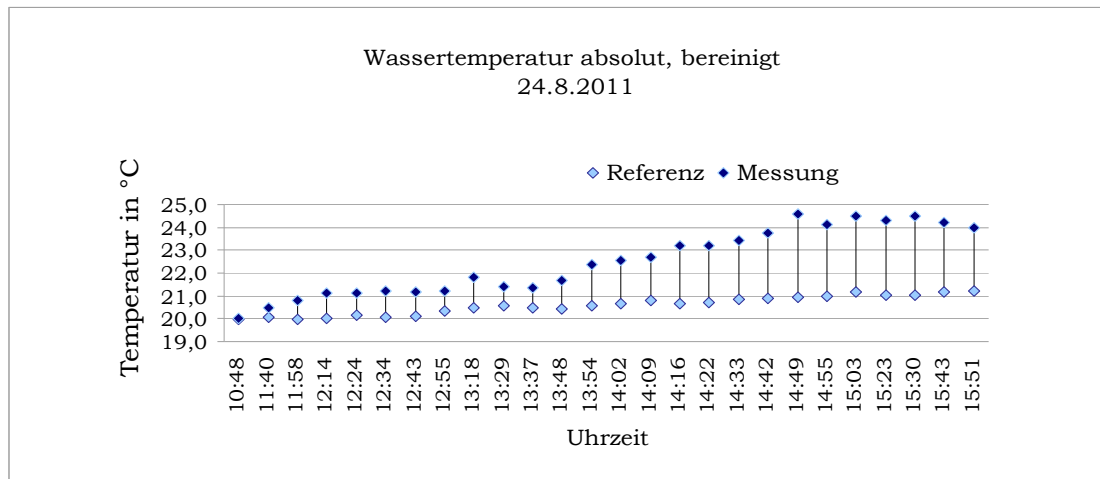


Abbildung 60: Absolute Unterschiede in der Wassertemperatur des Wienflusses zwischen Purkersdorf und Hadersdorf, 24.8.2011.

Es ist zu sehen, dass die Temperatur mit fortschreitender Uhrzeit und flussabwärts ansteigt, wobei aus den vorliegenden Daten nicht erkenntlich ist, welcher Faktor einen stärkeren Einfluss hat. Abbildung 61 zeigt dieselben Daten, diesmal aber als prozentuellen Unterschied zwischen Referenz- und Messpunkt.

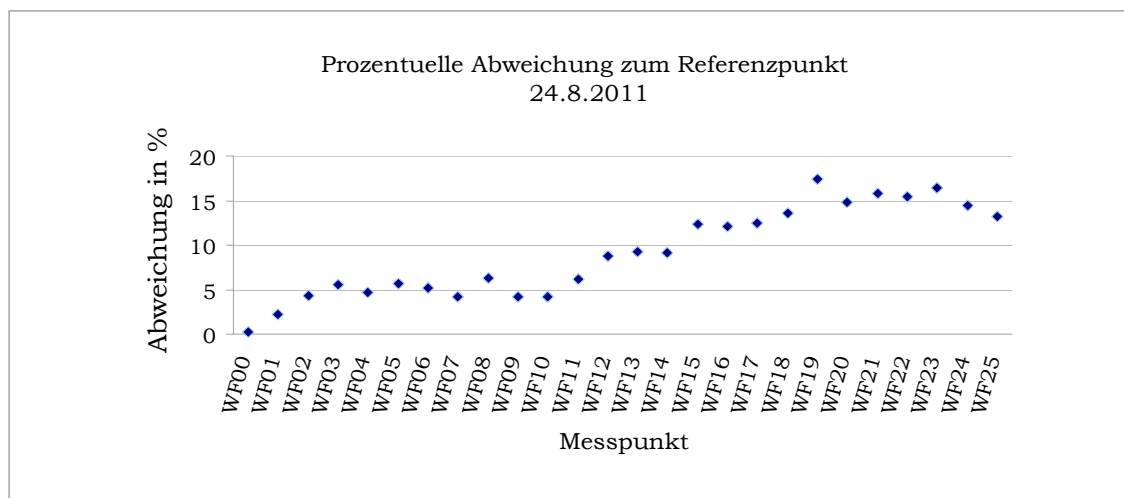


Abbildung 61: Prozentuelle Abweichung der zwischen Purkersdorf und Hadersdorf gemessenen Wassertemperaturen von den parallel dazu gemessenen Referenzwerten. 24.8.2011

Analog zum Vorhergehenden zeigen die nachfolgenden Grafiken die Messpunkte für den Bereich unterhalb der Retentionsbecken.

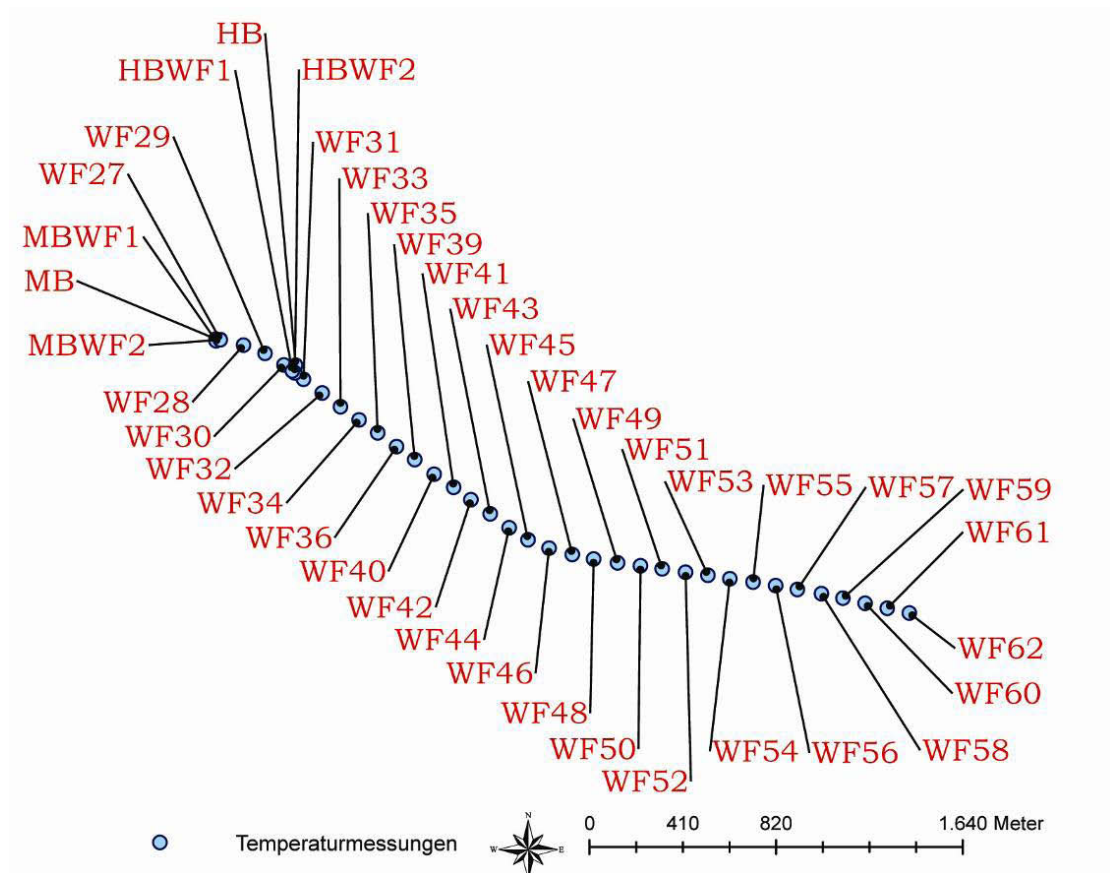


Abbildung 62: Temperatur-Messpunkte unterhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 26.8.2011

Messpunkt	Datum	Uhrzeit
WF27	26.08.	13:52
WF28	26.08.	14:11
WF29	26.08.	14:17
WF30	26.08.	14:29
WF31	26.08.	14:35
WF32	26.08.	14:41
WF33	26.08.	14:51
WF34	26.08.	14:56
WF35	26.08.	15:02
WF36	26.08.	15:09
WF39	26.08.	15:37
WF40	26.08.	15:44
WF41	26.08.	15:52
WF42	26.08.	15:56
WF43	26.08.	16:02
WF44	26.08.	16:11
WF45	26.08.	16:14

Messpunkt	Datum	Uhrzeit
WF46	26.08.	16:19
WF47	26.08.	16:24
WF48	26.08.	16:28
WF49	26.08.	16:33
WF50	26.08.	16:36
WF51	26.08.	16:42
WF52	26.08.	16:46
WF53	26.08.	16:49
WF54	26.08.	16:53
WF55	26.08.	16:56
WF56	26.08.	16:59
WF57	26.08.	17:04
WF58	26.08.	17:07
WF59	26.08.	17:15
WF60	26.08.	17:18
WF61	26.08.	17:21
WF62	26.08.	17:25

Tabelle 2: Temperatur-Messpunkte unterhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 26.8.2011

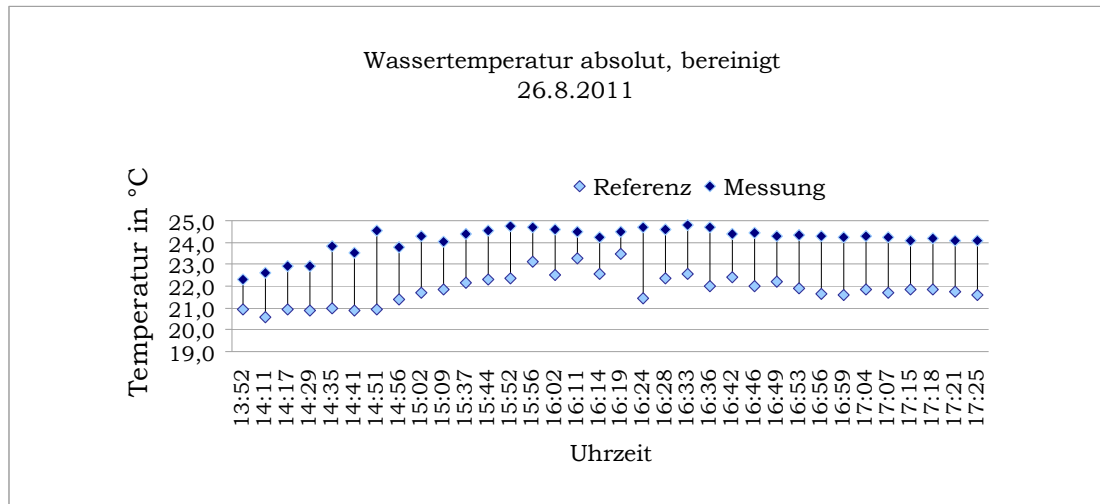


Abbildung 63: Absolute Unterschiede in der Wassertemperatur des Wienflusses zwischen Hadersdorf und Ober Sankt Veit, 26.8.2011.

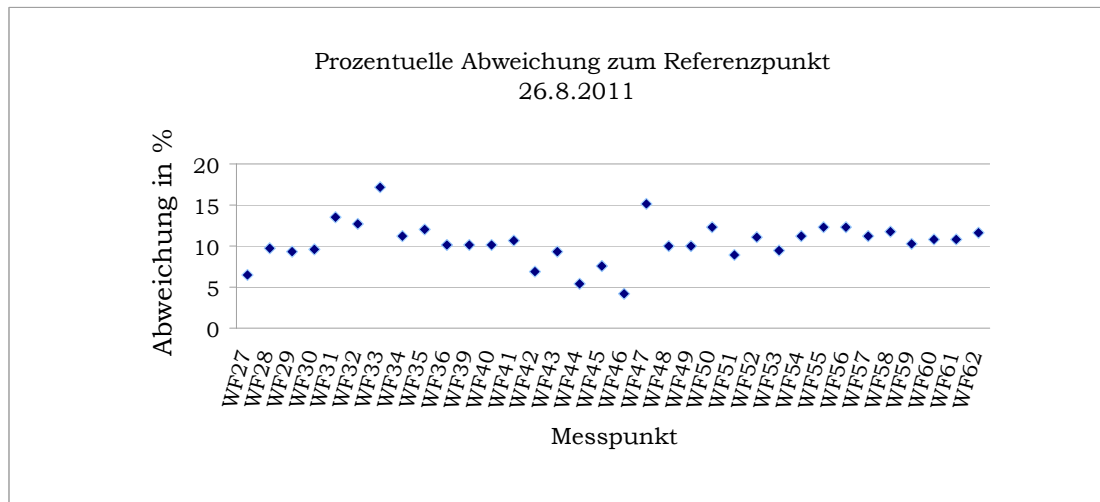


Abbildung 64: Prozentuelle Abweichung der zwischen Hadersdorf und Ober Sankt Veit gemessenen Wassertemperaturen von den parallel dazu gemessenen Referenzwerten. 26.8.2011

Bei den Mündungen von Mauerbach und Halterbach wurden die Temperaturen des Wienflusses vor und nach der Mündung, sowie die Temperatur des zufließenden Baches vor der Mündung gemessen. Abbildung 65 und Abbildung 66 zeigen die Ergebnisse dieser Messungen.

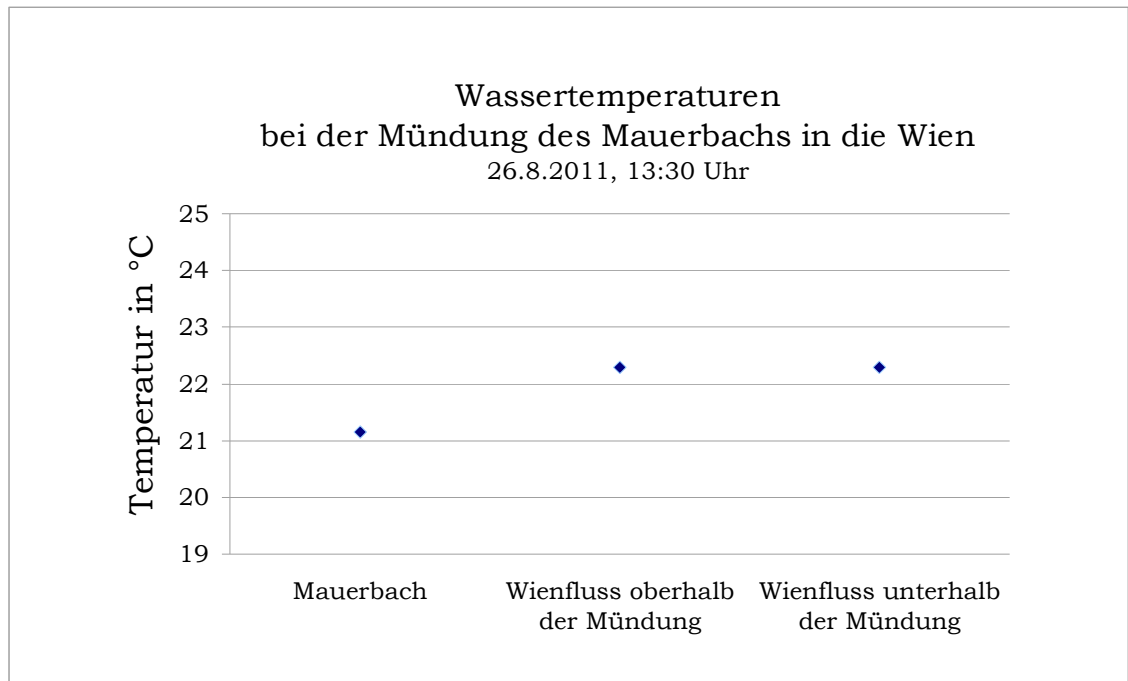


Abbildung 65: Wassertemperaturen bei der Mündung des Mauerbachs in die Wien. 26.8.2011

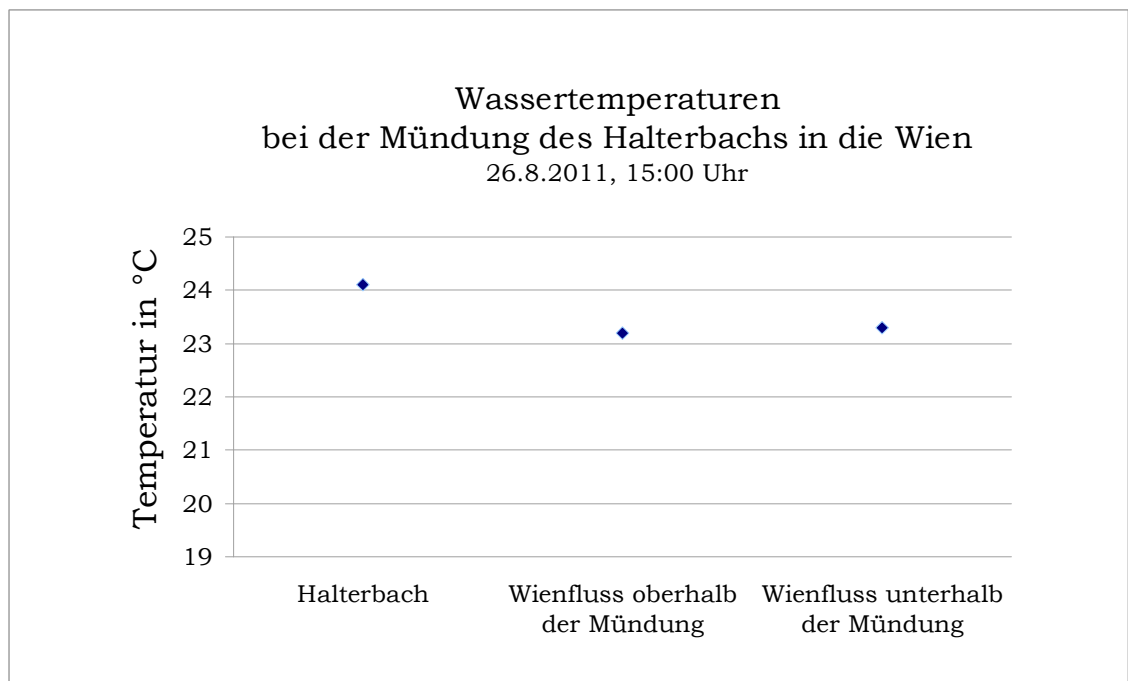


Abbildung 66: Wassertemperaturen bei der Mündung des Halterbachs in die Wien. 26.8.2011

Es stellte sich heraus, dass die Zuflüsse im Hochsommer bei Niederwasserstand keinen merklichen Einfluss auf die Wassertemperatur der Wien haben.

6 Diskussion der Ergebnisse

Die Beschattungssituation stellt sich in den verschiedenen Aufnahme­flächen am Wienfluss sehr unterschiedlich dar. In den Bereichen in Purkersdorf bei Wien besteht eine hohe, beidseitig dicht ausgeprägte Vegetation. Der Beschattungsgrad ist dort wider Erwarten höher als bei der U-Bahn-Station Ober Sankt Veit, wo eine zirka sechs Meter hohe Mauer im Süden des Flusses so gut wie kein direktes Sonnenlicht auf das Gewässer treffen lässt.

In den übrigen Bereichen ist die Sonneneinstrahlung auf den Fluss wesentlich stärker. Die vorhandene Vegetation bei den Aufnahme­flächen Nikolaisteg und Halterbach bewirkt keine nennenswerte Beschattung. Diese Erkenntnis geht aus einem Vergleich mit der Strahlungssituation der Aufnahme­fläche Käthe-Dorsch-Gasse hervor, wo keinerlei Vegetation vorhanden ist, die Beschattung aber sogar etwas intensiver ist als etwa auf Höhe des Halterbachs. Der Grund für die schlechte Beschattungswirkung der Vegetation bei Nikolaisteg und Halterbach liegt einerseits in ihrer schwachen Ausprägung bezüglich Höhe und Dichte, vor allem aber in der großen Distanz zum Gewässer. Bei der Aufnahme­fläche Nikolaisteg ist geringfügig mehr Beschattung vorhanden. Das ist bemerkenswert, weil laut den Ergebnissen der Vegetationsaufnahme dort weniger und eine niedrigere Vegetation vorhanden ist als beim Halterbach. Eine Erklärung dafür könnte der nahe gelegene Nikolaiberg liefern, der ebenfalls als Beschattungselement infrage kommt.

Die Daten aus den Messungen der Wassertemperatur sind für konkrete statistische Aussagen unzureichend. Es scheint, dass die Wassertemperatur in den stark beschatteten Bereichen in Purkersdorf langsamer und geringfügiger ansteigt als in den innerstädtischen Bereichen. Allerdings kann dieser Unterschied auch durch die fortgeschrittene Uhrzeit bei den Messungen in den unteren Flussabschnitten zu-

stande gekommen sein. Um aussagekräftigere Ergebnisse zu erzielen, müsste die Messmethode angepasst werden. Ein eindeutiges Ergebnis aus den Temperaturmessungen ist, dass die Zuflüsse Mauerbach und Halterbach im Hochsommer bei Niederwasser keinerlei Einfluss auf die Wassertemperatur des Wienflusses haben.

Hinsichtlich der Vegetationshöhe unterscheiden sich die untersuchten Flächen erwartungsgemäß stark. Nur in Unterpurkersdorf erreichen die Bäume bis zu 28 Meter Höhe, überall sonst liegt das Limit bei zwölf oder maximal 16 Metern. Die Vegetation besteht in allen Flächen hauptsächlich aus standortgerechten Arten. Eine Ausnahme bildet das Aufnahmegebiet bei Purkersdorf Sanatorium. Dort besteht die Vegetationsschicht zu 15 % aus standortfremden Gehölzen, was auf die angrenzende Kastanien-Allee zurückzuführen ist. Außerdem nehmen Obstgehölze einen relativ hohen Flächenanteil ein. Diese könnten sich aus den angrenzenden Privatgärten ausgebreitet haben. Weiden finden sich nur in den außerstädtischen Bereichen in Purkersdorf, die übrigen Uferbereiche sind für diese Arten zu trocken.

7 Ausblick/Vorschläge für die Praxis

Die Methode der hemisphärischen Fotografie hat sich als praktikabel erwiesen um Strahlungsverhältnisse in Vegetationsbeständen an Fließgewässern zu untersuchen. Es konnten diesbezüglich plausible Aussagen getroffen und auch Zusammenhänge mit den Uferstrukturen aufgezeigt werden. Um noch aussagekräftigere Ergebnisse zu erzielen sollte die Strahlung für größere Untersuchungsflächen gemessen und anhand von Recherchen oder eigenen Untersuchungen geklärt werden, inwieweit die gewonnenen Daten mit der realen Situation übereinstimmen. Die Möglichkeiten, die erhobenen Strahlungswerte aussagekräftig zu interpretieren und zu visualisieren, insbesondere mittels weiterer EDV-unterstützter Analysen sind in dieser Arbeit bei Weitem nicht ausgeschöpft worden. Diesbezüglich gibt es noch großes Potential für die Forschung.

In der Fülle an Daten, die über die Analyse der hemisphärischen Fotografie gewonnen werden, stellt der Global Site Factor nur einen Bruchteil dar. Auch dieses Potential ist noch nicht ausgeschöpft.

Der Einfluss der Beschattung auf die Wassertemperatur konnte in dieser Arbeit nicht ausreichend quantifiziert werden, dazu hätten die Temperaturverhältnisse mit stationären Messgeräten über einen längeren Zeitraum erfasst werden müssen. Auch der Einfluss der Ufervegetation auf die Strahlungssituation kann noch detaillierter erforscht und beschrieben werden.

Für die Praxis der Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik lässt sich aus den Ergebnissen der Untersuchung ableiten, dass eine dichte und hohe Vegetation eine intensive Beschattung bietet, sofern sie bis an das Gewässer heran reicht. Ein derartiger Vegetationskörper verhält sich bezüglich der durchgelassenen Globalstrahlung wie eine völlig undurchlässige Betonmauer. Die Beschattungswirkung ist somit neben vielen anderen ein weiteres Argument für einen naturnahen Fließ-

gewässerumbau mit entsprechender standortgerechter Begleitvegetation, insbesondere an stark belasteten Fließgewässern, wo eine Verminderung des Energieeintrages durch Solarstrahlung erwünscht ist.

8 Quellenverzeichnis

8.1 Literaturquellen

DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT A. u. A. e. V. (1992): Methoden und ökologische Auswirkungen der maschinellen Gewässerunterhaltung. Parey – Hamburg [u.a.].

DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT A. u. A. e. V. (1997): Uferstreifen an Fliessgewässern - Funktion, Gestaltung und Pflege. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser – Bonn.

FLORINETH F., KLOIDT F., WEISSTEINER C. (2011): Ingenieurbiologie. Studienblätter zur Vorlesung. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau.

GERGER B. (1992): Sanierung von Fließgewässern im Wiener Stadtgebiet. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau.

GILLINGER F. (1990): Erstellung eines Maßnahmenkataloges zur Erhaltung des aquatischen Lebensraumes am Mauerbach. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau.

HÄCKEL H. (2008): Meteorologie. Ulmer – Stuttgart (Hohenheim).

JUNGWIRTH M., HAIDVOGL G., MOOG O., MUHAR S., SCHMUTZ S. (2000): Angewandte Fischökologie an Fliessgewässern. Facultas – Wien.

LADINIG G. (1996): Der neue Wienfluss. Natur und Technik im Einklang. Unter Mitarbeit von Werner Lazowski und Christian Zuckerstätter. Wiener Gewässer (Magistratsabteilung 45) – Wien.

LADINIG G. (2005): Renaturierung. In: Karl Brunner und Petra Schneider (Hg.): Umwelt Stadt. Geschichte des Natur- und Lebens-

raumes Wien. 2 Bände. Wien: Böhlau (Wiener Umweltstudien, 1), S. 328–329.

LARCHER W. (2001): Ökophysiologie der Pflanzen. Ulmer – Stuttgart.

RICH P. M. (1990): Characterizing Plant Canopies with Hemispherical Photographs. Online verfügbar unter http://www.creeksidescience.com/files/rich_1990_rsr_hp.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2011.

RICH P. M., WOOD J., VIEGLAIS D. A., BUREK KAZ, WEBB N. (1999): HemiView User Manual. Delta-T Devices Ltd – Cambridge.

SCHUME H. (1998): Wasserhaushaltsuntersuchungen an Hybridpappelbeständen der weichen Au bei Altenwörth. Dissertation. Universität für Bodenkultur, Wien. Waldökologie.

SEEBACHER F. (2011): Flüsse und Bäche: Eine Herausforderung für die Stadt. Schutz vor dem Hochwasser und Schutz der Natur. Unter Mitarbeit von Alexander C. Mrkvicka und Helmut Kroiss. In: Roland Berger und Friedrich Ehrendorfer (Hg.): Ökosystem Wien. Die Naturgeschichte einer Stadt. 1. Aufl. 2 Bände. Wien - Köln - Weimar: Böhlau (Wiener Umweltstudien, 2), S. 117–122.

WRBKA T. (2011): Die Landschaften um Wien in der vorindustriellen Zeit (1770-1820). In: Roland Berger und Friedrich Ehrendorfer (Hg.): Ökosystem Wien. Die Naturgeschichte einer Stadt. 1. Aufl. 2 Bände. Wien - Köln - Weimar: Böhlau (Wiener Umweltstudien, 2), S. 225–240.

8.2 *Internetquellen*

COMPUTE DECLINATION. Online verfügbar unter <http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/struts/calcDeclination>, zuletzt geprüft am 15.12.2011.

BOTANISCHE SPAZIERGÄNGE. Online verfügbar unter http://www.botanische-spaziergaenge.at/Bilder/Lumix_6/P1540387.JPG

BUERGSMANN. Online verfügbar unter <http://www.buergsmann.net/penzing/suchen.php?suchtext=kenzelbr%FCcke>, zuletzt geprüft am 17.1.2012

GIMBAL CAPITAL. Online verfügbar unter <http://www.gimbalcapital.com/>, zuletzt geprüft am 18.12.2011.

GOOGLE EARTH. Online verfügbar unter <http://www.google.de/intl/de/earth/index.html>.

LASTENRADKOLLEKTIV. Online verfügbar unter <http://lastenradkollektiv.blogspot.de/>, zuletzt geprüft am 17.1.2012.

MR. PROTOTYPING. Online verfügbar unter <http://www.mr-prototyping.de/online-shop/hifi-zubeh%C3%B6r-stecker-kabel-etc/>, zuletzt geprüft am 18.12.2011.

NIEDERÖSTERREICH ATLAS. Online verfügbar unter http://www.intermap1.noel.gv.at/webgisatlas/%28S%28hyum2x55j53qs0uxssq25x45%29%29/init.aspx?karte=atlas_bh, zuletzt geprüft am 14.12.2011.

SUN OR MOON RISE/SET TABLE FOR ONE YEAR. Online verfügbar unter http://aa.usno.navy.mil/data/docs/RS_OneYear.php, zuletzt geprüft am 18.12.2011.

WASSER-GIS. Online verfügbar unter http://gis.lebensministerium.at/wisa/frames/index.php?PHPSESSID=fb278537ffeeaf47bf7ac20413d6a25d&145=true&gui_id=WisaStandard, zuletzt geprüft am 14.12.2011.

WIENER GEWÄSSER (MAGISTRATSABTEILUNG 45) (Hg.) (2006): Funktionsweise der Rückhaltebecken am Wienfluss. Online verfügbar unter <http://www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/hochwasserschutz/funktionsweisewienfluss.html>, zuletzt geprüft am 14.12.2011.

WIKIPEDIA (Hg.) (2011a): Kardanische Aufhängung. Online verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=92493530>, zuletzt geprüft am 18.12.2011.

WIKIPEDIA (Hg.) (2011b): Deklination (Geographie). Online verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=95736860>, zuletzt geprüft am 19.12.2011.

WIKIPEDIA (Hg.) (2011c): Dämmerung. Online verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=96600540>, zuletzt geprüft am 18.12.2011.

YOPI. Online verfügbar unter http://www.yopi.de/prd_1508682, zuletzt geprüft am 18.12.2011.

8.3 *Software*

HEMIVIEW. Canopy Analysis Software (1999). Delta-T Devices Ltd.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Wienfluss und Zuflüsse. Quelle: NIEDERÖSTERREICH ATLAS, modifiziert.....	15
Abbildung 2: Einzugsgebiet des Wienflusses. Quelle: WASSER-GIS ..	17
Abbildung 3: Naturnaher Abschnitt der Wien bei Purkersdorf, 13.7.2011	18
Abbildung 4: Hart verbauter Abschnitt der Wien nach Hütteldorf, 2.8.2011	19
Abbildung 5: Die sechs Retentionsbecken in Wien/Hadersdorf und die mäandrierende Wien. Quelle: GOOGLE EARTH, modifiziert.	20
Abbildung 6: Retentionsbecken bei Wien/Hadersdorf, Perspektive flussabwärts, 2. 8. 2011	21
Abbildung 7: Retentionsbecken bei Wien/Hadersdorf, Perspektive flussaufwärts, 2. 8. 2011	21
Abbildung 8: HemiView	25
Abbildung 9: Hemisphärisches Foto in HemiView geöffnet. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.....	26
Abbildung 10: Das Foto aus Abbildung 9 klassifiziert.	26
Abbildung 11: LAI Vergleich. Quelle: SCHUME 1998, S. 82	27
Abbildung 12: Hemisphärische Fotografie in HemiView geöffnet. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.....	28
Abbildung 13: Die Fotografie aus Abbildung 10, klassifiziert und mit Skymap. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.	28
Abbildung 14: Die Fotografie aus Abbildung 12, klassifiziert und mit Daytrack für Aufnahmedatum und -ort. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.	28

Abbildung 15: Die Fotografie aus Abbildung 12, klassifiziert und mit Sunmap für Aufnahmedatum und -ort. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.	28
Abbildung 16: Transport der Geräte mit Hilfe eines Fahrradanhänger des LASTENRADKOLLEKTIVs. Wien/Brigittenau, 23.8.2011.	29
Abbildung 17: Effekt der direkte Sonneneinstrahlung auf die Qualität der Fotografie. Unterpurkersdorf, 23.8.2011.....	31
Abbildung 18: Effekt eines Wassertropfens auf der Linse. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.....	31
Abbildung 19: Kardanische Aufhängung Quelle: GIMBAL CAPITAL...	32
Abbildung 20: Kamera mit Objektiv in der kardanischen Aufhängung. Wien/Weidlingau, 23.8.2011.....	33
Abbildung 21: Libelle. Quelle: MR. PROTOTYPING.....	34
Abbildung 22: Kompass. Quelle: YOPI.....	34
Abbildung 23: Deklination. Quelle: WIKIPEDIA 2011b.....	36
Abbildung 24: Hemisphärisches Foto in HemiView geöffnet. Der Bereich für die Analyse (blauer Kreis) wurde dem Bildradius angepasst. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.	38
Abbildung 25: Das Foto aus Abbildung 24 klassifiziert. Unterpurkersdorf, 8.9.2011.....	38
Abbildung 26: Übersicht der Strukturtypen am Wienfluss, zwischen Purkersdorf und Schönbrunn. Quelle: NIEDERÖSTERREICH ATLAS, modifiziert.	40
Abbildung 27: Verortung der Aufnahmeflächen (grün markiert) für Struktur-Typ 1 (stark beschattet mit Begleitvegetation) am Wienfluss. Purkersdorf bei Wien. Quelle: GOOGLE EARTH.	42
Abbildung 28: Aufnahmefläche 1.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Unterpurkersdorf: beidseitig von dichter Vegetation gesäumt. 20.8.2011	43

Abbildung 29: Querprofil der Aufnahme­fläche 1.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Unterpurkersdorf. Angaben in Meter.	43
Abbildung 30: Aufnahme­fläche 1.2 am Wienfluss (flussaufwärts) bei Purkersdorf Sanatorium: die Begleitvegetation reicht bis an das Gewässer heran. Quelle: BUERG­MANN	44
Abbildung 31: Querprofil der Aufnahme­fläche 1.2 am Wienfluss (flussabwärts) bei Purkersdorf Sanatorium. Angaben in Meter.	44
Abbildung 32: Verortung der Aufnahme­flächen (gelb markiert) für Struktur-Typ 2 (wenig beschattet mit Begleitvegetation) am Wienfluss. Quelle: GOOGLE EARTH	45
Abbildung 33: Aufnahme­fläche 2.1 am Wienfluss auf Höhe des Nikolaisteg (flussabwärts): die Vegetation befindet sich zirka fünf Meter vom Flussufer entfernt. Wien/Penzing, 6.10.2011	46
Abbildung 34: Querprofil der Aufnahme­fläche 2.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Nikolaisteg. Angaben in Meter.	46
Abbildung 35: Aufnahme­fläche 2.2 am Wienfluss bei der Mündung des Halterbachs (flussaufwärts): spärliche, einseitige Vegetation. Quelle: BOTANISCHE SPAZIERGÄNGE	47
Abbildung 36: Querprofil der Aufnahme­fläche 2.2 am Wienfluss (flussabwärts) bei Halterbach. Angaben in Meter.	47
Abbildung 37: Verortung der Aufnahme­fläche (orange markiert) für Struktur-Typ 3 (wenig beschattet ohne Begleitvegetation) am Wienfluss. Wien/Penzing. Quelle: GOOGLE EARTH.....	48
Abbildung 38: Aufnahme­fläche 3.1 am Wienfluss auf Höhe der Käthe- Dorsch-Gasse (flussaufwärts): Das Flussbett ist vollständig verbaut, der Fluss verläuft mittig. Wien/Penzing, 4.8.2011	49
Abbildung 39: Querprofil der Aufnahme­fläche 3.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Käthe-Dorsch-Gasse. Angaben in Meter.....	49

Abbildung 40: Die Fließgeschwindigkeit des Wienflusses ist im Abschnitt mit Struktur-Typ 4 auf Grund des eingeschränkten Flussquerschnittes stark erhöht. Wien/Penzing, 21.9.2011	50
Abbildung 41: Verortung der Aufnahme­fläche (orange markiert) für Struktur-Typ 4 (stark beschattet ohne Begleitvegetation) am Wienfluss. Wien/Penzing. Quelle: GOOGLE EARTH.....	50
Abbildung 42: Aufnahme­fläche 4.1 am Wienfluss auf Höhe der U-Bahn-Station Ober Sankt Veit (flussabwärts): Der Fluss verläuft entlang einer zirka sechs Meter hohen Mauer. Wien/Penzing, 4.8.2011	51
Abbildung 43: Querprofil der Aufnahme­fläche 3.1 am Wienfluss (flussabwärts) bei Käthe-Dorsch-Gasse. Angaben in Meter.....	51
Abbildung 44: Vergleich der orographisch rechten Aufnahme­flächen am Wienfluss hinsichtlich der flächenmäßigen Höhenverteilung der Vegetation. August bis November 2011.....	53
Abbildung 45: Vergleich der orographisch linken Aufnahme­flächen am Wienfluss hinsichtlich der flächenmäßigen Höhenverteilung der Vegetation. August bis November 2011.....	53
Abbildung 46: Vergleich der Aufnahme­flächen am Wienfluss hinsichtlich der flächenmäßigen Artenverteilung der Vegetation. August bis November 2011.....	54
Abbildung 47: Global Site Factor im Querprofil. Wienfluss bei Unterpurkersdorf, September 2011	58
Abbildung 48: Global Site Factor im Querprofil. Wienfluss bei Purkersdorf Sanatorium, September 2011	58
Abbildung 49: Global Site Factor im Querprofil. Wienfluss bei Nikolaisteg, September 2011	58
Abbildung 50: Global Site Factor im Querprofil. Wienfluss bei Halterbach, September 2011	58

Abbildung 51: Global Site Factor im Querprofil. Wienfluss bei Käthe-Dorsch-Gasse, September 2011.....	58
Abbildung 52: Global Site Factor im Querprofil. Wienfluss bei Ober Sankt Veit, September 2011	58
Abbildung 53: Gegenüberstellung der Global Site Factors in der Flussmitte für sechs Aufnahmeflächen am Wienfluss. September 2011	59
Abbildung 54: Vergleich der Werte für den Global Site Factor aus direkter Messung verglichen mit den Werten aus HemiView. Wienfluss zwischen Purkersdorf und Hütteldorf, September 2011	60
Abbildung 55: Temperatur-Probemessung, Mittelwerte. Unterpurkersdorf, 24.8.2011	61
Abbildung 56: Elektronisches 4-Kanal-Thermometer. Wienfluss bei Ober Sankt Veit, 26.8.2011	62
Abbildung 57: Distanzmessung mittels Fahrrad-Tachometer. Wienfluss bei Weidlingau, 24.8.2011	63
Abbildung 58: Verortung der Messpunkte für die Temperaturmessungen am Wienfluss, am 24. und 26. 8. 2011.....	63
Abbildung 59: Temperatur-Messpunkte oberhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 24.8.2011	65
Abbildung 60: Absolute Unterschiede in der Wassertemperatur des Wienflusses zwischen Purkersdorf und Hadersdorf, 24.8.2011.	66
Abbildung 61: Prozentuelle Abweichung der zwischen Purkersdorf und Hadersdorf gemessenen Wassertemperaturen von den parallel dazu gemessenen Referenzwerten. 24.8.2011.....	66
Abbildung 62: Temperatur-Messpunkte unterhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 26.8.2011	67
Abbildung 63: Absolute Unterschiede in der Wassertemperatur des Wienflusses zwischen Hadersdorf und Ober Sankt Veit, 26.8.2011...	68

Abbildung 64: Prozentuelle Abweichung der zwischen Hadersdorf und Ober Sankt Veit gemessenen Wassertemperaturen von den parallel dazu gemessenen Referenzwerten. 26.8.2011	68
Abbildung 65: Wassertemperaturen bei der Mündung des Mauerbachs in die Wien. 26.8.2011	69
Abbildung 66: Wassertemperaturen bei der Mündung des Halterbachs in die Wien. 26.8.2011	69

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Temperatur-Messpunkte oberhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 24.8.2011	65
Tabelle 2: Temperatur-Messpunkte unterhalb der Retentionsbecken des Wienflusses. 26.8.2011	67

11 Lebenslauf

AUSBILDUNG

02 2012	Voraussichtlicher Studienabschluss als Diplom-Ingenieurin
seit 10 2003	Studium der <u>Landschaftsplanung und -pflege</u> Universität für Bodenkultur, Wien Diplomarbeit: Beschattungspotential von Ufervegetation an Fließgewässern Studienschwerpunkte: ▫ Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik ▫ EDV in der Landschaftsplanung
06 2008	Volontariat im Nationalpark „Parco Nazionale d’Abruzzo, Lazio e Molise“, Italien
09 2007 – 06 2008	Studienaufenthalt in Rahmen des Erasmus-Programms <u>Università degli Studi di Napoli Federico II</u> , Neapel / Italien
07 2007 – 08 2007	Praktikum, Projektmitarbeit <u>RaumUmwelt Planungs Ges.m.b.H.</u> Technisches Büro für Raum- und Landschaftsplanung, Wien
03 2007 – 06 2007	Tutorin bei den <u>Übungen mit Baupraktikum und Feldarbeiten zu Landschaftsbau und Vegetationstechnik</u> unter Leitung von DI Jakob Grohmann (Planung und Umsetzung der Bepflanzung eines Spielplatzes) Michelhausen, NÖ
10 2005 – 02 2006	Tutorin bei der <u>Projektübung mit verwandten Fächern zu Landschaftsplanung</u> unter Leitung von DI Stefan Novak (Analysen zu Parzellierung und Bebauungsstruktur) Horn, NÖ
09 1994 – 06 2002	Realgymnasium mit ergänzendem Unterricht in Biologie Bundesrealgymnasium, Innsbruck

AUSGEWÄHLTE UNIVERSITÄRE PROJEKTE

Sommersemester 2010	Baumpflege und Baumkontrolle
Sommersemester 2010	Baumschulwesen: Pflanzung, Verschulung, Veredelung und Baumschnitt in Theorie und Praxis Versuchsgarten Essling, Wien
Wintersemester 2009	Erstellung eines Flächenwidmungsplanes für ein Teilgebiet der Gemeinde Wolkersdorf, NÖ

Sommersemester
2006

Planung und Pflanzung eines Baumlehrpfades
Langenrohr, NÖ

SONSTIGE BERUFSTÄTIGKEIT

06 2009 – 04 2011	Manpower GmbH, Wien Bereich Hospitality Servierkraft, geringfügig
10 2004 – 06 2005	Herrmann Weinzirl GmbH, Wien Wiener Konzerthaus Buffethilfskraft, geringfügig
04 2003 – 07 2003	Schlögel & Hautz GmbH & Co KG, Innsbruck Hofgarten Cafe-Restaurant Servicemitarbeiterin, Vollzeit
01 2003 – 02 2003	M-Preis Warenvertriebs GmbH, Innsbruck Feinkostabteilung, Anlernverkäuferin
08 2002 – 09 2002	Bank Austria Creditanstalt AG, Innsbruck Sekretariat, Ferialpraktikum
07 2001 – 08 2001	Dr. Nikolaus Zingerle, Facharzt für HNO, Innsbruck Ordinationsassistentin, Ferialpraktikum

ZUSATZQUALIFIKATIONEN

Führerscheine	A, B, C und E
Englisch	fließend in Sprache und Schrift
Italienisch	gute Kenntnisse in Sprache und Schrift
Französisch	Maturaniveau
Polnisch	Grundkenntnisse
Software	Office, Adobe CS, AutoCAD, ArcGIS, Visual Nature Studio, 3D Studio Max

STUDIENBEGLEITENDE TÄTIGKEITEN

- Sachbearbeiterin für das Frauenreferat der
ÖH-BOKU
- Engagement im Tüwi
Verein für Kommunikation, Interaktion und
Integration