



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

## **Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse des Salzburger Mönchsbergs**

angestrebter akademischer Grad

**Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)**

Verfasserin: Doris Dicklberger  
Matrikel-Nummer: 9806116  
Studienrichtung (lt. Studienblatt): A 444 Ökologie  
Betreuerin / Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Rudolf Maier

Wien, am 06.11. 2008



## **DANKSAGUNG**

Besonders bedanken möchte ich mich bei Ass.-Prof. Mag. Dr. Wolfgang Punz für die gute Betreuung und Unterstützung meiner Arbeit. Ebenso gilt mein Dank Univ.-Prof. Dr. Rudolf Maier und dem Department für Ökophysiologie und Funktionelle Anatomie der Pflanzen.

Weiters danke ich folgenden Personen für die Bereitstellung von Daten:

- Dr. Reinhard Medicus, Naturschutzfachlicher Sachverständiger, Magistrat der Stadt Salzburg
- Josef Brawisch, Forst und Jagd Sachbearbeiter, Magistrat der Stadt Salzburg
- Dr. Andreas Falkensteiner, Amt der Salzburger Landesregierung
- Univ.-Prof. Mag. Dr. Paul Heiselmayer, Universität Salzburg

Meiner gesamten Familie danke ich für ihre Geduld und speziell meinen Eltern gebührt großer Dank für die jahrelange finanzielle Unterstützung, die es mir erst ermöglicht hat dieses Studium erfolgreich abzuschließen.



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1</b>	<b>FRAGESTELLUNG</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2</b>	<b>NATURRAUM MÖNCHSBERG</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3</b>	<b>GEOGRAPHISCHE LAGE</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4</b>	<b>GEOLOGIE UND MORPHOLOGIE</b> .....	<b>10</b>
<b>1.5</b>	<b>KLIMA</b> .....	<b>10</b>
<b>1.6</b>	<b>SIEDLUNGSGESCHICHTE</b> .....	<b>11</b>
1.6.1	RAINBERG.....	11
1.6.2	MÖNCHSBERG .....	12
1.6.3	FESTUNG HOHENSALZBURG.....	13
1.6.4	BENEDIKTINERINNENKLOSTER NONNBERG .....	15
<b>1.7</b>	<b>FLORA</b> .....	<b>16</b>
1.7.1	BIOTOPKARTIERUNG .....	18
<b>1.8</b>	<b>FAUNA</b> .....	<b>18</b>
<b>1.9</b>	<b>NATUR- UND LANDSCHAFTSSCHUTZ</b> .....	<b>19</b>
1.9.1	NATURSCHUTZBUCH .....	19
1.9.2	KULTURLANDTYPENPLAN .....	20
<b>2</b>	<b>METHODIK</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>ÖKOSYSTEMARE STRUKTUR- UND STOFFFLUSSANALYSE</b> .....	<b>23</b>
2.1.1	STRUKTURANALYSE.....	23
2.1.1.1	Flächenaufteilung.....	24
2.1.1.2	Deckungsgrad der Vegetation .....	25
2.1.1.3	Biomasse .....	26
2.1.1.4	Nettoprimärproduktion.....	27
2.1.1.5	Potentiell natürliche Vegetation .....	28
2.1.2	STOFFFLUSSANALYSEN .....	29
2.1.2.1	Gesamtgüterbilanz.....	29
2.1.2.2	Kohlenstoffbilanz.....	31
2.1.2.3	Energiebilanz.....	34
2.1.2.4	Wasserbilanz .....	36

<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>NATURRÄUMLICHE GRUNDLAGEN</b>	<b>41</b>
3.1.1	BIOTOPKARTIERUNG	41
3.1.2	NATURSCHUTZBUCH	44
<b>3.2</b>	<b>STRUKTURANALYSE</b>	<b>49</b>
3.2.1	FLÄCHENAUFTEILUNG	49
3.2.2	DECKUNGSGRAD DER VEGETATION	50
3.2.3	BIOMASSE	51
3.2.4	NETTOPRIMÄRPRODUKTION	53
3.2.5	POTENTIELL NATÜRLICHE VEGETATION	55
<b>3.3</b>	<b>STOFFFLUSSANALYSEN</b>	<b>55</b>
3.3.1	GESAMTGÜTERBILANZ	55
3.3.2	KOHLNSTOFFBILANZ	62
3.3.3	ENERGIEBILANZ	69
3.3.4	WASSERBILANZ	73
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>77</b>
<b>4.1</b>	<b>STRUKTURANALYSE</b>	<b>77</b>
<b>4.2</b>	<b>BIOMASSE, NPP</b>	<b>78</b>
<b>4.3</b>	<b>STOFFFLUSSANALYSE</b>	<b>78</b>
4.3.1	GESAMTGÜTERBILANZ	78
4.3.2	KOHLNSTOFFBILANZ	79
4.3.3	ENERGIEBILANZ	80
4.3.4	WASSERBILANZ	81
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>85</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG</b>	<b>89</b>

# **1 Einleitung**

## **1.1 Fragestellung**

Stadtökologische Forschung hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen und ebenso die Erkenntnis, dass Städte nicht nur naturzerstörerische Orte sind, sondern auch einer Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum bieten können, wenn man bei der Stadtplanung den ökologischen Aspekt miteinbezieht. Der Mensch passt sich nicht dem Lebensraum Stadt an, sondern gestaltet ihn nach seinen Vorstellungen (SUKOPP 1998).

Eine Umfrage aus dem Jahr 2004 hat ergeben, dass 88 % der Bewohner der Stadt Salzburg die vorhandenen Grün- und Freiflächen für die Lebensqualität und Attraktivität der Stadt als „sehr wichtig“ erachten und 94% bescheinigen ihr damit eine „sehr hohe“ bzw. „eher hohe“ Lebensqualität (TAGUNGSBAND ZUM SYMPOSIUM „WOHLFÜHL-STADT SALZBURG? – FACHTAGUNG ZUR STADTÖKOLOGIE“ 2005). Es steht also außer Frage, dass der Mensch ebenfalls von Grünanlagen und Naturflächen in der Stadt profitiert.

Die vorliegende Arbeit soll dazu dienen, anthropogene und natürliche Einträge in ein System mittels der Ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse zu bewerten. Das System stellt nicht die gesamte Stadt Salzburg dar, sondern es umfasst das Landschaftsschutzgebiet Mönchsberg/Rainberg. Berechnet wurde zuerst eine Gesamtgüterbilanz und aufgrund dieser Daten der Stofffluss von Kohlenstoff ermittelt. Weiters folgte eine Bilanzierung des Energie- und Wasserhaushaltes.

Ziel der Arbeit war es einen Ist-Zustand des Projektgebietes zu bestimmen, um den menschlichen Einfluss auf das System zu beziffern. Derartige Studien sollen dazu dienen, eine Grundlage für zukünftige Planungen zu liefern und dies im besonderen Hinblick auf nachhaltige und ökologische Vorgehensweisen.

## 1.2 Naturraum Mönchsberg

Der Mönchsberg gehört zu den Stadtbergen der Stadt Salzburg, welche die Landeshauptstadt des Bundeslandes Salzburg ist, und stellt durch seine zentrale Lage ein bedeutendes Naherholungsgebiet sowohl für Einheimische als auch Touristen dar.

Das gesamte Gebiet ist per Verordnung seit dem 1. Dezember 1973, gemeinsam mit dem angrenzenden Rainberg, zum Landschaftsschutzgebiet erklärt worden. Dies inkludiert auch den Festungsberg, der zwar geologisch anders aufgebaut ist als der Mönchsberg, aber räumlich grenzen die Berge direkt aneinander und werden deshalb in dieser Arbeit als Einheit aufgefasst.

Der politische Bezirk Stadt Salzburg besteht aus der Stadtgemeinde Salzburg, welche als einzige der insgesamt zehn Stadtgemeinden des Landes Salzburg ein eigenes Statut besitzt. Die Stadt Salzburg gliedert sich in insgesamt 14 Katastralgemeinden: Aigen, Bergheim, Gaisberg, Gnigl, Hallwang, Heuberg, Itzling, Leopoldskron, Liefering, Maxglan, Morzg, Salzburg, Wals und Voggenberg. Viele dieser Katastralgemeinden sind sowohl Teil der Stadt Salzburg als auch eigenständige Gemeinden. Die Katastralgemeinde Salzburg unterteilt sich nochmals in neun Stadtteile: Innere Stadt, Äußerer Stein, Froschheim, Lehen, Mönchsberg, Mülln, Nonntal, Riedenburg und Schallmoos.

In der Stadt Salzburg leben insgesamt 168.446 Einwohner (Stand 1.1. 2008).

Der Mönchsberg entspricht in etwa dem statistischen Zählsprengel 220 im Zählbezirk 22 (Mönchsberg/Inneres Nonntal/Leopoldskron). Am Stichtag 1.1. 2008 waren 209 Menschen mit Hauptwohnsitz, darunter 111 männlich und 98 weiblich, und 18 Personen mit Nebenwohnsitz, 11 davon männlich und 7 weiblich, im Zählsprengel 220 gemeldet.

Der Rainberg liegt im statistischen Zählsprengel 206. Obwohl er diesen zwar nicht zur Gänze ausfüllt, werden trotzdem die Einwohnerzahlen übernommen, da diese nicht stark variieren dürften. 34 Personen sind mit Hauptwohnsitz am Rainberg gemeldet, davon 18 männlich und 16 weiblich, und 6 Menschen mit Nebenwohnsitz, 5 männlich und eine weiblich.

### 1.3 Geographische Lage

Der Salzburger Flughafen liegt in 47 Grad 48' nördlicher Breite und 13 Grad 00' östlicher Länge. Beim Wetterhäuschen auf dem Alten Markt wurde eine Seehöhe von 424, 25 m gemessen (MA 6/03-VERMESSUNGSAMT DER STADT SALZBURG 2007). Das gesamte Stadtgebiet erstreckt sich über eine Fläche von 65 678 699 m<sup>2</sup>.

Der Mönchsberg besitzt ein Ausmaß von 838 360 m<sup>2</sup> und weist auf seinem höchsten Punkt eine Höhe von 508 m über dem Meeresspiegel auf.



Abbildung 1.1: Lage des Untersuchungsgebietes

Quelle: Sagis - Salzburger Geographisches Informationssystem

## **1.4 Geologie und Morphologie**

Der Mönchsberg erstreckt sich nahezu geradlinig etwa 1500 m vom Festungsberg in nordwestliche Richtung. Seine Entstehungszeit wird auf die Mindel-Riss-Interglazialzeit datiert, welche vor etwa 350 000 Jahren war. Die Zuordnung erfolgte aufgrund seines Verfestigungsgrades und seiner absoluten Höhe, welche sich gut mit den mindelzeitlichen Endmoränenwällen im Vorland korrelieren lässt (GRUBER 1999).

Der Mönchsberg besteht zum großen Teil aus Nagelfluh, welches ein Konglomeratgestein ist, das aus dem Schotter eines Flussdeltas entstand. Das Konglomerat des Mönchsberges besteht aus schräg geschichteten Bänken mit teilweisen, geringmächtigen Zwischenschaltungen von Sandlagen (GRUBER 1999). Einzige Ausnahme bildet hier der Müllner Hügel, der aus Flyschgestein aufgebaut ist, mit einer jungen Kohleschicht darüber liegend.

Die Salzach schob damals große Mengen an Schotter mit dem Schmelzwasser der Interglazialgletscher in das Salzburger Becken, wo sich der sogenannte Salzachbecken-See bildete, der aufgrund der Schottermassen allmählich verlandete. Das Schottermaterial verfestigte sich und blieb neben dem harten Kalkgestein des Festungsberges von der Abtragung durch die Gletscher späterer Eiszeiten verschont (MEDICUS 2003).

## **1.5 Klima**

Die Stadt Salzburg liegt am Rand der nördlichen Kalkalpen, welche gegen die in Mitteleuropa häufig auftretenden West- und Nordwestwinde exponiert sind. Diese Winde bringen feuchte, atlantische Luftmassen mit sich, die an den Gebirgsrändern aufsteigen und dann abkühlen. Dabei kommt es zur Wolkenbildung und zu den sogenannten Stauniederschlägen.

Die Stadt Salzburg weist als typisches Nordstaugebiet ein deutlich niederschlagsreicheres Klima auf als andere Landeshauptstädte. Die mittlere Jahresniederschlagsmenge im Zeitraum 1961-1990 betrug 1170,4 mm, gemessen am Salzburger Flughafen. Die durchschnittlichen Temperaturen liegen bei 14,6 ° Celsius in den Sommermonaten (April

bis September) und 2,5 ° Celsius in den Wintermonaten (Oktober bis März) (AUER et al. 2001).

## **1.6 Siedlungsgeschichte**

Aufgrund der unterschiedlichen Bedeutung von Mönchsberg und Rainberg in der Siedlungsentwicklung werden die beiden Berge getrennt aufgezählt. Der Mönchsberg umfasst im Besonderen, wegen der interessanten Kulturgeschichte, die Entstehung der Festung und des Frauenklosters Nonnberg.

### **1.6.1 Rainberg**

Erste Beweise für menschliche Lagerplätze wurden bereits aus der Zeit des Mesolithikums (Mittlere Steinzeit) auf dem Rainberg gefunden und auf das 9. bis 6. Jahrtausend vor Christus datiert. Der Rainberg dürfte aufgrund seines waldfreien Plateaus, von dem aus man die gesamte Umgebung beobachten konnte, eher zur Besiedlung genützt worden sein als der unzugänglichere, stark bewaldete Mönchsberg.

Eine dauerhafte Besiedlung ist am Beginn des Neolithikums, als die Menschen sesshaft wurden, etwa 5500 Jahre vor Christus nachweisbar. Dies war die Zeit, als die Menschen anfangen Ackerbau und Viehzucht zu betreiben, wofür sich die trocken-warme Steppe am Rainberg besonders gut eignete. Der damalige Lebensraum des niederen Rainbergs war ein Eichenwald, welcher durch Weideflächen, auf denen Wildpferde, Wisents und Auerochse gehalten wurden, aufgelockert war.

Zu den zahlreichen Funden des Rainbergs zählen vor allem Pfeilspitzen, Klingen und Beile aus Stein. Dass es damals einen regen Handel zwischen den verschiedenen und mannigfaltigen Kulturen des Neolithikums gab, belegen Keramikfundstücke, welche je nach Kultur verschieden bemalt waren.

Der Rainberg war auch in den kommenden Jahrhunderten immer der wichtigste und größte Siedlungsplatz im Gebiet der heutigen Stadt Salzburg, während der Mönchsberg

nie eine so große Bedeutung erhielt und immer nur ein paar Wohnbauten und Einzelfunde aufwies.

Die größte Ausbreitung und Bedeutung erreichten die Siedlungen am Rainberg am Anfang der Hallstattzeit, 750 – 450 v. Chr., verloren danach aber immer mehr an Bedeutung, da die Besiedlung nun in das Salzburger Becken und das Vorland erfolgte.

Als um 500 v. Chr. der Salzabbau am Halleiner Dürrnberg begann, hatte der Rainberg seine Stellung als wichtigste Handelssiedlung zwar verloren, kulturgeschichtlich sind aus dieser Zeit aber viele Funde der Kelten, welche die Hallstattzeit prägten, erhalten geblieben.

In der Latenezeit, 450 -15 v. Chr., war der Rainberg zwar weiterhin besiedelt, erlangte aber nie wieder seine frühere Bedeutung zurück. Am Ende der Latenezeit marschierten die Römer 15 v. Chr. unter Kaiser Augustus in Salzburg ein und zwangen die Kelten ihre befestigten Höhengiedlungen am Rainberg aufzugeben und sich auf der bis dahin unbesiedelten Schotterterrasse zwischen den Stadtbergen neu anzusiedeln.

Der Rainberg war in den darauffolgenden Jahrhunderten unbesiedelt und vermutlich teilweise für die Landwirtschaft genutzt worden.

Erst im Jahre 1525, wurde der Berg noch einmal als schützende Höhengiedlung von aufständischen Bauern genutzt, die gegen den Erzbischof kämpften. Allerdings wurde bereits vierzehn Tage später Frieden geschlossen, aufgrund der Übermacht des erzbischöflichen Heeres.

Um 1700 begann man dann den Rainberg als Steinbruch zu verwenden, da das Konglomerat als Baumaterial geschätzt wurde.

Seit 1975 steht im ehemaligen Steinbruch das Akademische Gymnasium.

## **1.6.2 Mönchsberg**

Der Mönchsberg war für die Besiedlung von keiner großen Bedeutung. Lediglich ein paar Wohnstellen sind aus dem Neolithikum bekannt.

Erst um 1400 begannen Bedienstete des Benediktinerstifts St. Peter kleine Flecken für die Landwirtschaft zu nutzen, hauptsächlich als Weideflächen für Ziegen und Schafe. Die Klosterangestellten wohnten in den eigens errichteten Klosterhäusern am Mönchsberg, deren Namen oft klösterlichen Ursprung haben (z.B. Abtsturm, Ehr-Gottes-Haus). In Kriegszeiten wurden große Viehherden auf den Mönchsberg getrieben, um einen Vorrat an Fleisch zu haben.

Zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurde, wie am Rainberg, Konglomerat am Mönchsberg abgebaut. Im Mittelalter hauptsächlich für die Stadtbefestigung, wie es heutzutage noch zahlreiche Mauern und Wehrtürme bezeugen. Der Bereich innerhalb dieser Wehrmauern am Mönchsberg wurde der Stadt zugeteilt und gehörte somit dem Stift St. Peter. Der restliche Teil des Mönchsbergs außerhalb der Befestigungsmauern, das heutige Mülln, wurde zur Vorstadt gezählt.

Der Bereich des Mönchsbergs außerhalb der Wehrmauern bestand zur damaligen Zeit größtenteils aus Buchenwald und wurde von den Bewohnern der Stadt nur zum Brennholzsammeln genutzt. Erst in der Mitte 18. Jahrhunderts wurde der Mönchsberg großflächig gerodet und Acker- und Weideflächen errichtet. Das einzige größere erhaltene Waldgebiet war das sogenannte „Bürgerholz“, ein Rotbuchenwald vor der Bürgerwehr, das der Bevölkerung als Brennholzdepot erhalten blieb. Es ist bis heute das älteste Waldstück am Mönchsberg.

Am Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Landwirtschaft, aufgrund der zunehmenden Industrialisierung, auf größere Flächen außerhalb der Stadt verlagert. Der Mönchsberg begann wieder zu verwalden.

### **1.6.3 Festung Hohensalzburg**

1077 wurde von dem Landesfürsten Gebhard von Helffenstein mit dem Bau der Festung begonnen. Da dieser aber in Folge des Investiturstreits, ein politischer Konflikt zwischen geistlichen und weltlichen Kräften um die Einsetzung von Bischöfen, ins Exil gehen musste wurde die Burg erst unter seinem Nachfolger Berthold von Moosburg fertig gestellt. Die Burg bestand damals aus dem romanischen, gemauerten Wohngebäude, dem Wohnturm, der heute noch den Kern des Hohen Stocks bildet, einer Kirche und einem Nebengebäude.

Im 13. Jahrhundert wurde ein äußerer Befestigungsring angelegt und dadurch die bis heute bestehende Ausdehnung der Festung festgesetzt.

Unter Erzbischof Burkhard von Weißpriach wurden 1462 zur Verbesserung der Wehranlagen vier Türme (Glockenturm, Schmiedturm, Krautturm und Trompeterturm), an der Ostseite eine dicke Steinmauer und südlich eine Bastei gebaut.

Unter der Regentschaft der nachfolgenden Erzbischöfe wurde die Festung immer mehr ausgebaut und weiter befestigt. Leonhard von Keutschach baute die Burg zwischen 1495 und 1519 zu einem herrschaftlichen Regierungssitz aus und ließ 1502 eine große Walzenorgel („Salzburger Stier“) in den Krautturm bauen, welche die Salzburger von da an täglich in der Früh an den Arbeitsbeginn erinnern sollte.

Der Prunk der Erzbischöfe, welchen sie aus dem Goldabbau in den Tauern finanzierten, führte zu einer immer größer werdenden Unzufriedenheit in der Bevölkerung, die schließlich unter Kardinal Matthäus Lang von Wellenburg 1525 zum Bauernaufstand führte. Jedoch war der Kardinal in der Festung bestens geschützt und der Aufstand wurde bereits vierzehn Tage später beendet.

Erzbischof Wolf Dietrich von Raitenau regierte von 1587 bis 1612 und hat zwar an der Festung wenig verändert, auf ihn gehen aber die meisten barocken Prunkbauten in der Stadt Salzburg zurück, so zum Beispiel die Residenz und das Schloss Mirabell. Nach Konflikten mit dem Kurfürst Maximilian von Bayern wurde er von seinem Nachfolger, Markus Sitticus von Hohenems, bis an sein Lebensende in der Festung gefangen gehalten.

Während des Dreißigjährigen Krieges lässt Erzbischof Paris von Lodron die Festung zur wehrhaften Burg aufrüsten. Es entstanden die Hasengrabenbastei am Westende, Kasematten (vor Beschuss geschützte Gewölbe), ein Pulverturm sowie Sperrbögen an beiden Zufahrtswegen zur Festung.

Als letzter Wehrbau wurde von Erzbischof Max Gandolf von Kuenburg, 1668-1687, die mächtige Feuerbastei an der Nordseite errichtet.

Zur Zeit der Napoleonischen Kriege (1792-1815) hat die Festung keine militärische Bedeutung mehr und wird den Franzosen kampflos überlassen.

Nach der Eingliederung Salzburgs in die Habsburger Monarchie wurde die Festung nur noch als Kaserne und Kerker verwendet. 1892 wurde eine Standseilbahn mit Wasserantrieb zur Hasengrabenbastei gebaut und damit die Festung für den Tourismus geöffnet. Die Seilbahn wurde 1960 mit einem elektrischen Motor ausgestattet und ist im Laufe der Jahre immer wieder modernisiert worden.



Abbildung 1.2: Festung Hohensalzburg

#### **1.6.4 Benediktinerinnenkloster Nonnberg**

Das Kloster am Nonnberg, so wird der südöstliche Ausläufer des Festungsberges genannt, ist das weltweit älteste ununterbrochen bestehende christliche Frauenkloster.

Gegründet wurde das Stift 715 von Bischof Rupert von Worms, der 696 bereits das Kloster St. Peter ins Leben gerufen hatte, im Auftrag des Bayernherzogs Theodor. Erste Äbtissin wurde Erentrudis, vermutlich die Nichte Ruperts, zu deren Ehren das Kloster auch Erentrudiskloster genannt wird. Bis 1451 konnten nur adelige Frauen dem Kloster beitreten und erst ab dem 19. Jahrhundert durften bürgerliche Frauen höhere Stellungen einnehmen.

Um 1006 brannte die alte Stiftskirche völlig ab und es wurde mit dem Bau einer romanischen Basilika begonnen. Mit Unterstützung Heinrich II wurde die Kirche 1009 eingeweiht.

Ein weiterer Brand 1423 zerstörte große Teile des Klosters und in den Jahren 1464 bis 1509 wurde die Klosterkirche im gotischen Stil neu aufgebaut.

Das Kloster besitzt heute eine bedeutende Kunstsammlung und ist zudem durch Maria Augusta Trapp, die nach dem Ersten Weltkrieg als Erzieherin im Kloster tätig war und die Vorlage zu dem Musical „Sound of Music“ schrieb, weltbekannt.

## 1.7 Flora

Die natürliche Vegetation des Mönchsberges wäre ein Rotbuchenwald, so wie er noch partiell nördlich der Bürgerwehr zu finden ist. Nach der Beweidung im Mittelalter hat sich vor allem die Hainbuche stark vermehrt.

Im Bereich des Festungsberges ist vornehmlich ein Schluchtwald ausgebildet mit den typischen Gehölzarten Spitzahorn (*Acer platanoides*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Stieleiche (*Quercus robur*), Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) und Eibe (*Taxus baccata*).

Von der Festung bis zu Mülln ist der Edellaubmischwald vorherrschend mit auffallend vielen Ulmenverjüngungen. Die häufigsten Baumarten sind Hainbuche (*Carpinus betulus*), Bergulme (*Ulmus glabra*), Winterlinde (*Tilia cordata*), Stieleiche (*Quercus robur*) und Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*).

Die forstlichen Maßnahmen am Mönchsberg sind in den Waldpflegeplänen, welche 1984 von der Stadt Salzburg erstellt wurden, festgehalten und dienen keinen wirtschaftlichen Überlegungen, sondern es stehen „ökologische, kulturgeschichtliche und waldbesucherbezogene Überlegungen im Vordergrund“ (STADT SALZBURG ONLINE, Städtische Waldpflege). Das bei Pflegemaßnahmen anfallende Durchforstungsholz kann als Brennholz käuflich erworben werden.

Erwähnenswert sind auch die verschiedenen Pflanzen, die an den sowohl natürlichen wie auch künstlichen Felsen (Wehrmauern) am Mönchsberg vorkommen, und zumeist aus alpinen Regionen stammend hier einen neuen Standort erobern konnten. So zum Beispiel die Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), die bis in den Herbst blüht, oder das Stängelumfassende Habichtskraut (*Hieracium amplexicaule*), ein gelb blühender Korbblütler.

Der sehr alte Baumbestand des Mönchsberges wurde leider durch den Orkan Kyrill am 19. Jänner 2007 stark dezimiert. Viele der alten Baumriesen wurden entwurzelt und haben enorme Löcher im Wald am Mönchsberg hinterlassen. Wird der Holzeinschlag in einem gewöhnlichen Jahr mit ~ 50 Festmeter angesetzt, so waren es durch den Sturm Kyrill in diesem Jahr bereits 400 Festmeter (persönliches Gespräch mit Herrn Brawisch).



Abbildung 1.3: Sturmschäden nach Kyrill

© Stadtgemeinde Salzburg

Eine Kartierung der Neophyten in der Stadt Salzburg wurde von 2002 bis 2004 (mit Ergänzungen bis zum Frühjahr 2008) von der Salzburger Botanischen Arbeitsgemeinschaft durchgeführt. Insgesamt wurden in der Stadt Salzburg mittels Rasterkartierung 706 Neophyten nachgewiesen. Der Mönchsberg liegt in drei Rasterfeldern, auf denen 246 Neophyten gefunden wurden. Das bedeutet eine mittlere Artenzahl (51-100 Arten/Rasterfeld). Die höchsten Neophytenfunde (101-150 Arten/Rasterfeld) wurden im Norden der Stadt kartiert, da sich dort der Bahnhof und

Gewerbegebiete befinden, welche einen geeigneten Lebensraum für neue Arten darstellen (PILSL et al. 2008).

### **1.7.1 Biotopkartierung**

Der Salzburger Landtag erteilte 1992 den Auftrag zur landesweiten Biotopkartierung. Bis heute fehlen nur noch einige wenige Gemeinden bis das Bundesland Salzburg vollständig kartiert ist. Die Biotoptypen für den Mönchsberg standen in kopierter Form zur Verfügung und wurden für diese Arbeit in übersichtlicher Form dargestellt und zusammengefasst. Sie sind in den Ergebnissen nachzulesen.

## **1.8 Fauna**

Der Mönchsberg bietet inmitten der Stadt einer Vielzahl von Kleintieren einen Lebensraum. So kommen Steinmarder, Siebenschläfer, Dachse und Ringelnattern vor, um nur einige zu nennen.

Im Mittelalter war auch noch der Waldrapp am Mönchsberg beheimatet, der in den Felswänden brütete und in den damals noch nahegelegenen Auen und Mooren genügend Nahrung fand. Leider galt der Vogel bald als Delikatesse und wurde schonungslos ausgerottet.

Bis heute ist der Mönchsberg ein Brutplatz für Turmfalkenpaare und andere Felsenbrüter, wie den Kolkraben und Dohlen.

Eine Besonderheit ist der nun schon seit einigen Jahren am Mönchsberg sesshaft gewordene Uhu, der trotz direkter Nähe zur Stadt und dem damit verbundenen Lärm (insbesondere Feuerwerke zu Silvester) jedes Jahr erfolgreich brütet.

Eine ausführliche Beschreibung der am Mönchsberg vorkommenden Vogelarten ist in Andreas Lindenthalers Werk über „Die Vögel des Mönchs- und Kapuzinerberges“ nachzulesen.

Leider war es nicht möglich Fachliteratur über die Tierwelt des Mönchsberges zu bekommen, da von Seiten des Magistrates, der Universität Salzburg, als auch vom Haus der Natur mitgeteilt wurde, dass kein Fachbuch speziell über den Mönchsberg existiert.



Abbildung 1.4: Vogeltafel am Mönchsberg

## 1.9 Natur- und Landschaftsschutz

### 1.9.1 Naturschutzbuch

Das Naturschutzbuch wird von der Landesregierung geführt und beinhaltet alle wichtigen Daten zum jeweiligen naturschutzrechtlichen Gebiet.

Für das Landschaftsschutzgebiet Mönchsberg-Rainberg gehören sämtliche Landesgesetzblätter seit der Ausweisung des Schutzgebietes dazu, eine botanische Artenliste und ein Biotoptypenplan sowie einige Artikel über die Natur- und Kulturgeschichte von Mönchsberg und Rainberg, welche ursprünglich in der Zeitschrift “Der Gardist“ (2003-2005) erschienen sind.

Der Biotoptypenplan wurde zwecks besserer Übersichtlichkeit neu bearbeitet und ist mit der dazugehörigen botanischen Artenliste in den Ergebnissen zu finden (vgl. auch Methodik)

## 1.9.2 Kulturlandtypenplan

Im Kulturlandtypenplan (siehe Abbildungen 1.5. und 1.6.) der Stadt Salzburg werden die verschiedenen Nutzungstypen des Grünlandes der Stadt in einer digitalen Stadtkarte zusammengefasst. Hiermit soll eine Grundlage für weiterführende Planungsmaßnahmen im Bereich Natur- und Landschaftsschutz geboten werden. Die digitale Katasterkarte wird vom Amt für Stadtplanung und Verkehr laufend mit neuen Informationen ergänzt oder geändert.

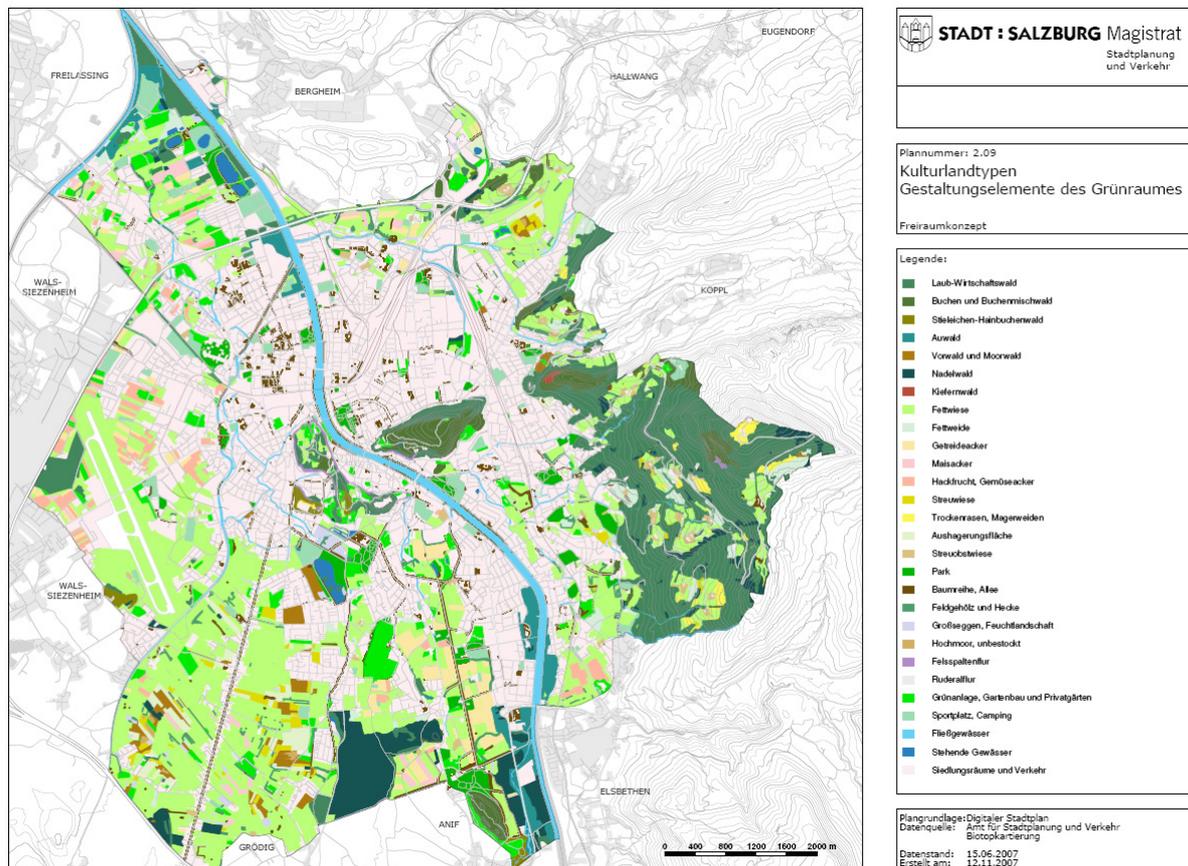


Abbildung 1.5: Kulturlandtypenplan

Quelle: Magistrat der Stadt Salzburg

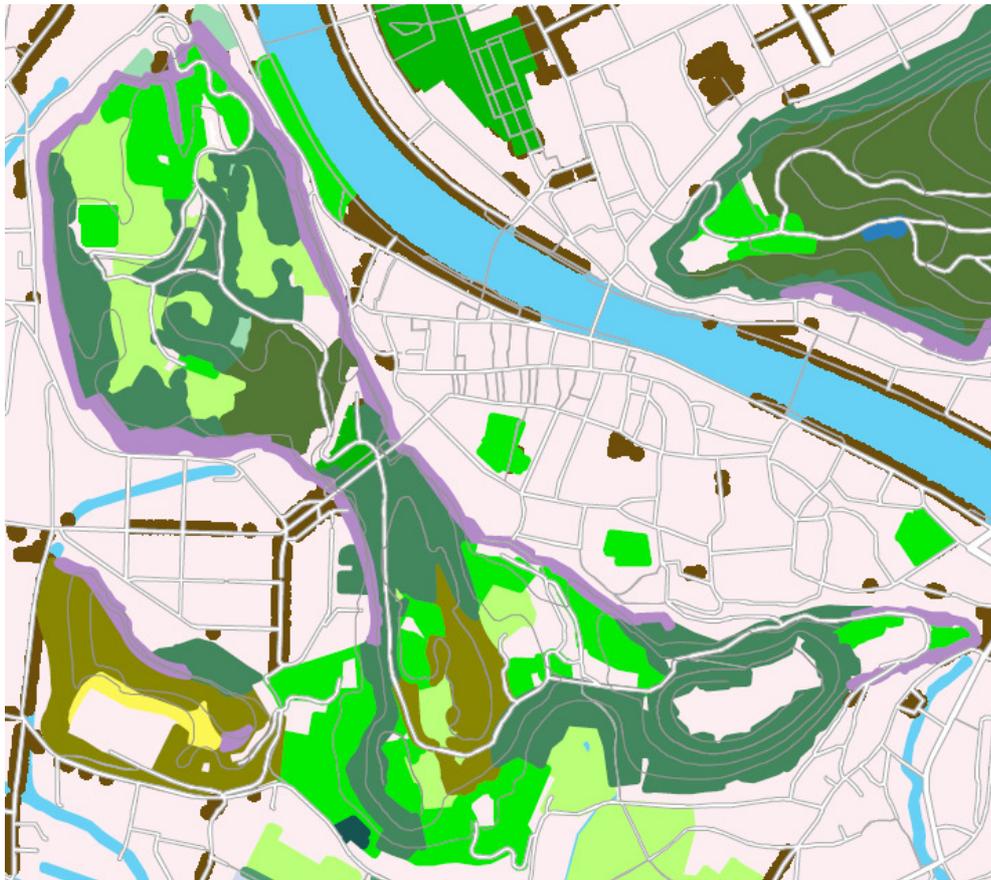


Abbildung 1.6: Vergrößerung Mönchsberg/Rainberg Kulturlandtypenplan  
Quelle: Magistrat Stadt Salzburg



## **2 Methodik**

### **2.1 Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse**

Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) ist ein relativ neues Instrument zur Bilanzierung natürlicher und anthropogener Stoff- und Energieflüsse anhand einer kommunalen Flächennutzungsstruktur (MAIER & PUNZ 2004, PUNZ & MAIER 2006). Entwickelt wurde sie am Vienna Ecology Center, an der ehemaligen Abteilung für Ökophysiologie der Pflanzen der Universität Wien, im Rahmen des Kulturlandschaftsforschungsprogramms des BMWK.

Materialflussanalysen waren bisher eher nur im Bereich der Technik und Wirtschaft verwendet worden, um In- und Outputströme zu bilanzieren und zu optimieren.

Zu Beginn einer Ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse steht die Charakterisierung des Untersuchungsgebietes (Strukturanalyse). Es müssen die Systemgrenzen festgelegt werden, und das Gebiet wird in ökologische Subsysteme eingeteilt, welche der Flächennutzung entsprechen. Hierbei kann man auf bereits vorhandene Daten zurückgreifen. Für diese Arbeit wurde der Kulturlandtypenplan der Stadt Salzburg vom Amt für Stadtplanung und Verkehr für die Einteilung und Flächenberechnung der Subsysteme benützt.

Im zweiten Schritt können nun Stoffflussanalysen durchgeführt werden, basierend auf den berechneten Flächen der verschiedenen Nutzungstypen in der Strukturanalyse.

#### **2.1.1 Strukturanalyse**

Zur besseren Darstellung der naturräumlichen Grundlagen wurden die vorliegenden Angaben aus Biotopkartierung und Naturschutzbuch neu bearbeitet. Die lediglich auf Kartierungsblättern vorhandenen Angaben der Biotopkartierung wurden neu geschrieben und in übersichtlicher Form dargestellt. Für die Darstellung des Biotoptypenplans aus dem Naturschutzbuch wurde die vorhandene Schwarzweißkarte eingescannt und mittels Adobe Photoshop bearbeitet und die verschiedenen Biotoptypen farblich hervorgehoben.

### **2.1.1.1 Flächenaufteilung**

Zur Ermittlung der Subsysteme wurde der Kulturlandtypenplan der Stadt Salzburg des Amtes für Stadtplanung und Verkehr in der Fassung vom 12. November 2007 herangezogen. Der Plan basiert auf der Biotopkartierung und der digitalen Stadtkarte Salzburgs.

Für das gesamte Stadtgebiet von Salzburg wurden insgesamt 28 Kulturlandtypen festgestellt. Auf dem Landschaftsschutzgebiet Mönchsberg/Rainberg sind davon dreizehn Kulturlandtypen ausgewiesen.

Um die Flächen der jeweiligen Subsysteme zu berechnen, wurde der Kulturlandtypenplan in Photoshop CS3 Extended übertragen, das Gebiet Mönchsberg/Rainberg herausgezoomt (siehe Abbildung 1.6.) und mittels des Analysetools die einzelnen Flächen der Kulturlandtypen berechnet.

Durch Zusammenfassung ähnlicher Kulturlandtypen, ergaben sich fünf Subsystemklassen:

1. Wald
2. Wiesenfläche
3. Fels
4. Versiegelte Fläche
5. Gewässer

Die Subsystemklasse Wald umfasst die Subsysteme:

- Laubwald
- Stieleichen – Hainbuchenwald
- Buchenwald
- Nadelwald
- Baumreihe, Allee

Für die Subsystemklasse Wiesenfläche ergaben sich folgende Unterteilungen:

- Grünanlage, Privatgärten
- Fettwiese
- Trockenrasen
- Park

Zu der Subsystemklasse Fels gab es keine weiteren Subsysteme.

Die Subsystemklasse Versiegelte Fläche gliedert sich in:

- Bebaute Fläche, Siedlung
- Strassen

Als Gewässer wurde ein kleines Fließgewässer ausgewiesen, welches durch den Mönchsberg hindurchfließt und nur an einer Stelle an die Oberfläche kommt.

#### **2.1.1.2 Deckungsgrad der Vegetation**

Für die genauere Berechnung der Biomasse und Nettoprimärproduktion der einzelnen Subsysteme ist es erforderlich den Deckungsgrad der Vegetation zu ermitteln. Dieser beschreibt das Verhältnis von Grünfläche zu nicht mit Vegetation bewachsener Fläche.

Dazu wird das jeweilige Subsystem in produktive und unproduktive Fläche unterteilt. Für den produktiven Anteil wird die prozentuelle Deckung für die Baum-, Strauch- und Krautschicht anhand von Luftbildaufnahmen im Maßstab 1: 7500 (SAGIS ONLINE) und Geländebegehungen geschätzt, und vorhandene Werte aus der Bisambergstudie (MAIER et al. 1997) verwendet. Strassen und bebauter Gebiet werden als 100% vegetationslos und somit als unproduktiv angenommen. Diese Annahme ist deshalb zulässig, da, anders als bei ähnlichen Studien, in dem Kulturlandtypenplan explizit nur Häuser und Strassen ohne Grün kartiert wurden.

### 2.1.1.3 Biomasse

Die pflanzliche Biomasse beschreibt den Gesamtanteil lebender Pflanzen bezogen auf eine bestimmte Flächeneinheit zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Zur Berechnung der Biomasse wurden Literaturwerte (MAIER et al. 1997; DÖRFLINGER et al. 1995; ELLENBERG 1982; DUVIGNEAUD 1975) verwendet, welche anschließend mit der produktiven Fläche der einzelnen Subsysteme multipliziert wurden. Da für die Subsystemklasse Fels in der Literatur keine spezifischen Werte gefunden wurden, ist mit dem Biomasse- und Nettoprimärproduktionswert von Trockenrasen gerechnet worden, da dieser der Vegetation auf den Felsen am nächsten kommt.

Tabelle 2.1: Biomassewerte

<b>Biomasse</b>	
<b>Subsystemklasse</b>	<b>Biomasse kg/m<sup>2</sup></b>
Subsystem	
<b>Wald</b>	
Laubwald	28,50
Stieleichen-Hainbuchenwald	34,40
Buchenwald	34,05
Nadelwald	30,80
Baumreihe, Allee	32,70
<b>Wiesenfläche</b>	
Grünanlage, Privatgärten	12,80
Fettwiese	1,60
Trockenrasen	1,60
Park	1,60
<b>Fels</b>	
Felsspaltenflur	1,60
<b>Siedlung</b>	

bebaute Fläche, Siedlung	0
Strassen	0
<b>Gewässer</b>	
Fließgewässer	n.b.

#### 2.1.1.4 Nettoprimärproduktion

Die Produktion der Pflanze, also der jährliche Zuwachs an Biomasse mittels Strahlungsenergie, wird durch die Nettoprimärproduktion ausgedrückt. Sie beinhaltet neben dem Biomassezuwachs auch noch den Anteil an abgestorbenen Pflanzenmaterial und Tierfrass.

$$NPP = \Delta B + V_A + V_k$$

NPP ... Nettoprimärproduktion

$\Delta B$  ... Biomassezuwachs

$V_A$  ... Bestandsabfall

$V_k$  ... Tierfrass

Zur Berechnung der Nettoprimärproduktion wurden ebenfalls wieder Literaturangaben herangezogen (siehe Tabelle 6.1 im Anhang).

Tabelle 2.2: Nettoprimärproduktionswerte

<b>Subsystemklasse</b>	<b>NPP kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Subsystem</b>	
<b>Wald</b>	
Laubwald	1,73
Stieleichen-Hainbuchenwald	1,73
Buchenwald	1,07
Nadelwald	1,37

Baumreihe, Allee	1,64
<b>Wiesenfläche</b>	
Grünanlage, Privatgärten	1,28
Fettwiese	1,40
Trockenrasen	1,40
Park	1,40
<b>Fels</b>	
Felsspaltenflur	1,40
<b>Siedlung</b>	
bebaute Fläche, Siedlung	0
Strassen	0
<b>Gewässer</b>	
Fließgewässer	n.b.

### 2.1.1.5 Potentiell natürliche Vegetation

Um die durch den Menschen angeeignete Nettoprimärproduktion zu bewerten, geht man von der potentiell natürlichen Vegetation aus, die sich ohne den menschlichen Einfluss einstellen würde. Für den Mönchsberg wäre das ein colliner Rotbuchenwald. Daten hierfür wurden aus DUVIGNEAUD (1975) übernommen.

Tabelle 2.3: Biomasse- und NPPwerte pot. natürliche Vegetation

<b>Subsystem</b>	<b>Biomasse kg/m<sup>2</sup></b>	<b>NPP kg/m<sup>2</sup></b>
Rotbuchenwald	34,05	1,07

## **2.1.2 Stoffflussanalysen**

### **2.1.2.1 Gesamtgüterbilanz**

Zur genaueren Charakterisierung des Untersuchungsgebietes und zukünftigen planerischen Maßnahmen werden Stoffflussanalysen durchgeführt. Diese basieren auf einer Input/Output Analyse des Systems.

Die Systemgrenzen des Projektgebietes Mönchsberg sind in etwa gleichzusetzen mit dem statistischen Zählsprengel 220 des Stadt Salzburg, der Rainberg liegt im statistischen Zählsprengel 206. Die Grenzen des Untersuchungsgebietes werden dort gesetzt, wo die natürlichen Grenzen von Mönchs- und Rainberg liegen.

Zur Erstellung einer Güterbilanz wurden die Prozesse Vegetation, Boden und Anthroposphäre berechnet. Der Prozess Viehwirtschaft ist vernachlässigbar, da am Mönchsberg lediglich eine kleine Rinderherde von max. zehn Tieren existiert, die nur in den Sommermonaten auf einer Wiese grasen.

In jedem Prozess sind Stoffe und Güter als Lager gespeichert und jeder Prozess ist durch Stoffflüsse mit den anderen verbunden.

#### Prozess Vegetation

Im Prozess Vegetation stellt die pflanzliche Biomasse das Lager dar. Berechnung siehe Tabelle 6.2 im Anhang.

Die Aufteilung in ober- und unterirdische Pflanzenmasse wurde nach MAIER et al. (1997) angenommen. Demnach verteilt sich die Baum- und Strauchsicht auf 82,1 % oberirdische und 17,9 % unterirdische Phytomasse, und die Krautschicht auf 27 % oberirdische und 73 % unterirdische Biomasse.

Der Verlust von Biomasse durch Ernteentzug ist am Mönchsberg nicht gegeben, da es keine landwirtschaftlichen Flächen gibt. Lediglich ca. 50 Festmeter Holzeinschlag fallen im Jahr durch forstliche Pflegemaßnahmen an und werden als Brennholz verkauft.

## Prozess Boden

Als Lager im Prozess Boden muss man die tierische Biomasse, die Biomasse der Mikroorganismen und die Streu- und Humusschicht bestimmen.

Zur Berechnung dieser Daten wurden Literaturwerte von PAVLICEV (1998) übernommen und mit den Flächen der Subsysteme multipliziert (siehe Tabelle 6.3 im Anhang). Es wird eine Bodentiefe von 50 cm untersucht, da mit zunehmender Bodentiefe die Elemente exponentiell abnehmen und sich die meisten Studien auf diese Tiefe beziehen.

Den Hauptanteil der tierischen Biomasse im Boden stellen vor allem die Regenwürmer dar. Die oberirdisch lebenden Tierarten (Insekten, Säuger und Vögel) wurden in dieser Studie, aufgrund ihrer geringen Menge, nicht mitberechnet.

Zur Berechnung der mikrobiellen Biomasse im Boden wurde nach SCHEFFER (1989) davon ausgegangen, dass der Anteil an organischer Substanz in einem bestimmten Bodenhorizont mit dem Anteil der Mikroorganismen in diesem Horizont korreliert.

Da das Gebiet Mönchsberg/Rainberg als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen ist und keine landwirtschaftliche Flächen enthält, entfällt der Eintrag in den Boden durch Düngung.

Ein natürlicher Stofffluss in den Boden ist der Niederschlag. Die Daten hierzu wurden aus der Klimatographie von Salzburg entnommen, und der Mittelwert der Jahre 1961 bis 1990 berechnet und auf die Fläche des Mönchsberg/Rainberg hochgerechnet.

## Prozess Anthroposphäre

Stofflager im Prozess Anthroposphäre bilden Konsumgüter und Baumaterial.

Die Ermittlung der Konsumgüter konnte, aufgrund fehlender Daten aus der Stadt Salzburg, wiederum nur aus der Literatur entnommen werden (BRUNNER et al. 1996, BACCINI et al. 1993). Es wurde jedem Österreicher ein durchschnittlicher Wert an Konsumgütern zugeordnet und mit den Einwohnern von Mönchs- und Rainberg multipliziert (Siehe Tab. 6.4 im Anhang).

Auf dem Mönchsberg wohnen 209 Menschen mit Hauptwohnsitz und 18 mit Nebenwohnsitz. Da den Menschen mit Nebenwohnsitz der Faktor 0,5 zugeteilt wird, sind also 218 Personen am Mönchsberg zu berechnen. Der Rainberg entspricht zwar nicht ganz genau dem statistischen Zählsprengel 206, dennoch werden die Einwohnerzahlen des Zählsprengels übernommen, da das restliche Gebiet nur noch einen Sportplatz und einen Kindergarten beinhaltet, von denen nicht ausgegangen wird, dass dort Personen gemeldet sind. Für den Rainberg ergibt sich so eine Einwohnerzahl von 37.

Für die Berechnung des Baumaterials gibt es zwar Daten aus der Wohnungszählung 2001 von der Statistik Austria, da dieser Wert (durchschnittliche Nutzfläche eines Salzburgers = 35,7 m<sup>2</sup>) allerdings vermutlich unter dem Durchschnittswert der Nutzfläche eines Bewohners des Mönchsbergs liegt (größtenteils bestehen am Mönchsberg nur villenartige Einfamilienhäuser), wird auf die Berechnung des Baumaterials verzichtet.

Der Input an verbrauchten Nahrungsmitteln konnte mit Hilfe von pro Kopf Daten aus den „Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte 2006/2007“ und „Versorgungsbilanzen für tierische Produkte 2006“ von der Statistik Austria berechnet werden.

Der Trinkwasserverbrauch eines Salzburgers pro Kopf und Tag wurde dem Statistischen Jahrbuch der Landeshauptstadt Salzburg 2004/2005 entnommen. Die Niederschlagsmenge ist ein Mittelwert der Jahre 1961 bis 1990 (aus der Klimatographie von Salzburg).

Die Angaben zum städtischen Abfall liegen der Abfallbilanz 2006 des Landes Salzburg zugrunde.

Der Energieverbrauch der Salzburger wurde aus dem Statistischen Jahrbuch der Landeshauptstadt Salzburg 2004/2005 entnommen und auf die Einwohner des Mönchsberg/Rainberg umgerechnet. Der Energiebedarf der Pkws wurde mithilfe der Daten aus „Salzburg in Zahlen 2006: Kfz-Bestand“ für den Mönchs- und Rainberg berechnet.

### **2.1.2.2 Kohlenstoffbilanz**

Kohlenstoff ist ein wichtiger Indikator zur Charakterisierung eines Systems. Der Treibhauseffekt, zum größten Teil hervorgerufen durch Kohlendioxid und Methan, ist ein

weltweites Problem, dessen sich auch die Öffentlichkeit immer stärker bewusst wird. Die Bilanzierung von Systemen kann nun Aufschluss darüber geben, wie viel Kohlenstoff durch die Vegetation aufgenommen und in der Biomasse gelagert wird.

Die Kohlenstoffbilanz setzt sich aus einer natürlichen und einer anthropogenen Bilanz zusammen. Eine positive Stoffflussbilanz liegt dann vor, wenn mehr Kohlenstoff aus der Atmosphäre gebunden wird als freigesetzt. Im umgekehrten Fall spricht man von einer negativen Bilanz.

$$CA = CA_a + CA_n$$

$CA_a$  . . . . anthropogene Kohlenstoffbilanz

$CA_n$  . . . . natürliche Kohlenstoffbilanz

Als Prozesse wurden, wie bei der Gesamtgüterbilanz, die Vegetation, der Boden und die Anthroposphäre angenommen. Ausgehend von diesen Prozessen wurden die, bereits in der Gesamtgüterbilanz berechneten Daten, mit einem spezifischen Kohlenstofffaktor multipliziert, der aus der Literatur bekannt ist.

Die natürlichen Kohlenstofflager findet man in der lebenden Biomasse (pflanzliche, tierische und mikrobielle), in der organischen Substanz im Boden (Streu und Humus), in der Atmosphäre und in den Oberflächengewässern und im Grundwasser.

Anthropogene Kohlenstofflager sind die Konsumgüter und Baumaterialien. Letztere wurden in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt.

Die natürlichen Stoffflüsse laufen zwischen Pflanzen und Atmosphäre in Form der Photosynthese ab, als Zersetzung zwischen Pflanzen und Mikroorganismen und als Rückfluss in die Atmosphäre durch Atmung.

Freisetzung von Kohlenstoff durch Verbrennung fossiler Energieträger und Importe von Nahrung und Konsumgütern gehören zu den anthropogenen Stoffflüssen.

### Prozess Vegetation

Den, durch spezifische Biomassezahlen pro Flächeneinheit für die einzelnen Subsysteme berechneten, Biomassewerten wurde ein Kohlenstofffaktor zugewiesen, der aus der

Literatur bekannt ist. Für die pflanzliche Biomasse ist der Kohlenstoffanteil 45% des Trockengewichts (MAIER et al. 1997). Ebenso wird der Kohlenstoffgehalt der Nettoprimärproduktion ausgerechnet (Berechnungen siehe Tabellen 3.14 und 3.15 in den Ergebnissen).

Der Pflanzenabfall ergibt sich aus der Nettoprimärproduktion abzüglich des Zuwachses (10% der Baum- und Strauchschicht) und der Holzernte.

### Prozess Boden

Die in der Gesamtgüterbilanz berechneten Werte für die Biomasse der Tiere im Boden, die Biomasse der Mikroorganismen und die Biomassen von Streu und Humus, wurden mit spezifischen Kohlenstofffaktoren multipliziert. Für die Tiere ist der Kohlenstoffanteil 40%, für die mikrobielle Biomasse 45%, für die Streu 50% und für die Humusbiomasse 58% (siehe Tabelle 6.5 im Anhang).

Da angenommen werden kann, dass innerhalb eines Jahres keine großen Veränderungen des Kohlenstoffgehalts im Boden stattfinden, wird von den Mikroorganismen und Bodentieren der gesamte Pflanzenabfall veratmet.

Der Kohlenstoff der durch Regenwasser eingebracht wird, wurde nach BRUNNER et al. (1996) mit 28 mg C/l multipliziert.

### Prozess Anthroposphäre

Um den Kohlenstoffgehalt der Konsumgüter zu berechnen, wurde auf Mittelwerte von MAIER et al. (1997) zurückgegriffen.

Bei den Nahrungsmitteln wurde zuerst das Trockengewicht berechnet, welches aufgrund von Wassergehalten der einzelnen Lebensmitteln (RATH 2000) bestimmt wurde, und anschließend wurde die pflanzliche Nahrung mit dem Faktor 0,5 multipliziert und die tierische mit 0,65, um den Kohlenstoffanteil zu berechnen.

Zur Berechnung des Kohlenstoffgehalts im Abfall wurde zunächst die Trockensubstanz mithilfe von Werten aus MAIER et al. (1997) bestimmt und danach der Kohlenstoff durch spezifische Prozentzahlen (MAIER et al. 1997) ausgerechnet.

Die CO<sub>2</sub>- Emissionen von Gas- und Stromverbrauch sowie der Pkws am Mönchsberg/Rainberg wurden mittels Emissionsfaktoren ermittelt.

Die menschliche Atmung gibt CO<sub>2</sub> wieder an die Atmosphäre ab. Daten für den jährlichen durchschnittlichen veratmeten Kohlenstoff pro Person wurden der Studie „Aktueller Energiebedarf und aktuelle CO<sub>2</sub> Emissionen der Haushalte Bisamberg“ (aus MAIER et al. 1997) entnommen.

Der Holzschlag von 50 Festmetern hat nach GEISLER (2005) einen Trockengewichtsanteil von 57 % und wird mit einem Kohlenstofffaktor von 0,257 multipliziert.

### **2.1.2.3 Energiebilanz**

Zur Erstellung einer Gesamtenergiebilanz müssen sowohl natürliche als auch anthropogene Energiequellen berechnet werden.

Die größte Energiequelle, ohne die natürliche Systeme nicht funktionieren könnten, ist die Strahlungsenergie. Der Mensch verbraucht Energie hauptsächlich durch die Nutzung fossiler Energieträger.

Die Gesamtenergiebilanz besteht aus folgenden Komponenten:

$$Q_S + Q_N + Q_M + Q_V + Q_K + Q_Z = 0$$

Q<sub>S</sub> . . . . Strahlungsbilanz

Q<sub>N</sub> . . . . Energiegehalt der Pflanzen

Q<sub>M</sub> . . . . Energieumsatz Menschen

Q<sub>V</sub> . . . . Evapotranspirationsenergie

Q<sub>K</sub> . . . . Energie der Konvektion

Q<sub>Z</sub> . . . . Anthropogene Energie

## Natürliche Energiebilanz

### **Strahlungsbilanz ( $Q_S$ )**

Die globale Einstrahlung setzt sich aus einer langwelligen und einer kurzwelligen Einstrahlung zusammen. Die kurzwellige Strahlung wird zu einem gewissen Teil wieder reflektiert. Je nachdem welche Oberfläche (mit Vegetationsdecke oder versiegelt) das Subsystem hat, fällt die Reflexion verschieden stark aus.

Die kurzwellige Strahlung wurde mit einem Wert aus der Klimatographie von Salzburg berechnet, den man mit der Fläche des Untersuchungsgebietes multipliziert. Die kurzwellige Strahlungsbilanz erhält man aus der Differenz der kurzwelligen Einstrahlung und der Reflexion der kurzwelligen Strahlung. Die Reflexion wurde wiederum der Literatur entnommen (DÖRFLINGER et al. 1995).

Die langwellige Strahlungsbilanz ergibt sich aus der Nettoeinstrahlung multipliziert mit der Fläche des Projektgebietes abzüglich der kurzwelligen Strahlungsbilanz.

Die Gesamtstrahlungsbilanz berechnet sich demzufolge so:

$$Q_S = S_E - S_R + S_L$$

$S_E$  . . . . kurzwellige Einstrahlung

$S_R$  . . . . Reflexion kurzwellige Einstrahlung

$S_L$  . . . . langwellige Strahlungsbilanz

### **Energiegehalt der Pflanzen ( $Q_N$ )**

Der Energiegehalt der Pflanzen lässt sich aus der Energie in der Biomasse und aus der in der Nettoprimärproduktion enthaltenen Energie ausrechnen. Dazu wurden die bereits berechneten Werte für die Trockensubstanz von Biomasse und Nettoprimärproduktion mit einem Durchschnittswert nach LARCHER (2001) multipliziert.

### **Energieumsatz Menschen ( $Q_M$ )**

Multipliziert man die Anzahl der Einwohner von Mönchsberg/Rainberg mit einem durchschnittlichen Wert für den Ruheumsatz (PENZLIN 1996), so erhält man den Energiegehalt der Atmung der Menschen im Untersuchungsgebiet.

### **Evapotranspirationsenergie ( $Q_V$ )**

Die Evapotranspiration bezeichnet die Wassermenge, welche durch Verdunstung und Transpiration der Pflanzen in die Atmosphäre abgegeben wird. Die Energie setzt sich aus der aktuellen Evapotranspiration, der Verdunstungsenergie (LARCHER 2001) und der Fläche des Projektgebietes zusammen.

### **Energie der Konvektion ( $Q_K$ )**

Konvektion beschreibt das Phänomen, das durch Sonneneinstrahlung aufgewärmte Luft vertikal vom Boden aufsteigt. Sie lässt sich zu Schluss aus der Gesamtenergiebilanz berechnen.

### Anthropogene Energiebilanz $Q_Z$

In die anthropogene Bilanz fallen der jährliche Gas- und Stromverbrauch der Einwohner von Mönchsberg/Rainberg, sowie der Energieverbrauch der Autos.

#### **2.1.2.4 Wasserbilanz**

Für die Erstellung der Wasserbilanz wurde eine Einteilung in natürliche und anthropogene Komponenten getroffen. Die beiden Systeme stehen aber durch Wechselwirkungen miteinander im Austausch, sei es durch die Trinkwasserentnahme oder die Bewässerung.

Die Gesamtbilanz setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen:

$$Z_0 + A_0 + D_{Sp} + NS + ET_O + A = 0$$

$Z_0$ . . . .	oberirdischer Zufluss
$A_0$ . . . .	oberirdischer Abfluss
$D_{sp}$ . . . .	Versickerung
$NS$ . . . .	Niederschlag
$ET_0$ . . . .	aktuelle Evapotranspiration
$A$ . . . .	anthropogene Komponente

### Natürliche Wasserbilanz

#### **Oberirdischer Zufluss ( $Z_0$ )**

Als oberirdischer Zufluss existiert nur der, durch den Mönchsberg durchfließende, Almkanal. Dieser fließt im Süden des Mönchsbergs durch den Berg hindurch und tritt im Nordosten wieder aus. Er wurde aber nicht quantifiziert.

#### **Oberirdischer Abfluss ( $A_0$ )**

Da weder am Mönchsberg noch am Rainberg Flüsse oder Bäche vorhanden sind, wurde kein oberirdischer Abfluss erfasst. Nur der Oberflächenabfluss durch das Regenwasser wurde mittels Koeffizienten nach DÖRFLINGER et al. (1995) berechnet.

#### **Versickerung ( $D_{sp}$ )**

Der Niederschlag, abzüglich der Evapotranspiration, versickert auf geraden, unversiegelten Flächen in den Boden und kann von der Pflanze genutzt werden oder gelangt ins Grundwasser. Auf Hangneigungen und/oder versiegelten Flächen kommt es zu einem oberirdischen Abfluss. Demzufolge lässt sich die Versickerung aus der Differenz des Gebietsniederschlags minus der Evapotranspiration und dem oberirdischen Abfluss berechnen.

## **Niederschlag (NS)**

Der langjährige Mittelwert des Niederschlages in Salzburg wurde aus der Klimatographie von Salzburg entnommen und beträgt 1170,4 mm. Dieser Niederschlag entspricht 1,1704 m<sup>3</sup> Wasser und ergibt, durch Multiplikation mit der Fläche des Untersuchungsgebietes, den gesamten Gebietsniederschlag.

## **Aktuelle Evapotranspiration (ET<sub>O</sub>)**

Um die gesamte Evapotranspiration zu berechnen wird die aktuelle Evapotranspiration mit der Fläche von Mönchs- und Rainberg multipliziert.

## Anthropogene Wasserbilanz

Die anthropogene Wasserbilanz setzt sich aus diesen Teilfaktoren zusammen:

$$Z_a + A_a + E_{gw} + V_a + ET_a = A$$

Z<sub>a</sub> . . . . Zufuhr durch Wasserleitungen

A<sub>a</sub> . . . . Abfuhr durch Kanalisation

E<sub>gw</sub> . . . . Grundwasserentnahme

V<sub>a</sub> . . . . anthropogen bedingte Versickerung

ET<sub>a</sub> . . . . anthropogen bedingte Evapotranspiration

## **Zufuhr durch Wasserleitungen (Z<sub>a</sub>)**

Das Salzburger Trinkwasser wird zu 90 Prozent vom Grundwasser aus St. Leonhard, Glanegg und über die „Wasserschiene“ aus dem Grundwasserfeld Taugl, und zu 10 Prozent aus kleineren Quellen im Südosten und Norden der Stadt gefördert. Das Grundwasser bedarf aufgrund seiner guten Qualität keiner Aufbereitung mehr. Das Quellwasser wird vor allem durch UV-Licht desinfiziert. In zwei Hochbehältern, mit

jeweils einem Volumen von 25 000 m<sup>3</sup>, wird das Trinkwasser gespeichert. Einer der Behälter befindet sich im Mönchsberg und der zweite im Kapuzinerberg.

Die Wasserabgabe für das Jahr 2005 ist dem „Statistischen Jahrbuch der Landeshauptstadt Salzburg 2004/2005“ entnommen.

#### **Abfuhr durch die Kanalisation (A<sub>a</sub>)**

Die Abwässer der Stadt Salzburg werden über das öffentliche Kanalnetz zu den Transportsammelkanälen des Reinhaltverbandes Großraum Salzburg geleitet und dort in Richtung Kläranlage Siggerwiesen zur Reinigung transportiert.

#### **Grundwasser (E<sub>gw</sub>)**

Es wird angenommen, dass Grundwasser nur zur Trinkwasserversorgung entnommen wird.

#### **Anthropogen bedingte Versickerung (V<sub>a</sub>)**

Dies entspricht dem Wasserverlust durch undichte Leitungen im Kanalnetz.

#### **Anthropogen bedingte Evapotranspiration (ET<sub>a</sub>)**

Dieser Wert entspricht dem Wasser, welches zusätzlich durch menschliche Tätigkeiten wie Autowaschen, Blumengießen oder das Vorhandensein eines Swimmingpools verdunstet.



## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Naturräumliche Grundlagen**

Nachfolgend werden die aufgearbeiteten Ergebnisse von der Biotopkartierung und dem Naturschutzbuch wiedergegeben.

#### **3.1.1 Biotopkartierung**

Die Stadt Salzburg wurde bereits 1993 kartiert, wobei für den Mönchsberg insgesamt sechs verschiedene Biotoptypen festgelegt wurden. Den Biotoptyp Edellaubmischwald findet man auf dem Mönchsberg laut Kartierung fünfmal, die Kalkfelsspaltengesellschaft dreimal und jeweils einmal wurden die Biotoptypen Stieleichen- und Hainbuchenwald, Park, Schluchtwald und Buchenwald ausgewiesen.

Da der Mönchsberg hauptsächlich zu Erholungszwecken dient, werden keine direkten notwendigen Eingriffe zur Verbesserung der Vegetation und Struktur vorgeschlagen, sondern meist die Beibehaltung der bisherigen Nutzung empfohlen. Der Verbuschung der steil abfallenden Felswände wird, seit dem Felssturz von 1669 in der Gstättingasse bei dem 220 Menschen starben, einmal jährlich durch die Bergputzer vorgebeugt, sodass sich hier einige seltene trockenheitsliebende Pflanzenarten halten können.

Folgende Biotope wurden am Mönchsberg kartiert:

##### **Biotop 551 Edellaubmischwald:**

Waldgebiete auf dem Plateau oberhalb der Festspielhäuser und Bestockung des Nordostabhanges. Sehr unterschiedliche Gehölzbestände und teilweise sehr dichter strauchförmiger Unterwuchs.

##### **Biotop 552 Stieleichen- und Hainbuchenwald:**

Umfasst das Gebiet rund um die Richterhöhe und die angrenzenden Wiesen- und Waldflächen im Nordosten. Das Biotop ist von zahlreichen Spazierwegen und Trampelpfaden durchzogen. Der Unterwuchs besteht aus Baumjungwuchs und kleinen

Büschen, Krautschicht teilweise stark ruderal beeinflusst. Die Wiesenflächen im Biotop sind relativ artenreich und partiell dominieren Trockenheits- und Magerzeiger.

#### **Biotop 553 Park:**

Stellt das Gebiet zwischen Bürgerwehr und Neutor dar. Das Biotop besteht größtenteils aus Wiesenflächen und ist parkartig aufgelockert. Vom Neutor bis zur Gaststätte Stadtmalm gibt es noch Reste eines thermophilen Laubwaldes.

#### **Biotop 554 Kalkfelsspaltengesellschaft:**

Das Biotop umfasst die Steilabbrüche beiderseits des Neutors bis nach Mülln. Die Felswände sind im Bereich des Neutors besonders glatt, da hier früher ein Steinbruch war. Im übrigen Gebiet ist der Konglomeratfels geschichtet, was zu fast waagrecht Felsbändern geführt hat, in denen sich zahlreiche seltene und trockenheitsliebende Pflanzen angesiedelt haben. Büsche und junge Bäume werden jährlich von den Bergputzern entfernt.

#### **Biotop 556 Schluchtwald:**

Umgrenzt den Bereich des Waldbestandes am Festungsberg nördlich der Festung. Der Hang fällt sehr steil ab und ist teils mit locker aufliegenden Kalkschotter bedeckt. Da es zum Zeitpunkt der Kartierung fast keinen Jungwuchs gab, wurde eine Auflockerung des Bestandes vorgeschlagen, was vor einigen Jahren auch durchgeführt wurde.

#### **Biotop 557 Kalkfelsspaltengesellschaft:**

Das Biotop beschreibt die steilen Felshänge des Nonnbergs (Ausläufer des Festungsberges) Richtung Nonntal und zahlreiche Mauern, die aus dem Konglomeratgestein des Mönchsberges gebaut wurden. Auch hier besteht ein idealer Lebensraum für Mauerfugengesellschaften.

**Biotop 560 Edellaubmischwald:**

Bei dem Biotop handelt es sich um einen Laubmischwald am Südhang der Festung. Die Humusschicht ist relativ dünn, da hauptsächlich Schotter aufliegt. Da der Bestand nicht sehr dicht steht, kann sich der Wald gut verjüngen, was zugleich fast die gesamte Strauchschicht ausmacht. Durch die Lichtheit des Gebietes hat sich eine üppige Krautschicht ausgebildet, mit vielen thermophilen Arten.

**Biotop 563 Buchenwald:**

Das Gebiet befindet sich in einer Mulde westlich der Bürgerwehr und südlich liegt der Stiegenaufgang zur Reichenhallerstrasse. Hier steht ein reiner Buchenwald mit teils sehr alten Bäumen und kaum Unterwuchs. Das Biotop ist von zahlreichen asphaltierten Wegen durchzogen.

**Biotop 564 Edellaubmischwald:**

Dieses Biotop beschreibt den Rücken des Mönchsberges, welcher im Osten durch die Steilabfälle begrenzt wird und im Süden und Norden an Mähwiesen anschließt. Der Baumbestand und die Altersstruktur des Waldes sind heterogen.

**Biotop 565 Kalkfelsspaltengesellschaft:**

Das Biotop entspricht den Ostabfällen des Mönchsbergs, anfangend beim Stift St. Peter bis zum Stadtteil Mülln. Die steil abfallenden Wände aus Nagelfluh sind stark geschichtet und werden immer wieder von Gehölzpflanzen besiedelt, welche von den Bergputzern jährlich entfernt werden. In den Felsspalten sind hier viele trockenheitsliebende Pflanzenarten zu beobachten.

**Biotop 566 Edellaubmischwald:**

Das Biotop besteht aus einem Waldstück oberhalb des Klausentors, östlich durch die Felswände begrenzt, südlich stehen einige Häuser und im Westen und Norden schließen Mähwiesen an. Die Altersstruktur der Bäume ist unterschiedlich. Es kommen viele

verschiedene Arten vor und der Jungwuchs ist sehr gut ausgeprägt. Strauch- und Krautschicht sind nicht üppig ausgebildet. Zum Biotop gehört auch noch eine 4-5 Meter hohe Felsstufe aus Konglomeratgestein.

#### **Biotop 567 Edellaubmischwald:**

Das Gebiet beschreibt ein Waldstück, welches von allen Seiten von Wiesen umgeben ist. Ein sehr unterschiedlicher Bodenaufbau ergibt sich daraus, dass in den letzten Jahrhunderten die tiefgründigen Bereiche des Waldes in Mähwiesen umgewandelt wurden und auf den nicht genutzten flachgründigen Rücken noch ein naturnaher Wald steht. Die Artenzusammensetzung des Waldes ist uneinheitlich und für Jungwuchs ist genügend Platz.

### **3.1.2 Naturschutzbuch**

Die botanische Artenliste und der Biotoptypenplan wurden im Jahr 1994 erhoben, allerdings wurde nur der Mönchsberg (inklusive Festungsberg) kartiert und der Rainberg ausgelassen.

Als Biotoptypen wurden im Bereich Wald der Schluchtwald, Edellaubmischwald, Buchenwald, Hainbuchenwald (Reinbestand) und die Lindenallee ausgewiesen. Daneben sind die nicht bewaldeten Bereiche in Wirtschaftsgrünland, Wiese mit Königskerzen, Wiese mit Lärchensaum, Wiesen mit Waldsaum, Weiden mit elektrischem Zaun, Fußballfeld, Wiese im Buchenwald, Wiesen und Wiese mit vereinzelt markant stehenden Bäumen eingeteilt worden.

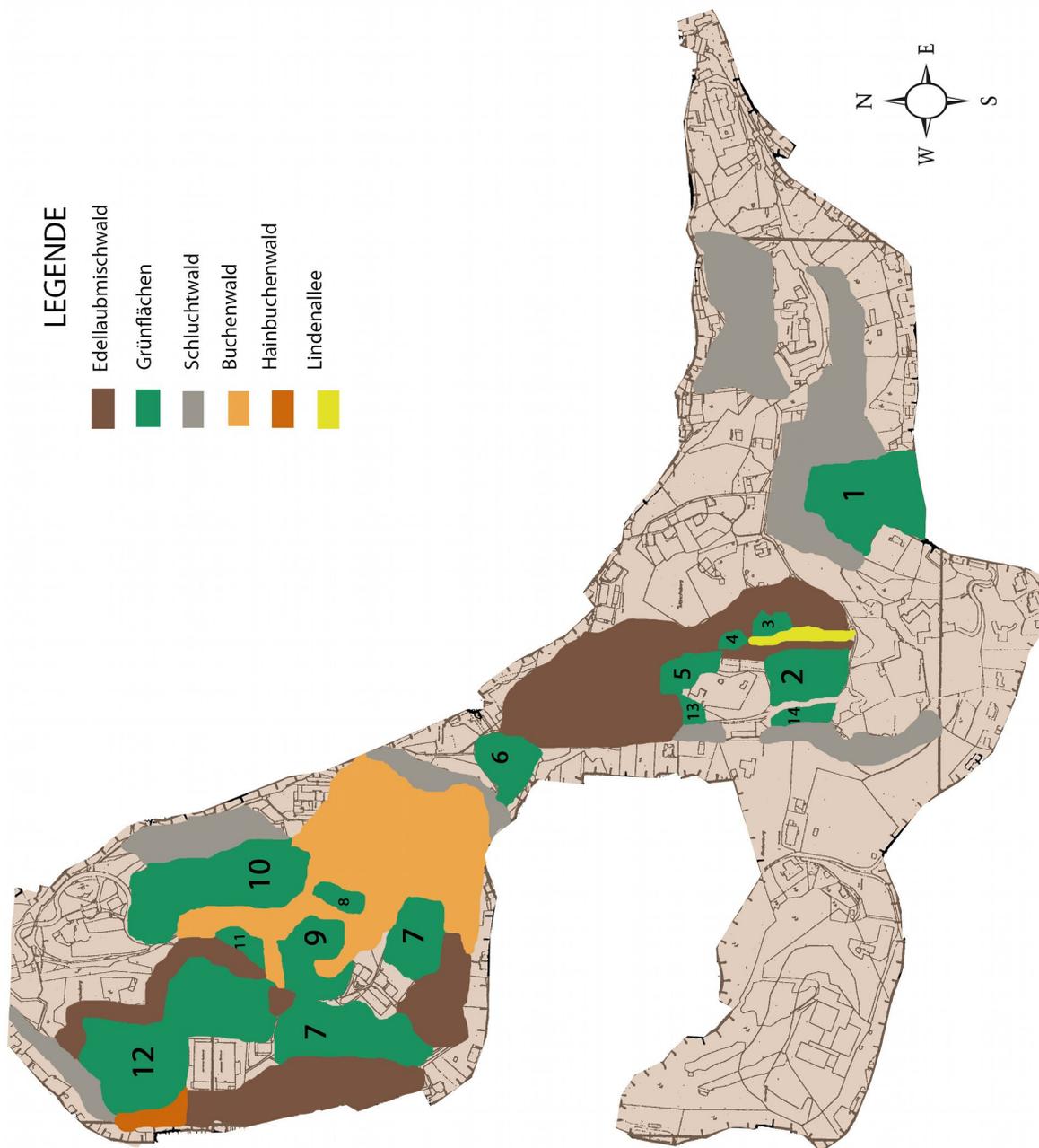
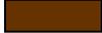


Abbildung 3.1: Biotoptypenplan (überarbeitet)

Quelle: Amt der Salzburger Landesregierung, eigene Bearbeitung

## BOTANISCHE ARTENLISTE NATURSCHUTZBUCH

	Edellaubmischwald
	Grünflächen
	Schluchtwald
	Buchenwald
	Hainbuchenwald
	Lindenallee

1 Wirtschaftsgrünland, im Bereich des Baches Hollersträucher

2 Wiese mit Königskerzen, Waldsaum

3 Wiese mit Lärchensaum

4,5,6 Wiesen mit Waldsaum

7 Weiden mit E-Zaun

8 Fußballfeld

9 Wiese mit Waldsaum

10 große Wiese mit Waldsaum, N-reich

11 Wiese im Buchenwald

12 große Wiese, hügelig

13 Wiese

14 Wiese mit vereinzelt markant stehenden Bäumen

Tabelle 3.1: Botanische Artenliste des Naturschutzbuches

Quelle: Amt der Salzburger Landesregierung, eigene Bearbeitung

HAINBUCHENWALD:	BUCHENWALD:	SCHLUCHTWALD:
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Aposeris foetida</i>	<i>Angelica sylvestris</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Brachipodium sylvaticum</i>	<i>Asarum europaeum</i>
<i>Brachipodium sylvaticum</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Carex sylvatica</i>	<i>Acer platanoides</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Carex alba</i>	<i>Asplenium trichomanes</i>
<i>Carex sylvatica</i>	<i>Circea lutetiana</i>	<i>Brachipodium sylvaticum</i>
<i>Circaea lutetiana</i>	<i>Convallaria majalis</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Euphorbia dulcis</i>	<i>Euphorbia dulcis</i>	<i>Carpinus betulus</i>
<i>Euonymus europaea</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Cyclamen purpurascens</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Galium sylvaticum</i>	<i>Dryopteris cristata</i>
<i>Galium sylvaticum</i>	<i>Geum urbanum</i>	<i>Euonymus europaea</i>
<i>Geum urbanum</i>	<i>Hieracium sp.</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Geranium robertianum</i>	<i>Hedera helix</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
<i>Hedera helix</i>	<i>Luzula luzuloides</i>	<i>Galium sylvaticum</i>
<i>Lonicera xylosteum</i>	<i>Lonicera xylosteum</i>	<i>Geum urbanum</i>
<i>Larnium maculatum</i>	<i>Lamium maculatum</i>	<i>Glechoma hederacea</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Neottia nidus avis</i>	<i>Geranium robertianum</i>
<i>Polytrichum sexangulare</i>	<i>Prenanthes purpurea</i>	<i>Hedera helix</i>
<i>Quercus robur</i>	<i>Polygonatum multiflorum</i>	<i>Hepatica nobilis</i>
<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Prunus padus</i>	<i>Impatiens parviflora</i>
<i>Stachys sylvatica</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Lamium maculatum</i>
<i>Tilia cordata</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Mercurialis perennis</i>
	<i>Taxus baccata</i>	<i>Pulmonaria officinalis</i>
	<i>Tilia cordata</i>	<i>Polystichum sp.</i>
	<i>Ulmus glabra</i>	<i>Polygonatum multiflorum</i>
	<i>Viola reichenbachiana</i>	<i>Primula elatior</i>
		<i>Quercus robur</i>
		<i>Rubus fruticosus</i>
		<i>Stachys sylvatica</i>
		<i>Sambucus nigra</i>
		<i>Solidagocanadensis</i>
		<i>Scrophularia nodosa</i>
		<i>Taxus baccata</i>
		<i>Tilia cordata</i>
		<i>Urtica dioica</i>
		<i>Viola reichenbachiana</i>

EDELLAUBMISCHWALD: mit auffallend vielen Ulmenjungtrieben	RUDERALFLUR:
<i>Acer platanoides</i>	<i>Cirsium oleraceum</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Epilobium montanum</i>
<i>Abies alba</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Brachipodium sylvaticum</i>	<i>Festuca gigantea</i>
<i>Carex sylvatica</i>	<i>Geum urbanum</i>
<i>Cyclamen purpurascens</i>	<i>Galeopsis ladanum</i>
<i>Circea lutetiana</i>	<i>Impatiens parviflora</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Lamium maculatum</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Silene dioica</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Galium sylvaticum</i>	
<i>Galeopsis angustifolia</i>	
<i>Geum urbanum</i>	
<i>Hedera helix</i>	
<i>Juglans regia</i>	
<i>Lamium maculatum</i>	
<i>Lonicera xylosteum</i>	
<i>Prenanthes purpurea</i>	
<i>Prunus avium</i>	
<i>Quercus robur</i>	
<i>Rosa sp.</i>	
<i>Rubus caesius</i>	
<i>Sambucus nigra</i>	
<i>Sorbus aucuparia</i>	
<i>Scrophularia nodosa</i>	
<i>Salvia glutinosa</i>	
<i>Tilia cordata</i>	
<i>Tilia platyphyllos</i>	
<i>Taxus baccata</i>	
<i>Ulmus glabra</i>	

## 3.2 Strukturanalyse

Tabelle 3.2: Prozentuelle Flächenaufteilung der Subsystemklassen und Subsysteme

Subsystemklasse	Fläche m <sup>2</sup>	Anteil in %
Subsystem		
<b>Wald</b>	<b>371664,536</b>	<b>44,36%</b>
Laubwald	246910,076	29,47%
Stieleichen- Hainbuchenwald	88947,700	10,62%
Buchenwald	31718,750	3,79%
Nadelwald	2149,235	0,26%
Baumreihe, Allee	1938,775	0,23%
<b>Wiesenfläche</b>	<b>239706,632</b>	<b>28,61%</b>
Grünanlage, Privatgärten	136808,035	16,33%
Fettwiese	88593,750	10,57%
Trockenrasen	9913,903	1,18%
Park	4390,944	0,52%
<b>Fels</b>	<b>89744,898</b>	<b>10,71%</b>
Felsspaltenflur	89744,898	10,71%
<b>Versiegelte Fläche</b>	<b>136441,356</b>	<b>16,29%</b>
bebaute Fläche, Siedlung	104760,872	12,50%
Strassen	31680,484	3,78%
<b>Gewässer</b>	<b>235,969</b>	<b>0,03%</b>
Fließgewässer	235,969	0,03%
<b>Summe</b>	<b>837793,391</b>	<b>100,00%</b>

### 3.2.1 Flächenaufteilung

Aufgrund der vorliegenden Daten aus dem Kulturlandtypenplan wurden für das Gebiet Mönchsberg/Rainberg fünf Subsystemklassen festgesetzt. Die einzelnen Klassen wurden dann in Subsysteme unterteilt und deren Flächen berechnet.

In Abbildung 3.2 sind die Subsystemklassen graphisch dargestellt. Aufgrund der geringen Fläche des Gewässers ist dieses im Diagramm nicht sichtbar.

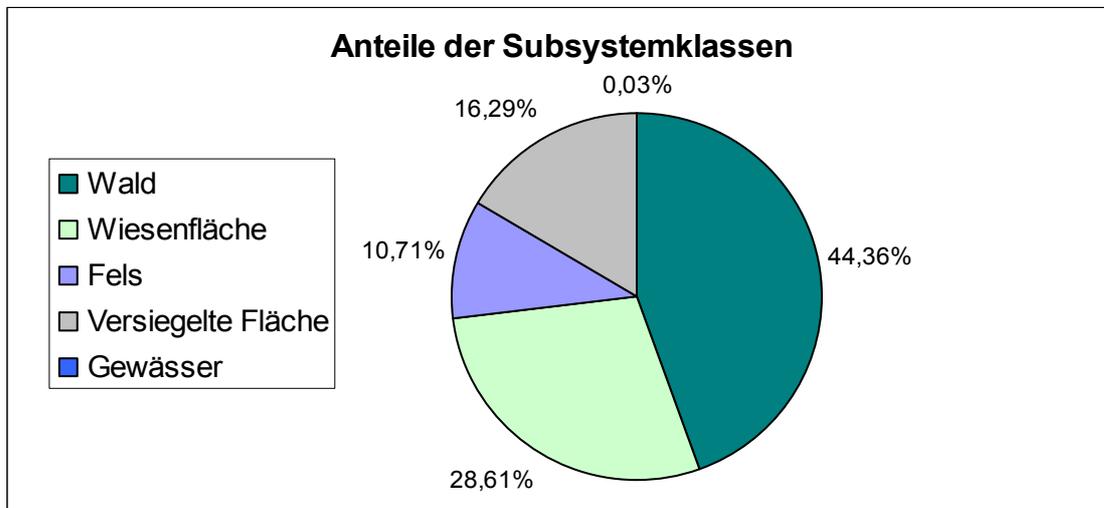


Abbildung 3.2: Prozentuelle Aufteilung der Subsystemklassen

Der größte Teil des Gebietes von Mönchsberg und Rainberg ist von Wald bedeckt, wobei die größten Flächen sicherlich am Mönchsberg zu finden sind. Die Wiesenflächen nehmen den zweitgrößten Flächenanteil ein und umfassen die Subsysteme Grünfläche/Privatgärten, Fettwiese, Trockenrasen und Park. Den Trockenrasen gibt es nur am Rainberg, wo die Fläche sehr arbeitsaufwendig mit Beweidung und gezielten Maßnahmen erhalten wird.

### 3.2.2 Deckungsgrad der Vegetation

Um den Deckungsgrad der Vegetation zu ermitteln, wurden die Subsysteme in produktive und unproduktive Flächen eingeteilt. Unproduktiv bedeutet vegetationslos und somit versiegelt. Die produktiven Flächen wurden in Baum-, Strauch- und Krautschicht aufgeteilt.

Tabelle 3.3: Deckungsgrad der Vegetation

<b>Subsystemklasse</b>	Prozentueller Deckungsgrad				
Subsystem	Baum	Strauch	Kraut	unproduktiv	Gesamtdeckung
<b>Wald</b>					
Laubwald	98	1,2	0,7	0,1	99,9
Stieleichen-Hainbuchenwald	99,3	0,1	0,5	0,1	99,9
Buchenwald	100	0	0	0	100
Nadelwald	99,3	0,1	0,5	0,1	99,9
Baumreihe, Allee	85,7	0	14,3	0	100
<b>Wiesenlandschaft</b>					
Grünanlage, Privatgärten	10	20	70	0	100
Fettwiese	0	0	100	0	100
Trockenrasen	6,6	7,9	72,4	13,1	86,9
Park	1	1	97,8	0,2	99,8
<b>Felsspaltenflur</b>					
Felsspaltenflur	0	0	65	35	65
<b>Siedlung</b>					
bebaute Fläche	0	0	0	100	0
Strassen	0	0	0	100	0
<b>Gewässer</b>					
Fließgewässer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	

### 3.2.3 Biomasse

Zur Berechnung der pflanzlichen Biomasse wurden Werte aus der Literatur (MAIER et al. 1997; DÖRFLINGER et al. 1995; ELLENBERG 1982; DUVIGNEAUD 1975) herangezogen und mit der produktiven Fläche der Subsysteme multipliziert (vergleiche Methodik).

Tabelle 3.4: Pflanzliche Biomasse

<b>Subsystemklasse</b>	<b>produktive Fläche m2</b>	<b>Biomasse kg/m2</b>	<b>Biomasse t</b>
Subsystem			
<b>Wald</b>	<b>371326,53</b>		<b>11296,19</b>
Laubwald	246663,17	28,5	7029,90
Stieleichen- Hainbuchenwald	88858,75	34,4	3056,74
Buchenwald	31718,75	34,05	1080,02
Nadelwald	2147,09	30,8	66,13
Baumreihe, Allee	1938,78	32,7	63,40
<b>Wiesenfläche</b>	<b>233319,41</b>		<b>1853,42</b>
Grünanlage, Privatgärten	132152,42	12,8	1691,55
Fettwiese	88169,64	1,6	141,07
Trockenrasen	8615,18	1,6	13,78
Park	4382,16	1,6	7,01
<b>Fels</b>	<b>58334,18</b>		<b>93,33</b>
Felsspaltenflur	58334,18	1,6	93,33
<b>Versiegelte Fläche</b>			<b>0,00</b>
bebaute Fläche, Siedlung	0		0,00
Strassen	0		0,00
<b>Gewässer</b>			
Fließgewässer	k.A.		k.A.
<b>Gesamt</b>	<b>662980,12</b>		<b>13242,95</b>

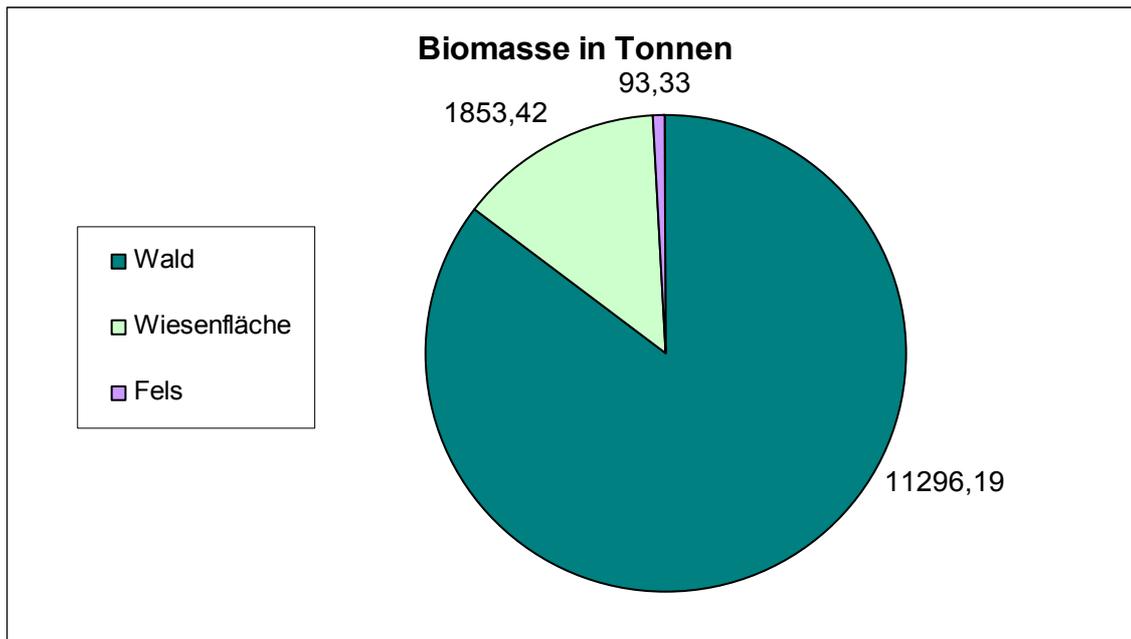


Abbildung 3.3: Biomasseverteilung nach Subsystemklassen

Wie aus der Abbildung 3.3 ersichtlich besitzt die Subsystemklasse Wald den größten Biomasseanteil (11.296,19 t), gefolgt von den Wiesenflächen (1.853,42 t), zu denen auch die Privatgärten zählen. Die geringe Biomasse der Subsystemklasse Fels ist darauf zurückzuführen, dass jedes Jahr große Sträucher von den Bergputzern entfernt werden, um zu verhindern, dass der Fels gesprengt wird und in die Stadt hinunter stürzt. Trotzdem sind die Felswände des Mönchsbergs und Rainbergs ziemlich dicht mit wärme- und trockenheitsliebenden Arten bewachsen.

### 3.2.4 Nettoprimärproduktion

Die Nettoprimärproduktion wurde analog der Biomasse mit Werten aus der Literatur (MAIER et al. 1997; DÖRFLINGER et al. 1995; ELLENBERG 1982; DUVIGNEAUD 1975) berechnet (siehe Methodik).

Tabelle 3.5: Nettoprimärproduktion

Subsystemklasse	produktive Fläche m2	NPP kg/m2	NPP t
Subsystem			
<b>Wald</b>	<b>371326,53</b>		<b>620,51</b>
Laubwald	246663,17	1,73	426,73
Stieleichen-Hainbuchenwald	88858,75	1,73	153,73

Buchenwald	31718,75	1,07	33,94
Nadelwald	2147,09	1,37	2,94
Baumreihe, Allee	1938,78	1,64	3,18
<b>Wiesenfläche</b>	<b>233319,41</b>		<b>310,79</b>
Grünanlage, Privatgärten	132152,42	1,28	169,16
Fettwiese	88169,64	1,4	123,44
Trockenrasen	8615,18	1,4	12,06
Park	4382,16	1,4	6,14
<b>Fels</b>	<b>58334,18</b>		81,67
Felsspaltenflur	58334,18	1,4	81,67
<b>Versiegelte Fläche</b>			0,00
bebaute Fläche, Siedlung	0	0	0
Strassen	0	0	0
<b>Gewässer</b>			
Fließgewässer	k.A.		
<b>Gesamt</b>	<b>662980,12</b>		<b>1012,97</b>

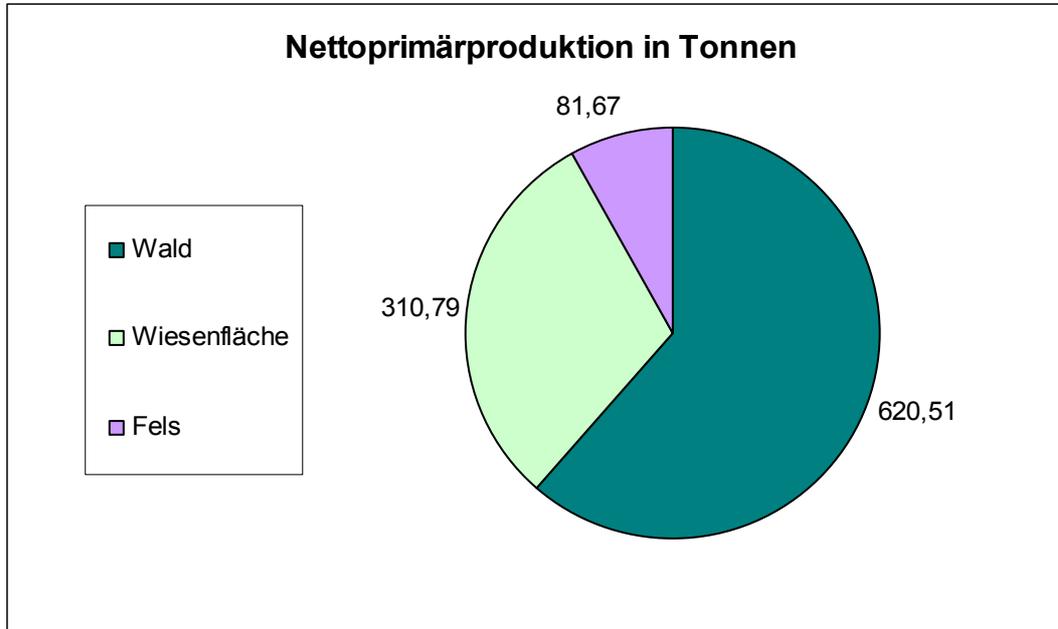


Abbildung 3.4: Nettoprimärproduktion der Subsystemklasse

Die Nettoprimärproduktion ist in der Subsystemklasse Wald am größten.

### 3.2.5 Potentiell natürliche Vegetation

Um zu veranschaulichen welche Auswirkungen der Mensch am Mönchsberg und Rainberg hat, wurde die Biomasse und Nettoprimärproduktion auch für die potentiell natürliche Vegetation berechnet. Wären die beiden Berge niemals vom Menschen besiedelt worden, hätte sich ein Rotbuchenwald über die gesamte Fläche ausgebildet.

Tabelle 3.6: Potentiell natürliche Vegetation

<b>Subsystem</b>	<b>Fläche m<sup>2</sup></b>	<b>Biomasse kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Biomasse t</b>
Rotbuchenwald	837793,39	34,05	28526,86
		<b>NPP kg/m<sup>2</sup></b>	<b>NPP t</b>
		1,07	896,44

Die Biomasse würde in einem natürlichen System mehr als das Doppelte des aktuellen Wertes betragen. Dies lässt sich durch den Flächenbedarf des Menschen für Häuser und Strassen erklären.

Die Nettoprimärproduktion ist im jetzigen Zustand jedoch sogar höher als im potentiell natürlichen, da der mitteleuropäische Laubwald, flächenmäßig am größten, eine höhere NPP als der Rotbuchenwald aufweist.

## 3.3 Stoffflussanalysen

### 3.3.1 Gesamtgüterbilanz

#### Prozess Vegetation

In der Vegetation stellt die Biomasse mit 13242,95 Tonnen das Stofflager dar.

#### Prozess Boden

Die natürlichen Lager im Boden ergaben eine Menge von 17,71 Tonnen Bodentiere, 189,60 Tonnen Mikroorganismen, 1080,32 Tonnen Streu und 10656,14 Tonnen Humus.

Tabelle 3.7: Biomassewerte der Lager im Boden

Subsystemklasse	BM Tiere t	BM MO t	BM Streu t	BM Humus t
Subsystem				
<b>Wald</b>	<b>7,43</b>	<b>115,22</b>	<b>1003,49</b>	<b>6794,03</b>
Laubwald	4,94	76,54	666,66	4513,52
Stieleichen- Hainbuchenwald	1,78	27,57	240,16	1625,96
Buchenwald	0,63	9,83	85,64	579,82
Nadelwald	0,04	0,67	5,80	39,29
Baumreihe, Allee	0,04	0,60	5,23	35,44
<b>Wiesenfläche</b>	<b>10,27</b>	<b>74,31</b>	<b>76,71</b>	<b>3859,28</b>
Grünanlage, Privatgärten	8,21	42,41	43,78	2202,61
Fettwiese	1,77	27,46	28,35	1426,36
Trockenrasen	0,20	3,07	3,17	159,61
Park	0,09	1,36	1,41	70,69
<b>Fels</b>	k.A.			
Felsspaltenflur	k.A.			
<b>Versiegelte Fläche</b>				
bebaute Fläche, Siedlung	0	0		
Strassen	0	0		
<b>Gewässer</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>2,83</b>
Fließgewässer	0,01	0,07	0,12	2,83
<b>Gesamtsumme</b>	<b>17,71</b>	<b>189,60</b>	<b>1080,32</b>	<b>10656,14</b>

## Prozess Anthroposphäre

Anthropogene Stofflager sind in diesem Prozess die Konsumgüter, welche nach BRUNNER (1996) und BACCINI (1993) berechnet wurden.

Tabelle 3.8: Konsumgüter

<b>Konsumgüter</b>	durchschnitt. Österreicher kg/E.a	Mönchsberg/Rainberg EW	Gesamt EW t/a
<b>Lager</b>			
Elektrogeräte	111	255,00	28,31
PKW, Motorrad	282	255,00	71,91
Einrichtung	516	255,00	131,58
Restliche Güter	114	255,00	29,07
Summe			<b>260,87</b>
<b>Input</b>			
<b>Verbrauchsgüter</b>	<b>909</b>	<b>255,00</b>	<b>231,80</b>
Lebensmittel	685	255,00	174,68
Verpackung	103	255,00	26,27
Druckerzeugnisse	75	255,00	19,13
Wasch- und Reinigungsmittel	23	255,00	5,87
Restliche Güter	23	255,00	5,87
<b>Gebrauchsgüter</b>	<b>88</b>	<b>255,00</b>	<b>22,44</b>
Elektrogeräte	18	255,00	4,59
PKW, Motorrad	42	255,00	10,71
Einrichtung	28	255,00	7,14
Restliche Güter	0	255,00	0,00

Um den Stofffluss an Nahrungsmitteln zu bewerten, wurden Versorgungsbilanzen der Statistik Austria herangezogen. Diese geben den Durchschnittsverbrauch eines Österreicherers an tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln wieder und wurden auf die Einwohnerzahl des Mönchsberg/Rainberg hochgerechnet.

Tabelle 3.9: Tierische Nahrungsmittel

Nahrungsmittel	durchschnitt. Verbrauch pro Kopf in kg	Einwohner Mönchsberg/Rainberg	Verbrauch in t
<b>Tierische Produkte</b>			
Rind- und Kalbfleisch	12,2	255	3,11
Schweinefleisch	40,1	255	10,23
Schaf- und Ziegenfleisch	0,8	255	0,20
Pferdefleisch	0,1	255	0,03
Innereien	0,7	255	0,18
Geflügelfleisch	11,1	255	2,83
sonstiges Fleisch	0,6	255	0,15
<b>Fleisch gesamt</b>	<b>65,6</b>	255	<b>16,73</b>
<b>Eier</b>	14,1	255	3,60
<b>Konsummilch</b>	80,2	255	20,45
<b>Obers und Rahm</b>	8	255	2,04
<b>Kondensmilch</b>	1,6	255	0,41
<b>Milchpulver</b>	0,1	255	0,03
<b>Milchpulver entrahmt</b>	0,6	255	0,15
<b>Butter</b>	4,8	255	1,22
<b>Käse</b>	17	255	4,34
<b>Schmelzkäse</b>	1,4	255	0,36
<b>Fische</b>	7,6	255	1,94
<b>tierische Fette</b>	6,5	255	1,66

Tabelle 3.10: Pflanzliche Nahrungsmittel

Nahrungsmittel	durchschnitt. Verbrauch pro Kopf in kg	Einwohner Mönchsberg/Rainberg	Verbrauch in t
<b>Pflanzliche Produkte</b>			
Weichweizen	56,8	255	14,48
Hartweizen	5,6	255	1,43
Roggen	10,2	255	2,60
Gerste	0,3	255	0,08
Hafer	0,9	255	0,23
Körnermais	12,9	255	3,29
sonstiges Getreide	0,7	255	0,18
<b>Getreide gesamt</b>	<b>87,4</b>	255	<b>22,29</b>
Sonnenblumenkerne	0,4	255	0,10
Sojabohnen	1,2	255	0,31
sonstige Ölsaaten	2,6	255	0,66
<b>Ölsaaten gesamt</b>	<b>4,2</b>	255	<b>1,07</b>
<b>Pflanzliche Öle</b>	13,1	255	3,34
<b>Obst gesamt</b>	95,2	255	24,28
<b>Trockenobst</b>	1,5	255	0,38
<b>Gemüse gesamt</b>	106,1	255	27,06
<b>Kartoffeln</b>	54,8	255	13,97
<b>Hülsenfrüchte</b>	0,3	255	0,08
<b>Reis</b>	3,9	255	0,99
<b>Zucker</b>	38,1	255	9,72
<b>Honig</b>	1,2	255	0,31
<b>Bier in Litern</b>	108,2	255	27,59
<b>Wein in Litern</b>	32,3	255	8,24

Abfalldaten aus der Abfallbilanz des Landes Salzburg 2006 sind in der Tabelle 3.11 dargestellt und wieder auf die Einwohner von Mönchs- und Rainberg hochgerechnet. Sie bilden einen Stofffluss aus dem System hinaus.

Tabelle 3.11: Abfallbilanz

<b>Abfallart</b>	<b>kg/EW 2006</b>	<b>EW Mönchsberg/Rainberg</b>	<b>Gesamt t</b>
Hausabfälle (Restmüll)	174,3	255	44,45
sperrige Hausabfälle	43,9	255	11,19
System Biotonne	56	255	14,28
Altpapier und Kartonagen	82	255	20,91
Altglas	25,6	255	6,53
Leichtverpackungen (Kunststoffe)	18	255	4,59
Summe kommunaler Abfälle	<b>399,8</b>	255	<b>101,95</b>

Aus dem Statistischen Jahrbuch der Landeshauptstadt Salzburg 2004/2005 wurden Daten für die Berechnung des Energieverbrauchs verwendet. Gemeinsam mit dem Energieverbrauch von PKWs ergibt sich der Gesamtenergiebedarf

Tabelle 3.12: Energiebedarf in MWh

<b>Energie Salzburg</b>		<b>Gasverbrauch /EW.a</b>	<b>EW Mönchsberg/ Rainberg</b>	<b>Gesamt Gasverbrauch</b>
Gasabgabe	584.070	3,47	255	<b>884,19</b>
		<b>Stromverbrauch /EW.a</b>		<b>Gesamt Stromverbrauch</b>
Stromabgabe	734.840	4,36	255	<b>1112,43</b>

Tabelle 3.13: Energieverbrauch der PKWs

<b>PKW Bestand 2006</b>	<b>Stadt gesamt</b>	<b>1 PKW pro 2,4 EW</b>	<b>PKW am Mönchsberg/ Rainberg</b>	<b>Energie- verbrauch pro PKW (kWh/a)</b>	<b>Gesamtenergie- verbrauch (kWh/a)</b>
PKW und Kombi	69.941	2,4	106	10000	1060000

Abbildung 3.5 zeigt in Form eines Flussdiagramms die anthropogenen Stoffflüsse und die Prozesse Anthroposphäre, Vegetation und Boden.

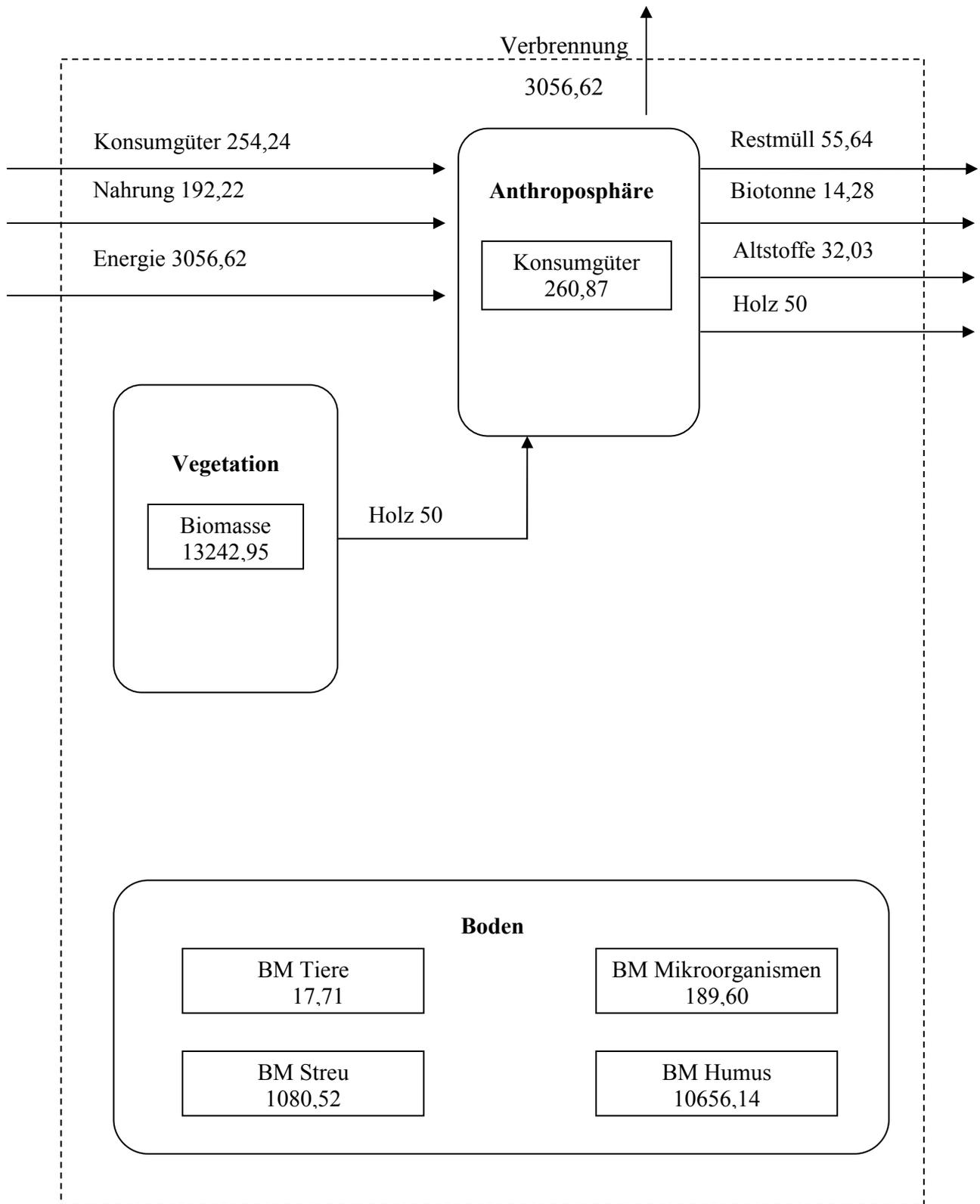


Abbildung 3.5: Anthropogene Güterbilanz in Tonnen, Energie in MWh, Holz in Festmeter

### 3.3.2 Kohlenstoffbilanz

Zur Berechnung der Kohlenstoffbilanz wurden die in der Gesamtgüterbilanz errechneten Werte mit spezifischen Kohlenstofffaktoren, die aus der Literatur herangezogen wurden (MAIER 1997; DÖRFLINGER et al. 1995), multipliziert.

#### Prozess Vegetation

Nach MAIER et al. (1997) liegt der Kohlenstoffanteil der Phytomasse bei 45 %. Das ergibt für das Projektgebiet 5959,33 Tonnen Kohlenstoff in der Biomasse.

Tabelle 3.14: Kohlenstoffanteil der pflanzlichen Biomasse

Subsystemklasse	BM t	C-Faktor	BM t C
Subsystem			
<b>Wald</b>	<b>11296,19</b>	0,45	<b>5083,29</b>
Laubwald	7029,90	0,45	3163,46
Stieleichen-Hainbuchenwald	3056,74	0,45	1375,53
Buchenwald	1080,02	0,45	486,01
Nadelwald	66,13	0,45	29,76
Baumreihe, Allee	63,40	0,45	28,53
<b>Wiesenfläche</b>	<b>1853,42</b>	0,45	<b>834,04</b>
Grünanlage, Privatgärten	1691,55	0,45	761,20
Fettwiese	141,07	0,45	63,48
Trockenrasen	13,78	0,45	6,20
Park	7,01	0,45	3,16
<b>Fels</b>	<b>93,33</b>	0,45	<b>42,00</b>
Felsspaltenflur	93,33	0,45	42,00
<b>Versiegelte Fläche</b>	<b>0,00</b>	0,45	<b>0,00</b>
bebaute Fläche, Siedlung	0,00	0,45	0,00
Strassen	0,00	0,45	0,00
<b>Gewässer</b>		0,45	<b>0,00</b>
Fließgewässer	k.A.	0,45	
<b>Gesamt</b>	<b>13242,95</b>		<b>5959,33</b>

Die Nettoprimärproduktion weist durch Multiplikation mit dem Faktor 0,45 einen Kohlenstoffanteil von 455,84 Tonnen auf.

Tabelle 3.15: Kohlenstoffanteil der Nettoprimärproduktion

<b>Subsystemklasse</b>	<b>NPP t</b>	<b>C-Faktor</b>	<b>NPP t C</b>
Subsystem			
<b>Wald</b>	<b>620,51</b>	0,45	<b>279,23</b>
Laubwald	426,73	0,45	192,03
Stieleichen-Hainbuchenwald	153,73	0,45	69,18
Buchenwald	33,94	0,45	15,27
Nadelwald	2,94	0,45	1,32
Baumreihe, Allee	3,18	0,45	1,43
<b>Wiesenfläche</b>	<b>310,79</b>	0,45	<b>139,85</b>
Grünanlage, Privatgärten	169,16	0,45	76,12
Fettwiese	123,44	0,45	55,55
Trockenrasen	12,06	0,45	5,43
Park	6,14	0,45	2,76
<b>Fels</b>	<b>81,67</b>	0,45	<b>36,75</b>
Felsspaltenflur	81,67	0,45	36,75
<b>Versiegelte Fläche</b>		0,45	0,00
bebaute Fläche, Siedlung	0	0,45	0,00
Strassen	0	0,45	0,00
<b>Gewässer</b>		0,45	0,00
Fließgewässer		0,45	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>1012,97</b>		<b>455,84</b>

Der Pflanzenabfall beträgt 417,47 t Kohlenstoff.

## Prozess Boden

Die Kohlenstofffaktoren für die Biomasse der Bodentiere, Mikroorganismen, Streu und Humus sind in Tabelle 3.16 dargestellt.

Tabelle 3.16: Kohlenstofffaktoren

	<b>C-Faktor</b>
Bodentiere	0,40
Mikroorganismen	0,45
Streu	0,50
Humus	0,58

Das Kohlenstofflager im Boden beträgt insgesamt 6813,13 Tonnen. Das größte Lager stellt der Humus mit 90,72 % dar, gefolgt vom Kohlenstoffanteil der Streu mit 7,93 %. Die Mikroorganismen lagern 1,25 % des Kohlenstoffs ein und am geringsten ist die Anlagerung von Kohlenstoff in der Biomasse der Bodentiere mit 0,10 %.

Tabelle 3.17: Kohlenstofflager im Prozess Boden

<b>Subsystemklasse</b>	<b>BM Tiere t C</b>	<b>BM MO t C</b>	<b>BM Streu t C</b>	<b>BM Humus t C</b>
Subsystem				
<b>Wald</b>	<b>2,97</b>	<b>51,85</b>	<b>501,75</b>	<b>3940,54</b>
Laubwald	1,98	34,44	333,33	2617,84
Stieleichen- Hainbuchenwald	0,71	12,41	120,08	943,06
Buchenwald	0,25	4,42	42,82	336,29
Nadelwald	0,02	0,30	2,90	22,79
Baumreihe, Allee	0,02	0,27	2,62	20,56
<b>Wiesenfläche</b>	<b>4,11</b>	<b>33,44</b>	<b>38,35</b>	<b>2238,38</b>
Grünanlage, Privatgärten	3,28	19,08	21,89	1277,51
Fettwiese	0,71	12,36	14,18	827,29
Trockenrasen	0,08	1,38	1,59	92,58
Park	0,04	0,61	0,70	41,00

<b>Fels</b>				<b>0,00</b>
Felsspaltenflur				0,00
<b>Versiegelte Fläche</b>		0,00	0,00	0,00
bebaute Fläche, Siedlung	0,00	0,00	0,00	0,00
Strassen	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Gewässer</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,06</b>	<b>1,64</b>
Fließgewässer	0,01	0,03	0,06	1,64
<b>Gesamt</b>	<b>7,09</b>	<b>85,32</b>	<b>540,16</b>	<b>6180,56</b>

Mikroorganismen veratmen zu 94,5 % und Bodentiere zu 5,5 % (ELLENBERG 1996) pflanzliche Biomasse. Es wird angenommen das der Kohlenstoffwert in einem Jahr unverändert im Boden bleibt und der Pflanzenabfall zur Gänze veratmet wird.

Durch den Niederschlag gelangt Kohlenstoff von der Atmosphäre in den Boden. Der jährliche Gebietsniederschlag beträgt 980.553.380 Liter, multipliziert mit 28 mg C/l, ergibt sich 27,46 t Kohlenstoff.

#### Prozess Anthroposphäre

Der Kohlenstoffgehalt in dem anthropogenen Lager Konsumgüter beträgt 71,48 Tonnen. Der Eintrag an Ver- und Gebrauchsgüter weist einen Kohlenstoffgehalt von 58,45 Tonnen auf.

Tabelle 3.18: Kohlenstoffgehalt in den Konsumgütern

<b>Konsumgüter</b>	Gesamt EW t/a	Mittelwert g C/kg	C-Gehalt t
<b>Lager</b>			
Elektrogeräte	28,31	274	7,76
PKW, Motorrad	71,91	274	19,70
Einrichtung	131,58	274	36,05
Restliche Güter	29,07	274	7,97

Summe	<b>260,87</b>		<b>71,48</b>
<b>Input</b>			
<b>Verbrauchsgüter</b>	<b>231,80</b>	233	<b>54,01</b>
Lebensmittel	174,68	233	40,70
Verpackung	26,27	233	6,12
Druckerzeugnisse	19,13	233	4,46
Wasch-u. Reinigungsmittel	5,87	233	1,37
Restliche Güter	5,87	233	1,37
<b>Gebrauchsgüter</b>	<b>22,44</b>	198	<b>4,44</b>
Elektrogeräte	4,59	198	0,91
PKW, Motorrad	10,71	198	2,12
Einrichtung	7,14	198	1,41
Restliche Güter	0,00	198	0,00

Nahrungsmittel bringen 37,05 Tonnen Kohlenstoff in die Anthroposphäre ein. 12,87 Tonnen kommen von den tierischen Nahrungsmitteln und 24,19 Tonnen von den pflanzlichen Produkten. Die Berechnungen können in Tabelle 6.6 und 6.7 im Anhang nachgelesen werden.

Der Kohlenstoffgehalt des Abfalls beträgt 26,47 Tonnen. Die genauen Angaben und Berechnungen sind in Tabelle 6.8 im Anhang ersichtlich.

Für die menschliche Atmung wird ein Wert von 135,84 Kilogramm veratmeter Kohlenstoff pro Einwohner pro Jahr angenommen. Das ergibt für den Mönchsberg/Rainberg 34,64 Tonnen Kohlenstoff.

Für den Energieträger Gas erhält man den Betrag von 176,84 Tonnen CO<sub>2</sub> und für Strom 244,73 Tonnen. Aus dem Verhältnis der Molekülmassen kann man den elementaren Kohlenstoff berechnen. Die Molekülmasse von Kohlenstoff ist 12 und die von Kohlendioxid 44. Daraus ergibt sich ein Umrechnungsfaktor von 0,27. Also wird durch den Gasverbrauch 47,75 Tonnen Kohlenstoff abgegeben und durch den Stromverbrauch 66,08 Tonnen.

Die CO<sub>2</sub>-Emmission aller Pkws am Mönchsberg/Rainberg beziffert sich auf 296,8 Tonnen. Pkws setzten also 80,14 Tonnen Kohlenstoff in die Atmosphäre frei.

Der Holzeinschlag von 50 Festmetern entspricht einem Kohlenstoffanteil von 7,32 Tonnen.

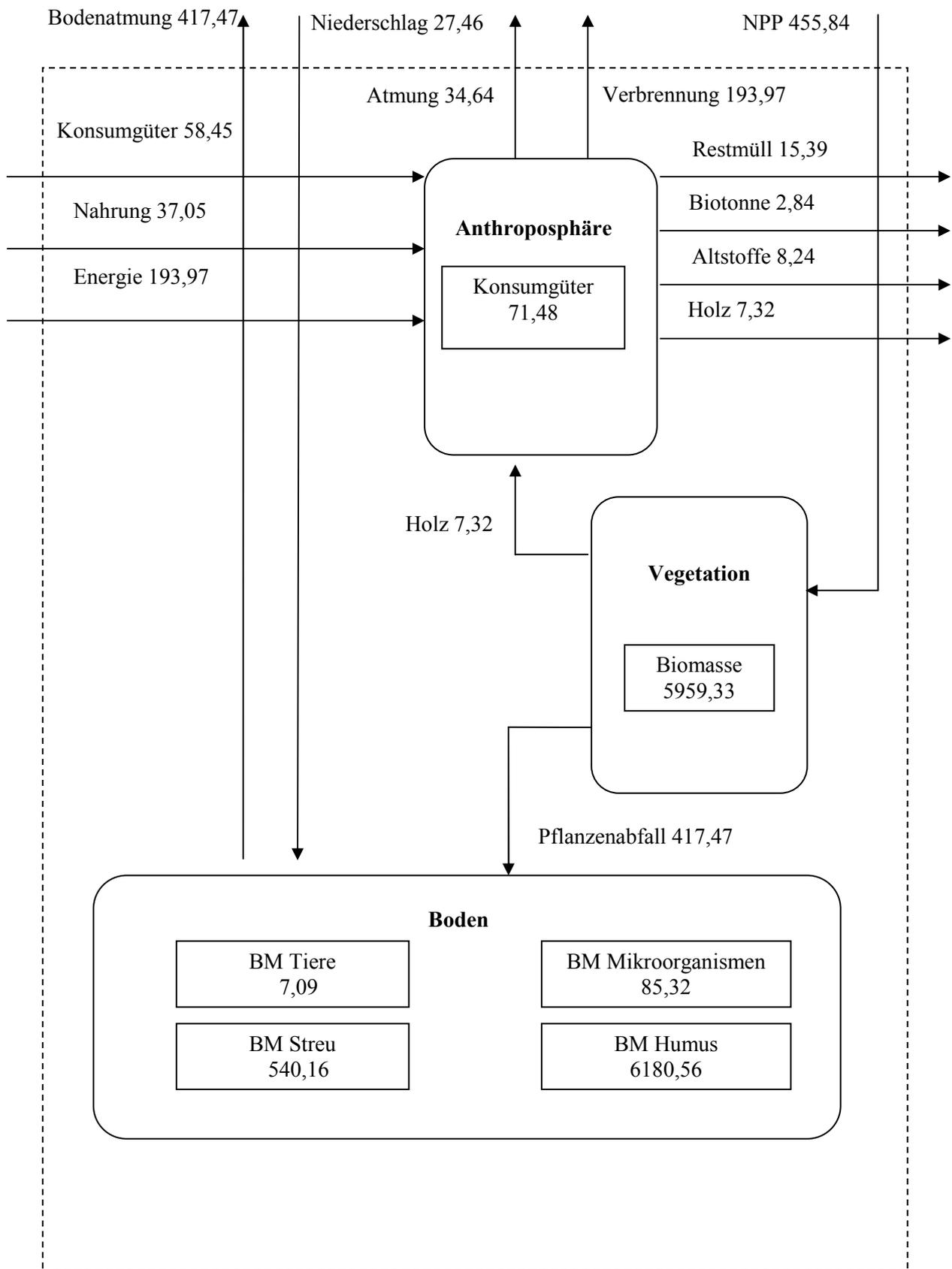


Abbildung 3.6: Kohlenstoffbilanz (Lager in t, Flüsse in t/a)

### 3.3.3 Energiebilanz

Die Energiebilanz setzt sich aus der natürlichen Strahlungsbilanz und der anthropogen verbrauchten Energie zusammen.

#### Natürliche Energiebilanz

##### **Strahlungsbilanz ( $Q_S$ )**

Die kurzwellige Strahlung ( $S_E$ ) errechnet sich aus der mittleren Globalstrahlung der Jahre 1969 – 1986, gemessen am Salzburger Flughafen, entnommen aus der Klimatographie von Salzburg, multipliziert mit der Fläche des Projektgebietes.

$$S_E = 1028,7 \text{ kWh/m}^2 * 837793,39 \text{ m}^2 = 861838060,29 \text{ kWh} = \mathbf{861,84 \text{ GWh}}$$

Die durchschnittliche Reflexion beträgt nach DÖRFLINGER (1995) 23,86% und daraus ergibt sich durch Multiplikation mit der kurzwelligen Strahlung die reflektierte kurzwellige Strahlung ( $S_R$ ).

$$S_R = 861,84 * 0,2386 = \mathbf{205,64 \text{ GWh}}$$

Die kurzwellige Strahlungsbilanz ( $S_K$ ) erhält man durch Subtraktion der reflektierten kurzwelligen Strahlung von der kurzwelligen Einstrahlung.

$$S_K = 861,84 - 205,64 = \mathbf{656,2 \text{ GWh}}$$

Um die langwellige Strahlungsbilanz ( $S_L$ ) zu berechnen, multipliziert man die langwellige Nettoeinstrahlung, welche der Literatur entnommen wurde (LIANG 1982), mit der Fläche des Untersuchungsgebietes und subtrahiert die kurzwellige Strahlungsbilanz ( $S_K$ ).

$$S_L = 430 \text{ kWh/m}^2 * 837793,39 \text{ m}^2 - 656,2 * 10^6 \text{ kWh} = \mathbf{- 295,95 \text{ GWh}}$$

Die Gesamtstrahlungsbilanz ( $Q_S$ ) ergibt sich nun durch:

$$Q_S = S_E - S_R + S_L$$

$$Q_S = 861,84 - 205,64 + (- 295,95) = \mathbf{360,25 \text{ GWh}}$$

### **Energiegehalt der Pflanzen ( $Q_N$ )**

Die bereits berechnete Biomasse und Nettoprimärproduktion wird mit 5,42 MWh/t (nach LARCHER 2001) multipliziert, um den Energiegehalt in den Pflanzen zu bestimmen.

$$Q_N = (13242,95 \text{ t} + 1012,97 \text{ t}) * 5,42 \text{ MWh/t} = 77267,09 \text{ MWh} = \mathbf{77,27 \text{ GWh}}$$

### **Energieumsatz Menschen ( $Q_M$ )**

Der menschliche Energieumsatz ergibt sich aus dem Ruheumsatz von 1500 kWh/Tag (nach PENZLIN 1996), bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von 70 Kilogramm, multipliziert mit den Einwohnern von Mönchs- und Rainberg und aufgerechnet auf ein Jahr.

$$Q_M = 1500 \text{ kWh/d} * 255 * 365 * 10^{-6} = \mathbf{139,62 \text{ GWh}}$$

### **Evapotranspirationsenergie ( $Q_V$ )**

Die aktuelle Evapotranspiration beträgt 582 mm (KLIMATOGRAPHIE VON SALZBURG 2001), das entspricht 0,582 t/m<sup>2</sup>. Dieser Wert wird mit der Fläche des Projektgebietes und der Verdunstungsenergie von 688,89 kWh/t (nach LARCHER 2001) multipliziert.

$$Q_V = 0,582 \text{ t/m}^2 * 837793,39 \text{ m}^2 * 688,89 \text{ kWh/t} * 10^{-6} = \mathbf{335,90 \text{ GWh}}$$

### **Energie der Konvektion ( $Q_K$ )**

Der Energiegehalt der Konvektion lässt sich durch Einsetzen der ermittelten Werte aus der Gleichung berechnen.

$$Q_K = Q_S - Q_N + Q_M - Q_V + Q_Z$$

$$= 360,25 \text{ GWh} - 77,27 \text{ GWh} + 139,62 \text{ GWh} - 335,9 \text{ GWh} + 3,06 \text{ GWh} = \mathbf{89,76 \text{ GWh}}$$

## Anthropogene Energiebilanz $Q_Z$

### **Gas- und Stromverbrauch**

Der Gasverbrauch der Bewohner von Mönchs- und Rainberg in einem Jahr beträgt 884,19 MWh, und der Stromverbrauch beläuft sich auf 1112,43 MWh. Die PKWs benötigen im Jahr 1,06 GWh an Energie.

$$Q_Z = 884,19 * 10^{-3} \text{ GWh} + 1112,43 * 10^{-3} \text{ GWh} + 1,06 \text{ GWh} = \mathbf{3,06 \text{ GWh}}$$

Die Gesamtenergiebilanz ergibt sich nun aus:

$$Q_S + Q_N + Q_M + Q_V + Q_K + Q_Z = 0$$

Die in der Pflanze fixierte Energie, Evaporation und Konvektion stellen eine Energieentnahme dar und werden deshalb mit einem Minuszeichen versehen:

$$Q_S - Q_N + Q_M - Q_V - Q_K + Q_Z = 0$$

$$360,25 - 77,27 + 139,62 - 335,9 - 89,76 + 3,06 = 0$$

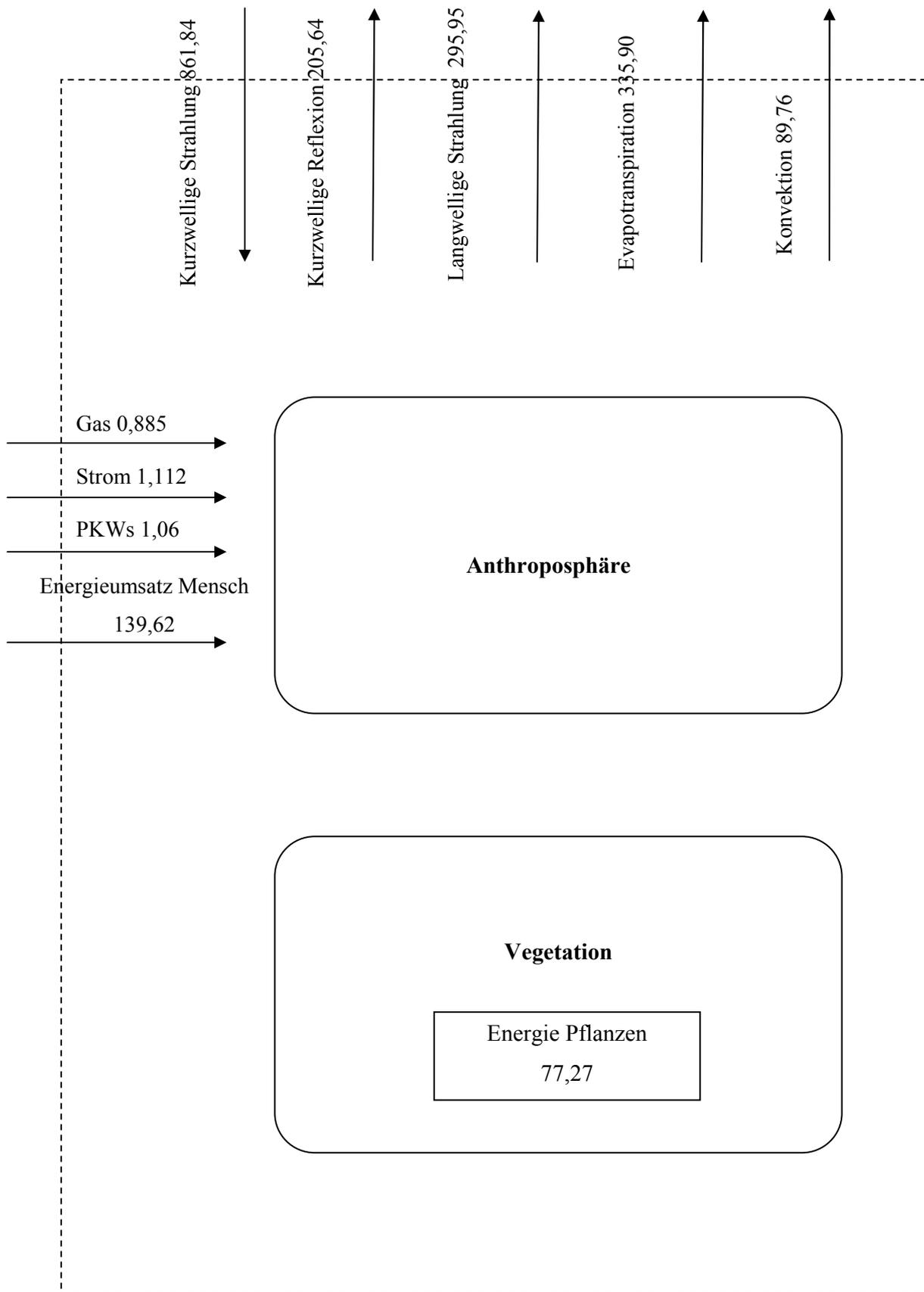


Abbildung 3.7: Energiebilanz (Lager in GWh, Flüsse in GWh/a)

### 3.3.4 Wasserbilanz

#### Natürliche Wasserbilanz

##### **Oberirdischer Zufluss ( $Z_0$ )**

Lediglich der Almkanal, ein kleiner Bach, fließt durch den Mönchsberg hindurch und wird nicht als oberirdischer Zufluss bewertet.

##### **Oberirdischer Abfluss ( $A_0$ )**

Für den Abfluss des Regenwassers wurden subsystemspezifische Abflusskoeffizienten aus DÖRFLINGER et al. (1995) verwendet. Der durch den Niederschlag entstehende oberirdische Abfluss beträgt **69211,41 m<sup>3</sup>** (Tabelle 6.9 im Anhang).

##### **Niederschlag (NS)**

Der Gebietsniederschlag errechnet sich aus dem langjährigen Mittel von 1,1704 m<sup>3</sup> multipliziert mit der Fläche von Mönchs- und Rainberg.

$$NS = 1,1704 \text{ m}^3 * 837793,39 \text{ m}^2 = \mathbf{980553,38 \text{ m}^3}$$

##### **Aktuelle Evapotranspiration ( $ET_0$ )**

Die gesamte aktuelle Evapotranspiration erhält man durch Multiplikation der aktuellen Evapotranspiration von 582 mm (KLIMATOGRAPHIE VON SALZBURG 2001) mit der Fläche des Untersuchungsgebietes.

$$ET_0 = 0,582 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 837793,39 \text{ m}^2 = \mathbf{487595,75 \text{ m}^3}$$

##### **Versickerung ( $D_{sp}$ )**

Der Gebietsniederschlag abzüglich der Evapotranspiration und des oberirdischen Abflusses ergibt die Versickerung.

$$D_{sp} = 980553,38 \text{ m}^3 - 487595,75 \text{ m}^3 - 69211,41 \text{ m}^3 = \mathbf{423746,22 \text{ m}^3}$$

## Anthropogene Wasserbilanz

### **Zufuhr durch Wasserleitungen ( $Z_a$ )**

Die Wasserabgabe durch die Salzburg AG betrug im Jahr 2005 11.146.860 m<sup>3</sup> Wasser (STATISTISCHES JAHRBUCH DER LANDESHAUPTSTADT SALZBURG 2006). Der tägliche Wasserverbrauch pro Kopf beträgt 200 Liter, multipliziert mit den Einwohnern von Mönchs- und Rainberg und hochgerechnet auf ein Jahr ergibt sich die Zufuhr durch Wasserleitungen.

$$Z_a = 200 * 255 * 365 = 18\,615\,000 \text{ Liter} = \mathbf{18615 \text{ m}^3}$$

### **Abfuhr durch die Kanalisation ( $A_a$ )**

In das Salzburger Kanalnetz, mit einer Gesamtlänge von 390 km, gelangen das Abwasser der Bewohner und der oberirdische Abfluss des Regenwassers. Aufgrund unterschiedlicher Datenherkunft der Trinkwasserzufuhr und Abwassermenge wurde dieser Wert als Differenz der Gesamtwasserbilanz gerechnet, um diese auszugleichen.

$$A_a = \mathbf{84520,14 \text{ m}^3}$$

### **Anthropogen bedingte Versickerung ( $V_a$ )**

Laut Angaben der Salzburg AG liegt der derzeitige Rohrnetzverlust, also Wasser das durch undichte Leitungen verloren geht, bei 10%. Im Jahr 2005 wurden 12.003.036 m<sup>3</sup> Wasser gefördert, das ergibt eine Versickerung von 1200303,6 m<sup>3</sup>. Diese Zahl wird auf den pro Kopf Wert eines Salzburgers umgerechnet und mit den Einwohnern von Mönchs- und Rainberg multipliziert.

$$V_a = 1200303,6/168446 * 255 = \mathbf{1817,07 \text{ m}^3}$$

### **Anthropogen bedingte Evapotranspiration ( $ET_a$ )**

Nach Angaben in DÖRFLINGER (1995) verdunsten 8 % des Trinkwassers durch menschliche Aktivitäten.

$$ET_a = 18615 * 0,08 = \mathbf{1489,2 \text{ m}^3}$$

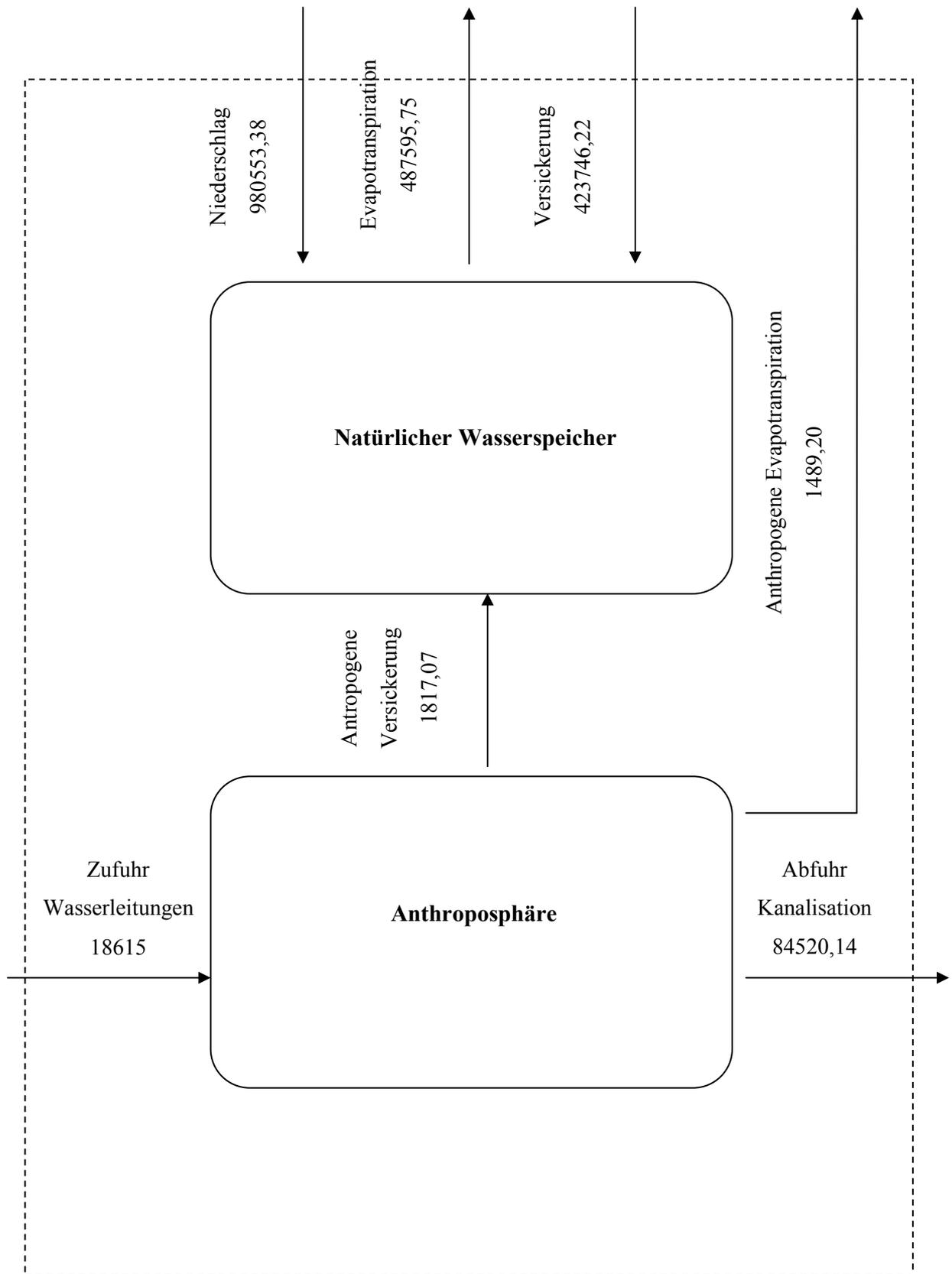


Abbildung 3.8: Wasserbilanz (Flüsse in m<sup>3</sup>/a)



## 4 Diskussion

### 4.1 Strukturanalyse

Die Gliederung von Mönchsberg und Rainberg in Subsystemklassen und Subsysteme erfolgte aufgrund des Kulturlandtypenplans des Magistrats für Stadtplanung und Verkehr. Da es sich bei der Untersuchungsfläche um ein Landschaftsschutzgebiet handelt, ist die versiegelte Fläche dementsprechend gering (16,29 %). Die übrige Fläche wird von Grünfläche eingenommen, wobei selbst die Subsystemklasse Fels hierzu gezählt werden kann, da sie größtenteils von Vegetation bedeckt ist.

Die Verteilung der Subsystemklassen von Mönchs- und Rainberg ähnelt somit der Struktur einer Kleinstadt, wie etwa Eisenstadt (vgl. JAINDL 2001). Die in anderen Studien (vgl. SCHIEDER 2007; KÖLLERSBERGER 2001) sehr stark vertretene Subsystemklasse Landwirtschaft fehlt am Mönchs- und Rainberg gänzlich. Demzufolge kommt es auch nicht zu Düngereinträgen. Lediglich eine kleine Rinderherde verbringt die Sommermonate auf einer Wiesenfläche, wurde aber aufgrund der kurzen Dauer, die sie am Mönchsberg verbringt und der geringen Anzahl nicht mitberechnet.

Den flächenmäßig größten Teil im Untersuchungsgebiet nimmt die Subsystemklasse Wald mit 44,36 % ein, und in dieser Klasse ist der Laubwald die flächenmäßig dominierende Vegetationsform am Mönchs- und Rainberg (29,47 %). Die großen Waldflächen bieten einer Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum und tragen zu einem grünen Stadtbild bei.

Die zweitgrößte Subsystemklasse sind die Wiesenflächen mit 28,61 %. Den Hauptanteil machen hier die Privatgärten und Grünanlagen aus (16,33 %), da fast jedes Haus am Mönchsberg einen sehr großen Privatgarten zur Verfügung hat. Die übrigen Wiesenflächen werden einmal jährlich von der Stadt Salzburg gemäht und bleiben so mit ihren floristischen Besonderheiten erhalten.

Somit steht jedem Bewohner von Mönchs- und Rainberg theoretisch eine Grünfläche von 2398 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Verglichen mit dem Wert von der Stadt Salzburg, der lediglich 227 m<sup>2</sup> pro Kopf (laut Grünlandflächenwidmungsplan von 2008) ausmacht, ist der Betrag natürlich sehr hoch, da es sich bei Mönchs- und Rainberg nicht um eine Stadt handelt.

Wenn man auch den Eindruck gewinnt, dass das Landschaftsschutzgebiet Mönchsberg/Rainberg ein nachhaltiges System darstellt, so zeigt der ökologische Fußabdruck, der die Fläche angibt, die nötig ist um eine Bevölkerung mit Gütern zu versorgen und den Abfall wieder zu entsorgen (WACKERNAGEL & REES 1994), dass dies in der Praxis nicht der Fall ist. Der ökologische Fußabdruck eines Österreicherers beträgt 5 Hektar (aus WWF LIVING PLANET REPORT 2008), die Fläche, die ein Bewohner von Mönchs- und Rainberg zur Verfügung hat aber lediglich 0,32 Hektar. Um den Lebensstandard aufrechtzuerhalten, müssen also Flächen von außerhalb beansprucht werden.

## **4.2 Biomasse, NPP**

Die mit Abstand größte Biomasse im Untersuchungsgebiet findet sich in der Subsystemklasse Wald (11.296,19 t) und ebenso die höchste Nettoprimärproduktion mit 620,51 t. Da es sich bei Mönchsberg/Rainberg um ein naturschutzrechtlich geschütztes Gebiet handelt, lässt sich dieser nachwachsende Rohstoff zwar nicht wirtschaftlich nutzen, stellt aber für die CO<sub>2</sub> Bindung eine wichtige Rolle dar.

Der zweitgrößte Biomasseanteil liegt bei den Wiesenflächen (1853,42 t), die in sich sehr heterogen sind. Wiesentypen von der Fettwiese bis zur parkähnlichen Landschaft und sogar Trockenrasen sind im Untersuchungsgebiet zu finden.

## **4.3 Stoffflussanalyse**

### **4.3.1 Gesamtgüterbilanz**

Bei der Güterbilanz fällt auf, dass der Input an Konsumgütern (254,24 t) wesentlich höher ist als der Output (101,95 t), was einen großen jährlichen Lagerzuwachs bedeutet. Trotzdem haben Industriestädte kein Problem mit der Versorgung der Bevölkerung, da Konsumgüter aus der ganzen Welt gekauft werden können, aber die Entsorgung der

Abfälle muss lokal geregelt sein, was bald zu einem Problem werden kann, wenn es zuviel Abfall gibt.

Recycling von Altstoffen und die Biotonne nehmen zwar einen großen Teil der Abfallbeseitigung ein (46,31 t), dennoch wird der größte Anteil des Mülls deponiert (55,64 t). Bei einem Müllaufkommen von knapp 400 kg pro Einwohner hat Salzburg einen wesentlich besseren Wert als Wien mit 760 kg/ Kopf (PUNZ et al. 1996).

Die in den Prozess Anthroposphäre einfließende Energie setzt sich aus dem Gasverbrauch (884,19 MWh), dem Stromverbrauch (1112,43 MWh) und dem Energieverbrauch der PKWs (1060 MWh) zusammen. Wünschenswert wäre in diesem Bereich ein Zuwachs von erneuerbaren Energieformen.

Im Jahr 2007 besuchten 970.000 Menschen die Festung und 77.413 das Museum der Moderne. Die Gesamtzahl dividiert durch 365 Tage bringt fiktiv die Anzahl der Menschen, welche zusätzlich zu den Bewohnern von Mönchs -und Rainberg, noch dazukommen würden. Da aber diese 2870 Personen durchschnittlich nicht länger als drei Stunden auf dem Berg verweilen, wird ihre Anzahl mit dem Faktor 0,125 (= 3/24) multipliziert. Es würden also zu den 255 Bewohnern noch rund 359 Personen hinzukommen. Diese wurden nicht in die Bilanzen miteinbezogen. Zum einen gelangen sie aufgrund des Fahrverbotes nicht mit Autos auf den Mönchsberg und weiters kann angenommen werden, dass die Konsumation der Festungs- bzw. Museumsbesucher relativ gering ist und sowohl Versorgung als auch Entsorgung der Abfälle völlig getrennte Stoffströme darstellen, deren Analyse den Rahmen der vorliegenden Untersuchung gesprengt hätte. Die Bilanzen wurden vielmehr bewusst nur mit den Bewohnern des Untersuchungsgebietes berechnet. Aus ähnlichen Gründen wurden auch die täglich über den Mönchsberg wandernden Spaziergänger nicht mit einberechnet.

### **4.3.2 Kohlenstoffbilanz**

Die Kohlenstoffbilanz setzt sich aus einer natürlichen Bilanz und einer anthropogenen Bilanz zusammen und ist im Idealfall ausgeglichen. Es wird dann nur soviel Kohlenstoff in die Atmosphäre emittiert, wie auch wieder fixiert werden kann.

Die größten Lager an fixierten Kohlenstoff sind in der pflanzlichen Biomasse (46,40 %) und im Boden (53,05 %) zu finden. Im Prozess Boden ist es vor allem der Humus, der mit 48,12% überhaupt das größte Lager an Kohlenstoff darstellt. Diese Relationen finden sich auch in Studien über Hainfeld und Marchegg wieder (vgl. SCHIEDER 2007; HAYDN 2005).

Konsumgüter stellen im Prozess Anthroposphäre ein sehr geringes Lager mit nur 0,56 % dar. Das Lager an Kohlenstoff in den Baumaterialien wurde aufgrund fehlender Daten nicht berechnet.

Der höchste anthropogene Kohlenstoffeintrag in die Atmosphäre (193,97 t) entsteht durch Verbrennen von Energieträger (Strom, Gas und Autos). Um die gesamte Kohlenstofffreisetzung zu ermitteln, muss die menschlichen Atmung (34,64 t) noch dazu addiert werden. Es werden also 228,61 Tonnen Kohlenstoff in die Atmosphäre abgegeben.

Der Kohlenstoffemission durch den Menschen steht der durch Pflanzen fixierte Kohlenstoff entgegen (455,84 t). Das bedeutet, dass die Vegetation in der Lage ist, sämtlichen anthropogen freigesetzten Kohlenstoff wieder zu binden. Die Kohlenstoffbilanz ist somit positiv, was sich durch den hohen Anteil an Grünfläche und die geringe Bewohnerzahl am Mönchs- und Rainberg erklären lässt. Im Gegensatz zu Großstädten wie Wien, wo der anthropogene CO<sub>2</sub> Ausstoß den durch Pflanzen assimilierten Kohlenstoff um das dreizehnfache übertreffen (DÖRFLINGER et al. 1995), hat der Mönchs- und Rainberg hier natürlich einen Vorteil aufgrund der großen Grünflächen.

Für den Stofffluss Nahrung, der in die Anthroposphäre einfließt, wird vereinfachend angenommen, dass er zur Gänze von den Menschen veratmet wird.

Der Abfall, der aus dem System wieder hinausgebracht wird, teilt sich auf in 15,39 Tonnen Restmüll, 2,84 Tonnen Biomüll und 8,24 Tonnen wiederverwertbare Altstoffe (Altpapier, Altglas und Plastik).

### **4.3.3 Energiebilanz**

Der anthropogene Energieverbrauch beläuft sich auf 142,68 GWh, wobei der größte Anteil für die Atmung der Menschen benötigt wird. Der Verbrauch an Gas und Strom ist in Vergleich mit anderen Studien sehr gering, da es keine Industrie am Mönchs- und

Rainberg gibt, und deshalb nur die durch Heizung und Stromverbrauch in privaten Haushalten verbrauchte Energie gerechnet wurde. So liegt der durchschnittliche Energieverbrauch eines Wieners bei 30 MWh jährlich (PUNZ et al. 1996) und der eines Einwohners von Mönchs- und Rainberg bei lediglich 12 MWh.

Die durch die Sonne eingestrahelte Energie von 861,84 GWh ist um ein Vielfaches höher, als die anthropogen benötigte Energie (142,68 GWh). Es wäre also durchaus möglich fossile Energieträger durch, beispielsweise, Solarkollektoren zu substituieren und so die vorhandene Sonnenenergie zu nutzen.

Die jährlich durch Pflanzen fixierte Energie beträgt 5,50 GWh. Das sind 0,64 % der kurzwelligen Einstrahlung. Dieser Wert liegt etwas höher als das bei Wien (0,50 %) oder Krems (0,56%) der Fall ist (KÖLLERSBERGER 2001; DÖRFLINGER et al. 1995), da die Nettoprimärproduktion aufgrund des hohen Grünflächenanteils größer ist.

Die höchste Energieabgabe aus dem System hinaus, stellt die Evapotranspiration dar mit 335,90 GWh. Diese aus dem System herausgehende Energie beträgt 67 % der gesamten abgeführten Energie, was eine geringere Evapotranspiration als beispielsweise in Ptuj (PAVLICEV 1998) mit 73,8 % zeigt. Die Evapotranspiration wird auch von menschlichen Veränderungen beeinflusst. So haben veränderte Oberflächenstrukturen Auswirkungen auf das Reflexionsverhalten und somit dann auch auf die Evapotranspiration und weiters kann ein erhöhter oberirdischer Abfluss in die Kanalisation die Evapotranspiration vermindern.

#### **4.3.4 Wasserbilanz**

Die größte Wassermenge, die in das System hineinkommt, wird durch den Niederschlag geliefert (69 % des Gesamtinputs). Davon werden 50 % durch Evapotranspiration wieder in die Atmosphäre abgegeben, was in etwa auch mit den Werten von Wien (DÖRFLINGER et al. 1995) und Ptuj (PAVLICEV 1998) übereinstimmt.

Die Versickerung beträgt 423746,12 m<sup>3</sup>, welche 43 % des gesamten Gebietsniederschlages ausmacht. Das ist verglichen mit der Stadt Krems (KÖLLERSBERGER 2001), wo die Versickerung nur 18 % beträgt, ein guter Wert und garantiert die ständige Erneuerung des Grundwasserkörpers.

Aufgrund der geringen Versiegelung des Untersuchungsgebietes ist der oberirdische Abfluss im Vergleich zu stark verbauten Städten gering.

Die anthropogen bedingte Versickerung, also Wasser, das durch undichte Leitungen verloren geht, liegt laut Salzburg AG bei 10 %. Das bedeutet einen sehr geringen Wasserverlust, wenn man bedenkt, dass in einigen Ländern Rohrnetzverluste von bis zu 35 % stattfinden.

Der Wasserverbrauch eines Salzburgers liegt mit 200 Litern pro Tag in etwa gleich wie die restlichen Landeshauptstädte von Österreich (vgl. STATISTIK AUSTRIA: ÖSTERREICHS STÄDTE IN ZAHLEN 2007).

## 5 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht die ökologische Situation des Landschaftsschutzgebietes Mönchsberg/Rainberg in der Landeshauptstadt Salzburg und beruht auf der Methode der Ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA), welche die gleichzeitige Berechnung von natürlichen und anthropogenen Stoffflüssen zum Inhalt hat.

Zu Beginn jeder ÖSSA steht eine Strukturanalyse, anhand derer das Untersuchungsgebiet in Subsysteme eingeteilt wird, welche aufgrund der Ähnlichkeit ihrer ökologischen und anthropogenen Nutzung in sogenannte Subsystemklassen zusammengefasst werden. Als Landschaftsschutzgebiet weist das Gebiet von Mönchs- und Rainberg erwartungsgemäß einen sehr hohen Anteil an Grünflächen (73 %) auf.

Der Wald stellt die größte Subsystemklasse im Projektgebiet dar und besitzt die höchste Nettoprimärproduktion (620,5 t). Damit erzeugt die Subsystemklasse Wald 61 % der gesamten Nettoprimärproduktion von 1012,97 Tonnen.

Der durch anthropogene Tätigkeiten in die Atmosphäre abgegebene Kohlenstoff beträgt 228,68 Tonnen. Da das Gebiet Mönchsberg/Rainberg größtenteils von Vegetation bedeckt ist, können die Pflanzen einen höheren Betrag (455,84 t) an Kohlenstoff fixieren, als vom Menschen abgegeben wird.

Die von den Bewohnern von Mönchs- und Rainberg verbrauchte Energie beträgt 142,68 GWh und setzt sich aus Gas- und Stromverbrauch und dem Energieverbrauch von Autos zusammen. Diese Summe ist aufgrund fehlender Industrie sehr gering und könnte leicht durch die zur Verfügung stehende Sonnenenergie von 861,84 GWh mittels Sonnenkollektoren aufgebracht werden, ohne auf fossile Energie zurückzugreifen.

Der Trinkwasserverbrauch (der fast gänzlich aus Grundwasser gespeist wird) ist relativ gering und dadurch, dass von der sehr hohen Niederschlagssumme (980553,38 m<sup>3</sup>) genug Wasser auch wieder versickert, wird der Grundwasserspiegel immer wieder aufgefüllt.



## 6 Literaturverzeichnis

AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, 1993: Biotopkartierung der Stadt Salzburg, Abteilung Umweltschutz des Landes Salzburg

AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, 2006: Kommunale Abfallbilanz des Landes Salzburg 2006, Abteilung Umweltschutz des Landes Salzburg

AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, 2008: Naturschutzbuch Mönchsberg-Rainberg, Abteilung Umweltschutz des Landes Salzburg

AUER I., BÖHM R., DOBESCH H., HOFINGER S., KOCH E., MOHNL H., NIEDERMOSER B., OHMS A., POTZMANN R., SCHEIFINGER H., STAUDINGER M., UNGERSBÖCK M., 2001: Klimatographie von Salzburg 1961-1990, Abteilung Umweltschutz des Landes Salzburg

BACCINI P. & BADER H., 1996: Regionaler Stoffhaushalt-Erfassung, Bewertung und Steuerung, Spektrum Verlag, Heidelberg

BRAWISCH J.: Persönliches Gespräch, 17.12. 2007

BRUNNER P.H., PAUMANN R., OBERNOSTERER R., 1997: Wechselwirkung zwischen anthropogenem und natürlichem Stoffhaushalt der Stadt Wien am Beispiel von Kohlenstoff, Stickstoff und Blei, Umweltschutzmagistrat der Stadt Wien

DOPSCH H., 1994: Die Geschichte Salzburgs- Band 1 Vorgeschichte, Altertum, Mittelalter, Verlag Pustet, Salzburg

DÖRFLINGER A.N., HIETZ P., MAIER R., PUNZ W., 1996: Der Kohlenstoffhaushalt einer Stadt am Beispiel Wiens unter besonderer Berücksichtigung der pflanzlichen Biomasse und der Nettoprimärproduktion, Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft, Wien, 133: 41-76

DÖRFLINGER A. N., HIETZ P., MAIER R., PUNZ W. & FUSSENEGGER K., 1995: Ökosystem Großstadt Wien. Quantifizierung des Energie-, Kohlenstoff- und Wasserhaushaltes unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation, Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Wien

DUVIGNEAUD P. & KESTEMONT P., 1975: Productivite biologique en Belgique, Editions Duculot Parix-Gembloux

ELLENBERG H., 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Verlag Ulmer, Stuttgart

FRANK A., 1930: Der Mönchsberg und seine Baulichkeiten, in: Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, Heft 70, Salzburg

GRUBER A., 1999: Granulometrische und morphometrische Untersuchungen an interglazialen Konglomeraten der Salzburger Stadtberge, Diplomarbeit Universität Salzburg

HAYDN M., 2002: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Gemeinde Hainfeld- Eine historische und aktuelle Bilanz, Diplomarbeit Universität Wien

HELMINGER B. & WASSERBAUER E., 2004: Festung Hohensalzburg, Verlag Colorama, Salzburg

HIETZ P., DÖRFLINGER A.N., MAIER R., PUNZ W., 1997: Hydrologic cycles - How do cities interfere? In: Water saving strategies in urban renewal: European approaches/ European Academy of the Urban Environment, Verlag Reimer, Berlin: 11-17

JAINDL M., 2001: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Landeshauptstadt Freistadt Eisenstadt, Diplomarbeit Universität Wien

KÖLLERSBERGER M., 2001: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der StadtKrems, Diplomarbeit Universität Wien

LARCHER W., 2001: Ökophysiologie der Pflanze, Verlag Ulmer, Stuttgart

LINDENTHALER A., 1983: Die Vögel des Mönchs- und Kapuzinerberges, in: Unsere Salzburger Stadtberge, Heft 11, Verlag der Schriftenreihe Kulturgut der Heimat, Salzburg

MAGISTRAT STADT SALZBURG, 2006: Kulturbericht 2007- Jahresbericht der Abteilung 2 Kultur und Schule, Stadt Salzburg

MAGISTRAT STADT SALZBURG, 2006: Salzburg in Zahlen 4/2006: KFZ Bestand, Stadt Salzburg

MAGISTRAT STADT SALZBURG, 2006: Statistisches Jahrbuch der Stadt Salzburg 2004/05, Stadt Salzburg

MAGISTRAT STADT SALZBURG, 2007: Broschüre Erfrischendes Salzburg, Stadt Salzburg

MAGISTRAT STADT SALZBURG, 2007: Kulturlandtypenplan, Stadt Salzburg, Webadresse: [www.stadt-salzburg.at](http://www.stadt-salzburg.at) (10.11. 2007)

MAHRINGER W. & WEINGARTNER H., 2003: Umweltklimatologische Studie Salzburg, Institut für Geographie und angewandte Geoinformatik, Universität Salzburg

MAIER R., PUNZ W., DÖRFLINGER A., EISINGER K., GEISLER A., GERGELYFI H., 1997: Der natürliche Stoffhaushalt als Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung Wiens unter besonderer Berücksichtigung des natürlichen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Bleihaushaltes, Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft, Wien

MAIER R., GEISLER A., AIGNER B., PUNZ W., 2003: Kulturlandschaft unter Siedlungsdruck. Eine ökologische Analyse der Marktgemeinde Bisamberg aus historischer und aktueller Sicht, wissenschaftliche Mitteilungen niederösterreichisches Landesmuseum 15: 195-281

MAIER R. & PUNZ W., 2004: Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)- 3 Fallstudien: Bisamberg, Hainfeld, Krems, Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft, Wien

MEDICUS R., 2003: Der Mönchsberg in Natur- und Kulturgeschichte, elektronische Mitteilung Herr Medicus 14.Juli 2007

MEDICUS R., 2004: Der Ofenlochberg, heute Rainberg genannt, in Natur- und Kulturgeschichte, elektronische Mitteilung Herr Medicus 14.Juli 2007

MEDICUS R., 2004: Die Felsen des Mönchsberges und ihre Geschichte, elektronische Mitteilung Herr Medicus 14.Juli 2007

MEDICUS R., 2004: Über typische Pflanzen der Wehrmauern in der Stadt Salzburg, elektronische Mitteilung Herr Medicus 14.Juli 2007

MOOSLEITNER F., 1984: Der Rainberg, in: Das Salzburger Jahr 1983/1984, Residenz Verlag, Salzburg

PAVLICEV M., 1998: Ökosystemare Stoffflussanalyse der Stadt Ptuj im Nordosten Sloweniens, Diplomarbeit Universität Wien

PILSL P., SCHRÖCK C., KAISER R., GEWOLF S., NOWOTNY G., STÖHR O., 2008: Neophytenflora der Stadt Salzburg, Sauteria Band 17, Verlag Alexander Just, Salzburg

PUNZ W., MAIER R., HIETZ P., DÖRFLINGER A.N., 1996: Der Energie- und Stoffhaushalt Wiens, Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft, Wien, 133: 27-39.

PUNZ W. & MAIER R. 2006 Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA). Sauteria 14: 257-269.

SAGIS- Salzburger Geographisches Informationssystem, Webadresse: [www.salzburg.gv.at/themen/se/salzburg/sagis.htm](http://www.salzburg.gv.at/themen/se/salzburg/sagis.htm) (24.3. 2008)

SCHEFFER F., 1989: Lehrbuch der Bodenkunde, Verlag Enke, Stuttgart

SCHIEDER W., 2007: Ökologisches Modell der Energie- und Stoffflüsse der Grenzstadt Marchegg unter dem Aspekt der Ausweitung der Europäischen Union nach Osten, Diplomarbeit Universität Wien

STATISTIK AUSTRIA, 2007: Österreich-Zahlen-Daten-Fakten 07/08, Webadresse: [www.statistik.at](http://www.statistik.at) (15. 1. 2008)

STATISTIK AUSTRIA, 2008 Versorgungsbilanzen für tierische Produkte 2007, Webadresse: [www.statistik.at](http://www.statistik.at) (15. 1. 2008)

STATISTIK AUSTRIA, 2008: Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte 2006/2007, Webadresse: [www.statistik.at](http://www.statistik.at) (15. 1. 2008)

SUKOPP H. & WITTIG R., 1993: Stadtökologie, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

WWF, 2008: Living Planet Report 2008, Webadresse: [www.wwf.at](http://www.wwf.at) (28.10. 2008)

WEBSEITE DER FESTUNG HOHENSALZBURG: [www.hohensalzburg.com](http://www.hohensalzburg.com) (1.6. 2007)

## **7 Anhang**

Tabelle 7.1: Literaturwerte für Deckungsgrad, Biomasse, NPP

<b>Deckungsgrad, Biomasse, NPP</b>									
<b>Subsystemklasse</b>	<b>Deckungsgrad %</b>					<b>Quelle</b>	<b>Biomasse kg/m<sup>2</sup></b>	<b>NPP kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Quelle</b>
Subsystem	Baum	Strauch	Kraut	unproduktiv	Gesamt- deckung				
<b>Wald</b>									
Laubwald	98	1,2	0,7	0,1	99,9	Dörflinger et al., 1995	28,5	1,73	Dörflinger et al., 1995
Stieleichen-Hainbuchenwald	99,3	0,1	0,5	0,1	99,9	Maier et al., 1997	34,4	1,73	Maier et al., 1997
Buchenwald	100	0	0	0	100	Luftbild	34,05	1,07	Duvigneaud, 1975
Nadelwald	99,3	0,1	0,5	0,1	99,9	Maier et al., 1997	30,8	1,37	Ellenberg, 1982
Baumreihe, Allee	85,7	0	14,3	0	100	Maier et al., 1997	32,7	1,64	Maier et al., 1997
<b>Wiesenfläche</b>									
Grünanlage, Privatgärten	10	20	70	0	100	Luftbild	12,8	1,28	Dörflinger et al., 1995
Fettwiese	0	0	100	0	100	Luftbild	1,6	1,4	Maier et al., 1997
Trockenrasen	6,6	7,9	72,4	13,1	86,9	Maier et al., 1997	1,6	1,4	Maier et al., 1997
Park	1	1	97,8	0,2	99,8	Luftbild	1,6	1,4	Maier et al., 1997
<b>Fels</b>									
Felsspaltenflur	0	0	65	35	65	Luftbild	1,6		
<b>Versiegelte Fläche</b>									
bebaute Fläche, Siedlung	0	0	0	100	0	Kulturlandtypenplan		0	
Strassen	0	0	0	100	0	Kulturlandtypenplan		0	
<b>Gewässer</b>									
Fließgewässer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.					

Tabelle 7.2: Biomasseberechnung

Subsystemklasse	Fläche m2	produktive Fläche m2	Biomasse kg/m2	Biomasse t
Subsystem				
<b>Wald</b>	<b>371664,536</b>	<b>371326,53</b>		<b>11296,19</b>
Laubwald	246910,076	246663,17	28,5	7029,90
Stieleichen-Hainbuchenwald	88947,700	88858,75	34,4	3056,74
Buchenwald	31718,750	31718,75	34,05	1080,02
Nadelwald	2149,235	2147,09	30,8	66,13
Baumreihe, Allee	1938,775	1938,78	32,7	63,40
<b>Wiesenfläche</b>	<b>239706,6319</b>	<b>233319,41</b>		<b>1853,42</b>
Grünanlage, Privatgärten	136808,035	132152,42	12,8	1691,55
Fettwiese	88593,750	88169,64	1,6	141,07
Trockenrasen	9913,903	8615,18	1,6	13,78
Park	4390,944	4382,16	1,6	7,01
<b>Fels</b>	<b>89744,898</b>	<b>58334,18</b>		<b>93,33</b>
Felsspaltenflur	89744,898	58334,18	1,6	93,33
<b>Versiegelte Fläche</b>	<b>136441,356</b>			<b>0,00</b>
bebaute Fläche, Siedlung	104760,872	0		0,00
Strassen	31680,484	0		0,00
<b>Gewässer</b>	<b>235,969</b>			
Fließgewässer	235,969	k.A.		k.A.
<b>Gesamt</b>	<b>837793,391</b>	<b>662980,12</b>		<b>13242,95</b>

Tabelle 7.3: Biomasseberechnung Prozess Boden

Subsystemklasse Subsystem	Fläche m <sup>2</sup>	BM Tiere kg/m <sup>2</sup>	BM Tiere t	BM MO kg/m <sup>2</sup>	BM MO t	BM Streu kg/m <sup>2</sup>	BM Streu t	BM Humus kg/m <sup>2</sup>	BM Humus t
<b>Wald</b>	<b>371664,54</b>	0,02	<b>7,43</b>	0,31	<b>115,22</b>	2,70	<b>1003,49</b>	18,28	<b>6794,03</b>
Laubwald	246910,08	0,02	4,94	0,31	76,54	2,70	666,66	18,28	4513,52
Stieleichen-Hainbuchenwald	88947,7	0,02	1,78	0,31	27,57	2,70	240,16	18,28	1625,96
Buchenwald	31718,75	0,02	0,63	0,31	9,83	2,70	85,64	18,28	579,82
Nadelwald	2149,235	0,02	0,04	0,31	0,67	2,70	5,80	18,28	39,29
Baumreihe, Allee	1938,775	0,02	0,04	0,31	0,60	2,70	5,23	18,28	35,44
<b>Wiesenfläche</b>	<b>239706,63</b>		<b>10,27</b>	0,31	<b>74,31</b>	0,32	<b>76,71</b>	16,10	<b>3859,28</b>
Grünanlage, Privatgärten	136808,04	0,06	8,21	0,31	42,41	0,32	43,78	16,10	2202,61
Fettwiese	88593,75	0,02	1,77	0,31	27,46	0,32	28,35	16,10	1426,36
Trockenrasen, Magerweiden	9913,903	0,02	0,20	0,31	3,07	0,32	3,17	16,10	159,61
Park	4390,944	0,02	0,09	0,31	1,36	0,32	1,41	16,10	70,69
<b>Fels</b>	<b>89744,898</b>	k.A.	k.A.	k.A.					
Felsspaltenflur	89744,898	k.A.	k.A.	k.A.					
<b>Versiegelte Fläche</b>	<b>136441,36</b>								
bebaute Fläche, Siedlung	104760,87	0	0	0	0	0		0	
Strassen	31680,484	0	0	0	0	0		0	
<b>Gewässer</b>	<b>235,969</b>	0,06	<b>0,01</b>	0,31	<b>0,07</b>	0,52	<b>0,12</b>	12,00	<b>2,83</b>
Fließgewässer	235,969	0,06	0,01	0,31	0,07	0,52	0,12	12,00	2,83
<b>Gesamtsumme</b>	<b>837793,391</b>		<b>17,71</b>		<b>189,60</b>		<b>1080,32</b>		<b>10656,14</b>

Tabelle 7.4: Konsumgüterberechnung

Konsumgüter	durchschnitt. Österreicher kg/E.a	Mönchsberg/Rainberg EW	Gesamt EW t/a
<b>Lager</b>			
Elektrogeräte	111	255,00	28,31
PKW, Motorrad	282	255,00	71,91
Einrichtung	516	255,00	131,58
Restliche Güter	114	255,00	29,07
Summe			<b>260,87</b>
<b>Input</b>			
<b>Verbrauchsgüter</b>	<b>909</b>	<b>255,00</b>	<b>231,80</b>
Lebensmittel	685	255,00	174,68
Verpackung	103	255,00	26,27
Druckerzeugnisse	75	255,00	19,13
Wasch- und Reinigungsmittel	23	255,00	5,87
Restliche Güter	23	255,00	5,87
<b>Gebrauchsgüter</b>	<b>88</b>	<b>255,00</b>	<b>22,44</b>
Elektrogeräte	18	255,00	4,59
PKW, Motorrad	42	255,00	10,71
Einrichtung	28	255,00	7,14
Restliche Güter	0	255,00	0,00

Tabelle 7.5: Kohlenstoffberechnung Prozess Boden

Subsystemklasse Subsystem	BM Tiere t	C- Faktor	BM Tiere t C	BM MO t	C- Faktor	BM MO t C	BM Streu t	C- Faktor	BM Streu t C	BM Humus t	C-Faktor	BM Humus t C
<b>Wald</b>	<b>7,43</b>	<b>0,4</b>	<b>2,97</b>	<b>115,22</b>	<b>0,45</b>	<b>51,85</b>	<b>1003,49</b>	<b>0,5</b>	<b>501,75</b>	<b>6794,03</b>	<b>0,58</b>	<b>3940,54</b>
Laubwald	4,94	0,4	1,98	76,54	0,45	34,44	666,66	0,5	333,33	4513,52	0,58	2617,84
Stieleichen- Hainbuchenwald	1,78	0,4	0,71	27,57	0,45	12,41	240,16	0,5	120,08	1625,96	0,58	943,06
Buchenwald	0,63	0,4	0,25	9,83	0,45	4,42	85,64	0,5	42,82	579,82	0,58	336,29
Nadelwald	0,04	0,4	0,02	0,67	0,45	0,30	5,80	0,5	2,90	39,29	0,58	22,79
Baumreihe, Allee	0,04	0,4	0,02	0,60	0,45	0,27	5,23	0,5	2,62	35,44	0,58	20,56
<b>Wiesenfläche</b>	<b>10,27</b>	<b>0,4</b>	<b>4,11</b>	<b>74,31</b>	<b>0,45</b>	<b>33,44</b>	<b>76,71</b>	<b>0,5</b>	<b>38,35</b>	<b>3859,28</b>	<b>0,58</b>	<b>2238,38</b>
Grünanlage, Privatgärten	8,21	0,4	3,28	42,41	0,45	19,08	43,78	0,5	21,89	2202,61	0,58	1277,51
Fettwiese	1,77	0,4	0,71	27,46	0,45	12,36	28,35	0,5	14,18	1426,36	0,58	827,29
Trockenrasen	0,20	0,4	0,08	3,07	0,45	1,38	3,17	0,5	1,59	159,61	0,58	92,58
Park	0,09	0,4	0,04	1,36	0,45	0,61	1,41	0,5	0,70	70,69	0,58	41,00
<b>Fels</b>	<b>k.A.</b>	<b>0,4</b>			<b>0,45</b>			<b>0,5</b>			<b>0,58</b>	<b>0,00</b>
Felsspaltenflur	k.A.	0,4			0,45			0,5			0,58	0,00
<b>Versiegelte Fläche</b>		<b>0,4</b>			<b>0,45</b>	<b>0,00</b>		<b>0,5</b>	<b>0,00</b>		<b>0,58</b>	<b>0,00</b>
bebaute Fläche, Siedlung	0	0,4	0,00	0	0,45	0,00		0,5	0,00		0,58	0,00
Strassen	0	0,4	0,00	0	0,45	0,00		0,5	0,00		0,58	0,00
<b>Gewässer</b>	<b>0,01</b>	<b>0,4</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,45</b>	<b>0,03</b>	<b>0,12</b>	<b>0,5</b>	<b>0,06</b>	<b>2,83</b>	<b>0,58</b>	<b>1,64</b>
Fließgewässer	0,01	0,4	0,01	0,07	0,45	0,03	0,12	0,5	0,06	2,83	0,58	1,64
<b>Gesamt</b>	<b>17,71</b>		<b>7,09</b>	<b>189,60</b>		<b>85,32</b>	<b>1080,32</b>		<b>540,16</b>	<b>10656,14</b>		<b>6180,56</b>

Tabelle 7.6: Tierische Nahrungsmittel

Nahrungsmittel	durchschnittl. Verbrauch pro Kopf in kg	Einwohner Mönchsberg/Rainberg	Verbrauch in t	H <sub>2</sub> O-Gehalt %	TG t	C-Faktor	C-Gehalt t
<b>Tierische Produkte</b>							
Rind-und Kalbfleisch	12,2	255	3,11	55,00	1,40	0,65	0,91
Schweinefleisch	40,1	255	10,23	39,00	6,24	0,65	4,05
Schaf- und Ziegenfleisch	0,8	255	0,20	70,00	0,06	0,65	0,04
Pferdefleisch	0,1	255	0,03	70,00	0,01	0,65	0,005
Innereien	0,7	255	0,18	69,00	0,06	0,65	0,04
Geflügelfleisch	11,1	255	2,83	54,00	1,30	0,65	0,85
sonstiges Fleisch	0,6	255	0,15	58,00	0,06	0,65	0,04
<b>Fleisch gesamt</b>	<b>65,6</b>	<b>255</b>	<b>16,73</b>			0,65	
<b>Eier</b>	14,1	255	3,60	65,00	1,26	0,65	0,82
<b>Konsummilch</b>	80,2	255	20,45	88,00	2,45	0,65	1,60
<b>Obers und Rahm</b>	8	255	2,04	62,00	0,78	0,65	0,50
<b>Kondensmilch</b>	1,6	255	0,41	75,00	0,10	0,65	0,07
<b>Milchpulver</b>	0,1	255	0,03	35,00	0,02	0,65	0,01
<b>Milchpulver entrahmt</b>	0,6	255	0,15	43,00	0,09	0,65	0,06
<b>Butter</b>	4,8	255	1,22	15,00	1,04	0,65	0,68
<b>Käse</b>	17	255	4,34	46,00	2,34	0,65	1,52
<b>Schmelzkäse</b>	1,4	255	0,36	50,00	0,18	0,65	0,12
<b>Fische</b>	7,6	255	1,94	61,00	0,76	0,65	0,49
<b>tierische Fette</b>	6,5	255	1,66	0,00	1,66	0,65	1,08

Tabelle 7.7: Pflanzliche Nahrungsmittel

Nahrungsmittel	durchschnitt. Verbrauch pro Kopf in kg	Einwohner Mönchsberg/Rainberg	Verbrauch in t	H <sub>2</sub> O-Gehalt %	TG t	C-Faktor	C-Gehalt t
Weichweizen	56,8	255	14,48	14,00	12,46	0,5	6,23
Hartweizen	5,6	255	1,43	14,00	1,23	0,5	0,61
Roggen	10,2	255	2,60	15,00	2,21	0,5	1,11
Gerste	0,3	255	0,08	12,00	0,07	0,5	0,03
Hafer	0,9	255	0,23	13,00	0,20	0,5	0,10
Körnermais	12,9	255	3,29	13,00	2,86	0,5	1,43
sonstiges Getreide	0,7	255	0,18	k.A.		0,5	
<b>Getreide gesamt</b>	<b>87,4</b>	<b>255</b>	<b>22,29</b>			<b>0,5</b>	
Sonnenblumenkerne	0,4	255	0,10	9,00	0,09	0,5	0,05
Sojabohnen	1,2	255	0,31	11,00	0,27	0,5	0,14
sonstige Ölsaaten	2,6	255	0,66	71,00	0,19	0,5	0,10
<b>Ölsaaten gesamt</b>	<b>4,2</b>	<b>255</b>	<b>1,07</b>			<b>0,5</b>	
<b>Pflanzliche Öle</b>	<b>13,1</b>	<b>255</b>	<b>3,34</b>	<b>0,00</b>	<b>3,34</b>	<b>0,5</b>	<b>1,67</b>
<b>Obst gesamt</b>	<b>95,2</b>	<b>255</b>	<b>24,28</b>	<b>79,00</b>	<b>5,10</b>	<b>0,5</b>	<b>2,55</b>
<b>Trockenobst</b>	<b>1,5</b>	<b>255</b>	<b>0,38</b>	<b>27,00</b>	<b>0,28</b>	<b>0,5</b>	<b>0,14</b>
<b>Gemüse gesamt</b>	<b>106,1</b>	<b>255</b>	<b>27,06</b>	<b>90,00</b>	<b>2,71</b>	<b>0,5</b>	<b>1,35</b>
<b>Kartoffeln</b>	<b>54,8</b>	<b>255</b>	<b>13,97</b>	<b>78,00</b>	<b>3,07</b>	<b>0,5</b>	<b>1,54</b>
<b>Hülsenfrüchte</b>	<b>0,3</b>	<b>255</b>	<b>0,08</b>	<b>11,00</b>	<b>0,07</b>	<b>0,5</b>	<b>0,03</b>
<b>Reis</b>	<b>3,9</b>	<b>255</b>	<b>0,99</b>	<b>12,00</b>	<b>0,88</b>	<b>0,5</b>	<b>0,44</b>
<b>Zucker</b>	<b>38,1</b>	<b>255</b>	<b>9,72</b>	<b>0,00</b>	<b>9,72</b>	<b>0,5</b>	<b>4,86</b>
<b>Honig</b>	<b>1,2</b>	<b>255</b>	<b>0,31</b>	<b>19,00</b>	<b>0,25</b>	<b>0,5</b>	<b>0,12</b>
<b>Bier in Litern</b>	<b>108,2</b>	<b>255</b>	<b>27,59</b>	<b>91,00</b>	<b>2,48</b>	<b>0,5</b>	<b>1,24</b>
<b>Wein in Litern</b>	<b>32,3</b>	<b>255</b>	<b>8,24</b>	<b>89,00</b>	<b>0,91</b>	<b>0,5</b>	<b>0,45</b>

Tabelle 7.8: Abfallbilanz

<b>Abfallart</b>	<b>kg/EW 2006</b>	<b>EW Mönchsberg/Rainberg</b>	<b>Gesamt t</b>	<b>TS-Gehalt %</b>	<b>TG t</b>	<b>C-Gehalt %</b>	<b>C-Gehalt t</b>
Hausabfälle (Restmüll)	246,25	255	62,79			20	12,56
sperrige Hausabfälle	55,47	255	14,14	100	14,14	20	2,83
System Biotonne	91,77	255	23,40	30	7,02	40,5	2,84
Altpapier und Kartonagen	79,93	255	20,38	90	18,34	44,4	8,14
Altglas	22,29	255	5,68	90	5,12	0	0,00
Leichtverpackungen (Kunststoffe)	3,28	255	0,84	97	0,81	12,9	0,10
<b>Summe kommunaler Abfälle</b>	<b>498,99</b>	<b>255</b>	<b>127,24</b>		<b>45,44</b>		<b>26,48</b>

Tabelle 7.9: Oberirdischer Abfluss

	<b>Fläche m2</b>	<b>Niederschlag</b>	<b>Abflusskoeffizient</b>	<b>Abfluss</b>
<b>Versiegelte Fläche</b>	<b>136441,356</b>	<b>159690,9631</b>		<b>40066,02</b>
bebaute Fläche, Siedlung	104760,872	122612,1246	0,23	28200,79
Strassen	31680,484	37078,83847	0,32	11865,23
<b>Gesamter Abfluss</b>	<b>69211,41</b>			

# Lebenslauf

<b>Doris Dicklberger</b>	
--------------------------	---

Geburtsdatum: 19. Juni 1980  
Geburtsort: Salzburg, Österreich  
Staatsbürgerschaft: Österreich

## Ausbildung

1986 – 1990: Übungsvolksschule Salzburg  
1990 – 1998: Akademisches Gymnasium Rainberg, Salzburg  
Abschluss Matura mit gutem Erfolg  
1998 - 2008 Biologiestudium an der Universität Wien  
Studienzweig Ökologie

## Arbeitserfahrung

07/97 – 08/04 Airport Retail Austria HandelsgmbH  
Travel Value & Duty Free Shop, Salzburg Airport W. A. Mozart  
*Verkauf und Kundenbetreuung*  
(jeweils in den Monaten Juli und August)  
09/05 – 06/06 Private Kinderbetreuung, Wien  
07/06 – 08/06 Dr. Astrid Rössler, Recht & Umwelt, Consulting & Mediation  
*Praktikantin*  
10/06 – 12/07 Cinevision TV & Videoproduktion GmbH & Co KG  
*Büroaushilfskraft*

## Sprachen

Deutsch: Muttersprache  
Englisch: fließend in Wort und Schrift  
Italienisch: Grundkenntnisse  
Französisch: Grundkenntnisse

## Zusätzliche Qualifikationen

Microsoft Office (Word, Excel, Powerpoint)