



**Projektarbeit** / Institut für Umweltwissenschaften / Universität Zürich  
Nachdiplomstudium Umweltwissenschaften / Kurs 1998–2000 / Zürich, August 2000  
Urs Bircher / Helen Landolt-Dunster / Guido Lüchinger / Paul Pfaffen / Felix Ribl

# Nachhaltiger Umgang mit Grüngut im Siedlungs- gebiet.

**Projektarbeit**



**Institut für Umweltwissenschaften  
Universität Zürich  
Nachdiplomstudium Umweltwissenschaften  
Kurs 1998 - 2000**

---

**Betreuung der Projektarbeit**

**Susann Eichenberger-Glinz**

Dr. phil. II Biologin  
Institut für Umweltwissenschaften  
Winterthurerstrasse 190  
8057 Zürich  
Tel: (+41) 01 635 47 40  
[susaeich@uwinst.unizh.ch](mailto:susaeich@uwinst.unizh.ch)

**Walter Brunner**

Dr. sc. nat. ETH  
Geschäftsleiter envico AG  
Gasometerstr. 9  
8031 Zürich  
Tel: (+41) 01 272 74 75  
[wbrunner@envico.ch](mailto:wbrunner@envico.ch)

**Projektteam**

**Urs Bircher**

Dr. phil. II Biologe  
Hammerstr. 84  
8032 Zürich  
Tel: (+41) 01 383 79 55  
[ursbircher@hotmail.com](mailto:ursbircher@hotmail.com)

**Helen Christine Landolt-Dunster**

Liz. phil., Dipl. trad  
Schlüsselwiese 8  
8853 Lachen  
Tel: (+41) 055 442 17 50  
[landys-pc@bluewin.ch](mailto:landys-pc@bluewin.ch)

**Guido Lüchinger**

dipl. Bauingenieur HTL  
Ilgenstr. 28  
9000 St. Gallen  
Tel: (+41) 071 278 87 80  
[guido.luechinger@swissonline.ch](mailto:guido.luechinger@swissonline.ch)

**Paul Pfaffen**

Gartenbauingenieur HTL  
Wibichstr. 11  
8037 Zürich  
Tel: (+41) 01 362 56  
[ppfaffen@swissonline.ch](mailto:ppfaffen@swissonline.ch)

**Felix Ribl**

Betriebsökonom HWV  
Arbenzstr. 11  
8008 Zürich  
Tel: (+41) 01 381 86 40  
[felixribl@hotmail.com](mailto:felixribl@hotmail.com)

# Inhaltsverzeichnis

## Zusammenfassung

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1. AUSGANGSLAGE .....	1
1.1.1. Natur und Grüngut im Spiegel der Gesellschaft .....	1
1.1.2. Historischer Rückblick.....	2
1.2. FRAGEN .....	4
1.3. BEGRENZUNG DES UNTERSUCHUNGSGEGENSTANDES.....	5
1.4. ZIELE .....	5
<b>2. METHODEN UND UNTERSUCHUNGSPLAN .....</b>	<b>5</b>
2.1. LITERATURSTUDIUM.....	6
2.2. EXPERTENBEFRAGUNG .....	6
2.3. MATERIALFLUSS-ANALYSE.....	6
2.4. SYSTEMANALYSE.....	7
2.5. UNTERSUCHUNGSPLAN.....	7
<b>3. RECHTLICHE ASPEKTE.....</b>	<b>7</b>
3.1. BUNDESGESETZGEBUNG.....	9
3.2. KANTONALE GESETZGEBUNG: KANTON ZÜRICH.....	10
3.3. KOMMUNALE GESETZGEBUNG: STADT ZÜRICH.....	10
<b>4. MATERIALFLUSS-MODELL FÜR GRÜNGUT .....</b>	<b>12</b>
4.1. BEGRIFFSDEFINITIONEN.....	12
4.2. BESCHREIBUNG DES MODELLS.....	14
4.3. VERMEIDUNGS- UND VERWERTUNGSVERFAHREN .....	17
4.3.1. Wachstum der Pflanzen .....	17
4.3.2. Trennung Mensch/Natur .....	18
4.3.3. Bestimmung zur Nutzung .....	18
4.3.4. Natürliche Verwertung.....	18
4.3.5. Verwertung vor Ort .....	18
4.3.6. Behandlung zur Nutzung .....	19
4.3.7. Zentrale Verwertung .....	19
<b>5. UMGANG MIT GRÜNGUT IN DER STADT ZÜRICH.....</b>	<b>20</b>
5.1. GRÜNGUT-MATERIALFLUSS DURCH DIE STADT ZÜRICH.....	20
5.1.1. Flächenaufteilung der Stadt Zürich .....	20
5.1.2. Grüngut-Materialfluss Stadt Zürich.....	21
5.2. GRÜNGUT-MATERIALFLUSS DURCH DIE GLA-BETREUTEN FLÄCHEN.....	24
5.2.1. Flächenaufteilung der vom GLA betreuten Flächen.....	24
5.2.2. Grüngut-Materialfluss GLA-Flächen .....	25
5.3. KONKRETE BEISPIELE FÜR PFLEGEMASSNAHMEN UND VERWERTUNGSWEGE.....	27
5.3.1. "Zentrale Verwertung": Letziggrundrasen .....	30
5.3.2. "Natürliche Verwertung": Blatterwiese.....	32
5.3.3. "Behandlung zur Nutzung": Freudenbergwiese.....	34

5.4.	BEWERTUNG DER PFLEGEMASSNAHMEN UND DER VER- WERTUNGSWEGE.....	36
5.4.1.	Beschreibung der Indikatoren.....	36
5.4.2.	Bewertung mit Indikatoren.....	39
<b>6.</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>46</b>
6.1.	Grüngut-Materialflüsse Stadt Zürich und GLA-Flächen.....	46
6.2.	Nachhaltigkeit und Grüngut.....	47
6.3.	Indikatorenset für die Nachhaltigkeit.....	48
6.4.	Fallbeispiele.....	49
6.5.	Bedeutung für die Praxis.....	50
<b>7.</b>	<b>AUSBLICK.....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>VERZEICHNISSE.....</b>	<b>52</b>
8.1.	LITERATURVERZEICHNIS.....	52
8.2.	VERZEICHNIS DER GESETZE, VERORDNUNGEN.....	55
8.3.	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	57
	<b>ANHANG.....</b>	<b>1</b>
Anhang 1:	Berechnung der Grüngut-Materialflüsse durch die vom GLA betreuten Flächen und die gesamte Stadt Zürich.....	1
Anhang 2:	Aufteilung der vom GLA der Stadt Zürich betreuten Flächen.....	2
Anhang 3:	Aufteilung der Fläche der Stadt Zürich.....	4
Anhang 4:	Theoretische Ertragszahlen der einzelnen Kompartimente.....	5
Anhang 5:	Ertrag der vom GLA betreuten Flächen.....	7
Anhang 6:	Ertrag der gesamten Fläche der Stadt Zürich.....	8
Anhang 7:	Gesetzliche Grundlagen zu technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge.....	9
Anhang 8:	Auswertung der Lärmdaten.....	10
Anhang 9:	Bodenverdichtung.....	13
Anhang 10:	Ergebnisse der Befragung.....	15
Anhang 11:	Flächenaufteilung Parkanlagen.....	17
Anhang 12:	Befragte Expertinnen und Experten.....	18

## Zusammenfassung

**Die Zertifikatsarbeit richtet sich an Fachleute der Grüngutbewirtschaftung. Insbesondere angesprochen sind: Das Gartenbau- und Landwirtschaftsamt (GLA) der Stadt Zürich, andere städtische Gartenbauämter, Wohnbaugenossenschaften aber auch Lehrpersonen im Garten- und Landschaftsbausektor. Es wird aufgezeigt, wie in einem Siedlungsgebiet ermittelt werden kann, welche Mengen an Grüngut wo anfallen und wie damit umgegangen wird. Drei konkrete Fallbeispiele werden vorgestellt und aufgrund der Ansprüche von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt beurteilt. Die Arbeit liefert zudem Ideen und Handlungsvarianten im Umgang mit Grüngut.**

Die Arbeit klärt in der Praxis uneinheitlich verwendete Begriffe aus dem Grüngutbereich und stellt ein auf die aktuellen Verwertungswege der Stadt Zürich ausgerichtetes, leicht verständliches **Modell** vor, das die wichtigsten Prozesse und Güterflüsse vom Wachstum der Pflanzen bis zur Verwertung des Grünabfalls enthält. Dies erlaubt Aussagen über die **Grüngut-Materialflüsse** in der Stadt Zürich im allgemeinen und über die vom GLA betreuten Flächen im speziellen. Das Modell ist so aufgebaut, dass es einfach auch für andere Siedlungsgebiete angewendet werden kann. Für die einzelnen im Modell vorgestellten Prozesse werden aktuelle Verfahren zur Vermeidung und Verwertung der anfallenden pflanzlichen Biomasse vorgestellt.

Eine **Materialfluss-Analyse** zeigt, dass in der **Stadt Zürich** jährlich rund 127'000t **Grüngut** anfallen. Rund 48% dieser Menge verrottet ohne Einfluss des Menschen, ein Fünftel wird für landwirtschaftliche Zwecke genutzt und rund 32% (40'000t) oder 113kg pro Stadtzürcherin und Stadtzürcher fallen jährlich als **Grünabfall** an. Ein Drittel des Grünabfalls wird vor Ort verwertet, zwei Drittel werden in eine zentrale Verwertungsanlage geliefert.

Auf den vom **GLA der Stadt Zürich** betreuten Grünflächen fallen pro Jahr rund 38'000t pflanzliche Biomasse an. Ein Drittel davon wird landwirtschaftlich genutzt und rund 43% verrottet natürlich, ohne Einfluss des Menschen. Etwa ein Viertel, das sind rund 9'200t fallen jährlich als Grünabfall an. Dividiert man diese Menge durch die Anzahl GLA Mitarbeiter, so verarbeitet jeder im Durchschnitt rund 33t **Grünabfall**. Davon verarbeitet er rund 12.5t vor Ort zu Kompost, Hackholz etc. In eine zentrale Kompostieranlage gelangen pro Mitarbeiter rund 16t. In die Kompostieranlage Werdhölzli werden 3.5t gebracht.

Zur **Beurteilung der Nachhaltigkeit** beim Umgang mit Grüngut wird ein auf das Materialfluss-Modell abgestimmtes, praxisorientiertes **Indikatorenset** vorgestellt. Dieses wird anhand von drei **Fallbeispielen** angewendet. Untersucht und beurteilt wird ein intensiv genutzter Sportplatz, auf dem das Grüngut abgeführt und zentral verwertet wird, eine intensiv genutzte Spielwiese, auf der das geschnittene Gras grösstenteils liegen bleibt und eine Fromentalwiese, die geheut und geemdet wird. Die Resultate dieser Untersuchung zeigten, dass zentrale Unterschiede nicht beim gewählten Verwertungsweg liegen, sondern bei der Pflege und beim Schnitt.

Die Arbeit ermöglicht Verantwortungsträgern aus der Praxis eine Selbstbeurteilung und Standortbestimmung beim Umgang mit Grüngut. Sowohl für die interne und externe Bewusstseinsbildung als auch als Führungsinstrument liefert die Materialfluss-Analyse wertvolle Erkenntnisse und viel Datenmaterial.

**Keywords:** Grüngut, Grünabfall, Stadt Zürich, Nachhaltige Bewirtschaftung, Materialfluss, Indikatoren

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangslage

### 1.1.1. Natur und Grüngut im Spiegel der Gesellschaft

Noch vor wenigen Jahrzehnten ging man davon aus, dass Städte und andere Ballungsräume keine nennenswerten **Naturvorkommen** aufweisen. Erst nach 1980 wurde aufgrund von wissenschaftlichen Projekten immer klarer, dass darin im Gegenteil eine grosse Zahl reichhaltiger und charakteristischer Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren zu finden ist (Sukopp 1990, Blattner et al. 1985). In vielen Fällen ist die Artenzahl der Gefässpflanzen in Städten sogar höher als im umgebenden Landwirtschaftsgebiet (McNeely 1996, BUWAL 1995).

Der Ballungsraum kann als ein kleinräumiges Mosaik verschiedener Lebensraumtypen angesehen werden. Die vorhandene Bausubstanz und die aktuelle Nutzung bestimmen dabei als wichtigste Faktoren die Zusammensetzung der jeweiligen Lebensgemeinschaften (Kienast 1978, Zemp et al. 1996). Diese Gemeinschaften, die beispielsweise aus einer erstaunlich hohen Zahl spontan vorkommender aber auch neu eingebrachter Pflanzenarten bestehen, zeichnen sich durch eine hohe Dynamik aus. Ihr Besiedlungsvermögen auf frei fallenden Flächen ist oft sehr gross, und im Verlauf von wenigen Jahren findet ein rascher Wandel der Vegetationszusammensetzung statt. Dieser stark naturwissenschaftlich geprägten **Sichtweise von Natur in der Stadt** steht ein sehr unterschiedliches Naturverständnis der Bevölkerung gegenüber. Die beiden Positionen lassen sich sehr knapp so zusammenfassen: "Natur als Ökosystem" bzw. "Natur als kulturelle Erfindung". Dazu ein Beispiel aus der Praxis: Eine Ruderalfläche kann bei Fachleuten Begeisterung, bei der Bevölkerung hingegen Entrüstung auslösen. Diese Erfahrung machte die Stadtgärtnerei in Basel, als sie in öffentlichen Grünflächen Bodendecker und Mahonien-Sträucher entfernte und statt dessen Ruderalvegetation förderte. Bei vielen Besucherinnen und Besuchern stiessen diese Massnahmen auf Unverständnis. Der Stadtgärtnerei wurde eine mangelhafte Pflichterfüllung vorgeworfen (Küry 1999).

Bis heute ist sehr wenig über **vorherrschende Naturbilder in der Bevölkerung** bekannt. Die Funktionalität und das individuelle Erlebnis scheinen für die Beurteilung einer Landschaft oder von Natur im Ballungsraum eine grosse Rolle zu spielen (GLA 2000a, Küry 1999). Dies erklärt zumindest teilweise, warum nur von den wenigsten Leuten die aus naturwissenschaftlicher Sicht vielfältige und allgegenwärtige Natur in der Stadt im Alltag bewusst wahrgenommen wird (Küry 1999). Dass auch in dieser Natur etwas wächst und produziert wird, ist beinahe ohne Bedeutung (GLA 2000a), eher eine Last (z.B. Laub das die Kanalisationen oder die Dachabläufe verstopft, Sträucher

die in die Strasse wachsen oder Bäume die Aussicht beeinträchtigen usw.).

Natur scheint heute die Bevölkerung insbesondere dann verstärkt zu interessieren, wenn sie die vorgesehene Nutzung stört, oder wenn sie aussergewöhnlich grosse Schäden und Kosten verursacht. Dazu ein weiteres Beispiel: Ende Dezember 1999 fiel der Sturm "Lothar" in der Schweiz unzählige Bäume und produzierte so innert kürzester Zeit riesige Mengen an Grüngut, das zu einem grossen Teil als Grünabfall entsorgt werden muss(te). Damit wurde die Natur und die Frage des Umgangs mit Grüngut insbesondere in den Städten für kurze Zeit ins Zentrum des allgemeinen Interesses gerückt.

Aber auch ohne Naturkatastrophen fallen im Siedlungsraum jährlich grosse Mengen von **Grüngut als Abfall** an. Ein Teil davon wird mit sehr hohen Kosten in zentralen Grüngut-Entsorgungsanlagen verwertet (z.B. Aebersold et al. 1993). 1995 waren dies in der Schweiz rund 400'000t Grünabfälle (und andere biogene Abfälle), was der zweitgrössten separat gesammelten Altstoff-Fraktion entspricht (BUWAL 1997).

Aufgrund der grossen Mengen von Grüngut und den hohen Kosten, welche durch die Verwertung entstehen, stellt sich die Frage: Welches sind mögliche Handlungsvarianten im Umgang mit anfallendem Grüngut? Für eine der **Nachhaltigkeit** verpflichtete Stadt wie Zürich (Umweltschutzfachstelle der Stadt Zürich 1995) stellt sich gleich anschliessend die Frage: Wie werden die Handlungsvarianten den Ansprüchen von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt gerecht?

### 1.1.2. Historischer Rückblick

Bevor genauer auf den heutigen **Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet** und insbesondere in der **Stadt Zürich** eingegangen wird, werfen wir noch einen Blick zurück. Wie haben sich die Grünflächen in der Stadt Zürich seit dem Spätmittelalter entwickelt, und wie wurde früher mit dem darauf entstehenden Grüngut umgegangen?

Bis zum Spätmittelalter wurden die wenigen grünen Flächen innerhalb der Stadt als **kleine Privatgärten** oder von Klöstern als Rebberge, **Obst-, Kräuter- und Gemüsegärten** genutzt. Die Grünfläche zwischen den beiden konzentrischen Stadtmauern wurde von Hirschen, Rehen, Hasen und Gämsen beweidet; beispielsweise im Hirschengraben. Die erste öffentliche Grünanlage innerhalb der Stadt war der zu Beginn des 15. Jahrhunderts entstandene Lindenhof (Hansen und Kräuchi 1997, Germann 1997). Die weitere Entwicklung der Grünflächen der Stadt Zürich wurde lange durch die **Auswirkungen der Reformation** geprägt. Durch die "zwinglianische Zurückhaltung"



bedingt, entstanden erst im ausgehenden 18. Jahrhundert Herrensitze mit **Gärten in nüchternem Barockstil** wie das Artergut.

Im Laufe des 17. Jahrhunderts entstanden ausserhalb der Stadtmauern **öffentliche Promenaden** mit Baumalleen zum Promenieren oder Flanieren (z.B. Platzspitz). Von dem ab 1834 abgebrochenen barocken Schanzenstern (um Freiraum für die Stadtentwicklung zu schaffen) blieben die Hohe Promenade, das Bollwerk "Zur Katz" und das Bauschänzli als beliebte öffentliche Anlagen erhalten. Mit dem Abbruchmaterial der Schanzen wurden Teile des Seeufers vom Zürichhorn am rechten Ufer bis zum Hafen Wollishofen am linken Ufer aufgefüllt: 1887 wurden die ersten Anlagen - u.a. der Utoquai mit einer Kastanienallee und das Arboretum am heutigen Mythenquai - eingeweiht.

Im 19. Jahrhundert erlebte die städtische Gartenkultur mit der Entstehung schöner **Villenanlagen und Parks** einen Höhepunkt. Von England aus kam die Idee des kunstvoll geplanten "natürlichen" **Landschaftsgartens** (mit etwa hundertjähriger Verzögerung) nach Zürich. Der Belvoirpark, der Rieterpark und der Park der Villa Patumbah sind auch heute noch wichtige Beispiele dieser neuen Gartenkunst. Das Ende des 19. Jahrhunderts war auch die Entstehungszeit der ersten grossen **Friedhöfe** (z.B. Sihlfeld, Fluntern, Rehalp). Im 20. Jahrhundert wurden weitere Friedhöfe angelegt, die schöne Parkanlagen bildeten (z.B. Hönggerberg). In der Nachkriegszeit wurden verschiedene **Badeanlagen** gebaut, beispielsweise 1955 das Strandbad Tiefenbrunnen. Nach der eher "naturfremden" Gartenmode der 60er-Jahre folgte in den 70ern eine Naturgartenbewegung mit der Gestaltung naturnaher Anlagen mit vorwiegend einheimischen Arten und einer Pflege möglichst ohne chemische Hilfsmittel. Ein gutes Beispiel ist der 32ha grosse Park, der anfangs der 80er-Jahre um die neue Universität Zürich-Irchel entstand.

Seit 150 Jahren besteht ein **öffentlicher Grünpflegedienst in der Stadt Zürich**. Angesichts der schnellen Entwicklung der Stadt beschloss die Baukommission 1858 "einen Aufseher, welcher die Gärtnerei versteht, für Instandhaltung sämtlicher Anlagen einzustellen und für das Baumschneiden mit einem Kunstgärtner ein Übereinkommen zu treffen" (Hansen und Kräuchi 1997, S. 5). Oberster Grundsatz war, die Natur zu zähmen, zu Beginn durch intensive Handarbeit, später mit Hilfe von motorisierten Maschinen und ab den 70er-Jahren auch mit chemischen Hilfsstoffen (z.B. zur Unkrautbekämpfung).

Bis in die frühen 60er-Jahre durften Parkbesucher die neuen kurz geschnittenen Rasenflächen nicht betreten. Als jedoch in den folgenden Jahren die letzten Heuwiesen in den Grünanlagen durch Rasen ersetzt wurden, konnten immer mehr Flächen für Sport und Spiel benutzt werden. In den 80er-Jahren wurde die traditionelle Grünflächenpflege immer stärker hinterfragt. Insbesondere forderten breite Kreise, dass

auf den Einsatz von chemischen Pflanzenbehandlungsmitteln verzichtet wird. Das 1902 gegründete Gartenbauamt der Stadt Zürich (das heutige Gartenbau- und Landwirtschaftsamt, GLA) reagierte mit einer **differenzierten (naturnahen) Grünflächenpflege**. Beim Umgang mit Grüngut werden sowohl die Nutzungsansprüche der Besucherinnen und Besucher, die Wirtschaftlichkeit, als auch die Bedürfnisse des Naturschutzes berücksichtigt (siehe beispielsweise GLA 1996, 1998).

Bis ins 19. Jahrhundert wurde **organisches Material** (Grüngut und Exkrememente vermischt) auf Misthaufen gesammelt und für die **Düngung in der Landwirtschaft** ausserhalb der Stadt genutzt. Im Vergleich zu grossen Handelsstädten wie Nürnberg und London "konnte es sich das eng mit der Landwirtschaft verwobene Zürich nicht leisten, auf die Rückführung des organischen Materials in Gärten, Weinberge und auf die Felder zu verzichten" (Ineichen 1997, S. 121). Erst als zuviel anorganisches Material wie Metall- und Glaserzeugnisse beigegeben wurde, begann man im späteren 19. Jahrhundert Mülldeponien vor der Stadt anzulegen (1905 wurde am Stadtrand von Zürich die erste Kehrrichtverbrennungsanlage gebaut).

## 1.2. Fragen

Die vorliegende Arbeit soll Antworten auf folgende Fragen liefern:

- Welche Wege von seiner Entstehung bis zu seiner Verwertung kann Grüngut nehmen und wie können diese Wege unter einer Nachhaltigkeits-Perspektive beurteilt werden?
- Wie kann der Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet in einem Modell dargestellt werden?
- Welche Strategien zum Umgang mit Grüngut sind bei den einzelnen im Modell beschriebenen Prozessen denkbar?
- Wieviel Grüngut fällt in der Stadt Zürich an und wie wird damit umgegangen?
- Was heisst nachhaltiger Umgang mit Grüngut in der Stadt Zürich?
- Wie können die Resultate der Zertifikatsarbeit in der Praxis genutzt werden?
- Wie können die Erkenntnisse der Arbeit einem breiteren Kreis von Fachleuten vermittelt werden?

### 1.3. Begrenzung des Untersuchungsgegenstandes

Aus den im Kapitel 1.2. aufgeführten Fragen ergeben sich verschiedene Begrenzungen des Untersuchungsgegenstandes:

- Die Zertifikatsarbeit beschränkt sich auf Grüngut und berücksichtigt keine anderen biogenen Güter, insbesondere keine Küchenabfälle.
- Das Untersuchungsgebiet beschränkt sich auf die Stadt Zürich oder Teile davon (z.B. eine bestimmte Wiese).
- Es werden keine Bewertungen von Verwertungsverfahren wie beispielsweise Kompostierung oder Vergärung vorgenommen (siehe dafür z.B. Aebersold et al. 1993).

### 1.4. Ziele

Das wichtigste Ziel der Arbeit besteht darin, einen **Beitrag zu einem sinnvollen, nachhaltigen Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet** zu leisten.

Es soll einerseits ein allgemeiner Überblick über den Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet gegeben werden. Andererseits soll am Beispiel der Stadt Zürich oder Teilen davon aufgezeigt werden, welche Mengen an Grüngut wo anfallen und wie damit umgegangen wird. Mit drei Fallbeispielen (unterschiedliche Grasflächen) soll zudem aufgezeigt werden, wie der Umgang mit Grüngut aus einer Nachhaltigkeits-Perspektive beurteilt werden kann. Für diese Bewertung sollen geeignete Indikatoren ausgewählt werden.

Die Zertifikatsarbeit wendet sich als **Grundlagenbericht** an Fachleute des Gartenbau- und Landwirtschaftsamtes (GLA) der Stadt Zürich und anderer städtischer Gartenbauämter, an Wohnbaugenossenschaften aber auch an Lehrpersonen im Garten- und Landschaftsbausektor. Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sollen mit einem allgemein verständlichen Produkt (z.B. einer Broschüre) auch einer breiteren, interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

## 2. Methoden und Untersuchungsplan

Ein wichtiger Bestandteil der vorliegenden Zertifikatsarbeit sind Materialfluss-Analysen, die durch ein breit angelegtes Literaturstudium und Expertenbefragungen ermöglicht und durch Systemanalysen ergänzt werden.

## 2.1. Literaturstudium

Dieses diente einerseits der Suche nach Daten, andererseits dem Kennenlernen der verwendeten Methoden und der Hintergründe des bearbeiteten Themas. Ein Teil der verwendeten Literatur wurde vom GLA zur Verfügung gestellt.

## 2.2. Expertenbefragung

Es wurden zwei Typen von Expertenbefragungen durchgeführt. Einerseits ging es darum mit persönlichen Befragungen Informationen und Daten zum Umgang mit Grüngut bzw. Grünabfall in der Stadt Zürich zu erhalten. Für die standardisierten Interviews wurden ausführliche Fragebogen entwickelt (Anhang 10). Andererseits dienten Expertenbefragungen dazu, erarbeitete Modelle, Berechnungen etc. Praktikern zur Beurteilung vorzulegen und gemeinsam kritisch zu hinterfragen. Die ausgewählten Expertinnen und Experten stammten u.a. aus dem GLA, von Entsorgung und Recycling Zürich (ERZ), der EAWAG und der Fachstelle für Stadtentwicklung der Stadt Zürich. Telefonnummern der Ansprechpartner sowie von Datenlieferanten sind im Anhang 12 zu finden. Zusätzlich wurde jedem Experten eine Nummer zugeteilt, die erlaubt, im Text eindeutig auf den jeweiligen Experten zu verweisen (z.B. "**Experte 1d** gab an ...").

## 2.3. Materialfluss-Analyse

Mit einer solchen Analyse werden relevante Materialflüsse (z.B. von Grüngut) für ein System (z.B. die Stadt Zürich) mit klar definierten Grenzen aufgezeigt (siehe beispielsweise Müller et al. 1995). Es gibt keine als Norm vorgeschriebene Methodik der Materialfluss-Analyse (Brunner 1991) oder bereits bestehende vergleichbare Arbeiten im Grüngutbereich. Als Basis zur Entwicklung der Materialfluss-Analyse diente die am weitesten entwickelte und praktisch erprobte Methode der Stoffbilanzierung von Baccini und Brunner (1991). In Anlehnung an diese Methode wurde ein Modell entwickelt, das sich auf wichtige Prozesse und Materialflüsse beim Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet konzentriert. Das Modell ist in Abbildung 2 dargestellt.

Zur Erleichterung des Umgangs mit dem Modell einige Bemerkungen: Die ausgewählten Prozesse werden als Rechtecke dargestellt, die durch Prozesse entstehende Produkte als Ovale. Jeder Prozess hat ein Ausgangsprodukt, das in eines oder mehrere neue Produkte umgewandelt wird. Diese können wiederum Ausgangsprodukte für neue Prozesse sein oder das System über die Systemgrenze verlassen. Der beschriebene Materialfluss von Ausgangsprodukt (Edukt) → Prozess → Produkt(e) wird mit Pfeilen markiert.

## 2.4. Systemanalyse

Ausgehend von den drei Nachhaltigkeitssäulen "Ökonomie", "Ökologie" und "Gesellschaft" wurden Indikatoren ausgewählt, die eine Überprüfung des Umgangs mit Grüngut im Siedlungsgebiet ermöglichen sollten. Mitentscheidend für die Wahl der Indikatoren war neben ihrer Aussagekraft auch die Zugänglichkeit zu den benötigten Datenquellen. Die entsprechenden Daten wurden mittels Expertenbefragungen und Literaturrecherchen ermittelt.

## 2.5. Untersuchungsplan

Um die unter Kapitel 1.2. gestellten Fragen zu beantworten und die unter Kapitel 1.4. gesteckten Ziele zu erreichen, wurde ein schrittweises Vorgehen in sechs Phasen festgelegt. Der nachfolgende Untersuchungsplan (Tabelle 1) zeigt die Vorgehensschritte und die gewählten Methoden.

Tabelle 1: Untersuchungsplan mit Vorgehensschritten und Methoden

Phase	Vorgehensschritte	Methode
1	Grundlagen erarbeiten	- Literaturstudium - Expertenbefragungen
2	Materialfluss-Modell aufstellen	- Materialfluss-Analysen
3	Indikatoren zur Beurteilung nach den Kriterien der Nachhaltigkeit evaluieren	- Expertenbefragungen - Brainstorming
4	Ist-Zustand aufnehmen (Stadt Zürich, GLA betreute Flächen, 3 ausgewählte Objekte)	- Exkursionen, Besichtigungen - Materialfluss-Analysen - Expertenbefragungen - Literaturstudium
5	Ist-Zustand anhand der Indikatoren und generell beurteilen	
6	Empfehlungen für Akteure in der Grüngutbewirtschaftung (Produkt) ausarbeiten	

## 3. Rechtliche Aspekte

Der Bereich der Gesetzgebung, welcher den Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet betrifft, ist sehr vielfältig (Tabelle 2), so dass sich oft Themen überschneiden.

Tabelle 2: Relevante Gesetze, Verordnungen und Reglemente

Thema	Bund	Kanton ZH	Stadt Zürich
<b>Umweltschutz allgemein</b>	Umweltschutz-Gesetz (USG): + Verordnungen ↓	→ Kein UW-Gesetz aber diverse Gesetze, Verordnungen	→ Kein UW-Gesetz aber Reglemente, Verordnungen
- <i>Schadstoffe</i>	Verordnung über umweltgefährdende Stoffe (StoV):  im Kompost → Anhang 4.5 Pflanzenschutzmittel → Anhang 4.5	→ Umsetzung, Überwachung	→ Diverse Erlasse
- <i>Lärm</i>	Lärmschutz-Verordnung (LSV): Art. 4-5  Fahrzeuge → Geräte → Maschinen	→ Verordnung über allgemeine und Wohnhygiene:  Maschinen, Geräte	→ Lärmschutz-Verordnung:  Lärmmessungen (Reglement)
	Verordnung über technische Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) ↓	→ In diversen Verordnungen enthalten	→ Diverse Erlasse über den Strassenverkehr
- <i>Luft, Geruch</i>	Luftreinhalte-Verordnung (LRV):  Emissionen → Anhang 7 Immissionen Grenzwerte	→ Verordnung über allgemeine und Wohnhygiene	→ Schadstoffmessungen der Luft (Reglement)
- <i>Abfälle</i>	Technische Verordnung über Abfälle (TVA):  → Art. 7 → Art. 43-45	→ Abfallgesetz:  Vermeidung, getrenntes Sammeln, Vergärung, Kompostierung	→ Abfallverordnung (AVO):  Verwertung vor Ort, Grünabfuhr, Gartenraumabfuhr
- <i>Boden</i>	Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo):  Fruchtbarkeit → Art. 1 – 2 Bodenverdichtung → Art. 6	Umsetzung, Überwachung	→ Diverse Erlasse
<b>Gewässerschutz aller ober- und unterirdischen Gewässer</b>	Gewässerschutz-Gesetz (GSchG): ↓  Gewässerschutz-Verordnung (GschV):	→ Verordnung über den Gewässerschutz:  Abwasser → ARA Versickerung ↗	→ Verordnung über Siedlungsentwässerungsanlagen/Kanalisations-Verordnung
<b>Naturschutz</b>	Natur- und Heimatschutz-Gesetz (NHG): + Verordnungen	→ Natur- und Heimatschutz-Verordnung:  ↗	→ Verwaltungsverordnung über die naturnahe Pflege und Bewirtschaftung städtischer Grün- und Freiflächen

### 3.1. Bundesgesetzgebung

**Bundesgesetz über den Schutz der Umwelt (Umweltschutzgesetz, USG):** Dieses soll "Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche Einwirkungen schützen und die Fruchtbarkeit des Bodens erhalten" (Art. 1 Abs. 1). Ferner sind im "Sinne der Vorsorge ... Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden können, frühzeitig zu begrenzen" (Art. 1 Abs. 2). Artikel 2 legt das Verursacherprinzip fest. Unter den verschiedenen im Artikel 7 Abs. 1 definierten "Einwirkungen" befinden sich auch Lärm, Luft- und Gewässerverunreinigungen, Bodenbelastungen sowie die Folgen des Umgangs mit Stoffen oder Abfällen. Demzufolge sind Lärm und Luftverunreinigungen an der Quelle durch Emissionsbegrenzung einzudämmen (Art. 11). Diesbezüglich wird die Festlegung von Immissionsgrenzwerten vorgesehen (Art. 13, 14 und 15). Im Artikel 7 wird nicht nur der Abfallbegriff definiert (siehe Tabelle 3), sondern auch andere Begriffe wie die Entsorgung von Abfällen, deren Behandlung, Verwertung, Ablagerung und der Umgang mit Abfällen. Die Umsetzung der im USG festgelegten Bestimmungen wird durch entsprechende Verordnungen unterstützt. Folgende Verordnungen sind u.a. für die vorliegende Arbeit von Bedeutung:

**Lärmschutz-Verordnung (LSV):** Diese soll "vor schädlichem und lästigem Lärm schützen" (Art. 1 Abs. 1). Die Lärmemissionen sind bei beweglichen Geräten und Maschinen soweit einzuschränken "als dies technisch und betrieblich möglich wie wirtschaftlich tragbar ist" (Art. 4 Abs. 1) und "dass die betroffene Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich gestört wird" (Art. 4 Abs. 4). So werden beispielsweise die Typenprüfung und Kennzeichnung motorbetriebener Rasenmäher vorgeschrieben (Art. 5). Geräte und Maschinen einer ortsfesten Anlage unterliegen anderen Vorschriften (Art. 7, 8 und 40).

**Verordnung über die technische Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS):** Die VTS enthält Geräuschvorschriften für Fahrzeuge verschiedener Klassen (siehe Anhang 7), die in der Landwirtschaft und im Gewerbe benutzt werden.

**Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo):** Die VBBo definiert den Begriff Bodenfruchtbarkeit (Art. 2 Abs. 1 Bst. a und b). Sie unterscheidet zwischen chemischer und physikalischer Bodenbelastung (Art. 2 Abs. 2, Art. 2 Abs. 4). Die VBBo fordert, dass beim Bau von Anlagen und bei der Bewirtschaftung des Bodens, Maschinen, Fahrzeuge und Geräte so ausgewählt werden, dass Verdichtungen und andere Strukturveränderungen vermieden werden (Art. 6 Abs. 1). Der Bund führt die Beobachtung der Bodenbelastung durch, die Kantone sorgen für die Überwachung der Verordnung (Art. 3 und 4).

Bund und Kantone beurteilen die Bodenbelastung: Prüfwerte zeigen, ob die Nutzung des betroffenen Bodens im Sinne von Artikel 34 Abs. 2 USG eingeschränkt werden soll (Art. 5).

**Technische Verordnung über Abfälle (TVA):** Bereits bei der Abfallplanung werden Massnahmen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen vorgesehen (Art. 16 Abs. 2 Bst. b). Interessant für den Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet sind die Bestimmungen über kompostierbare Abfälle: die Kantone fördern Information und Beratung über deren Verwertung "in Garten, Hof und Quartier" (Art. 7 Abs. 1). Die Kantone sorgen für das getrennte Sammeln und Verwerten solcher Abfälle (Art. 7 Abs. 2). Die TVA legt Vorschriften über den Standort und das Errichten von Kompostieranlagen, sowie deren Betrieb und die Überwachung fest (Art. 43, 44 und 45). Besondere Anforderungen gelten für Anlagen, in denen pro Jahr über 100t kompostierbare Abfälle verwertet werden.

### 3.2. Kantonale Gesetzgebung: Kanton Zürich

Artikel 36 USG überträgt den Vollzug des Gesetzes an die Kantone. Der Kanton Zürich hat u.a. folgende Gesetze und Verordnungen erlassen oder bestehende angepasst:

**Verordnung über allgemeine und Wohnhygiene:** Zweck dieser Verordnung ist es "gefährliche oder belästigende Immissionen aller Art" wie Verunreinigungen der Luft und Lärm zu bekämpfen (§2, § 6).

**Gesetz über die Abfallwirtschaft (Abfallgesetz):** Das Abfallgesetz lehnt sich eng an die bundesgesetzlichen Bestimmungen an. Vorgesehen wird das getrennte Sammeln von unvermeidlichen verwertbaren Abfällen: wo möglich sollen "dafür geeignete Abfälle vergärt oder dezentral kompostiert" werden (§2).

### 3.3. Kommunale Gesetzgebung: Stadt Zürich

Neben der kantonalen Gesetzgebung hat die Stadt Zürich eigene Reglemente erlassen. Darunter fallen beispielsweise:

**Lärmschutz-Verordnung:** Auch hier gilt der Grundsatz: "Geräte, Maschinen, Fahrzeuge, Apparate oder andere Vorrichtungen dürfen keinen Lärm erzeugen, der durch geeignetes Vorkehren vermieden oder vermindert werden kann" (Art. 2 Abs. 1). Es werden diesbezüg-



lich Vorschriften für "landwirtschaftliche und Gartenarbeit" erlassen (Art. 5).

**Abfallverordnung (AVO):** Die AVO und "ihre Nebenerlasse gelten für das gesamte Gebiet der Stadt Zürich" (Art. 2 Abs. 3). Die Stadt will die Vermeidung von Abfällen in Zusammenarbeit mit Bund und Kanton erreichen (Art. 3 Abs. 2 und 4). Kompostierbare Wertstoffe werden definiert als "organische Abfälle, die kompostiert werden können" (Art. 4 lit. i). Sie werden möglichst vor Ort (Art. 16 lit. a) separat gesammelt und direkt verwertet (z.B. durch Kompostierung). Kompostierbare Wertstoffe werden in Grünabfuhr (Küchenabfälle) und Gartenabraum unterteilt. Aufgeführt sind Bestimmungen über offizielle Sammelstellen und das Bereitstellen in Gebinden (Grünsäcken) oder Grüncontainern. Ebenfalls geregelt wird die Lagerung von kompostierbarem Material im Freien, das nach Vereinbarung als Gartenabraum abgeholt wird.

## 4. Materialfluss-Modell für Grüngut

### 4.1. Begriffsdefinitionen

Die Begriffe für einzelne Güter und Prozesse im Grüngutbereich sind oft unklar bzw. ungenau und lassen unterschiedliche Interpretationen zu. Insbesondere gibt es in der Praxis keine eindeutige Unterscheidung zwischen den Begriffen "Grüngut" und "Grünabfall" (Experte 1d). Dies macht eine Definition wichtiger Begriffe im Sinne der vorliegenden Arbeit nötig (siehe Abbildung 1 und Tabelle 3). Das Hauptziel der Begriffsdefinitionen liegt in einer präzisen Ausgangslage für die vorliegende Arbeit.

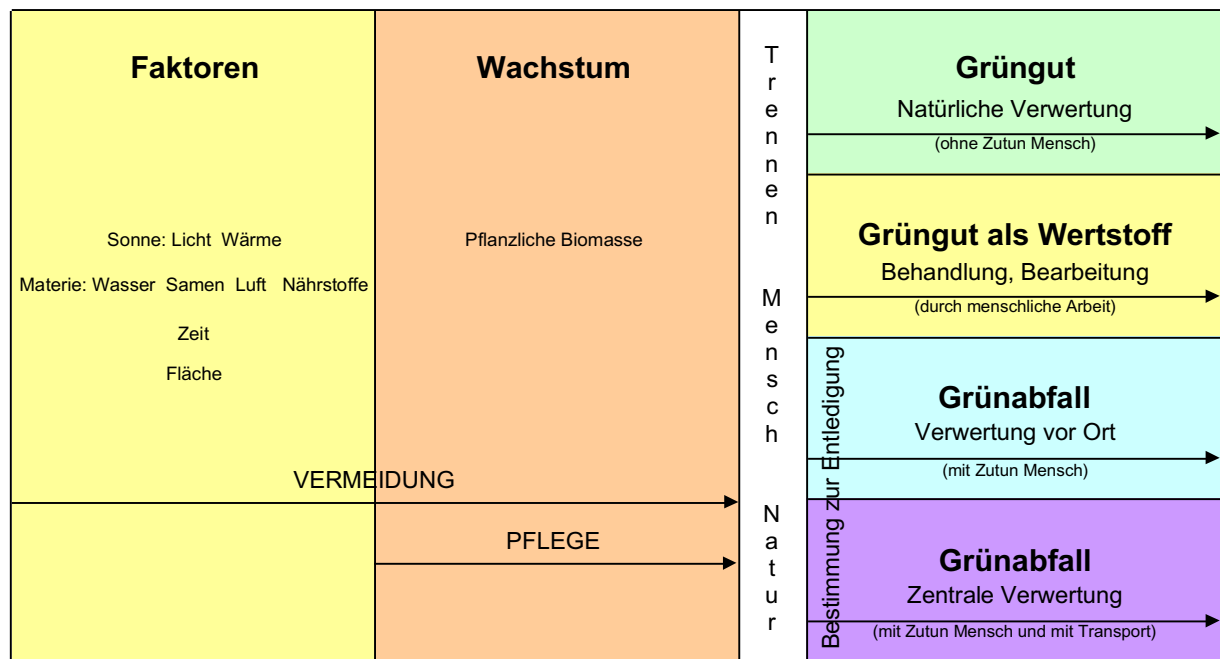


Abbildung 1: Schematische Darstellung wichtiger in der Arbeit verwendeter Begriffe

Abbildung 1 zeigt, bei welchen Gütern und Prozessen die verschiedenen Strategien ansetzen. "**Vermeidung**" wirkt vor dem Prozess "Trennen Mensch/Natur", also bei den Inputfaktoren und beim Wachstum. Die "**Pflege**" von pflanzlicher Biomasse findet während dem Prozess Wachstum statt.

Nach dem Prozess "Trennen Mensch/Natur" wird die beim Prozess "Wachstum" produzierte pflanzliche Biomasse durch die verschiedenen "**Verwertungsmöglichkeiten**" ("Natürliche Verwertung", "Verwertung zum Wertstoff", "Verwertung vor Ort" und "Zentrale Verwertung") wieder abgebaut.

Tabelle 3: Kurze Definitionen der wichtigsten in der Arbeit verwendeten Begriffe

Begriff	Offizielle Definition	Definition im Sinn der Arbeit
<b>Betriebliche Einheit</b>	Ort an dem gewirtschaftet wird (Dubs 1986). Wirtschaftliche Einheit, die der Produktion dient. Als Produktion ist in diesem Sinn jede wirtschaftliche Wertschöpfung anzusehen, neben der Herstellung von Sachgütern auch das Angebot von Dienstleistungen (dtv-Lexikon in 20 Bänden 1999).	Als betriebliche Einheiten werden die Organisationsstrukturen des GLA's (Friedhöfe, Bezirke) aber auch Genossenschafts-siedlungen oder Hausgärten betrachtet. Die Definition des Begriffs dient der Abgrenzung des Begriffs "(Verwertung) vor Ort".
<b>Grünabfall</b>	Es besteht keine offizielle Definition für Grünabfall. Das USG definiert jedoch den Abfallbegriff. Abfälle sind bewegliche Sachen, deren sich der Inhaber entledigt oder deren Entsorgung im öffentlichen Interesse geboten ist (Art. 7 Abs. 6 USG).	Grünabfall ist → Grüngut, dessen sich der Inhaber entledigt bzw. entledigen will.
<b>Grüngut</b>	Laub, Rasenschnitt, Sträucher- und Staudenschnitt, Holzschnitt, Schnittblumen, Küchenabfälle und andere biogene Materialien (GLA 1996).	Pflanzenmaterial, das in Wald, auf Brachflächen, in öffentlichen Grünanlagen oder in Gärten und auf landwirtschaftlichen Flächen nach dem → Trennen anfällt (ohne Küchenabfälle).
<b>Gut</b>	Handelbare Substanz, aus Stoffen zusammengesetzt (Brunner 1991).	Siehe offizielle Definition.
<b>Kompartimente</b>	Mehr oder weniger abgrenzbare Teile eines Ökosystem. Sie sind homogen, haben bestimmte Funktionen im Ökosystem und können durch verschiedene Ein- und Ausgangsgrößen charakterisiert werden (dtv-Atlas 1998).	Kompartimente sind: Bäume, Hecken/ Gehölzrabatten, Wiesen und Ackerland, Wechselflorrabatten.
<b>Nachhaltige Entwicklung</b>	"Nachhaltig ist eine Entwicklung, wenn sie gewährleistet, dass die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt werden, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zur Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse zu beeinträchtigen." (Brundtland-Bericht 1987).	Siehe offizielle Definition.
<b>Prozess</b>	Transformation, Transport oder Lagerung von Gütern (Brunner 1991).	Siehe offizielle Definition.
<b>Trennen</b>	Separieren, auseinander nehmen, unterscheiden und diverse weitere Bedeutungen (Duden 1997).	Pflanzenteile oder ganze Pflanzen werden natürlich oder durch den Mensch vom Organismus der Pflanze oder aus dem angestammten Standort getrennt. Unmittelbar nach der Trennung beginnt der Verrotungsprozess. Für Pflanzen, die an einem neuen Standort wieder gepflanzt werden, wird das Ausgraben als Trennung bezeichnet.
<b>Vermeiden</b>	Eine offizielle Definition für Vermeiden von Abfällen existiert nicht. Gemäss Art. 30 USG soll die Erzeugung von Abfällen soweit wie möglich vermieden werden (z.B. durch abfallarme Produktionsverfahren).	Zur Vermeidung von → Grünabfall zählen alle Massnahmen, die bereits die Entstehung von Grüngut bzw. -abfällen verhindern (Wachstum von pflanzlicher Biomasse, Pflegemassnahmen etc.).
<b>Vermindern</b>	Das Vermindern umfasst sowohl Vermeidungs- als auch Verwertungsmassnahmen. Grundgedanke: Minimierung der Menge, die letztlich verwertet oder entsorgt werden muss Egli, 1999.	Da der Begriff ungenauer ist als → "vermeiden" und → "verwerten" wird auf dessen Verwendung verzichtet.
<b>Verwerten</b>	Eine offizielle Definition für Verwerten von Abfällen besteht nicht. Gemäss Art. 30 USG müssen anfallende Abfälle soweit möglich verwertet werden (direkte Wiederverwendung, stoffliche Verwertung).	Verwertung bezeichnet die stoffliche Wiederverwertung von anfallendem → Grüngut oder → Grünabfall. Es werden folgende Verwertungstypen unterschieden: natürliche bzw. zentrale Verwertung, Verwertung vor Ort, Behandlung und Bestimmung zur Nutzung.

## 4.2. Beschreibung des Modells

Zur Quantifizierung und Beurteilung der Grüngut-Materialflüsse im Siedlungsgebiet wird ein **Materialfluss-Modell** entwickelt (Abbildung 2). Dieses ist auf heute angewandte Verwertungswege ausgerichtet und stützt sich - wo immer möglich - auf **Praxisdaten** ab. Es zeigt auf, welche Mengen an Grüngut wo anfallen und wie damit umgegangen wird. Das Modell ist leicht verständlich und ermöglicht rasch Aussagen über die wichtigsten Grüngut-Materialflüsse.

Als Vorlage zu dessen Erarbeitung dient die Gegebenheiten in der **Stadt Zürich**. Es ist jedoch auch für andere Siedlungsgebiete anwendbar. Das Modell umfasst die wichtigsten Prozesse und Materialflüsse vom Wachstum der Pflanzen bis zur Verwertung des Grünabfalls (mehr zur Methode der Materialfluss-Analyse im Kapitel 2.3.). Die Systemgrenzen werden der jeweiligen Fragestellung angepasst und umfasst räumlich das Stadtgebiet von Zürich oder Teile davon (z.B. eine einzelne Wiese).

Folgende Prozesse, Ausgangsprodukte (Edukte) und Produkte werden im Modell (und in den Materialfluss-Analysen) berücksichtigt:

- **Wachstum der Pflanzen und Einflussfaktoren:** Von den vielen das Wachstum von Pflanzen beeinflussenden Faktoren werden folgende ausgewählt: Samen, Wasser, Pflanzen, Luft und Nährstoffe. Je nach eingesetzten **Samen** oder **Pflanzen** ist das Wachstum und somit die Zunahme der Biomasse pro Zeiteinheit unterschiedlich gross. **Wasser** ist insbesondere als Transportmedium für die Nährstoffaufnahme aus dem Boden wichtig. Die **Luft** ist Hauptlieferant von Kohlendioxid, welches mit Hilfe von Lichtenergie durch die Photosynthese in Traubenzucker, Sauerstoff und Wasser umgewandelt wird. Die grundlegenden **Nährstoffe** für das Pflanzenwachstum bestehen aus den Elementen: C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg und Fe. Daneben werden geringe Mengen von sogenannten Spurenelementen benötigt. Nur ein relativ kleiner Teil der einflussenden Stoffe dient direkt dem Pflanzenwachstum und führt somit zu einer Biomassenzunahme. So wird beispielsweise ein beträchtlicher Teil des aufgenommenen Wassers durch Verdunstung von oberirdischen Pflanzenteilen wieder abgegeben. Weitere für das Wachstum der Pflanzen wichtige, aber hier nicht berücksichtigte Einflussfaktoren sind: Energie (Wärme, Licht), Bodenstruktur, Fläche, die zeitliche Dimension und externe Faktoren wie Klima oder Fauna.
- **Biomasse:** Das Produkt des Pflanzenwachstums ist eine Zunahme der pflanzlichen Biomasse. Die äussere Form der entstehenden oder wachsenden Pflanzen(teile) hängt vom Samengut ab und ist sehr divers. Grob zusammengefasst besteht die pflanzliche Biomasse mehrheitlich aus Wald, Wiesen, Hecken, Sträuchern, Einzelbäumen und Rasen.

- **Trennung Mensch/Natur:** Die Abtrennung von Pflanzenteilen oder ganzen Pflanzen geschieht einerseits auf natürliche Weise, beispielsweise während des herbstlichen Laubfalls, andererseits durch menschliche Einwirkungen, wie durch Rasen-, Hecken-, Baumschnitt oder für die Ernte. In der Materialfluss-Analyse wurde davon ausgegangen, dass die Biomasse konstant bleibt, also die Zunahme durch das "Wachstum der Pflanzen" und die Abnahme durch "Trennung Mensch/Natur" im Gleichgewicht sind.
- **Grüngut:** Grüngut ist das Produkt aus dem oben beschriebenen Trennungsprozess. Es handelt sich dabei um Schnittgut oder abgestorbenes Pflanzenmaterial in Form von Baumstämmen, Ästen, Gras, Blättern und Wurzeln aber auch um Gemüse, Mais, Weizen, Heu usw.
- **Bestimmung zur Nutzung:** Wo es sich aus finanziellen Gründen lohnt, oder wo es aus ökologischen oder sozialen Gründen Sinn macht, nutzt der Mensch Grüngut als Wertstoff. Die dominierende Nutzungsart in diesem Bereich ist die Landwirtschaft. Einen kleinen Teil deckt die gärtnerische Produktion ab. Hier werden Pflanzen ausgegraben und an einem neuen Standort wieder eingepflanzt (z.B. Baumschulen). Daneben gibt es noch die Nutzung von Grüngut als Rohstoff z.B. für Papier- oder Tierfutterfabriken.
- **Natürliche Verwertung:** Dabei wird Grüngut ohne menschlichen Eingriff am Ort des Entstehens durch Bodenorganismen in Ausgangsprodukte für das Pflanzenwachstum zerlegt. Somit werden Kreisläufe geschlossen.
- **Bestimmung zur Entledigung und Grünabfall:** Sobald der Mensch entscheidet, dass er sich des Grünguts entledigen will, wird Grüngut zu Grünabfall.
- **Behandlung zur Nutzung:** Fällt auf nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen Grünabfall an, der in der Landwirtschaft oder von Dritten als Wertstoff verwertet wird (z.B. als Heu, Holzschnittel, Laub), wird von Behandlung zur Nutzung gesprochen. Die Nutzung setzt einen Transport der Wertstoffe zwischen Entstehungs-ort und Nutzung voraus.
- **Verwertung vor Ort:** Dadurch wird Grünabfall vor Ort (innerhalb der betrieblichen Einheit) in ein Produkt umgewandelt. Die Zusammensetzung des Grünabfalls, dessen Verwertung und die daraus entstehenden Produkte sind sehr vielfältig (siehe nachfolgendes Kapitel 4.3.). Eine mögliche Verwertungsart ist beispielsweise die Kompostierung von Laub.
- **Sammlung und Transport, zentrale Verwertung:** Bevor es zur zentralen Verwertung kommt, wird der Grünabfall gesammelt und an einen zentralen Verwertungsort transportiert. Die angewandten Verwertungsverfahren sind wie bei der Verwertung vor Ort sehr vielfältig. Beispiele sind die Kompostierung von Grüngut oder die Vergärung zur Produktion von Biogas.

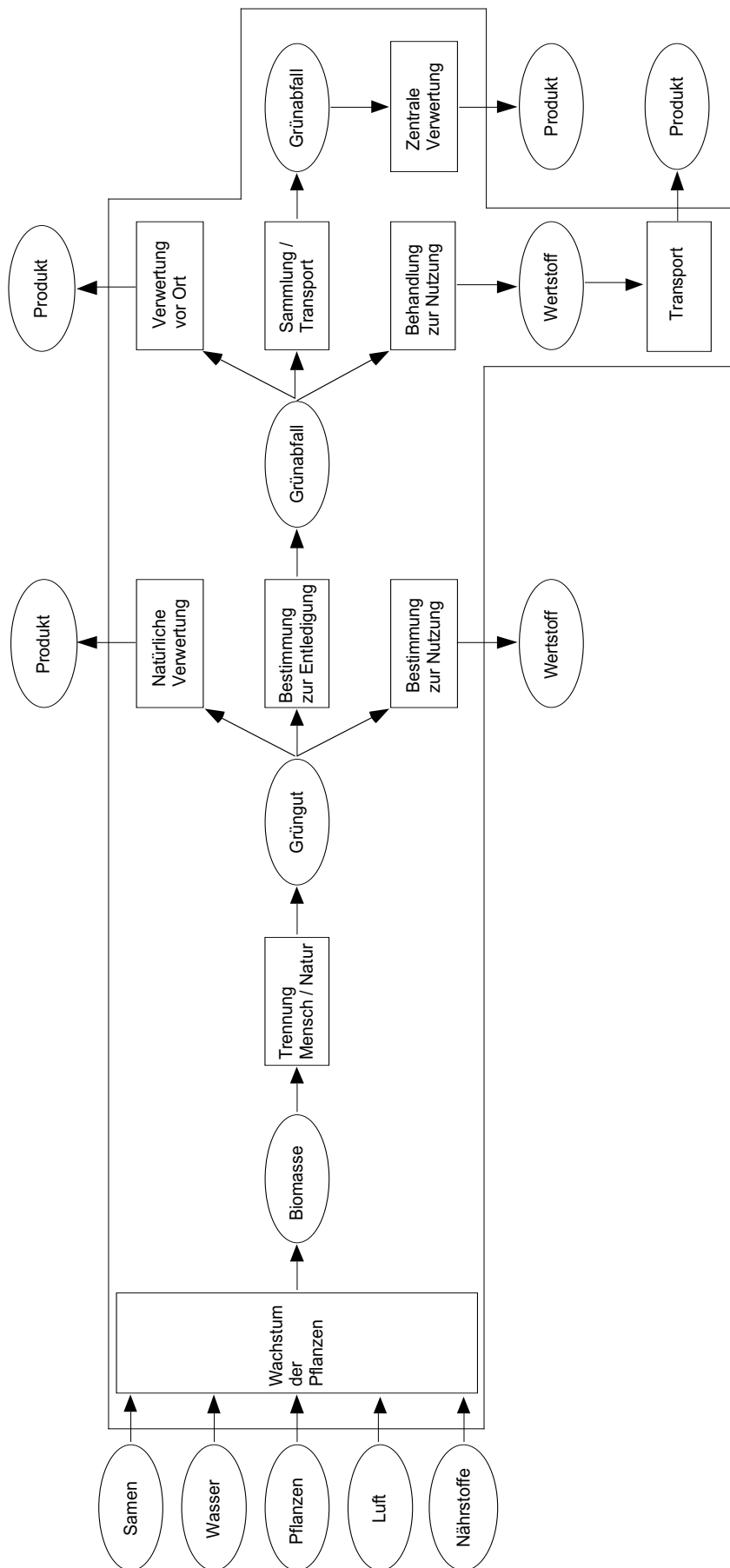


Abbildung 2: Modell des Grüngut-Materialflusses durch ein Siedlungsgebiet. Prozesse sind als Rechtecke dargestellt, (Ausgangs-)Produkte als Ovale. Die Flussrichtung wird durch Pfeile markiert

### 4.3. Vermeidungs- und Verwertungsverfahren

Für die Umsetzung der in Kapitel 4.2. beschriebenen Prozesse des neu entwickelten Grüngutmaterialfluss-Modells (Abbildung 2) stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl. So kann beispielsweise "Verwertung vor Ort" unter anderem bedeuten, dass Grünabfall kompostiert, gehäckselt oder geshreddert wird.

Die Beschreibung möglicher Vermeidungs- und Verwertungsverfahren für die einzelnen Prozesse ist als Erweiterung des Modells zu verstehen. Dabei sind ohne Anspruch auf Vollständigkeit mögliche Verfahren aufgezeigt, die heute zur Anwendung kommen.

**Vermeidungsvarianten** haben zum Ziel, die Menge der anfallenden pflanzlichen Biomasse zu minimieren (siehe Tabelle 3). Vermeiden entspricht der ersten von vier Strategien des "Abfallkonzeptes für die Schweiz" (BUWAL 1992). Vermeidungsmassnahmen im Grüngutbereich setzen vor allem bei Faktoren an, die das Pflanzenwachstum beeinflussen können wie beispielsweise Wasser- und Nährstoffzufuhr (Abbildung 2).

**Verwertungsverfahren** beginnen nach der Trennung von ganzen Pflanzen aus ihrem angestammten Standort oder von Teilen vom Organismus der Pflanze (Tabelle 3). Zu diesem Thema gibt es eine umfangreiche Literatur, die sich teilweise auch um eine Bewertung der Verfahren bemüht (siehe GLA 1996 und 1998, Guarisco 2000, Krummenacher 1999, Oberholzer und Lässer 1997 und Aebersold et al. 1993).

#### 4.3.1. Wachstum der Pflanzen

Die Frage der Nutzung ist aus Sicht der Bewirtschafter einer Grünfläche zentral und bestimmt oft sowohl die Pflanzenwahl als auch die Pflegeart. Beide Faktoren haben einen grossen Einfluss auf die Grüngut- oder Grünabfallmenge, die jährlich auf einer Grünfläche anfällt.

Pflanzen können sich in ihrer Höhe, ihrer Breite und Dichte unterscheiden aber auch in der Geschwindigkeit ihres Wachstums, der Fortpflanzungsrate sowie dem Abwerfen von Laub (immergrüne Arten werfen z.B. kaum Laub ab). Soll möglichst wenig Grünabfall zur Entsorgung anfallen, so bietet sich ein grosses Handlungspotential, falls keine Einschränkungen durch die Nutzungsform bestehen. Ein Beispiel: Wechselflorrabatten können durch mehrjährige, dem Standort angepassten Stauden ersetzt werden. Auf "mageren" Standorten wie z.B. Verkehrsinseln, Kiesplätzen oder Kreiseln kann eine Spontanbegrünung zugelassen werden. Die bei den Wechselflorrabatten mehrmals pro Jahr notwendige Neubepflanzung (und das aufwändige Giessen, Jäten und Düngen) entfällt.

Bei der Pflege der Pflanzen kann der Mensch vor allem durch Eingriffe in die Bewässerung und die Düngung (Nährstoffzufuhr) das Pflanzenwachstum beeinflussen.

#### 4.3.2. Trennung Mensch/Natur

Beim Abtrennen von Pflanzenteilen (beispielsweise durch die Schere eines Gärtners) entsteht Grüngut. Der Schnittintervall und die Schnitttechnik haben dabei einen Einfluss auf die entstehenden Mengen von Grüngut:

- **Schnittintervall:** Wird Rasen und Blumenrasen (Rasen mit hohem Anteil niedrig wachsender Kräuter) genügend häufig geschnitten, kann das Schnittgut vor Ort liegen gelassen werden (vermindert Grüngutmenge).
- **Schnitttechnik:** Ausgewählte Schnittzeitpunkte können das Pflanzenwachstum verlangsamen. Eine sachgerechte Wahl der zu schneidenden Triebe sowie der Schnittstellen bei Bäumen und Sträuchern kann das Wachstum hemmen.

#### 4.3.3. Bestimmung zur Nutzung

Grüngut wird in erster Linie zu einem bestimmten Zweck (z.B. Nahrungsmittel, energetische Nutzung, gärtnerische Erzeugnisse) angebaut. Diese Wertstoffe werden als Ware gehandelt und fallen somit nicht als Grünabfall an.

#### 4.3.4. Natürliche Verwertung

Wird Grüngut nach dem Schnitt liegen gelassen, wird es - falls keine Verfrachtungen durch Wind, Regen etc. stattfinden - von den Bodenorganismen an Ort und Stelle abgebaut. Dazu ein Beispiel:

- **Mulchen von Grasflächen mit Schlägelmäher:** Auf schmalen oder steilen Grasflächen, Strassenrändern, Böschungen usw. wird mit dem Schlägelmäher gemäht und das Schnittgut gleichzeitig zerkleinert. Dieses wird als Mulch am Boden liegen gelassen, wo ein rascher Abbau durch Mikroorganismen stattfindet.

#### 4.3.5. Verwertung vor Ort

Eine Verwertung vor Ort, also innerhalb einer betrieblichen Einheit (z.B. eines Friedhofs), kann unter anderem durch folgende Verfahren geschehen:



- **Häckseln oder shreddern von Strauch- u. Baumschnitt:** Häcksel- oder Shreddergut wird an geeigneten Stellen (z.B. unter Gehölzen) auf Grünflächen ausgebracht, als Abdeckmaterial genutzt oder kompostiert.
- **Kompostierung:** Zerkleinerte Grünabfälle und Häcksel werden auf einem Komposthaufen durch Mikroorganismen abgebaut. Dies wird insbesondere in Privatgärten, Genossenschaftssiedlungen und Friedhöfen praktiziert. Kompost wird u.a. als Gartenerde oder zur Grabpflege genutzt. Ein spezielles Beispiel für Kompostierung sind Asthaufen.
- **Laubverwertung:** Laub wird mit Gebläsen oder von Hand unter Gehölze oder Bäumen verteilt. Das Laub wird wo nötig mit einer dünnen Kompostschicht beschwert.
- **Tischbeete:** Grüngut kann bei Tisch- und Hügelbeeten zur Bildung der Wölbung verwendet werden. Das Grüngut wird im Hügelzentrum aufgeschichtet und danach mit Erde überdeckt.

#### 4.3.6. Behandlung zur Nutzung

Bei der Behandlung zur Nutzung gibt es unter anderem folgende Möglichkeiten:

- **Heuen und emden:** Heu wird als Futtermittel verwendet (Schafe, Pferde, Zootiere usw.).
- **Verbrennung/Brennholz:** Durch die Verbrennung von Schnitzeln aus Ast- und Stammschnittholz in speziellen Holzschneitzelfeuerungen (z.B. im städtischen Gutsbetrieb Juchhof, Stadt Zürich) kann Wärme gewonnen werden. Weitere Beispiele: Rund 5'000 Bündel Astholz werden beim Zürcher Sechseläuten verbrannt (50-70t pro Jahr). Äste und dünnes Stammholz werden bei öffentlichen Feuerstellen - an Stelle von Kohle - für Grillfeuer zur Verfügung gestellt.
- **Verwertung von Stammholz und Astmaterial:** Dieses kann bis zur Verrottung als Astmöbel, Flechtzaun, Astwall (z.B. als Schutzeinrichtung für Bepflanzungen) oder Spielhütte verwendet werden. Restholz kann als Brennholz, Christbaumzweige als Winterabdeckung für Gartenbeete genutzt werden.

#### 4.3.7. Zentrale Verwertung

Für die zentrale Verwertung bieten sich beispielsweise die folgenden Varianten an:

- **Flächenkompostierung in der Landwirtschaft:** Laub und Grasnchnitt aus Sportanlagen werden den Landwirten für die Ausbringung aufs Feld zur Verfügung gestellt.

- **Feldrandkompostierung:** Maschinell zu Rundballen gepresstes Laub wird z.B. mit Baum- und Rasenschnitt gemischt und für eine Feldrandkompostierung verwendet.
- **Zentrale Kompostierung:** Grünabfälle werden auf einem Komposthaufen verwertet. Im Gegensatz zur Verwertung vor Ort findet die Kompostierung ausserhalb der betrieblichen Einheit in einem zentralen Werk statt.
- **Vergären:** Unter Sauerstoffausschluss vergärt Grüngut, wobei nutzbare Gase und Alkohole entstehen (z.B. Methanolgewinnung aus Restholz und Holzabfällen).
- **Vergasen:** Holzabfälle können in einem Gleichstromvergaser in Rohgas umgewandelt werden. Nach einer Abkühlung und einer Aufbereitung kann das entstandene Reingas unter Luftzufuhr in einem Gasmotor verbrannt werden.

## 5. Umgang mit Grüngut in der Stadt Zürich

### 5.1. Grüngut-Materialfluss durch die Stadt Zürich

#### 5.1.1. Flächenaufteilung der Stadt Zürich

Die Stadt Zürich weist insgesamt eine Fläche von 9'188ha auf. Dabei fallen rund 24% der Fläche auf Wald, 70% auf Land ohne Wald und 6% auf die verschiedenen Gewässer (Statistisches Amt der Stadt Zürich 1999). Das Land lässt sich in verschiedene **Flächenareale** aufteilen (Abbildung 3). Fast ein Drittel der Landfläche besteht aus Gärten und Höfen. Weitere grosse Flächenanteile sind Wiesen und Äcker, Gebäudegrundflächen sowie Strassen und Plätze. Die restlichen Teile beanspruchen weniger als 5% der Grünfläche der Stadt Zürich. Grüngut fällt auf 67% der in Abbildung 3 aufgeführten Flächen an. Diese **Flächenareale** lassen sich weiter in verschiedene **Kompartimente** unterteilen (Anhang 2): Rasen/Wiese, Hecken/Gehölzstreifen, Rabatten, Äcker und befestigte Flächen. In der vorliegenden Arbeit werden die Kompartimente Wald, Obst- und Rebbauf Flächen nicht berücksichtigt. Die Aufteilung in einheitliche Kompartimente ist für die Berechnung der jährlich anfallenden Biomassen-Menge notwendig (Berechnungen siehe Anhänge 1, 3, 4, 6).

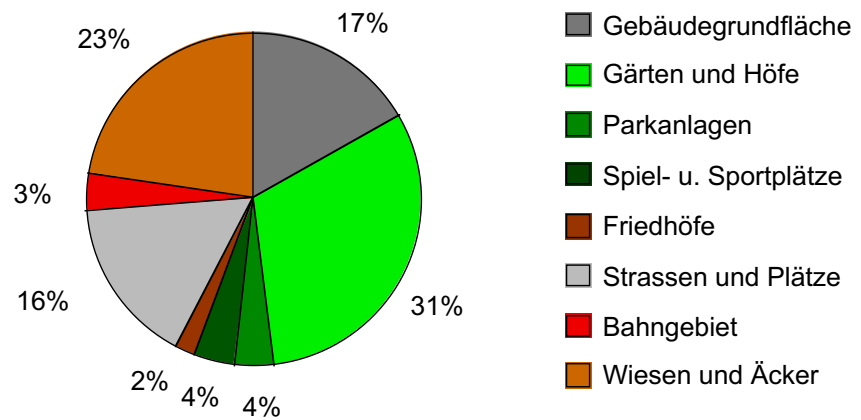


Abbildung 3: Aufteilung der Landflächen (ohne Wald) der Stadt Zürich in verschiedene Areale (Statistisches Amt der Stadt Zürich 1999)

Das **Eigentum** der oben beschriebenen Flächen der Stadt Zürich teilt sich gemäss statistischem Jahrbuch der Stadt Zürich (Statistisches Amt der Stadt Zürich 1999) in öffentliches Eigentum (59%), privates Eigentum (36%), Eigentum von Baugenossenschaften (4%) und Religionsgemeinschaften (1%) auf.

### 5.1.2. Grüngut-Materialfluss Stadt Zürich

Auf den Grünflächen der Stadt Zürich fällt jährlich 126'900t Grüngut an (Abbildung 4). Beinahe die Hälfte des Grüngutes wird natürlich verwertet und je ein Fünftel wird als Wertstoff genutzt ("Bestimmung zur Nutzung" und "Behandlung zur Nutzung") bzw. zentral verwertet. Eine kleinere Fraktion (etwa 10%) wird vor Ort verwertet.

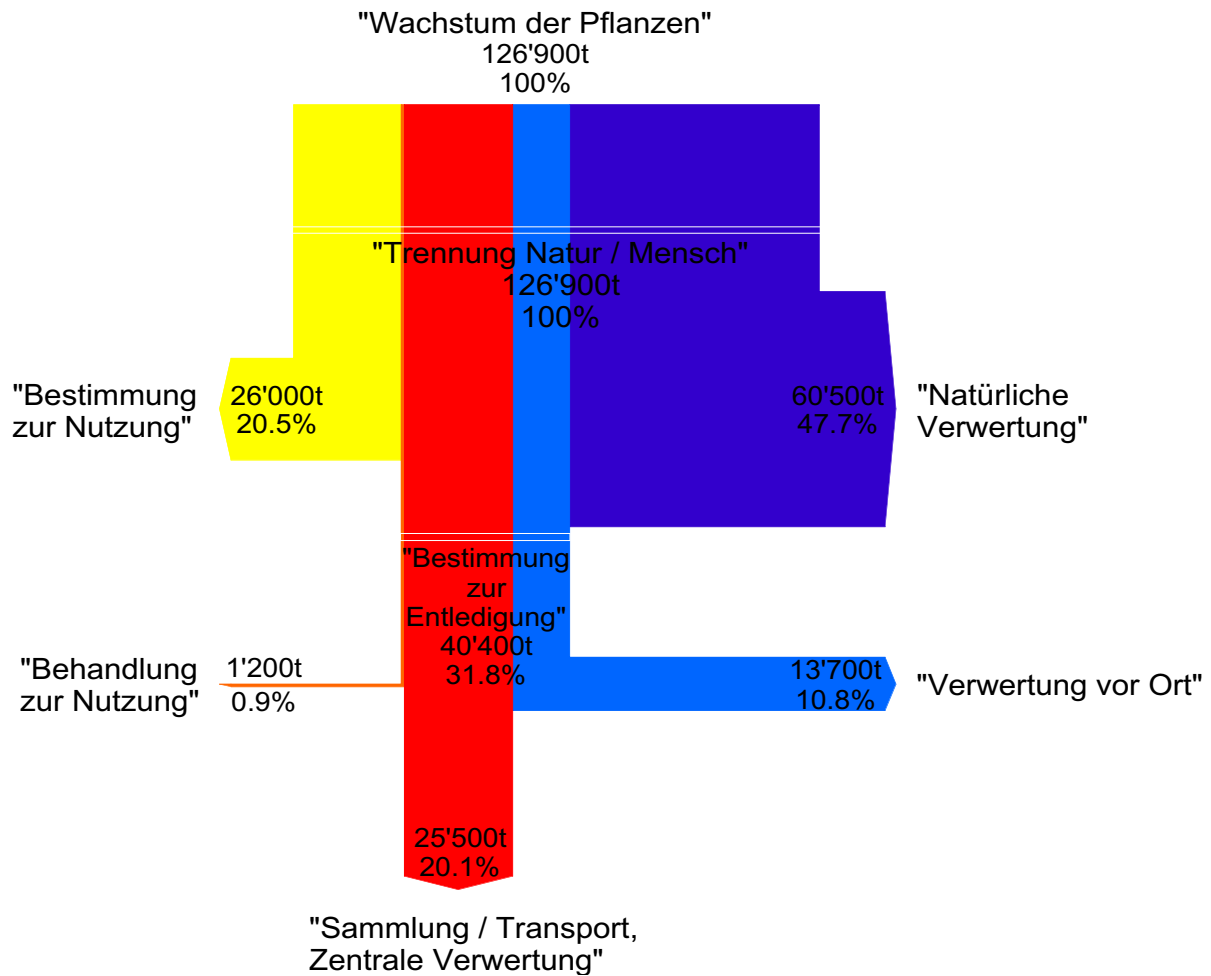


Abbildung 4: Grüngut-Mengenflussdiagramm durch die Stadt Zürich

Das in Abbildung 4 dargestellte Grüngut-Mengenflussdiagramm durch die Stadt Zürich, zeigt für die einzelnen Prozesse folgende Ergebnisse:

- **Wachstum der Pflanzen:** Die für die Biomassenproduktion relevanten Flächenkompartimente (Anhang 3) werden mit den entsprechenden theoretischen Ertragszahlen (Anhang 4) multipliziert. Diese Berechnungen (Anhang 6) zeigt, dass auf der Fläche der Stadt Zürich jährlich rund 127'000t pflanzliche Biomasse wächst.
- **Trennung Mensch/Natur:** Durch diesen Prozess entsteht aus der jährlich nachwachsenden pflanzlichen Biomasse rund 127'000t "Grüngut". Es wird davon ausgegangen, dass die Biomassenmenge die abgetrennt wird, derjenigen entspricht die jährlich nachwächst. Das "Grüngut" kann in die Prozesse "Natürliche Verwertung", "Bestimmung zur Entledigung" oder "Bestimmung zur Nutzung" einfließen.

- **Bestimmung zur Entledigung:** Durch diesen Prozess entsteht aus "Grüngut" 40'400t "Grünabfall" (rund 32% der jährlich nachwachsenden pflanzlichen Biomasse). Für die Berechnung dieses Wertes wird die Summe aus den Grünabfallmengen der drei Prozesse "Behandlung zur Nutzung", "Zentrale Verwertung" und "Verwertung vor Ort" gebildet. Die Berechnung dieser drei Mengen wird weiter unten beschrieben.
- **Bestimmung zur Nutzung:** Die Grüngutmenge, die direkt durch die Landwirtschaft in Form von Wiesen und Ackerbau genutzt wird, liegt bei rund 20% der Gesamtmenge (26'000t). Diese Menge wird durch Multiplikation der relevanten Kompartimentsflächen (Anhang 3) mit den theoretischen Flächenertragszahlen (Anhang 4) berechnet. Ein zusätzlicher kleiner Beitrag zu dieser Menge besteht aus Produkten von Gärtnereien und Baumschulen. Diese Menge wird anhand von Gesprächen mit GLA-Experten (Experten 1a, 1c, 1d) und Gartenbauunternehmern (Experten 4a-4e) geschätzt.
- **Natürliche Verwertung:** Werden die berechneten Mengen aus den Prozessen "Bestimmung zur Nutzung" und "Bestimmung zur Entledigung" von der gesamten Grüngut-Menge subtrahiert, ergibt sich eine Gesamtmenge von 60'500t Grüngut (etwa 48% der jährlich nachwachsenden pflanzlichen Biomasse), die natürlich verwertet wird.
- **Verwertung vor Ort:** Vor Ort, also innerhalb einer Betriebseinheit wie beispielsweise einer Genossenschaftssiedlung, wird rund 34% der Grünabfall-Menge (13'700t) verwertet. Weil diese Menge aufgrund der ungenügenden Datenlage für die Stadt Zürich nicht direkt berechenbar ist, wird diese Menge in Anlehnung an die Daten des GLA's (Schleiss 1999) geschätzt (Experte 1c).
- **Zentrale Verwertung:** Rund 14'000t Grünabfall wird jährlich in die zentrale Kompostieranlage Werdhölzli eingeliefert (Schleiss 1999). Das GLA liefert zudem 1'000t in die Kompostieranlage Hegnau sowie weitere 500t zur Feldrandkompostierung in den städtischen Gutsbetrieb Juchhof. Aus Befragungen bei Gartenbau-firmen (Experten 4a-4e) kann man schliessen, dass diese jährlich etwa 6'000t Grünabfälle in private und öffentliche Verwertungsanlagen ausserhalb der Stadt Zürich liefern. Die Gesamtmenge an Grünabfall, die jährlich in einer zentralen Kompostier- oder Vergärungsanlage umgesetzt wird, liegt somit bei rund 21'500t.

Eine unbekannte Menge Grüngut gelangt durch die Strassenreinigung als Wischgut in eine Kehrichtverbrennungsanlage (KVA). Ebenfalls unbekannt ist die Menge Grüngut, die in die Kanalisation geschwemmt wird und so in einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) landet. Nach Schätzungen von Experte 5d kann von rund 4'000t Grüngut ausgegangen werden. Insgesamt gelangen demnach rund 25'500t Grünabfall in eine zentrale Verwertungsanlage. Dies entspricht rund 63% der anfallenden Grünabfallmenge oder 12% der jährlich wachsenden pflanzlichen Biomasse.

- **Behandlung zur Nutzung:** 100t Heu wird vom GLA in Form von Heuballen an private Abnehmer verkauft und etwa 1'100t Grünabfall wird von Drittunternehmen als Bestandteil von Bewirtschaftungsaufträgen abgeführt (Schleiss 1999). Insgesamt rund 1'200t Grünabfall (3% jährlich wachsenden pflanzlichen Biomasse) werden so einer weiteren Nutzung zugeführt.

## 5.2. Grüngut-Materialfluss durch die GLA-betreuten Flächen

### 5.2.1. Flächenaufteilung der vom GLA betreuten Flächen

Die Gesamtfläche, die durch das GLA betreut wird, beträgt 1560ha (GLA 1997). Die grössten Anteile an den vom GLA betreuten Flächen (GLA 1997) machen mit 37% die Landwirtschaft sowie die Schul-, Spiel- und Sportgrünflächen mit 17% aus (Abbildung 5). Parkanlagen, Friedhöfe, Landschaftsgrün und Familiengärten mit je rund 10% Flächenanteil sind weitere Areale mit grösserer Ausdehnung. Diese Flächenareale lassen sich in folgende **Kompartimente** unterteilen (Anhang 2): Rasen/Wiese, Hecken/Gehölzstreifen, Rabatten, Äcker und befestigte Flächen. Weitere in der Arbeit nicht berücksichtigte Kompartimente sind Wald, Obst- und Rebbauf Flächen.

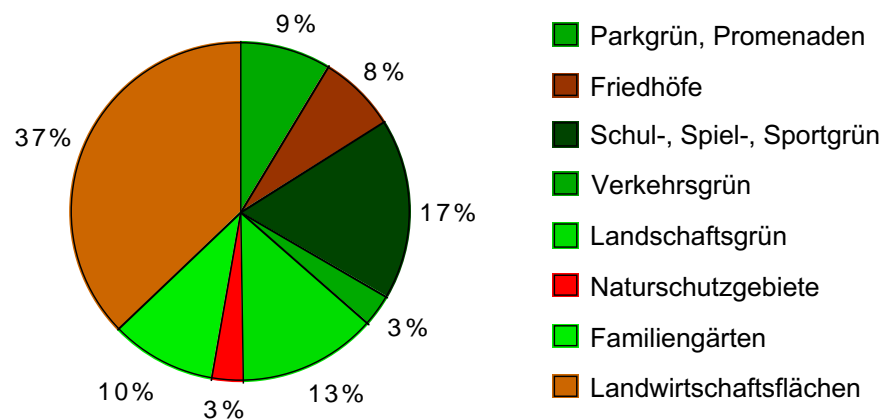


Abbildung 5: Aufteilung der vom GLA betreuten Landflächen (ohne Wald, Obst- und Rebbauf Flächen) in verschiedene Areale (GLA 1997)

Die Aufteilung der einzelnen Areale (Abbildung 5) in einheitliche Kompartimente ist notwendig, um für die Materialfluss-Analyse die jährlich anfallende Biomassen-Menge abschätzen zu können (Berechnungen siehe Anhänge 1, 2, 4, 5).

### 5.2.2. Grüngut-Materialfluss GLA-Flächen

Die Datenlage für die GLA-Flächen (GLA 1997, Schleiss 1999) ist deutlich besser als für die gesamte Stadt Zürich (siehe Kapitel 5.1.2.).

37'900t pflanzliche Biomasse entsteht jährlich auf den vom GLA betreuten Flächen (Abbildung 6). Etwa ein Drittel davon wird als Wertstoff ("Bestimmung zur Nutzung") genutzt, während etwa 43% eine "natürliche Verwertung" durchlaufen. Je rund 10% werden "zentral" bzw. "vor Ort" verwertet.

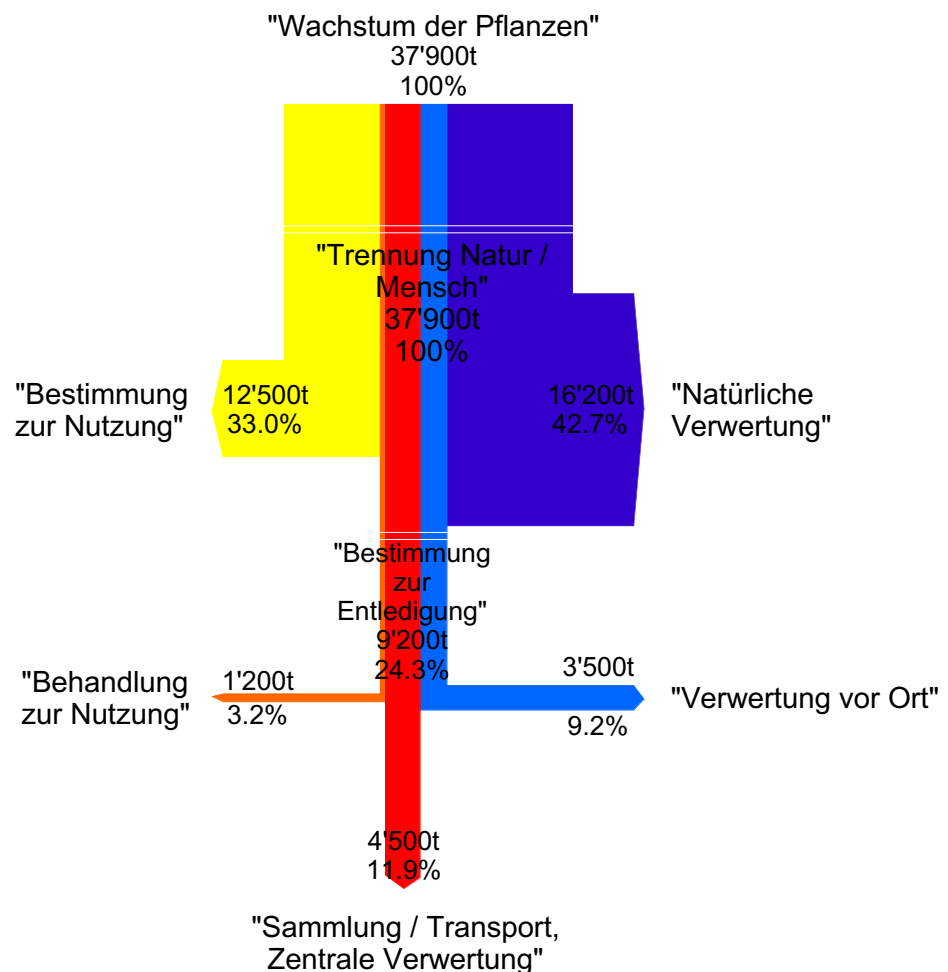


Abbildung 6: Grüngut-Mengenflussdiagramm durch die vom GLA bewirtschafteten Flächen der Stadt Zürich

Wie bei der Beschreibung des Grüngut-Mengenflussdiagramms durch die Stadt Zürich (Kapitel 5.1.2.) werden nachfolgend die Ergebnisse für die einzelnen Prozesse des Materialfluss-Modells (Abbildung 2) aufgeführt (für eine detaillierte Beschreibung der Berechnungen siehe Anhänge 1, 2, 4, 5):

- **Wachstum der Pflanzen:** Die für die Biomassenproduktion relevanten Flächenkompartimente (Anhang 2), werden mit den entsprechenden theoretischen Ertragszahlen (Anhang 4) multipliziert. Diese Berechnungen ergibt für die vom GLA betreuten Flächen eine jährlich anfallende pflanzliche Biomasse von rund 38'000t (Anhang 5).
- **Trennung Mensch/Natur:** Durch den Prozess "Trennung Mensch/Natur" entsteht aus abgetrennter pflanzlicher Biomasse "Grüngut". Dabei wird davon ausgegangen, dass ebensoviel Biomasse abgetrennt wird, wie jährlich nachwächst. Die Menge von rund 38'000t "Grüngut" verteilt sich auf die drei Unterprozesse "Natürliche Verwertung", "Bestimmung zur Entledigung" oder "Bestimmung zur Nutzung".
- **Bestimmung zur Nutzung:** Die Grüngutmenge, die durch die Landwirtschaft genutzt wird oder aus Gärtnereien und Baumschulen stammt, liegt bei rund 33% der Gesamtmenge (12'500t). Diese Menge setzt sich zusammen aus den relevanten Kompartimentsflächen (Anhang 3) multipliziert mit den theoretischen Flächenertragszahlen (Anhang 4) sowie einer nach Gesprächen mit GLA-Experten (Experten 1a, 1c, 1d) und Gartenbauunternehmern (Experten 4a-4e) geschätzten kleineren Menge gärtnerischer Erzeugnisse (z.B. Wechselflor).
- **Bestimmung zur Entledigung:** "Grüngut" wird durch diesen Prozess zu "Grünabfall". Die Menge von 9'200t "Grünabfall" (24% der jährlich nachwachsenden Biomasse) setzt sich aus der Summe der Grünabfall-Mengen gemäss GLA-Erhebungen (Schleiss 1999) sowie der geschätzten Menge Wisch- und Schwemmgut von 2000t (Experte 5d) zusammen (siehe auch unter "Zentrale Verwertung"). Das Produkt "Grünabfall" kann drei weitere Prozesse durchlaufen: "Verwertung vor Ort", "Zentrale Verwertung" und "Behandlung zur Nutzung".
- **Natürliche Verwertung:** Werden die berechneten Mengen aus den Prozessen "Bestimmung zur Nutzung" und "Bestimmung zur Entledigung" von der gesamten Grüngut-Menge subtrahiert, ergibt sich eine Gesamtmenge von 16'200t (etwa 43% der jährlich anfallenden pflanzlichen Biomasse), die natürlich verwertet wird.
- **Zentrale Verwertung:** Das GLA führt pro Jahr 2'500t Grünabfall in eine zentrale Verwertungsanlage ab (Schleiss 1999). Davon gelangen 1'000t ins Werdhölzli (Stadt Zürich) und 1'000t nach Hegnau. Etwa 500t Grünabfall wird zur Feldrandkompostierung in den Juchhof (Stadt Zürich) transportiert. Indirekt werden weitere unbekannte Mengen Grünabfall in zentrale Verwertungsanlagen geführt. Zum einen ist dies Wischgut, das in eine KVA gelangt, andererseits wird Grüngut in die Kanalisation geschwemmt und in eine ARA verfrachtet. Als Schätzung (gemäss Experte 5d) wurden dafür zusätzlich 2'000t angenommen. Gesamthaft gelangen somit etwa 4'500t Grünabfall in eine "Zentrale Verwertungsanlage". Dies entspricht rund 49% der anfallenden Grünabfallmenge oder etwa 12% der jährlich wachsenden pflanzlichen Biomasse.
- **Behandlung zur Nutzung:** Eine kleinere Menge Heu von 100t



wird in Form von Heuballen an private Abnehmer verkauft und die Menge von etwa 1'100t Grünabfall wird von Drittunternehmen als Bestandteil von Bewirtschaftungsaufträgen abgeführt (Schleiss 1999). 1'200t Grünabfall oder 13% der Grünabfallmenge werden so einer weiteren Nutzung zugeführt.

- **Verwertung vor Ort:** Vor Ort, also innerhalb einer Betriebseinheit wie beispielsweise einer Parkanlage, wird rund 38% des Grünabfalls (3'500t) verwertet. Diese Zahl ergibt sich aus: Der bekannten Menge Grünabfall (Schleiss 1999) minus die bekannten Prozessmengen von "Behandlung zur Nutzung" und "Zentrale Verwertung".

### 5.3. Konkrete Beispiele für Pflegemassnahmen und Verwertungswege

Aus dem in Kapitel 4.2. vorgestellten Modell lassen sich fünf "Wege" (Pfade) erkennen, wie mit pflanzlicher Biomasse bzw. Grüngut im Siedlungsgebiet umgegangen werden kann (Abbildung 7). Benannt werden die Wege in den meisten Fällen nach dem letzten Prozess innerhalb des Weges. Die fünf möglichen Wege werden wie folgt bezeichnet:

- "Natürliche Verwertung"
- "Verwertung vor Ort"
- "Zentrale Verwertung"
- "Behandlung zur Nutzung"
- "Bestimmung zur Nutzung"

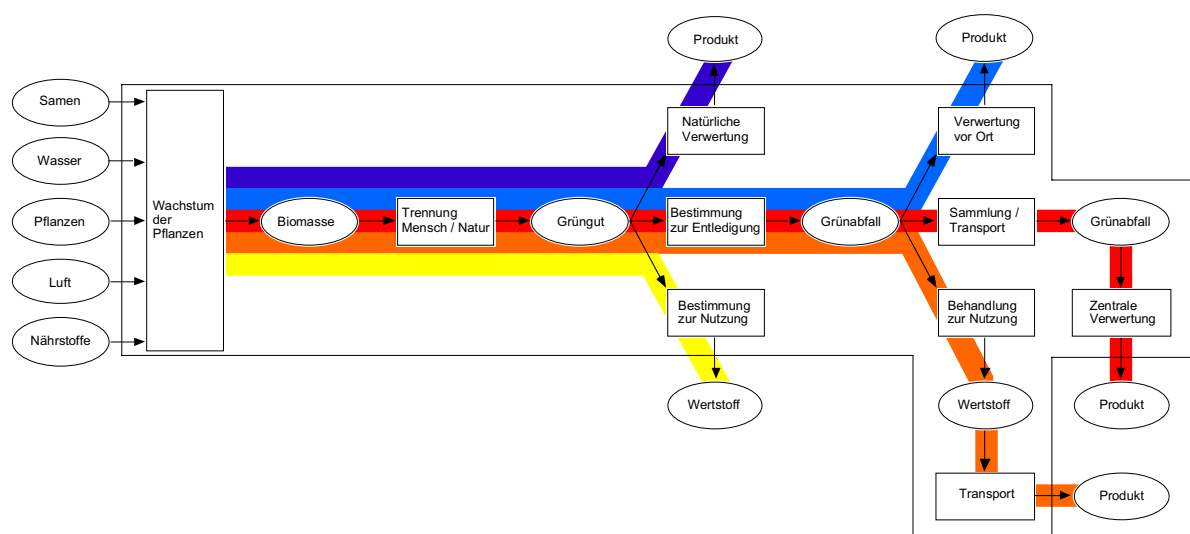


Abbildung 7: Fünf Wege des Umgangs mit Grüngut im Siedlungsgebiet

Für drei der vorgestellten "Wege" wird für eine **Grüngut-Materialfluss-Analyse** je ein konkretes **Fallbeispiel** aus der Stadt Zürich ausgewählt (Abbildung 8):

**Weg:**

- "Natürliche Verwertung"
- "Zentrale Verwertung"
- "Behandlung zur Nutzung"

**Fallbeispiel:**

- Blatterwiese
- Letzigrundrasen
- Freudenbergwiese

Im Kapitel 5.4. wird, als Ergänzung zur nachfolgenden Grüngut-Materialfluss-Analyse, die Verwertungswege und die Pflegemassnahmen mit einem neu entwickelten Indikatorenset bewertet.

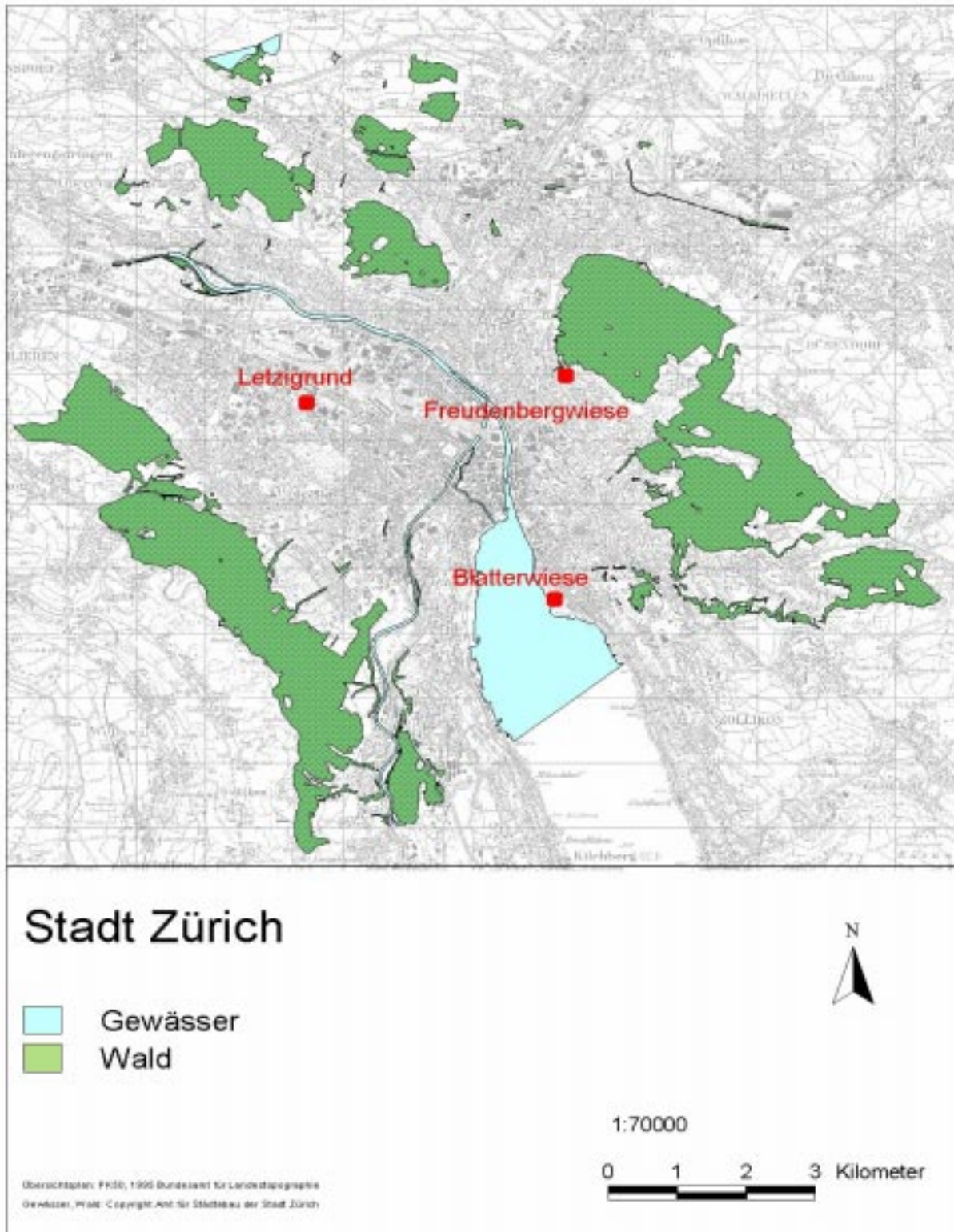


Abbildung 8: Lage der drei ausgewählten Objekte im Stadtgebiet von Zürich (GIS-Fachstelle GLA, Experte 1i)

### 5.3.1. "Zentrale Verwertung": Letzigrundrasen

Das Letzigrundstadion liegt im Nord-Westen der Stadt Zürich (Abbildung 8). Sein Rasen ist 7'857m<sup>2</sup> gross (GIS-Fachstelle GLA, Experte 1i) und wird unter anderem als Fussballplatz (v.a. Fussballclub Zürich), für Leichtathletik- und andere Sportveranstaltungen, sowie für kulturelle Anlässe genutzt (Abbildung 9).



Abbildung 9: Der Letzigrundrasen

Der Letzigrundrasen ist ein Beispiel für den **Entsorgungsweg "Zentrale Verwertung"** (Abbildung 7). Der Rasen ist nach DIN-Norm aufgebaut: auf eine drainierte Kiesschicht folgt eine rund 15cm mächtige Tragschicht aus einem Sand-Humus-Gemisch, mit einem Humusanteil von rund 10%. Der auf der Tragschicht angesäte artenarme Rasen wird nach Angaben des zuständigen Grünflächenverwalters des GLA's (Experte 1f) im Rahmen des kontinuierlichen Unterhaltes sechs Mal pro Jahr mineralisch gedüngt, durchschnittlich fünf Mal mit Trinkwasser bewässert (wetterabhängig), zwei Mal besandet (mit rund 30m<sup>3</sup> Sand), sieben Mal mit einem Traktor mit entsprechendem Anbaugerät aerifiziert (dient der Bodenbelüftung und -lockerung) und fünfzehn Mal verticutiert (vermeidet eine Verfilzung der Grasnarbe). Nach den Fussballspielen werden Schäden im Rasen so gut wie möglich behoben. Während der Spielpause im Sommer wird

der ganze Rasen überholt. Dabei wird insbesondere im Torbereich und bei den Aussenlinien schadhafter Rasen ersetzt. Herbizide kommen beim Unterhalt nur in Ausnahmefällen zum Einsatz.

Der Rasen wird rund fünfunddreissig Mal pro Jahr geschnitten (ergibt etwa 1m<sup>3</sup> Schnittgut pro Mal). Rund 95% des Grüngutes wird gesammelt und beim Stadion als Grünabfall zwischengelagert (Abbildung 10). Rund vier bis fünf Mal pro Jahr wird der Abfall mit Hilfe eines Greifers auf einen Lastwagen verladen, in die zentrale Kompostieranlage Werdhölzli transportiert und dort zentral verwertet. Rund 5% des Rasenschnitts bleibt unbeabsichtigt liegen und wird vor Ort natürlich abgebaut.

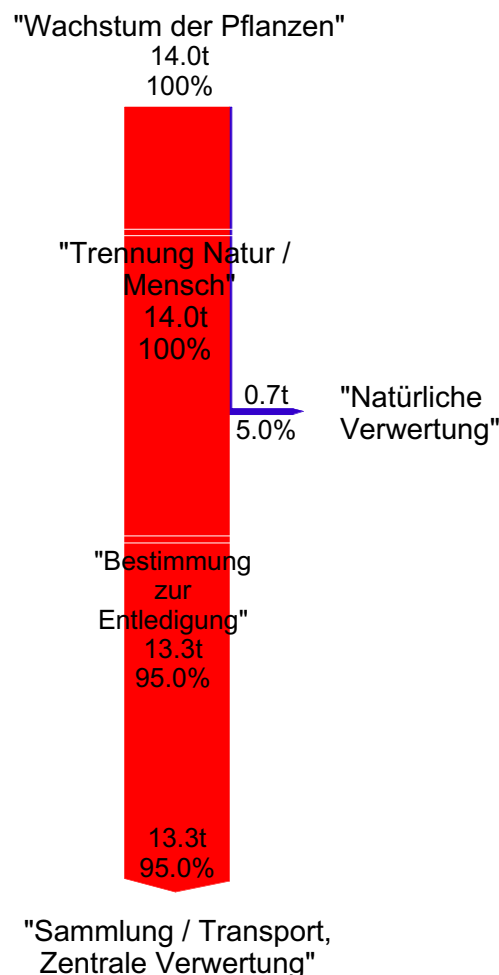


Abbildung 10: Entsorgungswegs "Zentrale Verwertung": Grüngut-Materialfluss für den Sportrasen des Stadions Letzigrund



### 5.3.2. "Natürliche Verwertung": Blatterwiese

Die Blatterwiese besteht aus einer rund 11'916m<sup>2</sup> grossen Rasenfläche (GIS-Fachstelle des GLA, Experte 1i) und ist Bestandteil der Anlagen am rechten Zürichseeufer (Bellevue bis Zürichhorn, Abbildung 8). Sie wird während der wärmeren Jahreszeit insbesondere von Jugendlichen als beliebter Spielort und wichtiger Treffpunkt am See intensiv genutzt (Abbildung 11). Die vielfältigen Aktivitäten umfassen unter anderem Ballspiele, Sonnenbaden und Partys feiern (mit Feuerstellen auf dem Rasen). Die intensive Freizeitnutzung im Sommer führt dazu, dass sich einzelne Personen auf der Wiese nicht wohl fühlen, so dass beispielsweise ältere Menschen und Eltern mit ihren Kindern dort eher weniger anzutreffen sind. Die Blatterwiese befindet sich trotz der grossen Besuchermenge in einem sehr guten Zustand. Im Laufe des Sommers sind infolge der starken Nutzung jedoch Abnützungerscheinungen in einzelnen Rasenbereichen zu erkennen.



Abbildung 11: Die Blatterwiese

Die Blatterwiese ist ein Beispiel für den **Entsorgungsweg "Natürliche Verwertung"** (Abbildung 7). Der nicht sehr artenreiche Rasen wird nach Angaben des zuständigen Grünflächenverwalters des GLA's (Experte 1g) vier Mal pro Jahr mineralisch gedüngt, zehn Mal mit Trinkwasser bewässert, ein Mal besandet (mit rund 20'000kg Sand)

und gleichzeitig aerifiziert. Weiter werden Schäden behoben, die durch Feuerstellen entstanden sind. Pestizide und Herbizide kommen bei der Pflege der Wiese nicht zum Einsatz.

Der Rasen wird zwischen April und Oktober wöchentlich geschnitten. Insgesamt werden pro Jahr rund 25 Schnitte durchgeführt. Nach dem Mähen bleibt der Rasenschnitt als Grüngut liegen und wird an Ort und Stelle "natürlich verwertet" (Abbildung 12). Schätzungsweise 20% des Grüngutes werden unbeabsichtigt beim Entfernen des Abfalls, der während der Nutzung anfällt (Expertin 2a), von einem speziellem Sauggerät aufgenommen und mit dem Abfall - immerhin 200t jährlich - in einer KVA verbrannt (Experte 1g).

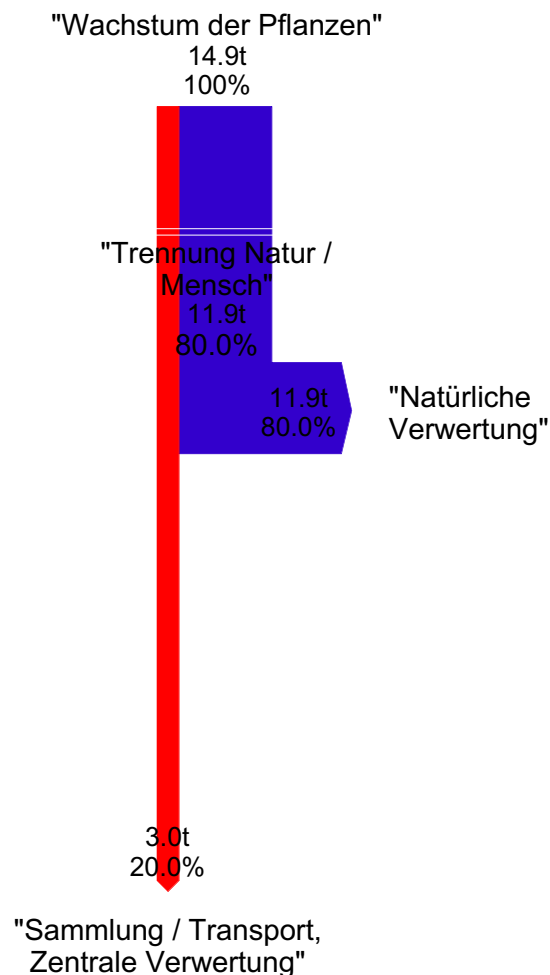


Abbildung 12: Entsorgungsweg "Natürliche Verwertung": Grüngut-Materialfluss für die Blatterwiese (Liegewiese)

### 5.3.3 "Behandlung zur Nutzung": Freudenbergwiese

Die rund 6'740m<sup>2</sup> grosse Freudenbergwiese (GIS-Fachstelle des GLA's, Experte 1i) im Quartier Oberstrass gehört der Stadt Zürich und liegt in einem Villenquartier am Zürichberg (Abbildung 8). Das Objekt besteht aus einer Magerwiese sowie aus Fromentalwiesen mit mittlerem bis hohem Nährstoffgehalt (Abbildung 13). Die grosse und artenreiche Magerwiese wird im Inventar der kommunalen Natur- und Landschaftsschutzobjekte der Stadt Zürich (KSO-27.04, GLA 1989) als wertvoll taxiert. Den mittleren Teil der Wiese bildet ein Wiesenbord, den unteren Teil ein flaches Stück. Oberhalb der Wiese, mit Blick auf den Zürichsee, befindet sich ein schmaler Rasenstreifen mit Bäumen und Bänken, der an schönen Tagen von Passanten als Treffpunkt, Arbeitsort oder zur Erholung genutzt wird. Die Freudenbergwiese selbst wird von Anwohnern und Passanten nicht direkt genutzt, aber als "schöner Ort" geschätzt.



Abbildung 13: Die Freudenbergwiese



Die Freudenbergwiese ist ein Beispiel für den Entsorgungsweg "**Behandlung zur Nutzung**" (Abbildung 7). Das Wachstum der Pflanzen wird durch den Menschen nicht beeinflusst (Abbildung 14). Grüngut entsteht zwei Mal pro Jahr durch Mähen (Experten 1e, 1h). Die Schnitttermine sind Mitte Juni und Ende August. Rund zwei Drittel des Grüngutes fallen beim ersten Schnitt an, rund ein Drittel beim zweiten Schnitt (Emd). Mit Ausnahme des zweiten Schnitts des Wiesenbords wird Heu oder Emd als Dürrfutter für Schafe in den städtischen Gutsbetrieb Juchhof überführt. Der zweite Schnitt des Wiesenbords wird zu Siloballen verarbeitet und vom Bauern, der das Objekt mäht, als Schaffutter verwertet. Rund 5% des Schnittgutes bleiben aus technischen Gründen liegen.

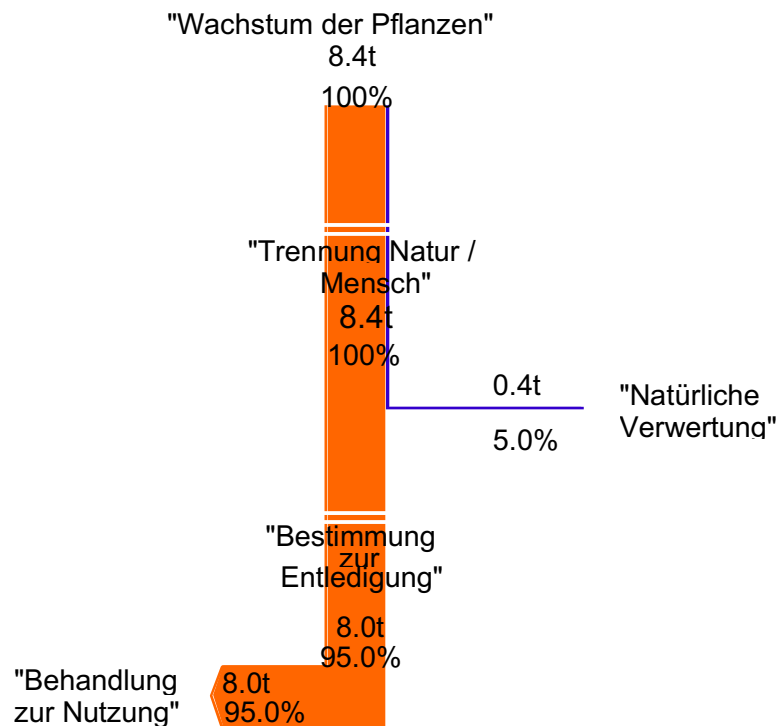


Abbildung 14: Entsorgungsweg "Behandlung zur Nutzung": Grüngut-Materialfluss für die Freudenbergwiese

## 5.4. Bewertung der Pflegemassnahmen und der Verwertungswege

### 5.4.1. Beschreibung der Indikatoren

Um die in Kapitel 5.3. vorgestellten Verwertungswege für Grüngut bzw. Grünabfall beurteilen zu können, werden aussagekräftige Indikatoren gesucht, welche die ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen der im Modell zum Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet (Abbildung 2) berücksichtigten Prozesse überprüfbar machen (Abbildung 15).

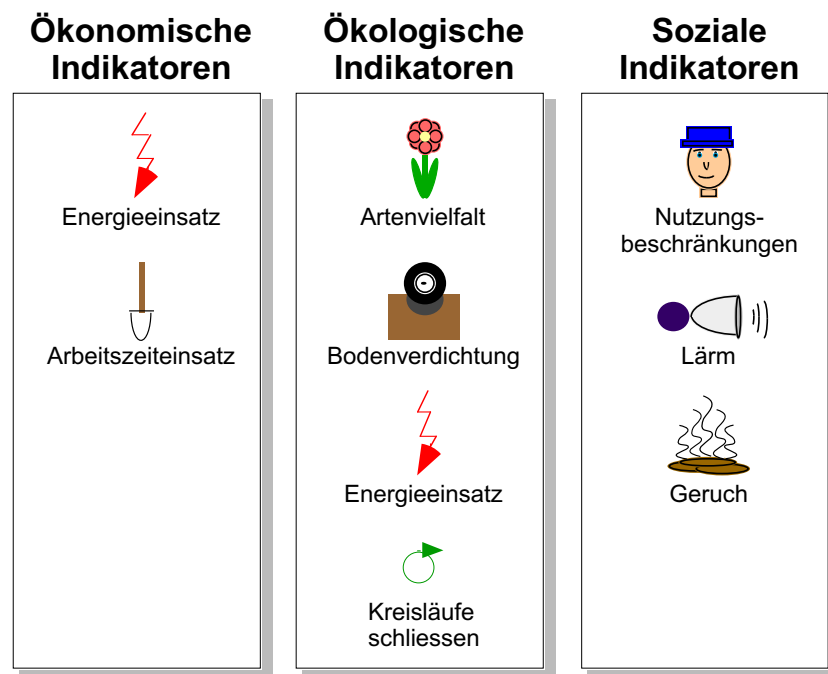










Abbildung 15: Indikatoren zur Beurteilung des Umgangs mit Grüngut im Siedlungsgebiet

In Bezug auf die Erhebung der Daten zu den einzelnen Indikatoren können **zwei Indikatorentypen** unterschieden werden. Zum einen sind dies Indikatoren, bei denen Daten bei einzelnen Prozessen erhoben werden (**Einzelindikatoren**). Beispiele dafür sind der Energie- und Arbeitseinsatz (Tabelle 4). Für den zweiten Indikatorentyp wird der gesamte "Weg" von der Entstehung der pflanzlichen Biomasse bis hin zum letzten durchlaufenen Prozess berücksichtigt. Zu diesen **übergeordneten Indikatoren** gehören "Artenvielfalt", "Kreisläufe schliessen" und "Geruch".

Tabelle 4: Verwendete Indikatoren und ihre Erhebungsmethoden

Indikator	Erhebungsmethode	Masseinheit
 Energieeinsatz <sup>a</sup>	Befragung, Literaturstudium	kWh/Are
 Arbeitszeiteinsatz <sup>a</sup>	Befragung	h/Are
 Artenvielfalt <sup>b</sup>	Befragung, Literaturstudium	Anzahl Arten
 Bodenverdichtung <sup>a</sup>	Befragung, Literaturstudium	cm
 Kreisläufe schliessen <sup>b</sup>	Befragung	geschlossen/offen
 Nutzungsbeschränkungen <sup>a</sup>	Befragung	keine
 Lärm <sup>a</sup>	Befragung, Literaturstudium	Beurteilungspegel Lr in dB, Reklamationen ja/nein
 Geruch <sup>b</sup>	Befragung	stark/gering

<sup>a</sup> **Einzelindikatoren:** Daten werden bei einzelnen Prozessen erhoben.

<sup>b</sup> **Übergeordnete Indikatoren:** Der gesamte "Weg" von der Entstehung der pflanzlichen Biomasse bis hin zum letzten durchlaufenen Prozess wird berücksichtigt.

Nachfolgend werden die einzelnen Indikatoren genauer vorgestellt:

- **Energieeinsatz:** Der Energieeinsatz ist sowohl ein ökonomischer als auch ein ökologischer Indikator. Auf der ökonomischen Seite weist er einerseits direkt auf die Kosten für Energieträger hin. Andererseits steht der Energieeinsatz auch in einem engen Verhältnis zu den Aufwendungen für die eingesetzten Maschinen (Investitionskosten, Unterhaltskosten). Diese sind weitaus grösser als die Kosten für Energie und deshalb für ökonomische Überlegungen bedeutend. Jede Form von Energieverbrauch führt auch zu Umweltbelastungen (BUWAL 1997). Da im Umgang mit Grüngut hauptsächlich fossile Energieträger verwendet werden, steht der Energieeinsatz auf der ökologischen Seite für die Luftverschmutzung, den Anstieg von Kohlendioxid und den Verbrauch von nicht erneuerbaren Ressourcen.
- **Arbeitszeiteinsatz:** Bei den meisten Prozessen machen die Arbeitskosten den Hauptanteil der Gesamtkosten aus. Deshalb ist der Arbeitseinsatz der wichtigste ökonomische Indikator. Es wurde bewusst die Arbeitszeit und nicht die Arbeitskosten als Indikator gewählt, da letztere bedeutend schwieriger zu messen sind. Im Zusammenhang mit diesem Indikator stehen selbstverständlich auch der Faktor Arbeitsplätze. Eine Reduktion des Arbeitseinsatz ist aus rein betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll, gesellschaftspolitisch

jedoch umstritten.

- **Artenvielfalt:** Die Anzahl Gefässpflanzen auf einem Standort gibt einen Hinweis auf die aus ökologischer Sicht herrschenden Verhältnisse. Neben Klima- und Bodenfaktoren haben die Nutzungsart und die Pflege einen entscheidenden Einfluss auf die Artenvielfalt. Artenreiche Standorte deuten auf eine extensive Nutzung hin, während artenarme Standorte für Gebiete mit intensiver, einseitiger Nutzung typisch sind. Durch den Umgang mit Grüngut kann sich die Artenzusammensetzung und -vielfalt ebenfalls verändern (Experten 1d, 1e).
- **Bodenverdichtung:** Die Qualität des Bodens ist ein entscheidender Faktor für das Wachstum der Pflanzen. Es muss verhindert werden, dass die Bodenfruchtbarkeit (siehe VBBö, Kapitel 3.1.) durch die mechanischen Einwirkungen im Umgang mit Grüngut verschlechtert wird. Für die Beurteilung der Bodenverdichtung wurde nach dem vereinfachten Walzenmodell nach Hartge/Horn vorgegangen (z.B. BUWAL 1996; Vorgehen siehe Anhang 9).
- **Kreisläufe schliessen:** Geschlossene Materialkreisläufe im Grüngutbereich stellen sicher, dass die Grundbausteine der Biomasse vor Ort erhalten und nutzbar bleiben. Für das GLA der Stadt Zürich sind Kreisläufe geschlossen, wenn sich einerseits die Bewirtschaftung und Pflege nach den natürlichen Kreisläufen der Stoffe orientiert, andererseits Kreisläufe möglichst vor Ort geschlossen werden (GLA 1996). Die Auslegung dieser Definition wird mit Praxisbeispielen konkretisiert (GLA 1998). Die Fachleute des GLA's haben durch gezielte Aus- und Weiterbildung ein praxisorientiertes Verständnis für die Bewertung von Materialkreisläufen entwickelt. Ob ein Materialkreislauf im Fall der hier behandelten Fallbeispiele geschlossen oder nicht geschlossen ist, wurde deshalb durch Interviews mit einigen dieser Fachleute abgeklärt (Experten 1f-1h).
- **Nutzungsbeschränkungen:** Für die Gesellschaft steht die Nutzung einer Grünfläche im Zentrum. Deshalb sind Einschränkungen der Nutzung durch die Pflege und die Verwertung von Grüngut unerwünscht und heikel und können schnell zu einer Ablehnung dieser Verfahren führen.
- **Lärm:** Beim Umgang mit Grüngut wird Lärm durch Maschinen- und Geräteeinsätze verursacht. Dieser Störfaktor kann die Akzeptanz der Betroffenen gegenüber einer Entsorgungsvariante beeinflussen. Die Wahrnehmung von und die Störimpfindung durch Lärm ist sehr individuell ("Es ist nicht das gleiche, ob man vor einem Schulhaus oder auf einem Sportplatz den Rasen mäht", Experte 1g). Die Beurteilung des Lärms (siehe Anhang 8) basiert auf den Vorgaben der Lärmschutzverordnung.
- **Geruch:** Ein weiterer Indikator zur Beurteilung der sozialen Akzeptanz von Verwertungsvarianten ist die Störung durch Geruchsimmissionen. Nur wenn sich ein wesentlicher Teil der betroffenen Bevölkerung durch Geruchsbildung gestört fühlt, und dies durch eine offizielle Erhebung festgestellt wird, müssen Massnahmen zur Einschränkung der Geruchsimmissionen durch-

geführt werden (vgl. Anhang 7 LRV und Tabelle 4). Interviews mit Fachleuten (Experten 1f-1h, 5c) zeigten auf, ob Reklamationen bezüglich Geruchsimmission vorlagen.

### 5.4.2. Bewertung mit Indikatoren

Für die drei in Kapitel 5.3. vorgestellten Entsorgungswege sind mittels Befragungen (Experten 1e-1g, Anhang 10) und Literaturstudium Daten zu den einzelnen Indikatoren gesammelt worden (Tabellen 5-7). Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten werden die Daten auf eine Are bezogen.

Beim Prozess "Wachstum der Pflanzen" oder anders ausgedrückt bei den Pflegemassnahmen durch den Menschen (Tabelle 5), ergibt sich für die am intensivsten gepflegte Fläche (den Letzigrundrasen) die höchsten Indikatorwerte. Bei der Freudenbergwiese sind die Indikatorwerte Null, da vor dem Schnitt keine Pflegemassnahmen ausgeführt werden.

Tabelle 5: Werte zu den einzelnen Indikatoren für "Wachstum der Pflanzen" (Pflegemassnahmen) auf eine Are bezogen

Prozess	Indikator	"Wachstum der Pflanzen" (Pflegemassnahmen)			Masseinheit
		"Zentrale Verwertung"	"Natürliche Verwertung"	"Behandlung zur Nutzung"	
		Letzigrund	Blatterwiese	Freudenbergwiese	
		78.57	119.16	67.4	Are
"Wachstum der Pflanzen"	Arbeitszeiteinsatz	2.0	0.6	0	h/Are
	Energieeinsatz	46.6	4.4	0	kWh/Are
	Bodenverdichtung <sup>a</sup>	2'604	235	0	cm
	Lärm <sup>b</sup>	96.5	96	0	dB

<sup>a</sup> Anhang 9

<sup>b</sup> Anhang 8

Über den Verwertungsweg (ohne "Wachstum der Pflanzen" bzw. Pflegemassnahmen) betrachtet, ergibt sich für den Letzigrundrasen mit Ausnahme des Lärmwertes wiederum die höchsten Indikatorwerte (Tabelle 6). Der Lärmwert ist auf der Freudenbergwiese etwas höher, weil auf dieser Grünfläche grössere Maschinen eingesetzt werden.

Tabelle 6: Werte zu den einzelnen Indikatoren für den gesamten Verwertungsweg (alle Prozesse ohne "Wachstum der Pflanzen" bzw. Pflegemassnahmen) auf eine Are bezogen

Prozess	Indikator	Verwertungsweg			Masseinheit
		"Zentrale Verwertung"	"Natürliche Verwertung"	"Behandlung zur Nutzung"	
		Letzigrund	Blatterwiese	Freudenbergwiese	
		78.57	119.16	67.4	Are
"Trennung Mensch/Natur"	Arbeitszeiteinsatz	1.3	0.4	0.03	h/Are
	Energieeinsatz	10.7	3.4	0.4	kWh/Are
	Bodenverdichtung <sup>a</sup>	2'205	1'575	52	cm
	Lärm <sup>b</sup>	88.0	86.2	89.2	dB
"Natürliche Verwertung"	Arbeitszeiteinsatz	--	0	--	h/Are
	Energieeinsatz	--	0	--	kWh/Are
	Bodenverdichtung <sup>a</sup>	--	0	--	cm
	Lärm <sup>b</sup>	--	0	--	dB
"Behandlung zur Nutzung" und zugehöriger Transport	Arbeitszeiteinsatz	--	--	0.4	h/Are
	Energieeinsatz	--	--	5.0	kWh/Are
	Bodenverdichtung <sup>a</sup>	--	--	572	cm
	Lärm <sup>b</sup>	--	--	88.0	dB
"Zentrale Verwertung" mit Sammlung und Transport	Arbeitszeiteinsatz	0.4	--	--	h/Are
	Energieeinsatz	12.9	--	--	kWh/Are
	Bodenverdichtung <sup>a</sup>	2'065	--	--	cm
	Lärm <sup>b</sup>	83.0	--	--	dB
<b>Zusammenstellung der Verwertungswege (ohne "Wachstum der Pflanzen")</b>	<b>Arbeitszeiteinsatz</b>	<b>1.8</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>h/Are</b>
	<b>Energieeinsatz</b>	<b>23.6</b>	<b>3.4</b>	<b>5.4</b>	<b>kWh/Are</b>
	<b>Bodenverdichtung<sup>a</sup></b>	<b>4'270</b>	<b>1'575</b>	<b>624</b>	<b>cm</b>
	<b>Lärm<sup>b</sup></b>	<b>89.2</b>	<b>86.2</b>	<b>90.3</b>	<b>dB</b>

<sup>a</sup> Anhang 9<sup>b</sup> Anhang 8

Beim Vergleich der gesamten Verwertungswege (mit "Wachstum der Pflanzen" bzw. Pflegemassnahmen) zeigt sich deutlich, dass die Indikatorwerte um so höher liegen, je intensiver eine Grünfläche gepflegt und genutzt wird (Tabelle 7). So sind die Werte beim Letzigrundrasen höher als bei der Blatterwiese und der Freudenbergwiese.

Tabelle 7: Werte zu den einzelnen Indikatoren für den gesamten Verwertungsweg (mit "Wachstum der Pflanzen" bzw. Pflegemassnahmen) auf eine Are bezogen

Prozess	Indikator	"Wachstum der Pflanzen" und Verwertungsweg			Masseinheit
		"Zentrale Verwertung"	"Natürliche Verwertung"	"Behandlung zur Nutzung"	
		Letzigrund	Blatterwiese	Freudenbergwiese	
		78.57	119.16	67.4	Are
<b>Summe von:</b>	<b>Arbeitszeiteinsatz</b>	<b>3.8</b>	<b>1.0</b>	<b>0.4</b>	<b>h/Are</b>
<b>Wachstum der</b>	<b>Energieeinsatz</b>	<b>70.2</b>	<b>7.7</b>	<b>5.4</b>	<b>kWh/Are</b>
<b>Pflanzen und Ver-</b>	<b>Bodenverdichtung<sup>a</sup></b>	<b>6'874</b>	<b>1'810</b>	<b>624</b>	<b>cm</b>
<b>wertungsweg</b>	<b>Lärm<sup>b</sup></b>	<b>97.0</b>	<b>96.5</b>	<b>90.3</b>	<b>dB</b>
Übergeordnete Indikatoren	Kreisläufe schliessen	offen	geschlossen	offen	
	Artenzahl	<10	<20	>30	Anzahl Arten
	Geruch	gering	kein	kein	

<sup>a</sup> Anhang 9<sup>b</sup> Anhang 8

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Untersuchung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Indikatoren (Tabellen 5-7) genauer dargestellt.

### Ökonomische Indikatoren

**Energieeinsatz:** Auf dem Letzigrund-Rasen wird von der Pflege bis zur Entsorgung des Grünabfalls pro Flächeneinheit jährlich rund 10 Mal mehr Energie verbraucht, als auf den beiden anderen untersuchten Wiesen (Tabelle 7). Die grossen Unterschiede sind vor allem auf die unterschiedliche Intensität der Pflege und die Schnitthäufigkeit zurück zu führen. Während auf der Freudenbergwiese keine Energie für die Pflege gebraucht wird, werden dafür auf der Blatterwiese 57% und auf dem Letzigrund 66% der Gesamtenergie benötigt. Der Gesamtenergieverbrauch auf dem Letzigrund von 5'516kWh entspricht etwa dem Energieeinsatz für eine 6'500km lange Fahrt mit einem Kleinwagen (Raos 1998). Da in der Stadt Zürich 106 Sportplätze und zahlreiche, kleinere und grössere Grünflächen unterhalten werden, ist der jährliche Gesamtenergieeinsatz beim Umgang mit Grüngut für die Stadt Zürich beträchtlich.

Die Kosten für den Energieträger (z.B. Benzin) sind vernachlässigbar. Bei einem angenommenen kWh-Preis von Fr. 0.13.-- (INFEL 1996) kostet der jährliche Energieeinsatz auf dem Letzigrund beispielsweise nur Fr. 717.--. Diese tiefen Energiekosten bergen die Gefahr, dass mit Energieträgern verschwenderisch umgegangen wird. Die Aufwendung für die eingesetzten Maschinen (Investitionskosten, Unterhaltskosten) sind weitaus grösser und deshalb für ökonomische Überlegungen be-

deutender. Auch hier ist die Intensität der Pflege ein wichtiger Faktor für den Maschinenpark und die damit verbundenen Kosten.

Aufgrund der Kostenrelevanz ist ein ökonomisches Verbesserungspotential bei den eingesetzten Maschinen und nicht beim Treibstoffverbrauch zu suchen. Dabei sind Anschaffungskosten, Nutzungsdauer, Auslastung und die Effizienz der Maschine die wichtigsten Kennzahlen.

**Arbeitseinsatz:** Die Kosten für den Arbeitseinsatz sind im Vergleich zu den Energiekosten bedeutend höher. Bei einem Stundenansatz von Fr. 75.-- beträgt der gesamte Arbeitsaufwand auf dem Letzigrund pro Jahr Fr. 22'425.--, auf der Blatterwiese Fr. 8'925.-- und auf der Freudenbergwiese Fr. 2'025.-- (Tabellen 5-7). Diese Unterschiede sind, wie die Energiekosten, hauptsächlich auf die unterschiedlichen Pflegearten und Schnitthäufigkeiten zurückzuführen.

Da heute beinahe alle Arbeitsschritte maschinell verrichtet werden, fallen der Arbeits- und der Energieeinsatz meist gemeinsam an. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist ein hoher Mechanisierungsgrad zu begrüssen, da er die hohen Arbeitskosten senkt.

**Gesamthaft** gesehen, sind die Kosten auf dem Letzigrund weitaus am höchsten. Diesen gegenüber stehen jedoch der hohe Stellenwert des Sports und die damit verbundenen Einnahmen. Die Aufwendungen für die Blatterwiese sind bedeutend tiefer und am Grad der Flächennutzung beurteilt bescheiden. Bei der Freudenbergwiese sind die Gesamtkosten zwar am tiefsten, doch ist der Geräteeinsatz für die "Behandlung zur Nutzung" (heuen und emden) relativ gross.

### Ökologische Indikatoren

**Energieeinsatz:** Zum Betreiben von Motorfahrzeugen für den Umgang mit Grüngut werden beinahe ausschliesslich fossile Energieträger verwendet. Dies ist nicht unproblematisch, da einerseits nicht erneuerbare Ressourcen verbraucht, andererseits gesundheitsgefährdende Schadstoffe in die Luft emittiert werden.

Die entstehenden Emissionen sind im Vergleich zu den Schweizer Gesamtemissionen verschwindend klein. Letztere betragen 1990 für NO<sub>x</sub> beispielsweise 164'000t (BUWAL 1997), während auf der Letzigrund durch den Umgang mit Grüngut jährlich etwa 2.3kg NO<sub>x</sub> ausgestossen werden (Hochrechnung basierend auf den US-Normen 83: Strahm 1992). Die entsprechenden Werte für CO und CO<sub>2</sub> betragen 7.9kg und 0.9kg. Trotz dieser tiefen Werte gilt es in Anbetracht der insgesamt grossen zu betreuenden Flächen Anstrengungen zu unternehmen, den Schadstoff-Beitrag durch den Umgang mit Grüngut zu minimieren. Beim Neukauf sollten energieeffiziente Maschinen be-



vorzugt werden. Zudem sollte geprüft werden, ob emissionsärmere Energieträger eingesetzt werden können.

**Artenvielfalt:** Die Artenzahl auf den drei untersuchten Flächen unterscheidet sich stark (Tabelle 7). Die Ergebnisse der Untersuchung deuten darauf hin, dass die Artenvielfalt und die Intensität der Nutzung negativ miteinander gekoppelt sind. Beim Letzigrundrasen erfüllen nur wenige ausgewählte Gräser die hohen Anforderungen, die das Fussballspielen an einen Rasen stellt (Trittfest, Scherfest usw.). Auf der Blatterwiese würde die Ausbreitung von niedrig wachsenden Blütenpflanzen eine unerwünschte Zunahme von Bienen zur Folge haben und so den Spass beim Picknicken beeinträchtigen.

Bei den meisten Grünflächen, wie bei der Blatterwiese und dem Letzigrundrasen, steht für die Bevölkerung die Nutzung im Vordergrund. Die Leute wollen auf der grünen Wiese am Seeufer liegen oder auf dem Sportrasen Fussball spielen. Die Artenvielfalt ist für sie nebensächlich (Experten 1f, 1g). Ganz anderes sieht es bei der Freudenbergwiese aus: dort steht die Artenvielfalt der Fromentalwiese im Mittelpunkt. Die Leute - Anwohner, Passanten, Ausruhende - erfreuen sich der bunten Ansicht, was der Artenzahl einen hohen Stellenwert verleiht (Experten 1h, 1e).

Aus ökologischer Sicht ist eine grosse Artenvielfalt der Gefässpflanzen zu unterstützen. "Artenschutz und -förderung darf sich nicht nur auf Naturschutzgebiete oder Randzonen des Siedlungsgebietes beschränken. Auch auf intensiv genutzten Grünflächen, die den weitaus grösseren Teil der Stadt ausmachen, ist die Artenvielfalt zu fördern" (Experte 1b). Beim Bau einer neuen Grünanlage wird vom GLA versucht, dieser Forderung zu entsprechen (Experte 1c).

**Kreisläufe schliessen:** Bei der **Blatterwiese** sind die Materialkreisläufe mehrheitlich geschlossen (Tabelle 7). Der Rasenschnitt bleibt zu 80% auf der Fläche liegen (Abbildung 12), wird natürlich verwertet und steht so wieder für den Pflanzenaufbau zur Verfügung. Da die intensive Nutzung jedoch ein schnelles Pflanzenwachstum erfordert, ist trotz mehrheitlich geschlossenen Materialkreisläufen eine Düngung unumgänglich (Experte 1g).

Die Materialkreisläufe des **Letzigrundrasens** sind vor Ort mehrheitlich offen (Tabelle 7). Da kaum organisches Material liegen bleibt, müssen reichlich künstliche Nährstoffe zugeführt werden (Experte 1f). Der abtransportierte Rasenschnitt wird zentral kompostiert und später hauptsächlich auf Landwirtschaftsflächen wieder in die Kreisläufe integriert. Die Kreisläufe sind somit regional, jedoch nicht vor Ort geschlossen.

Bei der **Freudenbergwiese** sind die Materialkreisläufe vor Ort ebenfalls offen (Tabelle 7). Ein Abtransport des Grüngutes ist notwendig, da sich sonst der Charakter der Wiese durch eine Zunahme der Nähr-

stoffkonzentration im Boden ändern würde. Es entstünde innert weniger Jahren eine Fettwiese. Wie beim Letzigrundrasen sind auch hier, indem das Schnittgut Tieren verfüttert wird, die Kreisläufe regional geschlossen.

Die Grüngut-Materialkreisläufe der drei untersuchten Flächen sind mindestens auf **regionaler Ebene** geschlossen. Aus ökologischer Sicht ist das **Schliessen von Kreisläufen vor Ort** in den meisten Fällen zwar sinnvoll, da auf Transporte und teilweise auf Düngung verzichtet werden kann. In einzelnen Fällen kann die Verwertung vor Ort jedoch zu ungewollten Veränderungen führen (siehe Beispiel Freudenbergwiese).

**Bodenverdichtung:** Beim Bau einer Grünanlage wird der Bodenaufbau auf die vorgesehene Nutzung ausgerichtet. Während die Freudenbergwiese auf dem natürlich gewachsenen Boden angelegt wurde und somit das ursprüngliche Bodenprofil weitgehend beibehalten werden konnte, verlangt ein intensiv genutzter Rasen wie im Letzigrundstadion oder auch die Blatterwiese einen speziellen Aufbau von Ober- und Unterboden.

Ein Verdichtung des Bodens beeinträchtigt dessen Fruchtbarkeit, da seine Struktur zerstört wird. Für alle drei Fallbeispiele gilt, dass die Bodenfruchtbarkeit gegeben ist, solange die vorgesehene Nutzung auf der Grünfläche stattfinden kann. Gefahren für die Bodenfruchtbarkeit drohen insbesondere bei Nutzungen, die nicht den ursprünglichen Zweckbestimmungen der Grünfläche entsprechen (z.B. Festzelt auf der Blatterwiese, Open Air-Konzert auf dem Letzigrund, usw.; Experten 1f, 1g).

Der Letzigrund verfügt durch seinen speziellen Bodenaufbau (siehe Kapitel 5.3.1.) über eine hohe Stabilität. Die Bodenstruktur der Blatterwiese ist weniger stabil und die der Freudenbergwiese weist die geringste Stabilität der drei Flächen auf. Die Belastung durch den Einsatz von (schweren) Motorfahrzeugen (siehe Anhang 9) bei Pflege- und Unterhaltsarbeiten ist für keine der drei Flächen kritisch. Begünstigt wird diese Situation durch die Tatsache, dass alle drei Flächen nicht bei durchnässtem Boden befahren werden (sowohl heuen als auch rasenmähen ist bei Regenwetter nicht möglich).

### Soziale Indikatoren

**Nutzungsbeschränkung:** Während Pflege- und Unterhaltsarbeiten ausgeführt werden, sind die drei untersuchten Grünflächen vorübergehend teilweise oder vollständig gesperrt. Wenn immer möglich, werden die notwendigen Arbeiten vom GLA ausserhalb der normalen Nutzungszeiten durchgeführt, beispielsweise am frühen Morgen. Auf der **Blatterwiese** wird das Liegenlassen des Grasschnitts nicht als störend empfunden (Experte 1g). Im Fall **Letzigrund** beeinträchtigen

die Pflege- und Unterhaltsarbeiten den täglichen Fussballbetrieb nicht. Während der jährlichen Sommerüberholung wird das Stadion gesperrt, wobei die Fussballspieler und Sportler zu dieser Zeit z.B. auf einer Fläche ausserhalb des Stadions trainieren können (Experte 1g). Die Pflege der **Freudenbergwiese** stellt keine Nutzungsbeschränkung dar.

Um das Verständnis der betroffenen Bevölkerung für Nutzungseinschränkungen durch Pflege- und Unterhaltsarbeiten zu verbessern, stellt das GLA erklärende Tafeln auf, die teilweise auch auf Ausweichflächen hinweisen (Experte 1d, Expertin 2a).

**Lärm:** Auf dem Letzigrund und auf der Blatterwiese wird mit verhältnismässig kleinen und emissionsarmen Maschinen gearbeitet. Diese kommen aber viel öfters zum Einsatz als auf der Freudenbergwiese (Anhang 10). Dort kommen für das Heuen grössere und lautere Landwirtschaftsmaschinen zum Einsatz. Die jährlichen **Gesamtlärmemissionen** des Letzigrunds und der Blatterwiese sind höher als die der Freudenbergwiese (Tabelle 7).

Bei allen drei Flächen stört der Lärm, der beim Umgang mit Grüngut verursacht wird, die Bevölkerung nicht. Die **Lärmemissionen** des Letzigrunds werden einerseits durch die Stadionmauern zurückgehalten, andererseits treten sie im lokalen Lärmgemisch des verkehrsgeprägten Quartiers in den Hintergrund (Experte 1f). Auf der Blatterwiese entsteht Maschinen- und Motorenlärm vor allem am Morgen, wenn nur wenige Leute die Liegewiese nutzen. Die Bewohner der nächstgelegenen Häuser empfinden den Immissionen kaum, da sie genügend weit entfernt sind und die dazwischen liegende, stark befahrene Bellerivestrasse weitaus lärmiger ist (Experte 1g). Die Freudenbergwiese ist zwar in einem ruhigen Quartier gelegen. Doch es ist nicht bekannt, dass sich die dortigen Bewohner und Bewohnerinnen über den Maschinenlärm beklagen (Experte 1h).

Das GLA bevorzugt beim Kauf von Maschinen leise Modelle. Wo nötig werden zudem beim bestehenden Maschinenpark Schallschutzvorrichtungen angebracht. Es werden zudem Verfahren gewählt, die möglichst geräuscharm sind. "Wichtig ist, dass man berücksichtigt, wo man wieviel Lärm verursacht. An einer stark befahrenen Strasse kann der Sträucherabschnitt problemlos in die Strauchrabatte gehäckselt werden. Mit dem gleichen Verfahren, löst man bei einer Strauchrabatte, die an ein Schulhausareal, Büroräumen oder ein Spital grenzt, Unbehagen und Verärgerung aus" (Experte 1g).

**Geruch:** Störende Gerüche im Umgang mit Grüngut fallen beim Einsatz von Motorfahrzeugen und bei "gasentwickelnden" Verwertungsverfahren an. Die Geruchsimmissionen, die durch die Verbrennung von fossilen Energiestoffen entstehen sind derart bescheiden, dass keine Störungen bekannt sind. Bemerkenswerte Geruchsemissionen bei der Verwertung treten nur beim Beispiel Letzigrund auf. Bei der

dabei angewandten zentralen Kompostierung im Werdhölzli entstehen insbesondere bei einem hohen Grasanteil und mangelnder Sauerstoffzufuhr unangenehm riechende Gasgemische. Während der Umschichtung des verrottenden Materials entweichen diese und können bei ungünstiger Wetterlage (eher Sommer als Winter) die wenige hundert Meter entfernten Wohnhäuser erreichen. Dies führt immer wieder zu Reklamationen (Experte 5c).

Die Bildung unangenehm riechender Gasgemische kann durch eine gute Durchlüftung der Mieten, z.B. durch Anlegen kleiner Haufen und durch regelmässiges Beimischen von Häcksel (Strukturmaterial) reduziert werden.

## 6. Diskussion

Es werden fünf ausgewählte Bereiche der Zertifikatsarbeit diskutiert. Die gewonnenen Resultate und Erkenntnisse werden kommentiert und interpretiert. Es werden Bezüge zu anderen Ergebnissen oder Aussagen hergestellt und mögliche Anwendungsbereiche für die Praxis vorgeschlagen.

### 6.1. Grüngut-Materialflüsse Stadt Zürich und GLA-Flächen

Die Materialfluss-Analyse zeigt, dass in der Stadt Zürich jährlich rund 127'000t **Grüngut** anfällt. Dies entspricht einer Menge von 354kg pro Einwohnerinnen und Einwohner oder 3.1kg pro Quadratmeter Grünfläche. Die Untersuchung zeigt weiter, dass rund die Hälfte des Grünguts am Ort der Entstehung ohne Einfluss des Menschen natürlich verrottet. **Rund ein Drittel des Grüngutes** oder 113kg pro Einwohner(in) **wird durch den Menschen als Grünabfall entsorgt**. Das Verhältnis des jährlich anfallenden Grünabfalls zum Siedlungsabfall (422kg/Jahr, Umweltschutzfachstelle Stadt Zürich 1999) liegt etwa bei 1 : 4.

Von der jährlich anfallenden **Grüngutmenge** der Stadt Zürich gelangen rund 20%, das heisst 25'500t als Grünabfall in eine zentrale Verwertungsanlage. Teile davon (rund 4'000t) werden als Wischgut in eine KVA oder als Schwemmgut in eine ARA verfrachtet. Durch Verbrennung in einer KVA bzw. Verwertung in einer ARA werden rund 3% der Grüngutmenge dem Grüngut-Kreislauf entzogen. Bezogen auf die **Grünabfallmenge** macht der Anteil, der in einer KVA oder einer ARA verwertet wird rund 10% aus. Die **Recyclingquote von Grünabfall** in der Stadt Zürich liegt somit bei **90%**. Im Vergleich zur Recyclingquote von 35% (Umweltschutzfachstelle Stadt Zürich 1999) bei **Siedlungsabfällen** (gesammeltes Altpapier, Glas und Metall im Verhältnis zum Siedlungsabfall) ist dies beachtlich.

Jeder der 280 Mitarbeiter der Hauptabteilung Unterhalt des GLA's produziert jährlich durchschnittlich rund 33t **Grünabfall**, wobei davon 12.5t vor Ort beispielsweise zu Kompost oder Holzhäcksel verarbeitet werden. Weitere 4.5t werden durch Unternehmer abtransportiert und 16t gelangen in eine zentrale Verwertungsanlage. Die Aussage des Experten 1c (Anhang 12) des Gartenbau- und Landwirtschaftsamtes, dass "ein Gärtner bei jeder Handlung im Grünraum Grünabfälle produziert" wird durch diese Ergebnisse eindrücklich bestätigt.

## 6.2. Nachhaltigkeit und Grüngut

Die **Stadt Zürich** hat sich eine **nachhaltige Entwicklung** zum Ziel gesetzt (Umweltschutzfachstelle der Stadt Zürich 1995). Ein nachhaltiger Umgang mit **Grüngut** bedeutet, dass bei der Wahl von Verwertungsverfahren die Nutzungsansprüche der Bevölkerung mit vertretbaren Kosten zugelassen werden und zugleich die ökologische Qualität der Flächen gewährleistet bleibt. Diese Zielsetzung widerspiegelt sich für die Bereiche Ökologie und Gesellschaft auch im Leitbild des städtischen Tiefbau- und Entsorgungsdepartementes: "Wir erhalten und fördern die Grünräume in und um Zürich als Naherholungsgebiete für die Menschen und als Lebensräume für Tiere und Pflanzen" (Tiefbau- und Entsorgungsdepartement der Stadt Zürich 1998, S. 17).

Weiter unternimmt die Stadt Zürich grosse Anstrengungen, um ihren Einwohnerinnen und Einwohnern die Natur näher zu bringen. Im Juni 1995 trat die "Verwaltungsverordnung über die naturnahe Pflege und Bewirtschaftung städtischer Grün- und Freiflächen" mit den Grundsätzen "Hilfsstoffe sparen", "Lebensräume aufwerten" und "Kreisläufe schliessen" in Kraft (siehe Kap. 4.3.; Guarisco 2000). In die Praxis umgesetzt wurde sie im vom GLA geleiteten Projekt "**Naturnahe Grünpflege in der Stadt Zürich**" 1996-2000 (GLA 2000c). Durch intensive Öffentlichkeitsarbeit mit diversen Veranstaltungen und Broschüren (GLA 1996) für Fachleute und Private konnte vielerorts die anfängliche Skepsis gegenüber Wildwuchsflächen in weitgehende Akzeptanz umgewandelt werden (GLA 2000c).

Für die Bevölkerung steht die **Nutzung einer Grünfläche** im Zentrum. Nutzungs-Einschränkungen werden nicht gerne in Kauf genommen. Die Bewirtschafter von Grünflächen, z.B. das GLA, stehen im Spannungsfeld zwischen diesen Nutzungsansprüchen und ökonomischen bzw. ökologischen Ansprüchen. Durch die knappen Finanzmittel in der Stadtkasse, war beispielsweise das GLA in den letzten Jahren einerseits besonders angehalten, die Kosten im Griff zu behalten und nach effizienten und günstigen Lösungen zu suchen. Andererseits fällt dem GLA auch die Rolle des "Staatsanwalts für die Ökologie" zu.

Das GLA stellt sich aktiv der Herausforderung im **Spannungsfeld zwischen sozialen, ökologischen und ökonomischen Anforderungen**. So wird beispielsweise die Blatterwiese so naturnah wie möglich betreut. Zudem erlaubt der hohe Mechanisierungsgrad einen effizienten und kostengünstigen Unterhalt. Bei der Bewirtschaftung wird darauf geachtet, dass die Wiese langfristig ihre Funktion als Spielwiese erfüllen kann ("gesund bleibt"). Dieses ökologische Ziel wird unter anderem beim Zürifest in Frage gestellt, indem die Wiese mit grossen und schweren Vergnügungsbahnen (und entsprechend grossen Fahrzeugen) belastet wird. Um soziale Ansprüche zu befriedigen, werden in dieser Zeit ökologische Ansprüche zurück gestellt.

Bei einem weiteren Beispiel, dem Irchelpark (Universität Zürich-Irchel), wirken sich die naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung ökologisch positiv aus. Die extensiven Pflegeformen schlagen zudem finanziell weniger zu Buche als intensivere Pflegeformen auf vergleichbaren Flächen. Zudem lässt der Park eine Vielzahl von Nutzungen zu, was sich in einer hohen sozialen Akzeptanz niederschlägt (Schön und Grisiger-Marruccelli 1999).

### 6.3. Indikatorenset für die Nachhaltigkeit

Zur Beurteilung einer nachhaltigen Entwicklung liegen bereits verschiedene Indikatorensysteme vor. Auf **internationaler Ebene** entwickelte beispielsweise die Kommission für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen eine Liste von Indikatoren, die auf nationaler Ebene den politischen Entscheidungsprozess im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung unterstützen sollen (United Nations 1996). Spezifisch für die **Schweiz** wurde im Rahmen eines Pilotprojektes ein erster Vorschlag für "Indikatoren für Nachhaltigkeit" erarbeitet (de Montmollin und Altwegg 1999). Das Indikatorensystem von de Montmollin und Altwegg (1999) erlaubt Aussagen über die generelle Entwicklung in der Schweiz. Es nimmt jedoch nur wenig Bezug zu den für die Schweiz formulierten Zielen für nachhaltige Entwicklung (Conseil du développement durable 1997) und eignet sich dementsprechend nicht für eine umfassende Evaluation der "Strategie Nachhaltigkeit".

Für die Beurteilung des Umgangs mit **Grüngut** in den vorgestellten drei Fallbeispielen wurde ein **anwendungsorientierter Ansatz** gewählt, der sich nur bedingt an nationalen und internationalen Indikatorensystemen orientierte. Dies insbesondere deshalb, weil letztere nicht auf lokale Gegebenheiten zugeschnitten und somit für die hier behandelten Fragestellungen ungeeignet sind. Die **Entwicklung eines neuen Indikatorensets** war zudem nötig, weil bisher aus der Literatur für die hier behandelten Fragestellungen keine Indikatoren bekannt

waren. Dabei wurde bei der Auswahl der Indikatoren darauf geachtet, dass diese in verschiedenen Systemen (z.B. verschiedenen Städten) allenfalls mit leichten Modifikationen anwendbar sind und somit die Vergleichbarkeit gewährleistet ist. Bedingung dafür ist allerdings, dass die hier vorgestellten Indikatoren übernommen werden oder ein Konsens über ein alternatives Indikatorenset gefunden werden kann.

#### 6.4. Fallbeispiele

Das neu entwickelte **Indikatorenset** wurde bei drei **Fallbeispielen** angewendet. Untersucht und beurteilt wurde der Umgang mit Grüngut bei einer **intensiv genutzten Spielwiese (Blatterwiese)**, auf der das geschnittene Gras grösstenteils liegen bleibt, bei einem **intensiv genutzten Sportplatz (Letzigrund)**, auf dem das Grüngut abgeführt und zentral verwertet wird und bei einer **Fromentalwiese (Freudenbergwiese)**, die geheut und gemäht wird.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Nutzung einer Fläche im Zentrum steht. Zudem deuten die Resultate darauf hin, dass es bei **wenig genutzten Grünflächen** einfacher ist, auch den Ansprüchen von Wirtschaft und Ökologie gerecht zu werden, als bei intensiv genutzten Standorten. Auf wenig genutzten Grünflächen fallen bei den untersuchten Fallbeispielen weniger Pflegekosten an und der Eingriff in das Ökosystem Wiese ist bescheidener als auf intensiv genutzten Standorten. Bei letzteren verursachten Pflege und Schnitt die grössten Kosten und Umweltbelastungen. Die Belastungen, die durch die Entsorgung des anfallenden Grüngutes verursacht wird, sind hingegen verhältnismässig unbedeutend.

Um das Ziel einer möglichst **ökologisch sinnvollen Grünflächen-Bewirtschaftung** zu erreichen, könnten intensiv genutzte Standorte weniger intensiv genutzt werden. Diese Strategie stösst jedoch rasch an gesellschaftliche Grenzen, da intensiv genutzte Grünflächen wie Sportplätze und Liegewiesen einen zentralen Beitrag zur Steigerung der Lebensqualität im Siedlungsgebiet leisten. Sie übernehmen wichtige Funktionen im Bereich Erholung (Sportplätze, Liegewiesen usw. bieten die Möglichkeit zur Begegnung und Identifikation (GLA 1999).

Die Nutzerinnen und Nutzer einer Grünanlage sind sich nicht bewusst, dass zwischen ihren Ansprüchen an die Anlage und dem Grad der Umweltbelastung, der beim Umgang mit Grüngut entsteht, ein Zusammenhang besteht. Die wenigsten Fussballer interessiert beispielsweise wie viel Energie zum Mähen des Spielfeld-Rasens verbraucht wird. Verbesserungen zu Gunsten eines nachhaltigeren Umgangs mit Grüngut könnten am ehesten bei **technischen und organisatorischen Optimierungen** (leichte und leise Maschinen mit wenig Energieverbrauch, Prozessoptimierungen) erreicht werden. Solche Optimie-

rungsmöglichkeiten konnten bei keinem der drei Fallbeispiele gefunden werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass das GLA unter den gegebenen Umständen bei allen drei untersuchten Objekten die optimalen Verfahren beim Umgang mit Grüngut gewählt hat.

## 6.5. Bedeutung für die Praxis

Das GLA der Stadt Zürich betreut einen bedeutenden Teil der städtischen Grünflächen (rund 38%). Um eine so grosse Fläche nachhaltig bewirtschaften zu können, bedarf es geeigneter Führungsinstrumente. Das GLA führt deshalb zurzeit ein **Umweltmanagementsystem** (UMS) nach ISO 14001 ein (Experte 1d).

In einem UMS werden die relevanten Umweltbelastungen systematisch erfasst und bewertet. Mit dem in dieser Arbeit vorgestellten Materialfluss-Modell ist es möglich, die zentralen Einflussgrössen im Umgang mit Grüngut zu erkennen, Materialflüsse für unterschiedliche Standorte aufzuzeigen, und die Umweltbelastung verschiedener Prozesse zu messen. Die vorliegende Untersuchung liefert demnach grundlegende Elemente für den Betrieb eines UMS.

Auch ohne einer Einbindung in ein UMS ermöglicht das vorgestellte Materialfluss-Modell den zuständigen Stellen für die Grüngutbewirtschaftung eine kritische Selbstbeurteilung und liefert entscheidende **Grundlagen für die strategische Ausrichtung**. Je nach Fragestellung können sowohl für ausgewählte Grünflächen als auch für grossräumige Grünraumbewirtschaftungen rasch und zuverlässig wichtige Entscheidungsgrössen vorgelegt werden. Vergleichsdaten anderer Städte wären für die Entscheidungsträger von grossem Nutzen.

Für eine **Sensibilisierung der Öffentlichkeit** sowie für die **GLA interne Bewusstseinsbildung** kann auf das reichhaltige Datenmaterial dieser Arbeit zurückgegriffen werden. Anhand der jährlich anfallenden Menge von 113kg Grünabfall pro Einwohnerin und Einwohner kann beispielsweise aufgezeigt werden, dass Strassenbäume nicht nur schön sind und zum Naturhaushalt beitragen, sondern auch einen Anteil am massiven Grünabfallberg haben.



## 7. Ausblick

Eine Vision der Autorin und der Autoren besteht darin, dass die Ideen der vorliegenden Arbeit aufgegriffen und auf andere Städte übertragen werden bzw. andere Entsorgungswege (Fallbeispiele) genauer untersucht werden. Das entwickelte Modell und die ausgewählten Indikatoren sollen helfen, die Auswirkungen von Massnahmen im Bereich "nachhaltiger Umgang mit Grüngut im Siedlungsgebiet" zu überprüfen (Evaluation). Die damit verbundene Verbesserung der Datengrundlage würde (bei einer genügend grossen Datenmenge) statistisch gesicherte Aussagen und Vergleiche zulassen.

Ideal wäre eine standardisierte Datenerhebung im Grüngutbereich (mit einer entsprechenden öffentlich zugänglichen Datenbank), die sich an die in dieser Arbeit vorgestellten Indikatoren orientiert. Um diese Vision erreichen zu können, muss die als Grundlagenbericht verstandene Zertifikatsarbeit benutzerfreundlich(er) aufgearbeitet und insbesondere in Fachkreisen verbreitet werden. Das GLA der Stadt Zürich hat bereits für ein allgemeinverständliches Produkt finanzielle Unterstützung zugesagt.

Mit der Publikation der Begriffsdefinitionen (siehe Kapitel 4.1.) in einer Fachzeitschrift im Gartenbaubereich soll ein Beitrag zur Entwirrung des "Begriffdschungels" im Grüngutbereich geleistet werden. Insbesondere die Unterscheidung zwischen Grüngut und Grünabfall wurde bis anhin noch nie genau definiert.

Die Zertifikatsarbeit, das erwähnte Produkt und die Fachpublikationen könnten dazu beitragen, dass Diskussionen im Bereich "Grüngut im Siedlungsbereich" konkreter werden. Dies könnte dazu führen, dass auf Prozessebene beispielsweise ein (Nachhaltigkeits-)Label eingeführt wird ("Kreisläufe geschlossen") oder dass auf Managementebene die vorgestellten Indikatoren und das Modell in ein UMS eingebaut werden.

## 8. Verzeichnisse

### 8.1. Literaturverzeichnis

- Aebersold A., Eichenberger-Glinz S., Künzli Hauenstein M., Schmid H., Schmidweber A.** (1993) Vergären oder Kompostieren? Abschlussarbeit, Nachdiplom-Studiengang in Umweltlehre Kurs 1991-93, Zürich.
- Baccini P., Brunner P.** (1991) Metabolism of the atmosphere. Springer Berlin, ISBN 3-540-53778-3.
- Blattner M., Ritter M., Ewald K.C.** (1985) Basler Naturatlas in 3 Bänden. Basler Naturschutz, Basel.
- Brundtland-Bericht** (1987) Unsere Gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Welt-Kommission für Umwelt und Entwicklung. Hrsg. Volker Hauff, Eggenkamp Greven.
- Brunner P. H.** (1991) Stoffhaushalt. Vorlesungsskript Nachdiplom-Studium Umweltwissenschaften, Universität Zürich.
- BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft** (1992) Abfallkonzept für die Schweiz – Ziele, Massnahmen, Wirkungen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 173 Bern.
- BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft** (1995) Naturnahe Gestaltung im Siedlungsraum. Leitfaden Umwelt Nr. 5 Bern.
- BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft** (1996) Handbuch Bodenschutz beim Bauen. Bern.
- BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft / BFS, Bundesamt für Statistik** (1997) Umwelt in der Schweiz 1997. Bern.
- Conseil du développement durable** (1997). Nachhaltige Entwicklung – Aktionsplan für die Schweiz, Strategie. Bern.
- de Montmollin A., Altwegg D.** (1999) Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz: Materialien für ein Indikatorensystem. Eine Pilotstudie unter Verwendung der Methodik der Kommission für nachhaltige Entwicklung der UNO (CSD). Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.). Reihe "Statistik der Schweiz", Fachbereich 2 Raum und Umwelt. Neuchâtel.
- dtv-Atlas** (1998) Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, 4. Auflage München, ISBN 3-423-03228-6.
- dtv-Lexikon in 20 Bänden** (1999) Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG München, ISBN 3-423-05998-2.
- Dubs R.** (1986) Wirtschaftliche Grundbegriffe. Einführung in die Unternehmungsführung. Verlag des Schweizerischen Kaufmännischen Verbandes. 4. Auflage Zürich, ISBN 3-286-30344-5.
- Duden** (1997) Die sinn- und sachverwandten Wörter. Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG, 2. Auflage, Mannheim.
- Egli N.** (1999) Die Abfallwirtschaft. Vortrag Nachdiplomstudium Umweltwissenschaft, Universität Zürich, 19. März 1999.
- Germann Th.** (1997) Zürich im Zeitraffer. Von der Römerzeit bis zum Schanzenbau 1694. Werd Zürich.

- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (1989)  
Inventar der kommunalen Natur- und Landschaftsschutzobjekte der Stadt Zürich. Zürich.
- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (1996)  
Naturnahe Grünflächenpflege in der Stadt Zürich. Von der Verwaltungsverordnung zur Praxis. Zürich.
- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (1997)  
Zusammenstellung der GLA-Flächen. Hauptabteilung Unterhalt. 1. Oktober 1997, Zürich.
- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (1998)  
Fallbeispiele geschlossener Stoffkreisläufe. Realisierung envico AG environmental consulting. GLA Hauptabteilung Unterhalt, Zürich.
- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (1999)  
Freiraumkonzept. Zürich.
- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (2000a)  
5 Thesen zu Gärten und Landschaften. März 2000 AB, Zürich.
- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (2000b)  
Digitalisierte Bewirtschaftungseinheiten. Fachstelle GIS. 26. Mai 2000, Zürich.
- GLA**, Gartenbau- und Landwirtschaftsamt der Stadt Zürich (2000c)  
Naturnahe Grünflächenpflege in der Stadt Zürich. Schlussbericht des Projektes 1996-2000. Tiefbau- und Entsorgungsdepartement, März 2000, Zürich.
- Guarisco D.** (2000) Mehr Natur in der Zwinglistadt. Ein Gespräch mit Yvonne Aellen, Projektleiterin Naturnahe Grünflächenpflege Zürich. Bioterra Nr. 187 (1): 20 -22.
- Hansen A., Kräuchi M.** (1997) Zürichs grüne Inseln...unterwegs in 75 Gärten und Parks. Hrsg. GLA, Rohrer J., Fachstelle Gartendenkmalpflege. V/d/f Zürich.
- Ineichen S.** (1997) Die wilden Tiere in der Stadt. Zur Naturgeschichte der Stadt. Waldgut Frauenfeld.
- INFEL**, Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung (1996) Kompetent antworten auf Energiefragen. 2. Auflage, Unionsdruckerei Luzern.
- Kienast D.** (1978) Die spontane Vegetation der Stadt Kassel in Abhängigkeit von bau- und stadtstrukturellen Quartierstypen. Urbs et Regio, Kasseler Schriften zur Geographie und Planung Band 10, Kassel.
- Kramer H.** (1988) Waldwachstumslehre. Parey Berlin-Hamburg.
- Krummenacher E.** (1999) Wider den herbstlichen Häckselwahn. Bioterra Nr. 186 (11): 16 –17.
- Küry D.** (1999) Natur in Ballungsräumen: eine soziokulturelle Perspektive. In: Biosphärenpark Ballungsraum. Forum Wissen 1999. WSL Birmensdorf.
- McNeely Y. J.** (1996) Conserving the real urban jungle: a global perspective in biodiversity and protected areas in cities. Urban Wilderness Conference Chicago, Illinois.

- Müller P., Oehler D., Baccini P.** (1995) Regionale Bewirtschaftung von Biomasse. Eine stoffliche und energetische Bewertung der Nutzung von Agrarflächen mit Energiepflanzen. ETH, EAWAG. V/d/f Zürich.
- Oberholzer A., Lässer L.** (1997) Ein Garten für Tiere. Erlebnisraum Naturgarten. Ulmer Stuttgart.
- Raos B.** (1998) Mein persönlicher Energieverbrauch. WWF Magazin 2/98: 16.
- Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft Bochum** (1988) Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 11. Auflage, Landwirtschaft-Verlag GmbH Münster-Hiltrup.
- Schleiss K.** (1999) Optimierung der Grüngutverwertung in der Stadt. GLA / Entsorgung und Recycling, Zürich.
- Schön R., Grisiger-Marruccelli D.** (1999) Naturnahe Naherholungsräume im Siedlungsgebiet. FAU-Schriftenreihe 4. März 1999, Zürich.
- Statistisches Amt der Stadt Zürich** (1999) Statistisches Jahrbuch der Stadt Zürich 1999. 94. Jahrgang, Zürich.
- Strahm R.H.** (1992) Wirtschaftsbuch Schweiz. Das moderne Grundwissen über Ökonomie und Ökologie. 3. neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Sauerländer Aarau, ISBN 3-7941-3501-6
- Sukopp H.** (1990) Stadtökologie: das Beispiel Berlin. Dietrich Reimer Berlin.
- Tiefbau- und Entsorgungsdepartement der Stadt Zürich** (1998) Vision, Leitbild, Ziele 1998 – 2002. Zürich.
- Umweltschutzfachstelle der Stadt Zürich** (1995) Umwelt-Politik der Stadt Zürich: Lokale Agenda 21. Gesundheits- und Umwelt-Departement, Zürich.
- Umweltschutzfachstelle der Stadt Zürich** (1999) Umweltbericht 1996/ 97. Gesundheits- und Umweltdepartement, Zürich.
- United Nations** (1996) Indicators of Sustainable Development - Framework and Methodologies. New York.
- Zemp M., Kury D., Ritter M.** (1996) Naturschutzkonzept Basel-Stadt. Amt "Stadtgärtnerei Friedhöfe", Basel.

## 8.2. Verzeichnis der Gesetze, Verordnungen

### Bund

**Strassenverkehrsgesetz (SVG)** vom 19. Dezember 1958 SR 741.01, Stand am 4. August 1998

**Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz** (Natur- und Heimatschutzgesetz, NHG) vom 1. Juli 1966 SR 451, Stand am 21. Dezember 1999

**Bundesgesetz über den Schutz der Umwelt** (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983 SR 814.01, Stand am 21. Dezember 1999

**Luftreinhalte-Verordnung (LRV)** vom 16. Dezember 1985 SR 814.318.142.1, Stand am 12. Oktober 1999

**Verordnung über umweltgefährdende Stoffe** (Stoffverordnung, StoV) vom 9. Juni 1986 SR 814.013, Stand am 10. August 1999

**Lärmschutz-Verordnung (LSV)** vom 15. Dezember 1986 SR 814.41, Stand am 15. Juli 1997

**Technische Verordnung über Abfälle (TVA)** vom 10. Dezember 1990 SR 814.600, Stand am 13. Oktober 1998

**Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer**, (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 SR 814.20, Stand am 21. Dezember 1999

**Verordnung über die technische Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS)** vom 19. Juni 1995 SR 741.41, Stand am 25. April 2000

**Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)** vom 1. Juli 1998 SR 814.12, Stand am 18. August 1998

**Gewässerschutz-Verordnung (GSchV)** vom 28. Oktober 1998 SR 814.201, Stand am 10. August 1999

### Kanton ZH

**Verordnung über den Gewässerschutz** vom 22. Januar 1975, LS-Band 8 (711.11), Fassung vom 01.04.95

**Verordnung über den Natur- und Heimatschutz und über kommunale Erholungsflächen** (Natur- und Heimatschutz-Verordnung) vom 20. Juli 1977, LS-Band 8 (702.11), Fassung vom 01.07.99

**Verordnung über die allgemeine und Wohnhygiene** vom 20. März 1967, LS-Band 8 (710.3), Fassung vom 01.01.94

**Gesetz über die Abfallwirtschaft** (Abfallgesetz) vom 25. September 1994, LS-Band 8 (712.1), Fassung vom 01.01.96

## **Stadt Zürich**

**Lärmschutz-Verordnung**, Gemeinderatsbeschluss vom 2. Juni 1971

**Reglement über die Durchführung von Lärmmessungen sowie von Schadstoffmessungen der Luft und die Weitergabe von Resultaten**, Stadtratsbeschluss vom 23. Mai 1984

**Abfallverordnung (AVO)**, Gemeinderatsbeschluss vom 19. September 1990 mit Änderungen bis 10. Juni 1992, Nachdruck 1998

**Verwaltungsverordnung über die naturnahe Pflege und Bewirtschaftung städtischer Grün- und Freiflächen**, Stadtratsbeschluss vom 28. Juni 1995

**Verordnung über die Siedlungsentwässerungsanlagen** (Kanalisationsverordnung), Stadtratsbeschluss vom 26. August 1998

### 8.3. Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
ARA	Abwasserreinigungsanlage
Art.	Artikel
AVO	Abfallverordnung
Bst.	Buchstabe
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
C	Kohlenstoff
Ca	Kalzium
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
dB	Dezibel
DIN	Deutsche Industrie Norm
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
ERZ	Entsorgung und Recycling Zürich
FAU	Fachverein Arbeit und Umwelt
Fe	Eisen
GIS	Geografisches Informationssystem
GLA	Gartenbau- und Landwirtschaftsamt
GSchG	Gewässerschutz-Gesetz
GSchV	Gewässerschutz-Verordnung
H	Wasserstoff
ISO	International Organization for Standardization
K	Kalium
kp	Kilopont
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
kWh	Kilowattstunde
lit	Buchstabe
Lr	Beurteilungspegel (Lärm)
LRV	Luftreinhalte-Verordnung
LS	Loseblattsammlung der Zürcher Gesetzessamm- lung (Kanton)
LSV	Lärmschutz-Verordnung
Mg	Magnesium
N	Stickstoff
NHG	Natur- und Heimatschutzgesetz
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
O	Sauerstoff
P	Phosphor

S	Schwefel
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
StoV	Verordnung über umweltgefährdende Stoffe
SVG	Strassenverkehrsgesetz
TVA	Technische Verordnung über Abfälle
UMS	Umweltmanagementsystem
USG	Umweltschutzgesetz
UW-Gesetz	Umwelt-Gesetz
VBBö	Verordnung über Belastungen des Bodens
VTS	Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge
Vmax	Maximalgeschwindigkeit
§	Paragraph



# Anhang

## Anhang 1: Berechnung der Grüngut-Materialflüsse durch die vom GLA betreuten Flächen und die gesamte Stadt Zürich

Der Materialfluss von Grüngut im Siedlungsgebiet umfasst eine Reihe von Prozessen. Jeder Prozess hat ein Ausgangsprodukt (z.B. "Samen" für den Prozess "Wachstum der Pflanzen"), das in eines oder mehrere "neue" Produkte (z.B. Biomasse) umgewandelt wird (Abbildung 2).

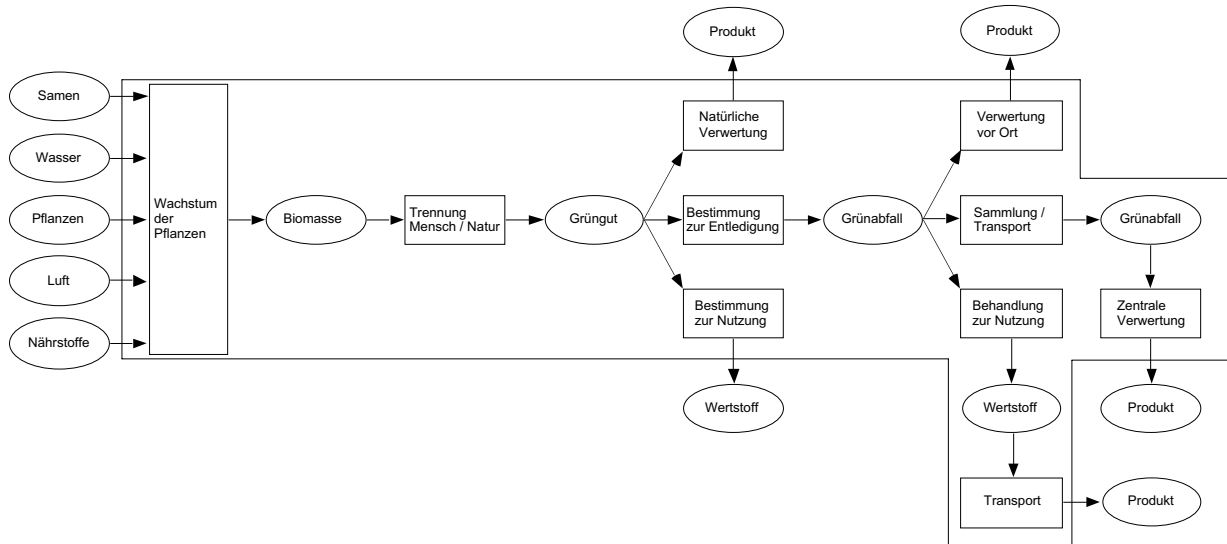


Abbildung 2: Modell des Grüngut-Materialflusses durch ein Siedlungsgebiet. Prozesse sind als Rechtecke dargestellt, (Ausgangs-)Produkte als Ovale. Die Flussrichtung wird durch Pfeile markiert.

Nachfolgend wird als Übersicht zu den Anhängen 2 bis 6 beschrieben, wie die Prozessmengen für die zwei Materialfluss-Diagramme für die gesamte Stadt (Abbildung 4) und die GLA Flächen (Abbildung 6) erhoben werden. Die jährlich anfallenden Mengen einzelner Produkte (z.B. "Biomasse") werden berechnet bzw. abgeschätzt.

Die durch das "Wachstum der Pflanzen" jährlich anfallende "Biomasse" wird aus der Kombination verschiedener Grundlagendaten annäherungsweise berechnet. Zum einen werden die vom GLA betreuten Flächen (Abbildung 5) und die gesamte Stadt Zürich (Abbildung 3) in verschiedene **Flächenareale** wie Pärke, Promenaden, etc. aufgeteilt. Diese Flächenareale werden weiter in die **Kompartimente** Rasen/Wiese, Hecken/Gehölzstreifen, Rabatten und befestigte Flächen unterteilt (Anhang 2 und 3). Zur Abschätzung der jährlich anfallenden "Biomasse" werden diese Flächendaten anschliessend mit den zugehörigen theoretischen Ertragszahlen (Anhang 4) multipliziert.

Im Materialfluss-Diagramm wird die jährlich anfallende Menge des Produkts "Biomasse" beim Prozess "Wachstum der Pflanzen" eingesetzt. Als Produkt des nachfolgenden Prozesses "Trennen Mensch/Natur" entsteht "Grüngut". Dieses kann durch drei Unterprozesse weiter behandelt werden. Die Menge, aus dem Prozess "Bestimmung zur Entledigung" kann aus den Erhebungen des GLA's (Schleiss 1999) und aus den Aussagen der Experten 1a, 1c, 1i und 5d abgeschätzt werden. Die Menge Grüngut, die beim Prozess "Bestimmung zur Nutzung" entsteht, kann mit Hilfe von theoretischen Ertragswerten (Anhang 4) berechnet werden. Die Differenz gebildet aus der Grüngutmenge beim Prozess "Trennen" und diesen zwei Prozessmengen ergibt den Anteil, der in den Prozess "Natürliche Verwertung" fließt. Die Menge an "Grünabfall", die aus dem Prozess "Bestimmung zur Entledigung" entsteht, kann drei Unterprozesse durchlaufen. Von diesen kann die Mengen der "Zentralen Verwertung", "Behandlung zur Nutzung" bestimmt werden (Schleiss 1999). Die Differenz zwischen der Grünabfallmenge und diesen zwei Prozessmengen ergibt die Menge, die aus dem Prozess "Verwertung vor Ort" hervorgeht.

## Anhang 2: Aufteilung der vom GLA der Stadt Zürich betreuten Flächen

Folgende Daten-Grundlagen standen zur Erhebung des Grüngut-Materialflusses zur Verfügung (Tabellen 8, 9):

- "Zusammenstellung der GLA-Flächen" vom 01.10.97 (GLA 1997)
- Digitalisierte Parkflächen aufgeteilt in Flächenkompartimente (GLA 2000b)
- Flugbilder der Stadt Zürich (GLA, Fachstelle GIS, Experte 1i) für eigene Auswertungen

Tabelle 8: Aufteilung der vom GLA der Stadt Zürich betreuten Flächen in Flächenareale und -kompartimente

Flächenareale und -kompartimente	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)	Flächenareale und -kompartimente	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)
<b>Pärke (Parkgrün)</b>	<b>1'083'756</b>	<b>100</b>	<b>Finnenbahnen</b>	<b>2'080</b>	<b>100</b>
Rasen/Wiese	520'203	48	Rasen/Wiese	0	0
Hecken/Gehölzstreifen	162'563	15	Hecken/Gehölzstreifen	0	0
Rabatten	54'188	5	Rabatten	0	0
Befestigte Flächen	346'802	32	Befestigte Flächen	2'080	100
<b>Promenaden</b>	<b>234'962</b>	<b>100</b>	<b>Verkehrsrgrün</b>	<b>498'200</b>	<b>100</b>
Rasen/Wiese	0	0	Rasen/Wiese	274'010	55
Hecken/Gehölzstreifen	0	0	Hecken/Gehölzstreifen	174'370	35
Rabatten	0	0	Rabatten	49'820	10
Befestigte Flächen	234'962	100	Befestigte Flächen	0	0
<b>Friedhöfe</b>	<b>1'169'609</b>	<b>100</b>	<b>Landschaftsrgrün</b>	<b>2'047'615</b>	<b>100</b>
Rasen/Wiese	643'285	55	Rasen/Wiese	2'047'615	100
Hecken/Gehölzstreifen	116'961	10	<b>Naturschutzgebiete</b>	<b>478'369</b>	<b>100</b>
Rabatten	233'922	20	Rasen/Wiese	191'348	40
Befestigte Flächen	175'441	15	Hecken/Gehölzstreifen	191'348	40
<b>Schulgrün</b>			Gewässer	95'674	20
<b>Schulgrün Umgebung</b>	<b>725'403</b>	<b>100</b>	<b>Wald*</b>	<b>76'695</b>	<b>100</b>
Rasen/Wiese	348'193	48	Wald*	76'695	100
Hecken/Gehölzstreifen	108'810	15	<b>Grün bei öffentlichen Bauten</b>	<b>170'292</b>	<b>100</b>
Rabatten	36'270	5	Rasen/Wiese	81'740	48
Befestigte Flächen	232'129	32	Hecken/Gehölzstreifen	25'544	15
<b>Schulgrün Spielfeld</b>	<b>348'466</b>	<b>100</b>	Rabatten	8'515	5
Rasen/Wiese	348'466	100	Befestigte Flächen	54'493	32
<b>Sportgrün</b>			<b>Familiengärten</b>	<b>1'545'263</b>	<b>100</b>
<b>Sportgrün Umgebung</b>	<b>608'709</b>	<b>100</b>	Rasen/Wiese	231'789	15
Rasen/Wiese	292'180	48	Hecken/Gehölzstreifen	154'526	10
Hecken/Gehölzstreifen	91'306	15	Rabatten	849'895	55
Rabatten	30'435	5	Befestigte Flächen	309'053	20
Befestigte Flächen	194'787	32	<b>Landwirtschaftsflächen</b>	<b>5'750'000</b>	<b>100</b>
<b>Sportgrün Spielfeld</b>	<b>582'285</b>	<b>100</b>	Wiese	3'169'000	55
Rasen/Wiese	582'285	100	Acker (Rabatten)	1'792'000	31
<b>Badeanlagen</b>	<b>206'029</b>	<b>100</b>	Obst- und Rebbaufächen*	332'000	6
Rasen/Wiese	98'894	48	Wald*	380'000	7
Hecken/Gehölzstreifen	30'904	15	Hofareal/Unproduktive Fläche	77'000	1
Rabatten	10'301	5	<b>Total Flächenkompartimente</b>	<b>15'598'525</b>	<b>100</b>
Befestigte Flächen	65'929	32	<b>Rasen/Wiese</b>	<b>8'829'009</b>	<b>56</b>
<b>Tennis-Spielfelder</b>	<b>70'792</b>	<b>100</b>	<b>Hecken/Gehölzstreifen</b>	<b>1'056'333</b>	<b>7</b>
Rasen/Wiese	0	0	<b>Rabatten/Äcker</b>	<b>3'065'346</b>	<b>20</b>
Hecken/Gehölzstreifen	0	0	<b>Befestigte Flächen</b>	<b>1'763'468</b>	<b>11</b>
Rabatten	0	0	<b>Gewässer</b>	<b>95'674</b>	<b>1</b>
Befestigte Flächen	70'792	100	<b>* nicht berücksichtigt</b>	<b>788'695</b>	<b>5</b>

\*Wald, Obst- und Rebbaufächen werden in der Arbeit nicht berücksichtigt

Tabelle 9: Detaillierte Aufteilung der Flächenkompartimente Rasen/Wiese und Rabatten

Flächenkompartiment	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)	Flächenkompartiment	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)
<b>Total Rasen/Wiese</b>	<b>8'829'009</b>	<b>100</b>	<b>Total Rabatten</b>	<b>3'065'346</b>	<b>100</b>
Ohne wirtschaftliche Nutzung	4'148'284	47	Ohne wirtschaftliche Nutzung	423'451	14
Ohne wirtschaftliche Nutzung "Behandlung zur Nutzung"	120'000	1	Ohne wirtschaftliche Nutzung "Behandlung zur Nutzung"	0	0
"Bestimmung zur Nutzung" Landwirtschaft	4'560'725	52	"Bestimmung zur Nutzung" Landwirtschaft/Familiengärten	2'641'895	86

Die Grundlegendaten für die Aufteilung der vom GLA betreuten Flächen in einzelne **Flächenareale** wie Pärke, Promenaden, Friedhöfe, Schul- und Sportanlagen, Badeanlagen, Landwirtschaftsflächen etc. wird der Flächenstatistik (GLA 1997) entnommen. Für eine weitere Aufspaltung dieser Flächen in die einzelnen **Kompartimente** Rasen/Wiese, Hecken/Gehölzstreifen, Rabatten und befestigte Flächen wird aufgrund von digitalisierten Beispiel-Flächen (GLA 2000b), Orthofotos (GLA, Fachstelle GIS, Experte 1i) und Gesprächen mit GLA Experten (Experten 1a, 1c, 1d) die Anteile der verschiedenen Kompartimente für die Flächenareale geschätzt. Dies ergibt beispielsweise für "Pärke (Parkgrün)" einen Anteil von 48% Rasen/Wiese, 15% Hecken/Gehölzstreifen, 5% Rabatten und 32% befestigte Flächen (Tabelle 8).

Diese anteilmässige Aufspaltung der Flächenareale ist ein Produkt dieser Zertifikatsarbeit. Werden die gesamten Flächenanteile der einzelnen Kompartimente (siehe unter "Total Flächenkompartimente" Tabelle 8) mit den in Anhang 4 berechneten **theoretischen Flächenertragszahlen** multipliziert ergibt sich die **jährlich anfallende Biomasse**.

### Anhang 3: Aufteilung der Fläche der Stadt Zürich

Folgende Grundlagen standen zur Aufteilung der Fläche der Stadt Zürich in Kompartimente zur Verfügung (Tabellen 10, 11):

- Flächenzusammenstellung aus dem Statistischen Jahrbuch der Stadt Zürich (Statistisches Amt der Stadt Zürich 1999)
- Flugbilder der Stadt Zürich (GLA, Fachstelle GIS, Experte 1i) für eigene Auswertungen
- Anteile für die Aufspaltung in die verschiedenen Flächenkompartimente (Anhang 2)

Tabelle 10: Aufteilung der Fläche der Stadt Zürich in Flächenareale und Kompartimente

Flächenareale und -kompartimente	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)	Flächenareale und -kompartimente	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)
<b>Pärke (Parkgrün)</b>	<b>2'489'000</b>	<b>100</b>	<b>Gärten und Höfe</b>	<b>20'117'600</b>	<b>100</b>
Rasen/Wiesen	1'194'720	48	Rasen/Wiese	6'085'574	30
Hecken/Gehölzstreifen	373'350	15	Hecken/Gehölzstreifen	1'106'468	6
Rabatten	124'450	5	Rabatten	1'106'468	6
Befestigte Flächen	796'480	32	Gärten	1'106'468	6
<b>Friedhöfe</b>	<b>1'323'000</b>	<b>100</b>	Befestigte Flächen	10'712'622	52
Rasen/Wiesen	727'650	55	<b>Wiesen und Äcker</b>	<b>14'496'500</b>	<b>100</b>
Hecken	132'300	10	Rasen/Wiesen	8'697'900	60
Rabatten	264'600	20	Hecken/Gehölzstreifen	724'825	5
Befestigte Flächen	198'450	15	Acker (=Rabatten)	4'348'950	30
<b>Spiel- und Sportplätze</b>	<b>2'418'000</b>	<b>100</b>	Befestigte Flächen	724'825	5
Rasen/Wiese	1'160'640	48	<b>Total Flächenkompartimente</b>	<b>41'103'100</b>	<b>100</b>
Hecken	362'700	15	<b>Rasen/Wiese</b>	<b>17'990'804</b>	<b>44</b>
Rabatten	120'900	5	<b>Hecken/Gehölzstreifen</b>	<b>2'738'493</b>	<b>7</b>
Befestigte Flächen	773'760	32	<b>Rabatten</b>	<b>7'084'786</b>	<b>17</b>
<b>Badeanlagen</b>	<b>259'000</b>	<b>100</b>	<b>Befestigte Flächen</b>	<b>13'289'017</b>	<b>32</b>
Rasen/Wiesen	124'320	48			
Hecken	38'850	15			
Rabatten	12'950	5			
Befestigte Flächen	82'880	32			

Die Aufteilung der Stadt Zürich in verschiedene Flächentypen wie z.B. Pärke und Friedhöfe wird aus dem Statistischen Jahrbuch der Stadt Zürich entnommen (Statistisches Amt der Stadt Zürich 1999). Für eine weitere Aufteilung dieser einzelnen Flächenareale in die Kompartimente Rasen/Wiese, Hecken/Gehölzstreifen, Rabatten und befestigte Flächen (Tabelle 10) wird auf die Prozentanteile aus Anhang 2 zurück gegriffen. Werden die gesamten Flächenanteile der einzelnen Kompartimente (siehe unter "Total Flächenkompartimente" Tabelle 10) mit den zugehörigen in Anhang 4 berechneten **theoretischen Flächenertragszahlen** multipliziert ergibt sich die **jährlich anfallende Biomasse**.

Tabelle 11: Detaillierte Aufteilung der Flächenkompartimente Rasen/Wiese und Rabatten

Flächenkompartiment	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)	Flächenkompartiment	Flächenanteil (m <sup>2</sup> )	Anteil (%)
<b>Total Rasen/Wiese</b>	<b>17'990'804</b>	<b>100</b>	<b>Total Rabatten</b>	<b>7'084'786</b>	<b>100</b>
Ohne wirtschaftliche Nutzung	9'172'904	51	Ohne wirtschaftliche Nutzung	1'629'368	23
Ohne wirtschaftliche Nutzung "Behandlung zur Nutzung"	120'000	1	Ohne wirtschaftliche Nutzung "Behandlung zur Nutzung"	0	0
"Bestimmung zur Nutzung" Landwirtschaft	8'697'900	48	"Bestimmung zur Nutzung" Landwirtschaft/Familiengärten	5'455'418	77

## Anhang 4: Theoretische Ertragszahlen der einzelnen Kompartimente

Die Grundlagen für die Berechnungen der theoretischen Ertragszahlen (Tabelle 12) werden folgenden Publikationen bzw. Gesprächen entnommen:

- Faustzahlen für die Landwirtschaft und Gartenbau (Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft Bochum 1988)
- Ertragszahlen aus der Forstwirtschaft (Horst 1988)
- Ertragszahlen GLA aus Bericht des GLA (GLA 1997)
- Anfrage bei WSL Birmensdorf (Experte 5a)

Um die theoretische jährliche Zunahme an pflanzlicher Biomasse berechnen zu können (siehe Anhang 5 und 6), werden theoretische Ertragszahlen für die in Kompartimente wie Rasen/Wiese oder Rabatten aufgeteilten Flächentypen (z.B. Friedhöfe oder Pärke) benötigt (Tabelle 12).

Tabelle 12: Theoretische Ertragszahlen für Wiesen, Bäume, Hecken/Gehölzstreifen und Ackerland

	Theoretische Erträge gemäss Literatur				
	kg/Baum	t/ha	kg/m <sup>2</sup>	t/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha
<b>Wiesen:</b>					
Rasen/Wiese bodengetrocknet		12.5	1.25	0.4	31.3
<b>Bäume:</b>					
Blattwerk frisch (jährliche Produktion bei 25 Bäumen pro ha):					
Buche d=40cm	312.0				
Eiche d=40cm	236.0				
Lärche d=40cm	125.0				
Mittelgewicht	224.3				
Blattwerk herbsttrocken:	112.2	2.8		0.2	14.0
Annahme Faktor 0.5 zu Mittelgewicht (Experte 1d)					
Holzzuwachs (jährlicher Massenzuwachs, naturmass):					
Buche	188.0	4.7		0.5	9.0
Eiche	188.0	4.7		0.7	7.0
Lärche	188.0	4.7		0.5	9.0
Fichte	188.0	4.7		0.4	12.0
<b>Hecken/Gehölzstreifen:</b>					
<i>Gemäss Angaben von Experte 5a, sind die gleichen Flächenerträge wie für ein Laubwald einzusetzen.</i>					
Blattwerk herbsttrocken (dito Bäume):		2.8	0.28	0.2	14.0
Holzzuwachs (dito Bäume):		4.7	0.47	0.5	9.0
<b>Ackerland:</b>					
aus Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft Bochum (1988)					
Grün- und Rauhfutter: Maissilage			35.0		
Getreide inklusive Stroh			10.0		
Annahme: 1/3 Mais und 2/3 Getreide für Zürich			18.3	1.83	
zusätzlich nicht genutztes Grüngut, z.B. Unkraut					
Annahme: 0.5 x Unkraut/Jät aus Rabattenerträgen (Experte 1d)			5.65	0.57	
<b>Rabattenerträge:</b>					
Berechnung aus Ertragszahlen GLA und Kompartimentsflächen Rabatten					
Wechselorbepflanzungen			11.6	1.16	
Unkraut/Jät			11.3	1.13	

Diese theoretischen Ertragszahlen werden für die Ertragshochrechnungen in Anhang 5 und 6 verwendet.

Ein beträchtlicher Teil des Wasser, das nach dem Schnitt noch in den Pflanzen vorhanden ist, verdunstet ziemlich rasch. Dies wird für die Berechnung der **theoretischen Erträge von Rasen/Wiesen-Flächen** berücksichtigt, indem Daten für "bodengetrocknete Substanz" verwendet werden (Tabelle 12).

Der theoretische **Massenzuwachs der Bäume** ergibt sich aus der Summe von Blattwerk- und Holzzuwachs. In der Stadt Zürich wachsen vor allem Laubbäume. Für die Berechnung der jährlich anfallenden Laubmenge wird von 60'000 Bäumen in städtischen Grünanlagen und 25'000 Alleebäume ausgegangen (Angaben von Experte 1c). Für die Hochrechnung der ganzen Fläche der Stadt Zürich kommen 200'000 Bäume aus privaten Anlagen (Umweltschutzfachstelle der Stadt Zürich 1999) dazu. Da diese in Sorte, Alter und Grösse variieren, werden zur Vereinfachung Durchschnitts-Bäume mit 40cm Stammdurchmesser gewählt, was einem Alter von etwa 60 Jahren entspricht. Das **Frischgewicht von Blattwerk** wird aus einer Arbeit von Kramer (1988) entnommen. Um den Wasserverlust eines **herbsttrockenen Blattes** zu berücksichtigen, wird das Frischgewicht mit einem Faktor von 0.5 multipliziert (Experte 1d). Der jährliche Holzzuwachs variiert zwischen den einzelnen Arten nur sehr gering (Kramer 1988). Die Dichte der verschiedenen Baumarten ist unterschiedlich gross, und ergibt verschiedene Massenzuwächse. In der vorliegenden Hochrechnung wird der jährliche Gewichtszuwachs verwendet.

Um die theoretischen **Erträge von Hecken/Gehölzstreifen** zu bestimmen, werden dieselben Flächenertragszahlen wie für Buchenlaubwald eingesetzt (Auskunft der WSL Birmensdorf, Experte 5a).

Für die Berechnungen der theoretischen **Erträge von Ackerland** in Zürich wird angenommen, dass die Äcker zu einem Drittel mit Mais und zu zwei Dritteln mit Getreide bestellt sind. Die entsprechenden theoretischen Ertragszahlen sind aus dem Buch "Faustzahlen für die Landwirtschaft" der Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft Bochum (1988) entnommen und werden anteilmässig gemittelt.

Bei der Ermittlung der theoretischen **Ertragszahlen von Rabatten**, kann auf vom GLA erhobene Daten (Schleiss 1999) zurück gegriffen werden. Aus den dort entnommenen Kompartimentsflächen- und Mengendaten lassen sich die Erträge für Wechselflorbepflanzungen und für Unkraut/Jät ermitteln. Auf Ackerland fällt neben nutzbarem auch nicht nutzbares Grüngut wie beispielsweise Unkraut an. Es wird angenommen, dass dieser Anteil etwa der Hälfte des berechneten Unkrautertrags aus Rabatten entspricht (Experte 1d).

## Anhang 5: Ertrag der vom GLA betreuten Flächen

Der hochgerechnete Ertrag für die vom GLA der Stadt Zürich betreuten Flächen ergeben sich aus der Multiplikation der theoretischen Erträge (Anhang 4) mit den entsprechenden Kompartimentsflächen (Anhang 2).

In Tabelle 13 sind zum Vergleich neben den theoretischen Ertragszahlen und den daraus resultierenden Flächenenerträgen auch die vom GLA erhobenen Ertragswerte (Schleiss 1999) ausgeführt. Diese Daten sind Angaben zu tatsächlich verwerteten Grüngut-Mengen. Die Werte liegen im Vergleich zu den theoretischen Ertragszahlen wesentlich tiefer. Daraus lässt sich folgern, dass neben der bewusst durch das GLA vorgenommenen Verwertung und der landwirtschaftlichen Nutzung, zusätzlich noch eine natürliche Verwertung (ohne Zutun des Menschen) stattfindet.

Tabelle 13: Ertrag der vom GLA betreuten Flächen

Kompartimente	Fläche <sup>a</sup>	Gesamtertrag gemäss GLA <sup>b</sup>	Spezifischer GLA - Ertrag <sup>b</sup>	Theoretische Erträge gemäss Literatur <sup>c</sup>		Hochrechnung mit Ertrag aus Literatur
	m <sup>2</sup>			t	t/ha	
<b>Rasen, Wiesen ohne wirt. Nutzung</b>	<b>4'148'284</b>	1'560	(0.38)	<b>12.50</b>	1.25	5'185
<b>Wiese Nutzung Landwirtschaft</b>	<b>4'680'725</b>	keine Angabe	–	<b>12.50</b>	1.25	5'851
<b>Hecken/Gehölzstreifen</b>	<b>1'056'333</b>					
Laub	1'056'333	keine Angabe	–	<b>2.80</b>	0.28	296
Holzschnitt	1'056'333	300	(0.28)	<b>4.70</b>	0.47	496
<b>Rabatten</b>	<b>423'451</b>					
Wechselflor	423'451	490	<b>1.16</b>	<b>11.60</b>	1.16	490
Unkraut/Jät	423'451	480	<b>1.13</b>	<b>11.30</b>	1.13	480
<b>Ackerbau Nutzung Landwirtschaft/Gärten</b>	<b>2'641'895</b>					
Ernte	2'641'895	keine Angabe	–	<b>18.30</b>	1.83	4'843
Unkraut/Jät	2'641'895	keine Angabe	–	<b>5.70*</b>	0.57	1'497
<b>Heu speziell GLA</b>		100				
<b>Sonstiges</b>	<b>2'647'837</b>					
<b>Summe</b>	<b>15'598'525</b>					
<b>Grosskronige Bäume</b>	<b>Stückzahl</b>		<b>kg/Baum</b>		<b>kg/Baum</b>	
<b>in städtischen Grünanlagen</b>	<b>60'000</b>					
<b>Alleebäume städtisch</b>	<b>25'000</b>					
Holz als Schnitzel		2'850	(33.53)	<b>4.70</b>	188.0	15'980
Laub lose		1'440	(16.94)	<b>2.80</b>	112.0	2'800
<b>Ertrag GLA (t)</b>		<b>7'220</b>				<b>37'919</b>

Für die Hochrechnung verwendete Daten

<sup>a</sup> siehe Anhang 3

<sup>b</sup> siehe Schleiss (1999)

<sup>c</sup> siehe Anhang 4

\* aus Ertragszahl "Unkraut/Jät" des GLA (Tabelle 12) multipliziert mit Faktor 0.5

## Anhang 6: Ertrag der gesamten Fläche der Stadt Zürich

Die Kompartimentsflächen (Anhang 3) werden mit den theoretischen Ertragszahlen (Anhang 4) multipliziert. Dies ergibt die theoretischen Flächenerträge. Wie in Anhang 5 (Tabelle 13) sind in Tabelle 14 zum Vergleich neben den theoretischen Ertragszahlen und den daraus resultierenden Flächenerträgen auch die vom GLA erhobenen Ertragswerte (Schleiss 1999) aufgeführt.

Tabelle 14: Ertrag der gesamten Fläche der Stadt Zürich

Kompartimente	Flächen <sup>a</sup>	Gesamtertrag gemäss GLA <sup>b</sup>	Spezifischer GLA Ertrag <sup>b</sup>	Theoretische Erträge gemäss Literatur <sup>c</sup>		Hochrechnung mit Ertrag aus Literatur
	m <sup>2</sup>			t	t/ha	
<b>Rasen, Wiesen ohne wirt. Nutzung</b>	<b>9'172'904</b>	1'560	(0.34)	<b>12.50</b>	1.25	11'466
<b>Wiese Nutzung Landwirtschaft</b>	<b>8'817'900</b>	keine Angabe	–	<b>12.50</b>	1.25	11'022
<b>Hecken/Gehölzstreifen</b>	<b>2'738'493</b>					
Laub	2'738'493	keine Angabe	–	<b>2.80</b>	0.28	767
Holzschnitt	2'738'493	300	(0.28)	<b>4.70</b>	0.47	1'287
<b>Rabatten</b>	<b>1'887'668</b>					
Wechselflor	1'887'668	490	<b>1.16</b>	<i>11.60</i>	<i>1.16</i>	1'885
Unkraut/Jät	1'887'668	480	<b>1.13</b>	<i>11.30</i>	<i>1.13</i>	1'847
<b>Ackerbau Nutzung Landwirtschaft/Gärten</b>	<b>5'455'418</b>					
Ernte	5'455'418	keine Angabe	–	<b>18.30</b>	1.83	10'001
Unkraut/Jät	5'455'418	keine Angabe	–	<b>5.70</b>	<i>0.57</i>	3'092
<b>Heu speziell GLA</b>		100				
<b>sonstiges</b>	<b>13'289'017</b>					
<b>Summe</b>	<b>41'103'100</b>					
<b>Grosskronige Bäume</b>	<i>Stückzahl</i>		<i>kg/Baum</i>		<i>kg/Baum</i>	
<b>in städtischen Grünanlagen</b>	<b>60'000</b>					
<b>Alleebäume städtisch</b>	<b>25'000</b>					
<b>in privaten Anlagen</b>	<b>200'000</b>					
Holz als Schnitzel		2'850	(33.53)	<b>4.70</b>	188.0	53'580
Laub lose		1'440	(16.94)	<b>2.80</b>	112.0	31'920
<b>Ertrag Stadt Zürich (t)</b>		<b>7'220</b>				<b>126'867</b>

Für die Hochrechnung verwendete Daten

<sup>a</sup> siehe Anhang 2

<sup>b</sup> siehe Schleiss 1999

<sup>c</sup> siehe Anhang 4

\* aus Ertragszahl "Unkraut/Jät" des GLA (Tabelle 12) multipliziert mit Faktor 0.5



## Anhang 7: Gesetzliche Grundlagen zu technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge

### Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) vom 19. Juni 1995 (Stand am 25. April 2000)

Diese Verordnung enthält die technischen Anforderungen für Fahrzeuge, die dem Strassenverkehrsgesetz (SVG) unterstehen.

#### Geräuschvorschriften an Fahrzeugen der Klasse > 3500kg Gesamtgewicht

Tabelle 15: Geräuschvorschriften für Lastwagen mit  $V_{max.} > 25\text{km/h}$

Fahrzeugart	Grenzwert <sup>a</sup>
< 75kW	77dB
≥ 75kW	78dB
≥ 150kW	80dB

<sup>a</sup> Vorbeifahrtsmessung: Mikrofon 1.2m über Boden, 7.5m Abstand von der Mitte der Fahrspur

#### Geräuschvorschriften an Arbeitsmotorwagen, landwirtschaftliche- und gewerbliche Traktoren/Motorkarren

**Arbeitsmotorwagen** sind Motorwagen, mit denen keine Sachtransporte ausgeführt werden, sondern zur Verrichtung von Arbeiten (wie Sägen, Fräsen, Spalten, Heben und Verschieben von Lasten, Erdbewegungen, Schneeräumungen usw.) gebaut sind und höchstens einen kleinen Tragraum für Werkzeuge und Betriebsstoffe aufweisen. Ihr Motor kann neben dem Antrieb der Arbeitsgeräte auch zur Fortbewegung des Fahrzeuges dienen (Art. 13 Anh. 6 Ziff. 37 VTS).

Tabelle 16: Geräuschvorschriften für Arbeitsmotorwagen, landwirtschaftliche- und gewerbliche Traktoren/Motorkarren

Fahrzeugart	Grenzwert <sup>a</sup>
<b>Arbeitsmotorkarren</b>	
≤ 30km/h     dB	85dB
> 30km/h     dB	86dB
> 45km/h     dB	87dB
<b>Landwirtschaftliche Traktoren</b>	
≤ 1500kg Leergewicht	85dB
> 1500kg Leergewicht	89dB

<sup>a</sup> Vorbeifahrtsmessung: Mikrofon 1.2m über Boden, 7.5m Abstand von der Mitte der Fahrspur

#### Geräuschvorschriften für Rasenmäher mit motorischem Antrieb

Weil keine vergleichbaren Vorbeifahrtsmessungen (Mikrofon 1.2m über Boden, 7.5m Abstand von der Mitte der Fahrspur) wie für Fahrzeuge zur Verfügung standen, wird für Rasenmäher der Lärmwert eines Arbeitsmotorkarrens (Tabelle 16) eingesetzt (siehe Anhang 8).

## Anhang 8: Auswertung der Lärmdaten

Grundlage für die Auswertung waren die Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm aus der Lärmschutz-Verordnung, LSV (SR 814.41).

**Fallbeispiel Letzigrund:** Das Fallbeispiel zeigt exemplarisch den Berechnungsvorgang auf. Die Auswertung der Lärmdaten für die Fallbeispiele "Blatterwiese" und "Freudenbergwiese" werden analog der folgenden Aufstellung (Tabellen 17-21) vorgenommen. Als Datengrundlagen für alle Berechnungen dienen die Interviewblätter (Anhang 10). Die Grenzwerte sind aus Anhang 7 entnommen.

Tabelle 17: Lärmdaten zum gesamten Entsorgungsweg "Zentrale Verwertung"

Nr.	Maschine	ti (h/Jahr)	B (Tage/Jahr)	Grenzwert (dB)		
1	Traktor Iseki 538 zum Düngen	9	6	86		
1	Traktor Iseki 538 zum Sanden	20	2	86		
2	Mustang Kleinlader	2	2	85		
1	Traktor Iseki 538 zum Verschleppen	4	2	86		
3	Carraro Traktor zum Aerifizieren	63	7	89		
1	Traktor Iseki 538 zum Verticutieren	60	15	86		
1	Traktor Iseki 538 mit Morel zum Aufnehmen	7	15	86		
4	Mäher Toro 2000 zum Rasenschneiden	105	35	86		
5	LKW 2-Achser zum Auflad und Transport	6	6	80		
1	Traktor Iseki 538 mit Morel zum Aufnehmen	17.5	35	86		
6	Verschiedene Motorkarren (Zentrale Verwertung)	11	44	85		
<b>Total</b>						
1	Traktor Iseki 538	117.5	75	86		
2	Mustang Kleinlader	2	2	85		
3	Carraro Traktor zum Aerifizieren	63	7	89		
4	Mäher Toro 2000 zum Rasenschneiden	105	35	86		
5	LKW 2-Achser zum Auflad und Transport	6	6	80		
6	verschiedene Motorkarren (Zentrale Verwertung)	11	44	85		
Nr.	Leq, i (dB)	K1, i (dB) <sup>a</sup>	K2, i (dB) <sup>b</sup>	K3, i (dB) <sup>b</sup>	ti (Minuten)	Lr, i (dB)
1	86	0	4	4	94	85.2
2	85	0	4	4	60	82.2
3	89	0	4	4	540	95.8
4	105	0	4	4	180	88.0
5	80	0	4	4	60	77.2
6	85	0	4	4	15	76.2

<sup>a</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 1c LSV

<sup>b</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 33 Ziff. 1c, 2c, 3c LSV

Aus Tabelle 17 (und LSV) ergibt sich  $L_r = 10 \times \log \sum_i 10^{0.1 \times L_{r,i}} = \mathbf{97.0 \text{ dB}}$ , wobei  $L_{r,i} = L_{eq,i} + K1,i + K2,i + K3,i + 10 \log (t_i/t_o)$ .

Tabelle 18: Lärmdaten zum Entsorgungsweg "Zentrale Verwertung" (Fallbeispiel Letzigrund):  
Prozess "Wachstum der Pflanzen"

Nr.	Maschine	ti (h/Jahr)	B (Tage/Jahr)	Grenzwert (dB)
1	Traktor Iseki 538	100	40	86
2	Mustang Kleinlader	2	2	85
3	Carraro Traktor Aerifizieren	63	7	89

Nr.	Leq, i (dB)	K1, i (dB) <sup>a</sup>	K2, i (dB) <sup>b</sup>	K3, i (dB) <sup>b</sup>	ti (Minuten)	Lr, i (dB)
1	86	0	4	4	150	87.2
2	85	0	4	4	60	82.2
3	89	0	4	4	540	95.8

<sup>a</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 1c LSV

<sup>b</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 33 Ziff. 1c, 2c, 3c LSV

Aus Tabelle 18 (und LSV) ergibt sich  $L_r = 10 \times \log \sum_i 10^{0.1 \times L_{r,i}} = \mathbf{96.5dB}$ , wobei  
 $L_{r,i} = L_{eq,i} + K1,i + K2,i + K3,i + 10 \log (t_i/t_o)$ .

Tabelle 19: Lärmdaten zum Entsorgungsweg "Zentrale Verwertung" (Fallbeispiel Letzigrund):  
Prozess "Trennen Mensch/Natur"

Nr.	Maschine	ti (h/Jahr)	B (Tage/Jahr)	Grenzwert (dB)
4	Mäher Toro 2000 zum Rasenschneiden	105	35	86.0

Nr.	Leq, i (dB)	K1, i (dB) <sup>a</sup>	K2, i (dB) <sup>b</sup>	K3, i (dB) <sup>b</sup>	ti (Minuten)	Lr, i (dB)
4	86	0	4	4	180	88.0

<sup>a</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 1c LSV

<sup>b</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 33 Ziff. 1c, 2c, 3c LSV

Aus Tabelle 19 (und LSV) ergibt sich  $L_r = 10 \times \log \sum_i 10^{0.1 \times L_{r,i}} = \mathbf{88.0 dB}$ , wobei  
 $L_{r,i} = L_{eq,i} + K1,i + K2,i + K3,i + 10 \log (t_i/t_o)$ .

Tabelle 20: Lärmdaten zum Entsorgungsweg "Zentrale Verwertung" (Fallbeispiel Letzigrund):  
Prozess "Zentrale Verwertung"

Nr.	Maschine	ti (h/Jahr)	B (Tage/Jahr)	Grezwert (dB)
1	Traktor Iseki 538	17.5	35	86
5	LKW 2-Achser zum Auflad und Transport	6	6	80
6	verschiedene Motorkarren (Zentrale Verwertung)	11	44	85

Nr.	Leq, i (dB)	K1, i (dB) <sup>a</sup>	K2, i (dB) <sup>b</sup>	K3, i (dB) <sup>b</sup>	ti (Minuten)	Lr, i (dB)
1	86	0	4	4	30	80.2
5	80	0	4	4	60	77.2
6	85	0	4	4	15	76.2

<sup>a</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 1c LSV

<sup>b</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 33 Ziff. 1c, 2c, 3c LSV

Aus Tabelle 20 (und LSV) ergibt sich  $L_r = 10 \times \log \sum_i 10^{0.1 \times L_{r,i}} = \mathbf{83.0dB}$ , wobei  
 $L_{r,i} = L_{eq,i} + K1,i + K2,i + K3,i + 10 \log (t_i/t_0)$ .

Tabelle 21: Lärmdaten zum Entsorgungsweg "Zentrale Verwertung" (Fallbeispiel Letzigrund):  
Prozesse "Trennen Mensch/Natur" und "Zentrale Verwertung" zusammen

Nr.	Maschine	ti (h/Jahr)	B (Tage/Jahr)	Grenzwert (dB)
1	Traktor Iseki 538	17.5	35	86
4	Mäher Toro 2000 zum Rasenschneiden	105	35	86
5	LKW 2-Achser zum Auflad und Transport	6	6	80
6	verschiedene Motorkarren (Zentrale Verwertung)	11	44	85

Nr.	Leq, i (dB)	K1, i (dB) <sup>a</sup>	K2, i (dB) <sup>b</sup>	K3, i (dB) <sup>b</sup>	ti (Minuten)	Lr, i (dB)
1	86	0	4	4	30	80.2
4	86	0	4	4	180	88.0
5	80	0	4	4	60	77.2
6	85	0	4	4	15	76.2

<sup>a</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 1c LSV

<sup>b</sup> Anhang 6 Art. 40 Abs. 33 Ziff. 1c, 2c, 3c LSV

Aus Tabelle 21 (und LSV) ergibt sich  $L_r = 10 \times \log \sum_i 10^{0.1 \times L_{r,i}} = \mathbf{89.2dB}$ , wobei  
 $L_{r,i} = L_{eq,i} + K1,i + K2,i + K3,i + 10 \log (t_i/t_0)$ .

## Anhang 9: Bodenverdichtung

### 1. Walzenmodell nach Hartge/Horn

In dieser Arbeit wird ein einfaches Modell gewählt, welches über die Tiefenwirkung Rückschlüsse auf die Verdichtungsgefahr zulässt. Mehrere Argumente rechtfertigen die Auswahl dieses Modells. Zum einen sind die benötigten Informationen leicht verfügbar. Zum anderen werden zentrale Forderungen des Bodenschutzes beim Umgang mit Grünabfall aus rein praktischen und wirtschaftlichen Überlegungen bereits eingehalten. Die Umstände, dass man nur bei schönem Wetter heuen oder lauben kann, dass sich Rasen nur trocken ordentlich schneiden/aufnehmen lässt und dass nasser Grünabfall wesentlich schwerer und somit viel teurer bei der Einlieferung in die zentrale Verwertung ist, führen dazu, dass der Boden nur in abgetrockneten, genügend tragfähigen Zustand befahren wird (BUWAL 1996). Zudem wird im Umgang mit Grünabfall nur mit Maschinen mit geringem Gewicht, guter Gewichtsverteilung, bzw. kleiner Flächenpressung gearbeitet (BUWAL 1996). Die im Modell angenommene stabile Flächenpressung von  $1 \text{ kp/cm}^2$  entspricht den Erfahrungen aus der Praxis (Befragung Experte 5b).

Zu beachten gilt es allerdings, dass dieses Modell keine Stabilitätsbeschreibungen des Bodens berücksichtigt. Über die Tiefenwirkung kann nur eine potentielle Verdichtungsgefahr abgeleitet werden. Oft sind im Siedlungsraum Böden so konzipiert, dass gar keine Verdichtung im Unterboden erfolgen kann, weil es gar keinen Unterboden gibt (z.B. Grünanlage auf Parkhaus, Sportplätze nach DIN-Norm usw.).

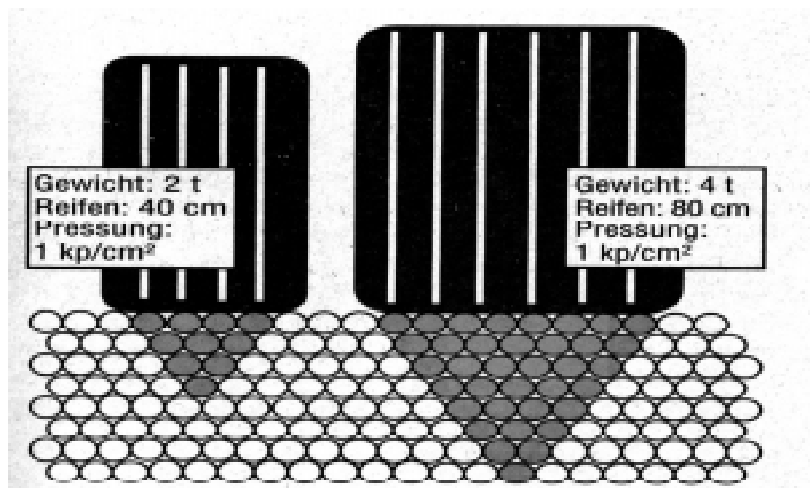


Abbildung 16: Flächenpressung nach Hartge/Horn (aus BUWAL 1996)

Das Gewicht im in Abbildung 13 dargestellten Beispiel kann beliebig verändert und daraus die Tiefenwirkung abgeleitet werden. Dabei bleibt der Flächendruck von  $1 \text{ kp/cm}^2$  durch Vergrößerung der Kontaktfläche (Bereifung) konstant. Zum Vergleich ist in Tabelle 22 auch die Tiefenwirkung eines Fußballspielers aufgeführt.

Tabelle 22: Beispiele für die Tiefenwirkung von unterschiedlichen Belastungen (aus BUWAL 1996)

	Eigengewicht (kg)	Kontaktfläche ( $\text{kp/cm}^2$ )	Tiefenwirkung (cm)
Fußballspieler	80	1	2
Pflegefahrzeug	1'000	1	25
Pflegefahrzeug	2'000	1	50
Pflegefahrzeug	3'000	1	75

## 2. Auswertungen

**Fallbeispiel Freudenbergwiese:** Die Tabellen 23-25 zeigen den Berechnungsvorgang für das Fallbeispiel Freudenbergwiese. Die Berechnung der Tiefenwirkung für die Fallbeispiele "Blatterwiese" und "Letzigrund" werden analog durchgeführt. Als Datengrundlagen für die Berechnungen dienen dabei die Interviewblätter (Anhang 10).

Tabelle 23: Berechnung der chronischen Belastung (Prozesse "Trennen Mensch/Natur" und "Zentrale Verwertung" zusammen)

Nr.	Maschine	Tiefenwirkung (cm)	Behandlungen Anzahl/Jahr	Chronische Belastung (cm)
1	Motormäher 1.6m Schneiden	3	1	3
2	4-Rad Traktor 50 PS Schneiden	49	1	49
3	4-Rad Traktor 50 PS Kreiseln	36	6	216
4	4-Rad Traktor 50 PS Heumaden	45	2	90
5	4-Rad Traktor 70 PS Ballierung	75	2	150
6	4-Rad Traktor 70 PS Aufladen	58	2	116
<b>Summenwert für die chronische Belastung in cm</b>				<b>624</b>

Tabelle 24: Berechnung der chronischen Belastung (Prozess "Trennen Mensch/Natur")

Nr.	Maschine	Tiefenwirkung (cm)	Behandlungen Anzahl/Jahr	Chronische Belastung (cm)
1	Motormäher 1.6m Schneiden	3	1	3
2	4-Rad Traktor 50 PS Schneiden	49	1	49
<b>Wert für Prozess "Trennen" in cm</b>				<b>52</b>

Tabelle 25: Berechnung der chronischen Belastung (Prozess "Behandlung zur Nutzung")

Nr.	Maschine	Tiefenwirkung (cm)	Behandlungen Anzahl/Jahr	Chronische Belastung (cm)
3	4-Rad Traktor 50 PS Kreiseln	36	6	216
4	4-Rad Traktor 50 PS Heumaden	45	2	90
5	4-Rad Traktor 70 PS Ballierung	75	2	150
6	4-Rad Traktor 70 PS Aufladen	58	2	116
<b>Wert für Prozess "Behandlung zur Nutzung" in cm</b>				<b>572</b>

# Anhang 10: Ergebnisse der Befragung

Für standardisierte Interviews wurden ausführliche Fragebogen entwickelt (siehe unten) Die Antworten der befragten Experten (Experten 1e-1h, Anhang 12) sind rot hervorgehoben.

## Frageblatt für Interview Roger Lanz OBJEKT: LETZIGRUNDRASEN

Arbeitseinsatz:A Energieeinsatz:E Bodenverdichtung:B Kreisläufe:K Nutzungsbeschränkung:N Lärm:L Geruch:G

### Wachstum

A E B K N L G <b>Wie sieht die Unterhaltsarbeit beim Wachstum aus?</b>				Anzahl pro Jahr (Saison)	Arbeitsaufwand	h	h / Jahr	Relevante Größen	
x		Wird gedüngt?	nein	ja Düngerart: <b>mineralisch</b>	Anzahl Düngungen: <b>6</b>	in h/Düngung: <b>1,5</b>	<b>9</b>		
x		Wird bewässert?	nein	ja Wasser: <b>trink</b>	Anzahl Bewässerung: <b>5</b>	in h/Bewässerung: <b>0,5</b>	<b>2,5</b>		
x		Wird besandet?	nein	ja Menge m3/Jahr: <b>30</b>	Anzahl Besandungen: <b>2</b>	in h/Besandung: <b>13 (10,1,2)</b>	<b>26</b>		
x		Wird aerifiziert?	nein	ja <b>4xTiefenloch,2xVollspuhl,1xVertidrän</b>	Anzahl Behandlungen: <b>7</b>	in h/Behandlung: <b>9 (8,1)</b>	<b>63</b>		
x		Wird verticutiert?	nein	ja <b>abigeln alle 10-14 Tage</b>	Anzahl Behandlungen: <b>15</b>	in h/Behandlung: <b>4,0</b>	<b>60</b>	<b>160,5 h</b>	
x		Weitere Pflegemaßnahmen?	nein	ja <b>Stopten Rasen nach Spielen</b>	Anzahl Behandlungen: <b>35</b>	in h/Behandlung: <b>3,0</b>	<b>105</b>		
				<b>Rasenersatz Torbereich+Aussenlinien</b>	<b>Kosten: 40% Material, 40% Arbeit, 20% Maschinen</b>		<b>Sfr. 20'000</b>		
x		Wird Pesticid eingesetzt?	nein	ja	Menge in kg:	Gesamtaufwand in h:			
<b>Sommerüberholung</b>					<b>Witterung</b>	<b>Weiteres: Spielbetrieb, Training</b>			
<b>Unterhalt-Kriterien</b>				<b>Grashöhe</b>	<b>Blütenstand</b>	<b>Zeitplan</b>			

A E B K N L G <b>Wie gross ist der Flächenertrag?</b>				Anzahl Schnitte	Menge in m3	1	Bemerkung:	Menge pro Schnitt

### A E B K N L G **Wie sieht der eingesetzte Maschinenpark aus?**

				Leistung	kW	kW	h	kWh			
x	x	x	Typ: Traktor Iseki 538 mit (Düngung): Düngestreuer	Lärm in db: <b>86</b>	Gewicht in kg: <b>2100</b>	Bodenverdichtung					
x	x	x	Typ: Traktor Iseki 538 mit (Sanden) Rinksandstreuer	Lärm in db: <b>86</b>	Gewicht in kg: <b>2100</b>	Tiefenwirkung in cm: <b>53</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>126</b>	
x	x	x	Typ: Mustang Kleinlader (Sandauffad)	Lärm in db: <b>85</b>	Gewicht in kg: <b>2700</b>	Bodenverdichtung	<b>28</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>340</b>	
x	x	x	Typ: Traktor Iseki 538 mit (Sand verschleppen) Schleppnetz	Lärm in db: <b>86</b>	Gewicht in kg: <b>1660</b>	Tiefenwirkung in cm: <b>53</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	
x	x	x	Typ: Cararo Traktor Soil versch (Aerifizieren) leppen, aufnehmen	Lärm in db: <b>89</b>	Gewicht in kg: <b>3310</b>	Bodenverdichtung	<b>1,2: Höchstwert</b>	<b>2,2: Mittelwert</b>	<b>3,2: Arbeitsdauer</b>	<b>4,2: Arbeit / Jahr</b>	
x	x	x	Typ: Traktor Iseki 538 mit Igel (Verticutieren)	Lärm in db: <b>86</b>	Gewicht in kg: <b>1660</b>	Tiefenwirkung in cm: <b>8,3</b>	<b>46</b>	<b>38</b>	<b>63</b>	<b>2128</b>	
x	x	x	Typ: Iseki Traktor mit Morel (aufnehmen) Aufnahmeggerät	Lärm in db: <b>86</b>	Gewicht in kg: <b>2340</b>	Bodenverdichtung	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>840</b>	
x	x	x	Typ: Mischeinsatz nicht erfasst (Überholen)	Lärm in db: <b>--</b>	Gewicht in kg:	Tiefenwirkung in cm: <b>5,9</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>133</b>	<b>3663 kWh</b>

### Trennen

A E B K N L G <b>Wiesen- / Rasenschnitt</b>				Schnittanzahl:	35	Schnittart:	Spindelmähen	Aufwand in h/Schnitt:	3	105h
x			Schnitt: genauerer Beschrieb zu Schnittart: Spindelmäher							

### A E B K N L G **Wie sieht der eingesetzte Maschinenpark aus?**

				Leistung	kW	kW	h	kWh			
x	x	x	Mäher Toro 2000, 5 Spindler (mähen)	Lärm in db: <b>86</b>	Gewicht in kg: <b>2500</b>	Bodenverdichtung					
x	x	x				Tiefenwirkung in cm: <b>6,3</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>105</b>	<b>840</b>	<b>840 kWh</b>

### Verwertung vor Ort **wird für dieses Fallbeispiel nicht berücksichtigt!**

A E B K N L G <b>Wird der Wiesen- / Rasenschnitt aufgenommen?</b>				Schnittgut	eingesammelt	nein	ja	Anzahl Schnitte	35, davon bleiben	nur ca. 3% Rasen liegen!!	Aufwand in h/Schnitt:	0
x												

A E B K N L G <b>Wohin wird der Wiesen- / Rasenschnitt gebracht?</b>				Distanz:	0 m	Schnittgutrest bleibt liegen	Aufwand in h/Schnitt:
x							

### Sammlung und Transport

A E B K N L G <b>Wohin wird der Wiesen- / Rasenschnitt gebracht?</b>				Schnittgut	eingesammelt	nein	ja	Anzahl Schnitte	35	Arbeitsaufwand	h Anzahl	h / Jahr		
x			Distanz (in Meter):	Werdhölzli	1ne Fuhr wenn 5-6m3 zusammenkommen (Zwischenlager)					in h/Schnitt:	<b>0,5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	
x			Auflad auf LKW	LKW mit Greifer	1ne Fuhr wenn 5-6m3 zusammenkommen (Zwischenlager)					in h/Schnitt:	<b>0,3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>23,5 h</b>

A E B K N L G <b>Wie sieht der eingesetzte Maschinenpark aus?</b>				Lärm in db:	80	Leistung	kW	kW	h	kWh	
x	x	x	Typ: 2-Achser 18 Tonnen mit (Auflad + Transport) fixem Greifer			1,2: Höchstwert	<b>70</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>210</b>	
x	x	x	Typ: Iseki Traktor mit Morel (aufnehmen) Aufnahmeggerät	Lärm in db: <b>86</b>		2,2: Mittelwert	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>17,5</b>	<b>332,5</b>	<b>543 kWh</b>

### Zentrale Verwertung

A E B K N L G <b>Standorte für zentrale Verwertung</b>				Werdhölzli
<b>Aufzählung:</b>				

A E B K N L G <b>Wie wird verwertet?</b>				Verwertungsart:	Kompostierung	Aufwand in h/Schnitt:	11h
						(3MA x 200t/MA x 8h/t x 30m3) : 13000m3	

Leistung **469 kWh**





## Anhang 11: Flächenaufteilung Parkanlagen

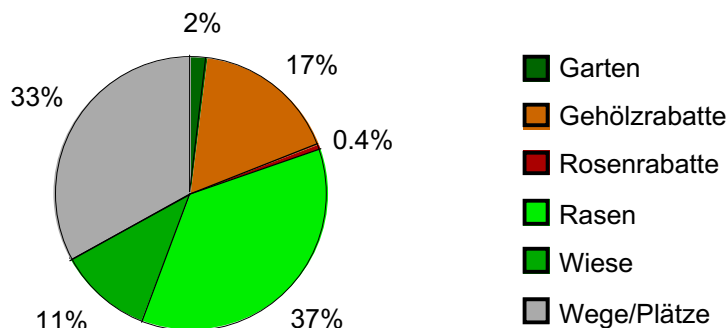
Um abschätzen zu können, welche Anteile die Kompartimente Garten, Gehölz- und Rosenrabatten, Rasen, Wiese und Wege/Plätze in Parkanlagen von Zürich aufweisen, werden fünf repräsentative Anlagen ausgewählt (Tabelle 26). Die Flächen der einzelnen Kompartimente werden mit digitalisierten Situationsplänen (Experte 1i) berechnet.

Tabelle 26: Flächenaufteilung von Parkanlagen in Zürich (Angaben in m<sup>2</sup>)

Anlage	Garten	Gehölz- rabatte	Rosen- rabatte	Rasen	Wiese	Wege/ Plätze
Ey+Triemli	2'287	2'891	131	11'086	193	9'677
Platzspitz	0	2'590	196	5'661	8'950	15'425
Beckenhof	0	3'736	207	5'025	0	3'552
Letzibad	0	2'481	0	13'214	1'925	9'484
Schindlergut	0	9'915	0	10'150	2'584	3'065
<b>Summe</b>	<b>2'287</b>	<b>21'613</b>	<b>534</b>	<b>45'136</b>	<b>13'652</b>	<b>41'203</b>
<b>Gesamtflächen- summe</b>	<b>A = 124'425</b>					

Aus den Flächenangaben (Tabelle 26) kann anschliessend die Anteile der einzelnen Kompartimente ermittelt werden (Abbildung 17).

Abbildung 17: Flächenaufteilung von Parkanlagen in Zürich (Angaben in Prozent)



## Anhang 12: Befragte Expertinnen und Experten

Expertinnen und Experten (Tabelle 27) wurden mit standardisierten Fragebogen (Anhang 10) befragt und/oder zur Beurteilung der erarbeiteten Modelle, Berechnungen etc. herangezogen.

Tabelle 27: Adressen von befragten Expertinnen und Experten

Institution	Experten-Nr. <sup>a</sup>	Name	Funktion/ Zuständigkeit	Telefon-Nr.
<b>1. GLA</b>				
Fachstelle Naturschutz	<b>1a</b>	Borer Alex	Leiter	01 216 27 15
	<b>1b</b>	Hose Stefan	Artenschutz/Inventare	
Hauptabteilung Unterhalt	<b>1c</b>	Dudle Paul	Hauptabteilungsleiter	01 216 27 71
	<b>1d</b>	Pfaffen Paul	Ingenieurkreis West	01 216 20 44
	<b>1e</b>	Berger Paul		01 216 20 41
Grünflächenverwalter	<b>1f</b>	Lanz Roger	Bezirk F (Letzigrund)	01 242 40 10
	<b>1g</b>	Hochstrasser Andreas	Bezirk J (Blatterwiese)	01 422 54 97
	<b>1h</b>	Gubler Johann	Bezirk AGK	01 361 63 18
Fachstelle GIS	<b>1i</b>	Fürst Marc	Projektleiter	01 216 27 68
<b>2. Fachstelle für Stadtentwicklung</b>				
	<b>2a</b>	Emmenegger Barbara	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	01 216 36 68
<b>3. Anfrage der um die Stadt Zürich liegenden Kompostier- und Vergärungsanlagen</b>				
Vergärungsanlage Bachenbülach/Rümlang, W. Schmid AG	<b>3a</b>	Hr. Somnavilla		01 809 71 45
Kompostieranlage	<b>3b</b>	Hr. Siggentaler	Betriebsleiter	01 745 64 10
Dietikon	<b>3c</b>	Hr. H.P. Engeli	Kompostfragen	01 745 64 10
Kompostieranlage Volketswil, Kompos AG	<b>3d</b>	Hr. Wiederkehr		01 945 40 40
Kompostieranlage Wettswil	<b>3e</b>	René Bär		01 700 02 89
	<b>3f</b>	Hr. Bär Junior		01 700 02 89
<b>4. Anfrage von Gartenbauunternehmungen in der Stadt Zürich</b>				
Gartenbaugenossenschaft	<b>4a</b>	Hr. Willemshee	Abteilungsleiter	01 371 55 55
Spross Ga-La-Bau	<b>4b</b>	Hr. H. Spross	Betriebsleiter	01 462 62 62
Lüscher Gartenbau	<b>4c</b>	Hr. H. Lüscher	Betriebsleiter	01 492 87 14
Brenner Gartenbau	<b>4d</b>	Sekretariat		01 371 29 30
Boesch Gartenbau	<b>4e</b>	Sekretariat		01 318 45 45
<b>5. Fachexperten und Externe Beratung</b>				
WSL Birmensdorf	<b>5a</b>	Hr. Zingg		01 739 23 35
BABU GmbH	<b>5b</b>	Hr. Meuli	Betriebsleiter	01 388 20 40
ERZ	<b>5c</b>	Hr. Müller	Betriebsleiter Werdhölzli	01 435 56 24
	<b>5d</b>	Hr. Aebersold	Verkaufsberatung	01 305 78 83

<sup>a</sup> Die Expertinnen und Experten wurden mit diesen Nummern im Text zitiert (z.B. "Experte 1d gab an ...")