

Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur  
Institut für Landschaftsentwicklung, Naturschutz- und  
Erholungsplanung

---

Diplomarbeit im Fachbereich Landschaftsplanung  
Zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur (Dipl. Ing.)

**EVALUIERUNG EINES BESUCHERZÄHLGERÄTES  
MIT PYRO-ELEKTRISCHEM SENSOR**

Albert Kahler

Betreuung:

Assoz. Prof. Dr.nat.techn. Dipl.-Ing. Arne Arnberger

---

Wien 2011





---

Zuallererst bedanke ich mich bei meiner Familie, meinen FreundInnen und KollegInnen, die mich tatkräftig unterstützt haben und bei Professor Arne Arnberger für die kontinuierliche Betreuung.

# 1. INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>1</b>
Abstract   Kurzdarstellung .....	4
<b>2. EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
2.1 Problemstellung   Zielsetzung.....	6
2.2 Forschungsfragen .....	7
<b>3. METHODEN DER BESUCHERERFASSUNG .....</b>	<b>8</b>
3.1 Bildgestützte Erfassungsgeräte.....	10
3.1.1 Luft- bzw. Satellitenaufnahmen .....	10
3.1.2 Fotokameras.....	10
3.1.3 Automatische Kamera (time-lapse video) .....	10
3.2 Automatische Zählgeräte .....	12
3.2.1 Mechanische Zählgeräte .....	12
Drehkreuz, Drehtüren.....	12
3.2.2 Optische Zählgeräte .....	12
Lichtschanke (aktives Infrarot) .....	12
Zählgerät mittels passiven Infrarots.....	13
Zählgerät mit pyroelektrischem Sensor .....	14
Laser .....	14
3.2.3 Elektronische Zählgeräte .....	15
Radiotransmitter.....	15
Ultraschall .....	15
Seismische Geräte .....	15
Druckmatten.....	16
Pneumatischer Schlauch.....	16
Induktionsschleife / Magnetische Sensoren .....	16

3.3	Gipfelbücher, Hüttenregister,...	17
3.4	Stand der Forschung zur Verwendung des EcoCounter EcoTwin	18
	Auszug aus: "Effectiveness of a Commercially Available Automated Pedestrian Counting Device in Urban Environments: Comparison with Manual Counts" (Greene-Roesel et al. 2007)	18
	Auszug aus: "A Methodology for Counting Pedestrians at Intersections: Using Automated Counters to Extrapolate Weekly Volumes from Short Manual Counts" (Schneider et al, 2008)	19
<b>4.</b>	<b>METHODIK</b>	<b>20</b>
4.1	Untersuchungsgebiet	20
4.1.1	Erholungsnutzung	22
4.2	Testreihe: Eco-Twin in künstlichen Situationen	23
4.2.1	Testaufbau	23
4.3	Datenerhebung	24
4.3.1	Aufstellung	24
	Untersuchungszeitraum	27
	Aufnahmezeitraum der Videokamera	27
	Aufnahmezeitraum Eco-Twin	27
4.4	Datenauswertung	27
4.5	Ecocounter Ecotwin	30
4.5.1	ECO-PC	32
4.5.2	Eco-Pocket	34
	Probleme im Vorfeld	36
4.6	Videobeobachtung	36
4.6.1	Technik des Videosystems	36
4.6.2	Kosten der Videobeobachtung	39
<b>5.</b>	<b>INTERPRETATION DER ERGEBNISSE</b>	<b>40</b>
5.1	Ergebnisse der Testreihe	40
5.2	Daten der Timelapse Videoaufnahme	42
5.3	Daten des Eco-Twin	51
5.4	Vergleich der Daten des Ecocounter mit den Daten der Videoaufzeichnung	54
<b>6.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>58</b>
6.1	Handhabung der Geräte	58
6.2	Vor- und Nachteile	59

6.3 Vergleich .....	60
6.4 Ausblick .....	62
<b>7. LITERATUR- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>63</b>
7.1 Literaturquellen .....	63
7.2 Abbildungsverzeichnis .....	66

## **Abstract | Kurzdarstellung**

Data on visitor numbers are important for the management of recreational and protected areas. In this study two visitor counting methods were compared. On a heavily used multi-use access trail to the Donau-Auen National Park in Vienna, visitor numbers gained by video monitoring were compared with results of a people counter with a pyroelectric sensor (Ecocounter – Ecotwin©). Both devices were installed at the same place and recorded the recreation use along the trail between the 19<sup>th</sup> of December 2007 and the 19<sup>th</sup> of January 2008. From 6:00 am in the morning until 4:30 pm in the afternoon the video camera took pictures every 1.6 seconds. Counting by ECO-Twin resulted in 3477 counts, while the total amount of counts by video monitoring was 4405. Causes for the differences in visitor numbers, and the pro and cons of both methods are discussed.

And further aspects concerning the optimal place and the possibility of a remote data transfer facility will be touched on.

## 2. | EINLEITUNG

Das Erfassen von BesucherInnenströmen wird schon lange als ein überaus wichtiges Mittel für das Management von Erholungs- und Naturschutzgebieten gesehen und eingesetzt (Arnberger et al. 2005). Daten über den Erholungsnutzen sind der Grundstock für adäquate Managementstrategien in Erholungsgebieten (Watson et al. 2000).

Seit Jahrzehnten werden verschiedene Techniken und Methoden untersucht und eingesetzt, um Daten über BesucherInnenströme zu erlangen (Hendee & Dawson, 2002). Es liegt an den GebietsmanagerInnen die bestmögliche Strategie und die optimale Methode für ihre BesucherInnenerfassung auszuwählen. Voraussetzung für ein gutes Management ist ein grundlegendes Wissen über die verschiedenen Methoden der BesucherInnenerfassung, deren Kosten und Vor- und Nachteile. Aus diesem Grund sind Vergleichsstudien der einzelnen Methoden sinnvoll und notwendig. (Arnberger et al. 2006)

Besonders ManagerInnen von Erholungs- und Schutzgebieten im Nahbereich großer Ballungsräume müssen mit Problemen aufgrund der facettenreichen Nutzerarten und großen BesucherInnenzahlen umgehen und diese lösen können (Arnberger et al. 2008). Voraussetzung dafür sind korrekte Daten über Besucherzahlen und deren zeitliche Aufteilung.

Die Verwendung von automatischen Zählgeräten, wie Geräte mittels aktivem oder passivem Infrarot, seismische Sensoren, und viele mehr, hat sich in den verschiedensten Schutzgebieten weltweit durchgesetzt (Hornback & Eagles, 1999). In den

letzten Jahren gibt es Bestrebungen diese Geräte technisch aufzurüsten, um ein Fernabfragen der Daten zu ermöglichen.

Diese Systeme haben aber auch einige Nachteile, so geben sie keinerlei Auskünfte über die Art der Nutzung, die Gruppenzusammensetzung oder das Verhalten der BesucherInnen untereinander.

Besonders bei automatischen Zählsystemen ist eine Kalibrierung notwendig, um das Erhalten verfälschter Daten zu minimieren. Ein auf aktivem Infrarot basierendes Zählgerät kann, zum Beispiel, auch durch Wildwechsel, herabfallende Blätter und Äste aber auch durch neugierige BesucherInnen ausgelöst werden. Fehlzählungen bei Geräten mit passivem Infrarot können durch eng nebeneinander gehende Gruppen oder durch bestimmte Farben der Kleidung ausgelöst werden (Gasvoda, 1999).

Bei Vergleichen beziehungsweise bei der Kalibrierung automatischer Zählgeräte werden meist BeobachterInnen oder Kamerasysteme eingesetzt.

## **2.1 PROBLEMSTELLUNG | ZIELSETZUNG**

„Die Ansprüche nach einer heilen Umwelt und nach einem Ausflug oder Urlaub in der intakten Natur sind groß, gerade für eine wachsende städtische Bevölkerung, der attraktive Naherholungsgebiete fehlen.“ (Arnberger, 2006, S.8). Die BesucherInnenzahlen steigen wodurch Schutzgebiete und naturnahe Landschaften immer größeren Belastungen ausgesetzt werden.

Ein Naturschutzgebiet oder Nationalpark ist auf der einen Seite, besonders wenn es wie in diesem Fall in der Nähe eines Ballungszentrums liegt, sehr vielen Belastungen (z.B. durch übermäßiges Besucheraufkommen) ausgesetzt und auf der anderen Seite möchte man den BesucherInnen möglichst viel bieten. Darum ist es für ein Management wichtig, zu wissen, zu welcher Zeit, welche BesucherInnen, zu welchem Zweck, sich in welchem Gebiet und bestenfalls wie lange aufhalten. Um solche BesucherInnendaten zu erhalten, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Diese müssen aber, um sich auf die gewonnenen Daten verlassen zu können, zuerst einmal geprüft werden.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es nun, die Vor- und Nachteile eines bestimmten Zählgerätes mittels Videobeobachtung zu prüfen und darzustellen.

## 2.2 FORSCHUNGSFRAGEN

Das Personen-Zählgerät Eco-Twin von der Firma Ecocounter ist ein Zählsystem, das mit einem pyroelektrischem Sensor arbeitet. Das heißt, wenn ein Besucher / eine Besucherin den Messbereich passiert, registriert das Gerät anhand von Temperaturunterschieden diese Person und setzt den Zähler auf (+)1. Auf die Vor- und Nachteile dieses Geräts wird in den folgenden Kapiteln näher eingegangen. Im Rahmen der Untersuchung wurde die Messgenauigkeit des Eco-Twin mittels Videoaufzeichnungen evaluiert.

Dabei standen folgende Fragen im Vordergrund:

- Wie ist das Zählverhalten, beziehungsweise wie genau zählt der ECO-Twin?
- Wie ändert sich das Zählverhalten bei größeren Gruppen?
- Wie einfach und arbeitsaufwändig ist die Installation, Bedienung und Wartung des Eco-Twin?
- Wo liegen somit die Vor- und Nachteile des Eco-Twin?

In den folgenden Kapiteln werden zuerst einige Möglichkeiten der BesucherInnenzählung angeführt und deren Vor- und Nachteile erläutert. Danach wird die Methodik der Untersuchung beschrieben und in den darauf folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse des Vergleichs der Daten des pyroelektrischen Zählgerätes Eco-Twin mit den Daten des time-lapse Videosystems dargestellt und diskutiert.

### **3.    METHODEN DER BESUCHERERFASSUNG**

Wie die folgende Tabelle (Tab.1) zeigt gibt es verschiedene Möglichkeiten Besucherdaten zu erhalten. Dabei ist darauf zu achten die den Ansprüchen und Anforderungen am besten entsprechende Methode auszuwählen. Das Hauptaugenmerk wird in dieser Arbeit auf die elektronische und mechanische Besuchererfassung gelegt.

In Tab.1 sind die mit „X“ gekennzeichneten Geräte geeignet, die mit „(X)“ gekennzeichneten nur begrenzt geeignet und die ohne Markierung ungeeignet, die entsprechenden Informationen zu liefern. Dafür ist es wichtig die Vor- und Nachteile jedes einzelnen Systems im Hinblick auf Datengenauigkeit, Zuverlässigkeit, Kosten, Betreuungsaufwand, und anderes mehr zu kennen um das Richtige auswählen zu können (Arnberger et al. 2006).

	Besuchszahl	Aktivitätsart	Bewegungsrichtung	Gruppengröße	Besuchereigenschaften	Besucherverhalten	Jahresgänge	Tages- und Wochengänge	Nutzerkonflikte	Langzeiterfassung möglich
<b>Bildgestützte Erfassungsgeräte</b>										
Handkameras	x	x	x	x	(x)	(x)		(x)	(x)	
Videobeobachtung	x	x	x	x	(x)	(x)	x	x	x	x
Luftbildkameras	x	(x)	(x)	(x)						
<b>Elektronische Zählgeräte</b>										
<b>• optische Zählgeräte</b>										
Lichtschanke	x	(x)	(x)	(x)			x	x		x
Passives Infrarot	x		(x)	(x)			x	x		x
Pyroelektrischer Sensor	x		(x)	(x)			x	x		x
Laser	x	(x)	(x)	(x)			x	x		x
<b>• nicht visuelle Zählgeräte</b>										
Druckmatten	x		(x)	(x)			x	x		x
Pneumatischer Schlauch	x		(x)	(x)			x	x		x
Induktionsschleife	x		(x)	(x)			x	x		x
Ultraschall	x		(x)	(x)			x	x		x
Radiotransmitter	x		(x)	(x)			x	x		x
Seismische Sensoren	x		(x)	(x)			x	x		x
<b>Mechanische Zählgeräte</b>										
Drehkreuze	x		(x)				(x)	(x)		x
Drehtüren	x		(x)				(x)	(x)		x
Türverriegelungen	x						(x)	(x)		x

Tab 1.: Übersicht über Besuchererfassungstechnologien und ihre Informationsgehalte (Amberger et al. 2006, S.575 verändert)

## **3.1 BILDGESTÜTZTE ERFASSUNGSGERÄTE**

### **3.1.1 Luft- bzw. Satellitenaufnahmen**

Für die momentane Erfassung von beispielsweise der Badenutzung an Seen oder von Bergwanderern, die sich oberhalb der Baumgrenze aufhalten, eignen sich Luft- und Satellitenbilder sehr gut, für Aussagen über die Erholungsnutzung von Waldgebieten sind sie jedoch vollkommen ungeeignet. Zusätzlich zu dieser Einschränkung, beschränken weitere Faktoren, wie hohe Flugkosten, allfällige Genehmigungen oder das Flugwetter, die praktische Eignung dieser Erhebungsmethode (Arnberger et al. 2006, S.574).

### **3.1.2 Fotokameras**

Fotoaufnahmen gekoppelt mit einem Bewegungssensor liefern detaillierte Informationen über das Erholungsgeschehen (Watson et al. 2000, S.30). Sie eignen sich jedoch nicht, wegen der begrenzten Speicherkapazität, für stark frequentierte Erholungsgebiete (Arnberger et al. 2006, S.574).

### **3.1.3 Automatische Kamera (time-lapse video)**

Ursprünglich aus dem Sicherheitsbereich kommend sind Videoaufnahmen ein sehr gutes Mittel um Daten über Besucher zu erhalten. Man kann damit auch Rückschlüsse auf den Zweck des Besuchs (anhand der Kleidung und der Bewegungsweise), auf die Gruppengröße, welche Tiere (Hunde oder Pferde) mitgeführt werden etc. ziehen (Kajala et al. 2007, S.41).

Um die Wartung einzuschränken wird dabei ein bestimmtes Verfahren angewendet: das sogenannte „time-lapse“ Video. Dabei werden in einem bestimmten Zeitintervall Bilder aufgenommen, wodurch auf einer normalen Videokassette ein viel größerer Zeitraum Platz findet. Dieses Intervall beträgt je nach Aufgabenstellung zwischen 1 und 2 Sekunden. „Durch die im Vergleich zu normalen Videos weitaus

geringere Bildfrequenz können somit auf einem einzigen Videoband die Daten mehrerer Wochen aufgezeichnet werden“ (Brandenburg, 2006, S.8).

Als einen Nachteil muss man die Energieversorgung für die Videobeobachtung mittels VHS-Systeme anführen. Die Videokamera ist von einer normalen Energiezufuhr (230V) abhängig. Dadurch ist es grundsätzlich notwendig ein mit Elektrizität versorgtes Haus in der Nähe zu haben, was aber allerdings den Vorteil einer leichteren Montage mit sich bringt. „Durch den Fortschritt in den Bereichen Digitalvideo und Photovoltaik ist es jedoch mittlerweile möglich, Aufnahmestationen in entlegenen Gebieten zu errichten, welche über Solarpaneele mit Strom versorgt werden“ (Brandenburg, 2006, S.8). Die Daten könnten dann, mit einem Transmitter, an eine Empfangsstation übertragen werden.

Besonders in stark frequentierten Erholungsgebieten ist die Videobeobachtung ein sehr gutes Mittel zur Gewinnung von Besucherdaten über einen längeren Zeitraum (Arnberger et al. 2005). Dabei können sowohl Jahres-, Wochen-, und Tagesgänge aufgezeichnet als auch im Hinblick auf die zeitliche Aufteilung der verschiedenen Nutzerarten dargestellt werden.

Ein viel diskutierter Nachteil ist der Eingriff in die Privatsphäre. Viele Leute fühlen sich von Videokameras, zu welchem Zweck auch immer, überwacht. Deshalb wird eine Schwarz-Weiß Kamera verwendet und die Auflösung so weit herabgesetzt, dass eine Identifizierung unmöglich ist. Hinzu kommt, dass die Ausarbeitung solcher Videoaufnahmen von Personen durchzuführen ist, die nicht im betreffenden Gebiet arbeiten und so die Personen nicht an Hand von Kleidung oder Bewegungen identifizieren können (Brandenburg, 2006, S.8).

## **3.2 AUTOMATISCHE ZÄHLGERÄTE**

### **3.2.1 Mechanische Zählgeräte**

#### **Drehkreuz, Drehtüren**

Drehkreuze werden normalerweise bei Eingängen zu abgegrenzten Bereichen mit erhöhtem Besucheraufkommen verwendet. Dabei ist aber darauf zu achten, dass ein Umgehen der Zählstation nicht möglich ist, d.h. es kann immer nur eine Person nach der anderen passieren. Bei der Verwendung ist zu beachten, dass Kinder sehr gerne mit Drehkreuzen herumspielen und so das Ergebnis wesentlich beeinflussen. Ein weiterer Nachteil bei mechanischen Zählgeräten ist, dass die Zeiten der Registrierung nicht erfasst werden (Arnberger et al. 2006, S. 576; Muhar et al. 2002, S. 3).

### **3.2.2 Optische Zählgeräte**

#### **Lichtschanke (aktives Infrarot)**

Es gibt verschiedene Arten von aktiven Infrarot Zählgeräten.

Bei den Retro-reflektiven Systemen wird ein Lichtstrahl auf einen Reflektor geleitet, der den Strahl an seinen Ausgangspunkt zurück wirft. Wird dieses Signal unterbrochen wird gezählt.

Bei den „through-beam“ Systemen sind der Sender und der Empfänger in zwei separaten Gehäusen untergebracht. Der Sender schickt einen Lichtstrahl an den

Empfänger, wird dieser unterbrochen wird ein Besucher / eine Besucherin registriert.

Um Störungen zu vermeiden beziehungsweise um den Lichtstrahl von normalem Licht unterscheiden zu können und ihn unempfindlich gegenüber Fremdlicht zu machen, kann die Strahlung verändert werden, zusätzlich kann ein Filter eingesetzt werden um ihn vor Tageslicht zu schützen. Die Lichtschranke ist ein reines Zählgerät. Es gibt Auskunft über die BesucherInnenaufkommen und die Zeit des Auftretens aber nichts über die Art des Besuchs außerdem ist es bei den herkömmlichen Geräten unmöglich zu sagen aus welcher Richtung der Lichtstrahl unterbrochen wurde. Nur durch das Aufstellen eines zweiten Lichtschrankens ist es möglich die Bewegungsrichtung festzustellen. Ein weiterer Nachteil ist, dass auch Blätter, Äste oder ähnliches den Strahl unterbrechen und so das Ergebnis verfälschen können (Gasvoda, 1999, S.8; Kajala et al. 2007, S. 49; Muhar et al. 2002; O'Rourke, 1994, S.4).

Trotzdem ist es eine gute Option für weiter entfernt liegende Gegenden, da die Lichtschranke keinen Stromanschluss benötigt sondern mittels einer Batterie betrieben werden kann.

### **Zählgerät mittels passiven Infrarots**

Auch dieses Gerät ist ein reines Zählgerät, welches, wie die Lichtschranke, nichts über die Art und Weise des Besuches aussagt. Aber im Gegensatz zur normalen Lichtschranke, kann man je nach Ausführung des Gerätes die Richtung der Bewegung (z.B.: geht der Besucher in den Park hinein oder hinaus) feststellen.

Grundsätzlich funktioniert dieses Gerät wie ein Gerät mit aktivem Infrarot, aber anstatt einem fix installiertem Reflektor, wird die zu zählende Person als Reflektor genutzt. Durch diese Methode wird allerdings das Signal abgeschwächt und es kann deshalb zu Fehlzählungen kommen (Gasvoda, 1999, S.9; Hornback & Eagles, 1999, S.32; Kajala et al. 2007, S.49-50; O'Rourke, 1994, S.5).

Eine andere Art des passiven Infrarots sind die sogenannten Array-Geräte. Dabei werden mehrere Sensoren „über Kopf“ montiert und decken somit ein größeres Feld ab. Durch diese Konstruktion ist es möglich einzelne Personen einer Gruppe zu re-

gistrieren. Ein Nachteil dieser Methode ist jedoch die Montage über Kopf, die in der freien Natur oft nur mit erheblichem Aufwand umgesetzt werden kann.

### **Zählgerät mit pyroelektrischem Sensor**

Auch dieses Zählgerät arbeitet streng genommen mit passivem Infrarot.

Bei einem Zählgerät mit einem pyroelektrischen Sensor wird, im Gegensatz zu anderen optischen Zählgeräten, kein Lichtstrahl gesendet, sondern der wärmeempfindliche Sensor registriert die emittierte Wärmestrahlung eines Besuchers, soweit ein Temperaturunterschied von mindestens 1°C zur Umgebung besteht. Ein Vorteil bei diesem Gerät ist der geringe Energieverbrauch, da kein Lichtstrahl gesendet werden muss (Ecocompteur, o.J.; Eder et al. 2008, S.480-481; Greene-Roesel et al. 2007, S.11-12; Kahler et al. 2008, S.487; Kajala et al. 2007, S.50-51).

Im Zentrum dieser Untersuchung steht ein Zählgerät mit pyroelektrischem Sensor. Ausführlichere Informationen zu Zählgeräten dieses Typs werden daher weiter unten dargestellt (siehe Kapitel 3.5).

### **Laser**

In ähnlicher Art und Weise wie die Zählgeräte mit passivem oder aktivem Infrarot, kann auch ein Laser verwendet werden. Der Laser hat eine viel größere Reichweite und ist außerdem nicht anfällig auf verschmutzte oder angelaufene Linsen, der Laserstrahl durchdringt diese einfach. Ein nicht zu unterschätzender Nachteil ist die Gefährdung der Augen. Ein direkter Kontakt der Augen mit dem Laserstrahl kann das Augenlicht gefährden. Ein weiterer Nachteil ist, dass man einen roten Punkt auf der passierenden Person sieht, was für eine Besucherzählung nicht optimal ist. Außerdem ist eine sehr genaue Kalibrierung des Lasers notwendig, diese ist aber draußen in der Natur nicht immer gegeben (Hornback & Eagles, 1999, S.33; Kajala et al. 2007, S.50).

### 3.2.3 Elektronische Zählgeräte

#### **Radiotransmitter**

Von einem Sender werden Radiowellen an einen Empfänger geschickt. Registriert der Empfänger eine Abschwächung beziehungsweise eine Unterbrechung des Radiosignals wird der Zähler aktiviert. Der Vorteil gegenüber Infrarotzählgeräten ist, dass Radiowellen Plastik oder dünne Holzplatten durchdringen können. Dadurch kann man dieses Gerät besser vor Vandalismus schützen, indem man es in einer Holzkiste oder dergleichen versteckt (Kajala et al. 2007, S.53).

#### **Ultraschall**

Statt einem Lichtstrahl wird ein Kegel aus Schallwellen ausgesendet, wird dieser von einem Besucher reflektiert, wird gezählt. Die Schallwellen sind in einem Bereich von über 20kHz und somit für den Menschen nicht hörbar. Der Vorteil ist, dass größere Entfernungen als bei Zählgeräten mit Infrarot abgedeckt werden können. Der Nachteil ist die hohe Anfälligkeit gegenüber Kälte, im Allgemeinen funktionieren Ultraschallzählgeräte bei Temperaturen unter 0°C nicht besonders gut. Es gibt aber auch spezielle Geräte mit einer Reichweite von bis zu 6 Metern, welche in einem Bereich bis zu -25°C funktionsfähig bleiben (Hornback & Eagles 1999, S.35; Kajala et al. 2007, S.53).

#### **Seismische Geräte**

Von Stiften, die in den Asphalt geschlagen werden, bis hin zu Kanistern oder Röhren, die entlang des Weges vergraben oder an starren Strukturen aufgehängt werden, gibt es verschiedene Ausführungen. Die vergrabenen Systeme sind für den Besucher unsichtbar und somit sicher vor etwaigem Vandalismus. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Kalibrierung gerichtet werden, um falsche Zählungen zu vermeiden. Wird das zu erfassende Gebiet zu groß gewählt riskiert man Doppelzählungen, wird das Gebiet aber zu klein gewählt werden nicht alle Besu-

cher registriert. Dabei spielt auch der Untergrund eine wesentliche Rolle, weil verschiedene Böden die Vibrationen unterschiedlich leiten (Hornback & Eagles 1999, S. 31; Kajala et al. 2007, S.53).

### **Druckmatten**

Ursprünglich wurden Druckmatten für Verkehrszählungen entwickelt. Ein Problem bei der Druckmatte ist die genaue Kalibrierung. Ein solches drucksensibles Gerät wird ausgelöst, wenn eine Person darauf tritt. Bei einem Fahrrad wird das Gerät zweimal ausgelöst, dadurch gibt es zwei Werte die aber von ein und derselben Person stammen. Das Problem dabei ist, dass man nicht weiß, ob es ein Fahrrad war oder zwei Personen knapp hintereinander. Wodurch die Daten nicht immer mit der wirklichen Anzahl der BesucherInnen übereinstimmen (Arnberger et al. 2006, S.576; Muhar et al., 2002, S.3).

### **Pneumatischer Schlauch**

Der pneumatische Schlauch ist hauptsächlich für Zählungen von Fahrrädern über kurze Zeiträume ausgelegt. Dabei wird ein Schlauch oberirdisch verlegt und sobald ein Fahrrad den Schlauch überfährt misst ein Gerät den Druck und macht eine Zählung. Bei Bedarf können zwei Schläuche ausgelegt werden um auch die Richtung feststellen zu können. (Kajala et al., 2007, S.54; Muhar et al., 2002, S.3)

### **Induktionsschleife / Magnetische Sensoren**

Magnetische Sensoren aktivieren das Zählgerät wenn ein metallenes Objekt den Bereich passiert und das magnetische Feld der Erde oder ein, von einem elektrisch geladenem Kabel erschaffenes künstliches Feld verändert. Bei der Induktionsschleife wird ein elektrisch aufgeladenes Kabel unter dem Weg vergraben. Dadurch ist es unsichtbar und somit sicher vor Vandalismus. Aber die Installation ist sehr arbeitsintensiv und deswegen eher teuer. In letzter Zeit werden auch magnetische Sensoren in Form von Matten verwendet welche auf die Wegoberfläche „genagelt“ werden. Der Vorteil dabei ist, dass diese Matten leicht zu installieren und

einfach zu ersetzen sind. Bei beiden Systemen ist eine genaue Kalibrierung notwendig, um falsche Ergebnisse durch Doppelzählungen, zum Beispiel von langen Fahrzeugen, zu vermeiden (Hornback & Eagles 1999, S.30; Kajala et al., 2007, S.55). In der Erholungsplanung ist es nur sinnvoll für die Registrierung von Kraftfahrzeugen und Fahrrädern. Aber auch beschlagene Pferdehufe könnten den Zähler aktivieren (Muhar et al., 2002, S.3).

### **3.3 GIPFELBÜCHER, HÜTTENREGISTER,...**

Eine vollkommen andere Art der Besucherregistrierung bzw. -zählung ist, wenn der Besucher / die Besucherin sich in ein aufliegendes Buch einträgt. Bei uns üblich sind die sogenannten Gipfelbücher. Aufgrund der Freiwilligenbasis sind daraus gewonnene Daten nicht vollständig und eine Kalibrierung der Daten ist notwendig.

Je nach Region ist es verpflichtend sich bei einer Übernachtung in ein Hüttenregister einzutragen. Wenn vorhanden, sind solche Register sehr gut für die Erhebung von Besucherdaten.

### 3.4 STAND DER FORSCHUNG ZUR VERWENDUNG DES EcoCOUNTER EcoTWIN

Wie im vorangegangenen Kapitel schon beschrieben wurde, gibt es viele verschiedene Möglichkeiten, um zu Daten über BesucherInnenaufkommen zu gelangen. Jede neue Möglichkeit beziehungsweise Variante der BesucherInnenzählung sollte aber einige Vergleiche und Tests durchlaufen, um die Genauigkeit und Verlässlichkeit der gewonnenen Daten zu erheben.

In dieser Studie wird das Hauptaugenmerk auf den EcoCounter EcoTwin mit all seinen Vor- und Nachteilen gelegt.

Auch in anderen Projekten ist der EcoTwin zum Einsatz gekommen. Die folgenden Auszüge aus Projektberichten liefern eine kurze Beschreibung der Aufgabenstellung und Erkenntnisse.

**Auszug aus: "Effectiveness of a Commercially Available Automated Pedestrian Counting Device in Urban Environments: Comparison with Manual Counts" (Greene-Roesel et al. 2007)**

Diese Studie wurde im Mai 2007 in der Stadt Berkeley, Kalifornien durchgeführt. Aus fünf verschiedenen automatischen Zählgeräten (aktives Infrarot, passives Infrarot, piezo-elektrische Matte, Laserscanner und Computervision) wurde der EcoCounter EcoTwin (passives Infrarot/pyroelektrischer Sensor) ausgewählt. An drei unterschiedlichen Stellen (betreffend das Fußgängeraufkommen), wurden für vierstündige Perioden (12:00 – 16:00 Uhr), an drei aufeinander folgenden Werktagen im Mai 2007 Daten erhoben. Um die Daten des EcoTwin überprüfen zu können, wurde zur selben Zeit und am selben Ort Videoaufnahmen und manuelle Zählungen durchgeführt.

Ziel der Studie war es die Genauigkeit der Methoden zu vergleichen. Ein Vergleich der gewonnenen Daten zeigte eine systematische Unterzählung des EcoCounter EcoTwin zwischen -9% und -19%. Als mögliche Ursache für das Unterzählen wurde nicht die Menge der BesucherInnen sondern die Tendenz der Menschen eng nebeneinander zu gehen, eingestuft. (Greene-Roesel et al. 2007)

Bei dem oben angeführten wie auch bei dem folgenden Projekt wurde der EcoCounter EcoTwin im städtischen Bereich, genauer auf Gehsteigen und in Kreuzungsbereichen, eingesetzt und getestet.

**Auszug aus: "A Methodology for Counting Pedestrians at Intersections: Using Automated Counters to Extrapolate Weekly Volumes from Short Manual Counts" (Schneider et al, 2008)**

In einer Studie in Alameda County, CA wurden manuelle und automatisierte Besucherzählungen kombiniert um das wöchentliche Personenaufkommen festzustellen. Dabei wurden während der 13 wöchigen Studie mehr als 690 000 FußgängerInnen erfasst. An 50 Kreuzungen wurden manuelle Zählungen durchgeführt, außerdem wurden auf Gehsteigen in unmittelbarer Nähe von 13 aus den 50 ausgewählten Kreuzungen automatisierte Zählungen vorgenommen.

Aus sechs verschiedenen Methoden (Laserscanner, piezo-elektrische Matte, Computervision, aktives Infrarot, passives Infrarot und Array-counters) wurde der ECO-Counter Eco,-Twin aufgrund der Zählgenauigkeit, ausgewählt. Der Eco-counter wurde aufgrund seiner, im Vergleich zu anderen automatisierten Geräten, niedrigen Unterzählungsrate, seinem 15 minütigem Intervall, seiner Datenspeicherung bis zu einem Jahr, der langen Batterielebenszeit und seiner einfachen und schnellen Installation ausgewählt.

Die manuellen Zählungen fanden in 2 Stunden Intervallen (9:00 - 11:00, 12:00 – 14:00 und 15:00 – 17:00) in den Monaten April, Mai und Juni 2008 statt, mit Hilfe des Eco-counter wurden die Daten auf ein wöchentliches Fußgängeraufkommen hochgerechnet.

Während der 13-wöchigen Datenaufnahme wurden insgesamt 694 661 FußgängerInnen registriert. Davon wurden 20034 kreuzungsquerende Personen von den manuell zählenden Personen und 674 627 von den an Gehsteigen montierten Eco-counters registriert. Unterzählungen des Eco-counter traten sowohl bei hohem als auch bei niedrigem Besucheraufkommen auf. (Schneider et al, 2008)

Um noch weitere Erkenntnisse zu erlangen sind noch Forschungen in abgelegenen naturnahen Gegenden, fern ab urbaner Einzugsbereiche, durchzuführen.



der Donauradweg, der von Passau kommt und über Hainburg nach Ungarn führt (donauauen, o.J.).

„Die Donau-Auen hatten immer eine Sonderstellung unter Österreichs Nationalparkprojekten: Sie beginnen in der Bundeshauptstadt, 16 Kilometer vom Wiener Stephansplatz entfernt, in der oberen Lobau und enden rund 45 Stromkilometer abwärts östlich, wenige Kilometer von der slowakischen Hauptstadt Bratislava. Wie ein grüner, dschungelähnlicher Korridor von einer Großstadt zur anderen durchzieht der feuchtüppige Überschwemmungswald am „grenzüberschreitenden Lebewesen Donau“ die Produktionssteppe des Marchfeldes. Selbst an seinen vier breitesten Stellen misst der Nationalpark Donau-Auen über beide Ufer hinweg nicht mehr als vier Kilometer, an seinen schmalsten gar nur einige hundert Meter.“ (Gamerith 1999, S.220)

Die Gesamtfläche des Nationalparks Donauauen beträgt 9300 ha.

Als Lobau (bedeutet Wasserwald oder Wald am Fluss) wird der Wiener Anteil am Nationalpark Donauauen bezeichnet (Doppler, 1991). Die Einteilung in die Obere- und die Untere Lobau erfolgt durch den Donau-Oder-Kanal. Mit einer Fläche von rund 2400 ha ist dieser Bereich ein traditionelles Naherholungsgebiet der Wiener Bevölkerung (donauauen, o.J.).

Die Obere Lobau gelangte 1745 durch eine Schenkung von Kaiserin Maria Theresia in den Besitz der Stadt Wien. Zuerst hauptsächlich für die Jagd genutzt, wurde die Lobau 1905 als Erholungsgebiet in den Wald- und Wiesengürtel einbezogen. Dies war nur möglich „durch die Regulierung der Donau (1870-1875) und die Errichtung des Marchfeldschutzdammes (1870-1900)“ (Brandenburg 2001, S.8, Doppler 1991, donauauen, o.J.) wodurch die „periodisch wiederkehrenden Überschwemmungen verhindert“ (Brandenburg 2001, S.8) wurden.

Die Untere Lobau ist 1973 in den Besitz der Stadt Wien übergegangen und wurde 1977 als eines der bedeutendsten Feuchtgebiete weltweit von der UNESCO anerkannt. Nachdem 1996 die Lobau in den Nationalpark Donauauen aufgenommen wurde, erkannte die IUCN 1997 die Donauauen als internationales Schutzgebiet der Kategorie II an (Arnberger et al., 2002, S.8).

### **4.1.1 Erholungsnutzung**

Durch die unmittelbare Nähe des Nationalparks zum Ballungsraum der Bundeshauptstadt Wien, ist er besonderen Belastungen ausgesetzt. Nach einer Studie in den Jahren 1998 und 1999 beträgt das Besucheraufkommen in der Lobau (Wiener Anteil des Nationalparks Donauauen) rund 600.000 BesucherInnen pro Jahr (Brandenburg 2001).

Im Verhältnis zur Größe ist das im internationalen Vergleich relativ hoch, so beträgt zum Beispiel im Nationalpark Bayerischer Wald mit einer Größe von 24250 ha das Besucheraufkommen rund 1,2 Mio. Menschen, das entspricht zwar dem doppelten Besucheraufkommen aber bei 10facher Größe (Brandenburg 2001).

Je nach Jahreszeit variiert nicht nur das gesamte Besucheraufkommen, sondern auch die verschiedenen Nutzerarten.

So sind zum Beispiel Badende von Mai bis August anzutreffen, wobei der Hauptanteil (fast 50%) im Juli zu finden ist (Brandenburg 2001).

RadfahrerInnen und FußgängerInnen sind hingegen das ganze Jahr über vorzufinden und stellen mit 47% (RadfahrerInnen) und 40% (FußgängerInnen) den größten Anteil des gesamten Besucheraufkommens dar. (vgl. Brandenburg 2001, S.77 – 82)

## **4.2 TESTREIHE: ECO-TWIN IN KÜNSTLICHEN SITUATIONEN**

Zusätzlich zu der im Folgenden beschriebenen Evaluierung anhand von Videoaufnahmen wurde der EcoCounter ECO-Twin auch einzelnen Tests unterzogen. Dabei wurden künstliche Situationen geschaffen, in denen Personen auf unterschiedliche Weise aber in festgesetzter Anzahl den Zählbereich passieren.

### **4.2.1 Testaufbau**

In der frei zugänglichen Natur, mit relativ hohem Besucheraufkommen, ist es meist schwierig genaue, in sich abgeschlossene Tests durchzuführen. Aus diesem Grund wurden auch zwei Versuchsreihen in einem abgeschlossenen System durchgeführt.

Dabei wurde der EcoCounter EcoTwin im Abstand von 4m zu einer gegenüberliegenden Wand platziert. Um das Zählverhalten des EcoTwin bei mehreren Personen zu simulieren, wurden zwei Personen aufgefordert, den Zählbereich folgendermaßen zu passieren.

#### **1. Versuchsreihe**

Bei der ersten Versuchsreihe wurde überprüft wie das Zählverhalten bei zwei, in einem Abstand von 0,5m nebeneinander gehenden Personen ist. Diese Testreihe wurde 130mal durchgeführt, wobei darauf geachtet wurde, dass sich die zwei Personen exakt nebeneinander fortbewegen.

#### **2. Versuchsreihe**

Bei der zweiten Versuchsreihe wurden die zwei Testpersonen angewiesen, in einem Abstand von 0,5m hintereinander den Zählbereich zu passieren. Auch dieser Versuch wurde 130mal durchgeführt, wobei die Geschwindigkeit von langsam „schlendernd“ bis zu schnell „durchlaufend“ variiert wurde. Hier wurde darauf geachtet, dass immer ein Abstand von ca. 0,5m zwischen den zwei Versuchspersonen bestand.

## 4.3 DATENERHEBUNG

### 4.3.1 Aufstellung

Der Eingang Dechantweg, wo sich auch das 2007 eröffnete Nationalparkhaus befindet, ist einer der Hauptzugänge des Nationalpark Donauauen.

An einem Gebäude der Nationalparkverwaltung (Abb. 4.3.1d) wurde, in ungefähr 3,5 Meter Höhe, eine time-lapse Videokamera installiert, welche einen großen Bereich des Dechantweges einseht. (Abb. 4.3.1a) Der Dechantweg selbst hat eine ungefähre Breite von 3,5m.



Abb. 4.3.1a: Videokamera Eingang Dechantweg

Foto: A. Kahler

Um einen Vergleich der erhobenen Daten zu ermöglichen wurde auch der ECO-Counter Eco-Twin so montiert, dass er Daten des gleichen Bereichs liefert. Um etwaigem Vandalismus vor zu beugen, wurde der ECO-Counter ECO-Twin in einem eingezäunten Bereich entlang des Weges aufgestellt und mit Büschen getarnt (Abb. 4.3.1b). Der Sensor wurde an einem in der Erde verankerten Pfosten, in ungefähr 90cm Höhe, quer zur Wegrichtung, montiert. Der Logger selbst wurde in einer robusten Plastikbox hinter einem Baum versteckt und die Kabel vergraben, um sie vor Mensch und Tier zu schützen.



Abb. 4.3.1b: Sensor des ECO-Twin

Foto: A. Kahler



Abb. 4.3.1c: Dechantweg, Blick vom Nationalpark  
Foto: Albert Kahler

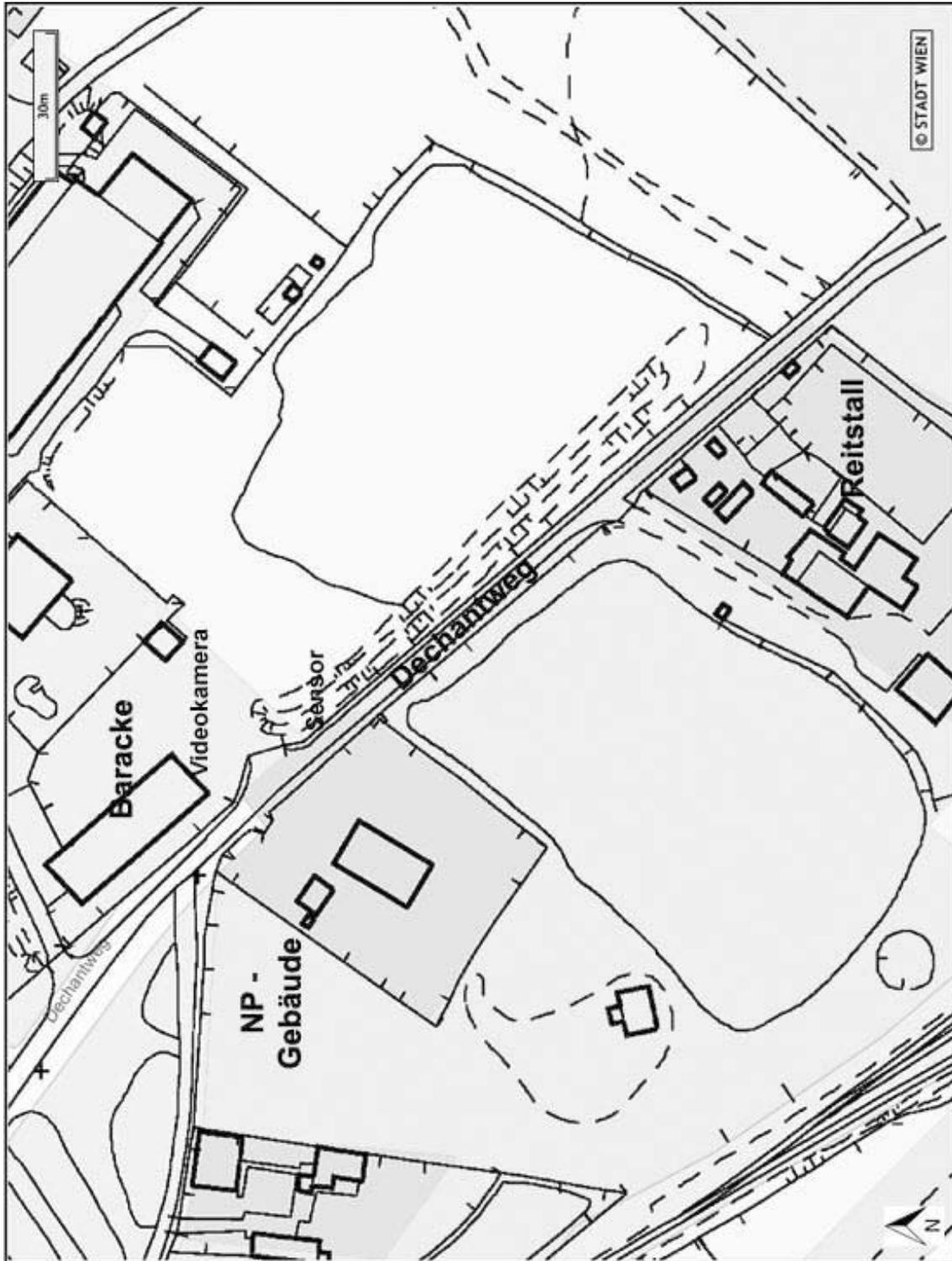


Abb.: 4.3.1d: Aufnahmebereich

Quelle: [www.wien.gv.at](http://www.wien.gv.at), verändert 02.11.2009

## **Untersuchungszeitraum**

### **Aufnahmezeitraum der Videokamera**

Im Zeitraum vom 19.12.2007 – 19.01.2008 wurde von 6:00 bis 16:30 aufgezeichnet. Das entspricht 10,5 Stunden pro Tag. In diesem Zeitraum gab es vier Feiertage, den 25. und 26. Dezember 2007 und den 1. und 6. Jänner 2008. Dabei ist zu beachten, dass der 6. Jänner auf einen Sonntag fällt, bei der Analyse der Daten wird dieser Tag aber als Feiertag gehandhabt.

Aufgrund eines Krankheitsfalls der, für die Wartung, zuständigen Person ist ein Datenverlust von Freitag den 11.01.2008 bis Montag den 14.01.2008 entstanden.

### **Aufnahmezeitraum Eco-Twin**

Der ECO-Counter ECO-Twin ist im Gegensatz zur Videokamera nicht abhängig von Tageslicht, und hat vom 19.12.2007 bis zum 19.01.2008 von 0:00 bis 24:00 Uhr aufgezeichnet. Bei dem Vergleich der Daten mit denen der Videobeobachtung, wurde nur der von beiden Geräten aufgezeichnete Zeitraum berücksichtigt.

## **4.4 DATENAUSWERTUNG**

Um die Daten der Videobeobachtung nutzen zu können ist es notwendig, sie in eine statistisch verwertbare Form zu bringen. Dies wurde ermöglicht, indem die Videobänder über einen Videorecorder und ein TV-Gerät abgespielt und in eine vorgefertigte Excel-Datei (Abb. 4.4) übertragen wurden. Die Dauer der Übertragung von Video in Excel ist abhängig von der Besucherfrequenz des einzelnen Tages, und reicht von 45 Minuten bis zu 3 Stunden pro aufgezeichneten Tag. Danach wurde die Excel-Datei in ein SPSS-Format umgewandelt, um mittels SPSS statistische Analysen durchführen zu können.

Die Daten des ECO-Twin können mit Hilfe des dazugehörigen Programms ECO-PC als Excel-Datei exportiert werden. In weiterer Folge wurden diese in ein SPSS Format gebracht.

	A	B	C	D	E	G	H	L	M	N	O	Q	R	T	U	V
1	Station	Auswerter	Datum	Wochentag	Uhrzeit	Nutzerart	Anzahl Erwachsene	Anzahl Kinder	VON	NACH	Hund	Schnee	Tiere	Gruppe	Datenausfall	Kommentar
2	3	Name	19.12.2007	3	13:00	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
3	3	Name	19.12.2007	3	13:00	2	2	0	2	1	0	0	0	0	0	
4	3	Name	19.12.2007	3	13:00	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
5	3	Name	19.12.2007	3	13:00	15	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
6	3	Name	19.12.2007	3	13:15	2	2	0	2	1	0	0	0	0	0	
7	3	Name	19.12.2007	3	13:15	2	2	0	1	2	0	0	0	0	0	
8	3	Name	19.12.2007	3	13:30	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
9	3	Name	19.12.2007	3	13:30	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	
10	3	Name	19.12.2007	3	13:30	2	2	0	1	2	0	0	0	0	0	
11	3	Name	19.12.2007	3	13:45	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
12	3	Name	19.12.2007	3	13:45	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
13	3	Name	19.12.2007	3	13:45	2	2	0	2	1	0	0	0	0	0	
14	3	Name	19.12.2007	3	14:00	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
15	3	Name	19.12.2007	3	14:15	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
16	3	Name	19.12.2007	3	14:15	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	
17	3	Name	19.12.2007	3	14:15	2	2	0	1	2	0	0	0	0	0	
18	3	Name	19.12.2007	3	15:15	15	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
19	3	Name	19.12.2007	3	15:15	15	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
20	3	Name	19.12.2007	3	15:45	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
21	3	Name	19.12.2007	3	16:00	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	
22	3	Name	19.12.2007	3	16:15	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
23	3	Name	20.12.2007	4	07:00	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	
24	3	Name	20.12.2007	4	07:15	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
25	3	Name	20.12.2007	4	08:00	15	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
26	3	Name	20.12.2007	4	08:30	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
27	3	Name	20.12.2007	4	08:30	15	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
28	3	Name	20.12.2007	4	08:30	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	
29	3	Name	20.12.2007	4	08:30	2	2	0	2	1	0	0	0	0	0	
30	3	Name	20.12.2007	4	08:45	15	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
31	3	Name	20.12.2007	4	09:00	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	
32	3	Name	20.12.2007	4	09:00	2	1	0	2	1	2	0	0	0	0	
33	3	Name	20.12.2007	4	09:00	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	
34	3	Name	20.12.2007	4	09:45	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
35	3	Name	20.12.2007	4	10:00	1	6	0	2	1	0	0	0	0	0	
36	3	Name	20.12.2007	4	10:15	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	
37	3	Name	20.12.2007	4	10:15	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	
38	3	Name	20.12.2007	4	10:45	2	3	0	2	1	0	0	0	0	0	
39	3	Name	20.12.2007	4	11:00	15	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
40	3	Name	20.12.2007	4	11:14	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	
41	3	Name	20.12.2007	4	11:30	15	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
42	3	Name	20.12.2007	4	11:30	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	
43	3	Name	20.12.2007	4	11:45	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
44	3	Name	20.12.2007	4	11:45	15	1	0	2	1	0	0	0	0	0	
45	3	Name	20.12.2007	4	12:00	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
46	3	Name	20.12.2007	4	12:00	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	
47	3	Name	20.12.2007	4	12:00	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	

Abb. 4.4: Erfassungsformular für die Videoauswertung im Excel

Im verwendeten Formular gibt es zusätzlich zu den besucherrelevanten Spalten, auch die Spalten Station und Auswerter. Die erste gibt an, an welchem Ort die Erhebung ausgeführt wurde und die zweite Spalte gibt Auskunft über die Person, die die Videoaufnahmen durchgesehen und sie ins Excel übertragen hat. Bei Wochentag kann man Werte zwischen 1 und 8 eingeben, 1 bis 7 steht für Montag bis Sonntag und 8 bedeutet Feiertag. Die Nutzerarten werden wie folgt aufgeschlüsselt:

- 1 – RadfahrerIn
- 2 – FußgängerIn
- 4 – ReiterIn

9 – einspuriges KFZ

15 – mehrspuriges KFZ

Die Spalten „Von“ und „Nach“ beschreiben, ob die Person in den Nationalpark hinein geht oder aus diesem heraus kommt: D.h. „Von“ = 1 bedeutet die Person kommt aus dem Gebiet heraus und „Von“ = 2 bedeutet der / die BesucherIn geht in das Gebiet hinein. Unter „Gruppe“ wird die Gruppengröße eingetragen, was manchmal zu Problemen führt, da nicht immer eindeutig zu sagen ist, wer einer Gruppe zugehörig ist und wer nicht.

Wie in der Zeitspalte ersichtlich ist, werden die Daten in 15 minütigen Intervallen festgehalten. Das heißt, dass alle Ereignisse, die zwischen z.B. 12:30 und 12:45 stattfinden, den Zeiteintrag 12:30 zugewiesen bekommen.

Die eingesetzten statistischen Verfahren reichen von einfachen Häufigkeitsanalysen bis hin zu Regressionsanalysen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Daten teilweise aggregiert werden mussten, um den Anforderungen der Datenauswertung zu entsprechen.

## 4.5 ECOCOUNTER ECOTWIN

Der Ecocounter Eco-Twin (Abb.: 4.5a) besteht aus einem Logger (Zählgerät), einem wärme-empfindlichen Sensor und einem magnetischen Schlüssel.



Abb. 4.5a: Eco-counter – Eco-Twin mit Sensor

Foto: A. Kahler

Der Logger ist von einem versiegelten und wasserdichten Gehäuse umgeben und hat die Maße 16 x 10 x 5,5cm. Gespeist wird das Gerät von einer fix eingebauten Batterie mit einer Lebensdauer von bis zu zehn Jahren. Um die Versiegelung des Gehäuses nicht zu zerstören, muss nach Ablauf der Batterielebenszeit der Eco-Twin zum Hersteller zurückgeschickt werden. Mit einer von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+60^{\circ}\text{C}$  reichenden Temperaturspanne kann das Gerät fast überall eingesetzt werden. Der Temperaturunterschied zwischen der zu zählenden Person und deren Umgebung muss jedoch mindestens  $1^{\circ}\text{C}$  betragen.

Von dem, auf dem Logger befindlichen, Display kann man direkt die Daten ablesen, oder diese mit einem PDA oder Palm über die Infrarotschnittstelle herunterladen. (Abb. 4.5b)

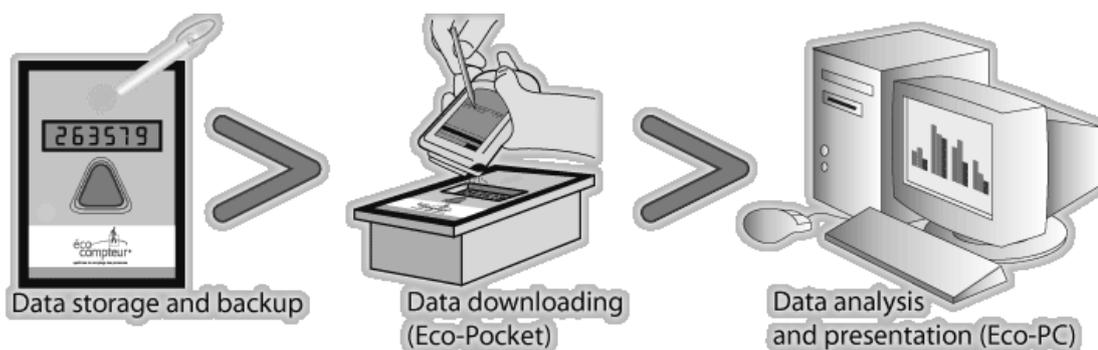


Abb. 4.5b: Datentransformation

Quelle: [www.eco-compteur.com](http://www.eco-compteur.com), 13.03.2009

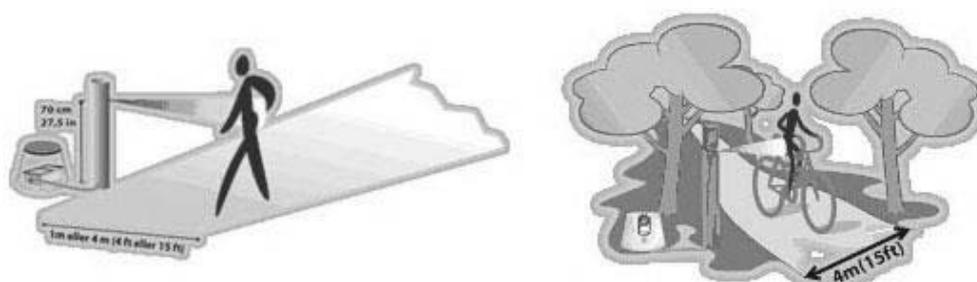
Den Logger gibt es in drei verschiedenen Ausführungen:

Der *Eco-Basic* ist die kleinste Ausführung mit den wenigsten Möglichkeiten, dafür aber die günstigste Variante.

Der *Eco-Pilot* hat eine Datenspeicherungsfrequenz von 15 Minuten bis zu einer Stunde (je nach Wunsch), kann aber keine Informationen über die Laufrichtung angeben.

Der *Eco-Twin* hat, wie der *Eco-Pilot*, eine Datenspeicherungsfrequenz von 15 Minuten bis zu einer Stunde und kann aber auch die Laufrichtung aufschlüsseln.

Alle drei Versionen gibt es in der Ausführung mit einer Reichweite von 1m als auch mit einer Reichweite von 4m (siehe Abb. 4.5c).

Abb. 4.5c: Ecocounter ECO-Twin ([www.velometer.at](http://www.velometer.at) 14.01.2008)

Der Sensor zu diesem Gerät ist 11 x 4 x 1,8 cm groß und besteht aus zwei Sensoren, um die Bewegungsrichtung der Besucher messen zu können. Mit dem Logger ist der Sensor über ein Kabel verbunden, wobei die verstärkt wasserdichten (IP68)

Stecker in einer Box mit Raygel (gelartige Substanz) eingebettet werden, um die Wetterfestigkeit zu garantieren.

Mit Hilfe eines Palm oder PDA mit Infrarotschnittstelle ist es möglich die vollständigen Daten vom Logger herunterladen und auf einen Computer übertragen.

Unter Verwendung der mitgelieferten Software Eco-PC und Eco-Pocket kann der Logger eingestellt und können die Daten verwaltet werden.

Im Detail läuft die Installation der Geräte wie folgt ab:

Nachdem das Programm Eco-PC auf dem Computer installiert wurde, ist es notwendig den Palm/PDA an den Computer via USB anzuschließen. Mittels dem Programm Eco-PC kann in weiterer Folge Eco-Pocket auf den Palm/PDA installiert werden. Danach kann der Palm/PDA mit dem Counter abgeglichen werden. Das ist notwendig, um die genaue „Identität“ des Counters festzustellen, denn es ist möglich mehrere Counter mit dem selben Palm/PDA zu verwalten. Danach wird der Palm/PDA über USB mit dem Computer synchronisiert, ab diesem Zeitpunkt kann die Datensammlung beginnen. Dabei wird über Infrarot eine Verbindung mit dem Counter hergestellt und die Daten auf den Palm/PDA übertragen.

Der Preis für den EcoCounter EcoTwin mit einer Reichweite von bis zu 4m und einem 15 Minuten Intervall beläuft sich auf 3365 € exkl. Mwst..

#### **4.5.1 ECO-PC**

Die mitgelieferte, auf Windows basierende Software, ist einfach zu installieren und benutzerfreundlich angelegt (Abb. 4.5.1a). Das Programm gibt einem die Möglichkeit, durch wenige Mausklicks die Daten graphisch (Histogramm, Kurven-/Flächendiagramm oder Tortendiagramm) darzustellen (Abb. 4.5.1b). Komplexere statistische Analysen können jedoch mit diesem Programm nicht durchgeführt werden, dazu ist es notwendig die Daten in ein Excel-Format zu exportieren.

Eco PC

Datei Bearbeiten Anzeige PDA Extras ?

Alle Zähler

- Bikepath
- Bikepath OUT
- Bikepath IN
- Brat002
- Brat002 OUT
- Brat002 IN
- Brat004
- Brat004 OUT
- Brat004 IN
- Burl0001
- Burl0001 OUT
- Burl0001 IN
- Burl002
- Burl002 OUT
- Burl002 IN
- Dechant
- Dechant OUT
- Dechant IN
- Dechant1
- Dechant1 OUT
- Dechant1 IN
- MissPath
- MissPath OUT
- MissPath IN
- Montside
- Montside OUT
- Montside IN
- Montside IN
- Rock001
- Rock001 OUT
- Rock001 OUT

Auswahl des Datums:

Anfang: Mittwoch TT/12/Mittwoc

Ende: Samstag 19/01/2008

Bereits definierte Periode

Masstab: Auto

Vergleich der:

- Zähler
- Perioden
- Aufteilung

Anzeige nach:

- 15 Minuten
- Stunde
- Tag
- Woche
- Monat
- Jahr

Ok

Datum	Uhrzeit	Dechant1	Dechant1 OUT	Dechant1 IN
Mittwoch 26 Dez 2007	10:00:00	3	2	1
Mittwoch 26 Dez 2007	10:15:00	2	1	1
Mittwoch 26 Dez 2007	10:30:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	10:45:00	6	0	6
Mittwoch 26 Dez 2007	11:00:00	7	0	7
Mittwoch 26 Dez 2007	11:15:00	8	1	7
Mittwoch 26 Dez 2007	11:30:00	6	4	2
Mittwoch 26 Dez 2007	11:45:00	4	2	2
Mittwoch 26 Dez 2007	12:00:00	11	5	6
Mittwoch 26 Dez 2007	12:15:00	10	3	7
Mittwoch 26 Dez 2007	12:30:00	5	3	2
Mittwoch 26 Dez 2007	12:45:00	7	6	1
Mittwoch 26 Dez 2007	13:00:00	3	2	1
Mittwoch 26 Dez 2007	13:15:00	5	3	2
Mittwoch 26 Dez 2007	13:30:00	12	6	6
Mittwoch 26 Dez 2007	13:45:00	9	2	7
Mittwoch 26 Dez 2007	14:00:00	5	0	5
Mittwoch 26 Dez 2007	14:15:00	9	0	9
Mittwoch 26 Dez 2007	14:30:00	7	2	5
Mittwoch 26 Dez 2007	14:45:00	6	3	3
Mittwoch 26 Dez 2007	15:00:00	8	7	1
Mittwoch 26 Dez 2007	15:15:00	5	3	2
Mittwoch 26 Dez 2007	15:30:00	7	5	2
Mittwoch 26 Dez 2007	15:45:00	7	4	3
Mittwoch 26 Dez 2007	16:00:00	5	5	0
Mittwoch 26 Dez 2007	16:15:00	2	2	0
Mittwoch 26 Dez 2007	16:30:00	3	3	0
Mittwoch 26 Dez 2007	16:45:00	6	6	0
Mittwoch 26 Dez 2007	17:00:00	1	1	0
Mittwoch 26 Dez 2007	17:15:00	1	0	1
Mittwoch 26 Dez 2007	17:30:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	17:45:00	1	1	0
Mittwoch 26 Dez 2007	18:00:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	18:15:00	1	1	0
Mittwoch 26 Dez 2007	18:30:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	18:45:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	19:00:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	19:15:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	19:30:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	19:45:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	20:00:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	20:15:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	20:30:00	0	0	0
Mittwoch 26 Dez 2007	20:45:00	0	0	0

Abb. 4.5.1a: ECO-PC – Tabellenansicht

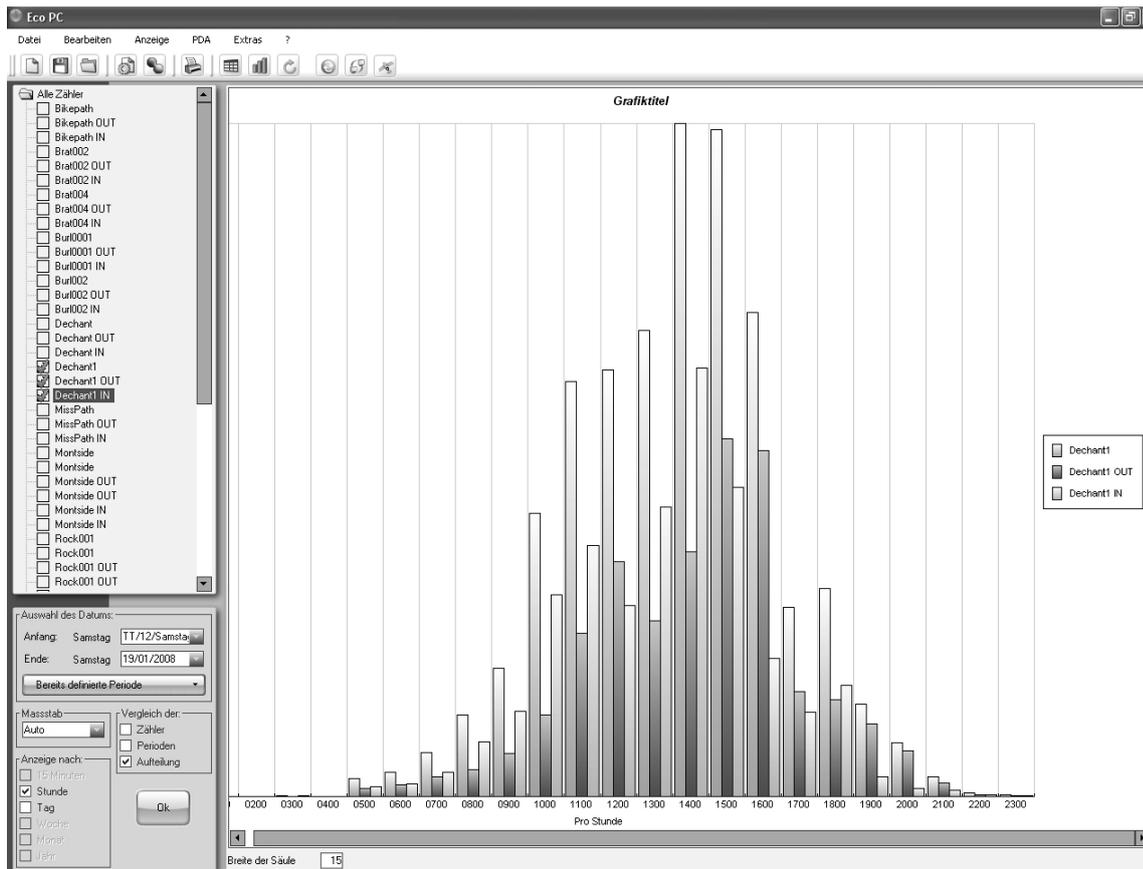


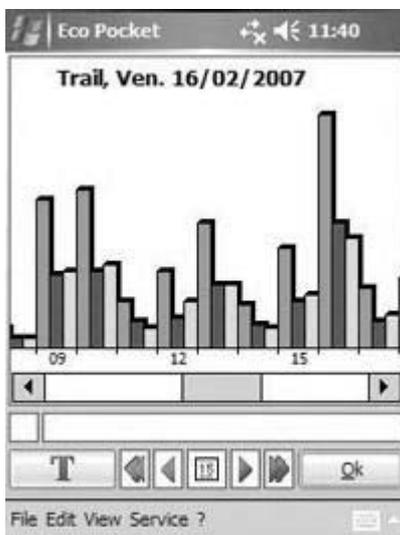
Abb. 4.5.1b: ECO-PC – graphische Ansicht

## 4.5.2 Eco-Pocket

Eco-Pocket ist eine, für einen Palm oder Pocket-PC konzipierte, Software, die die Kommunikation zwischen dem Logger und dem Computer ermöglicht. Die Darstellung der Daten am Pocket-PC ist nur tagesweise, entweder in Form einer Tabelle oder als Balkendiagramm möglich (Abb. 4.5.2). Darüber hinaus gibt es aber keine Funktionen, weder eine Bearbeitung der Daten noch ein Darstellung über mehrere Tage ist möglich. Hierfür ist der Einsatz der Computerversion (EcoPC) notwendig.



Auswahl des Counters und herunterladen der Daten



Darstellung der Daten in Form eines Diagramms

The screenshot shows the 'Eco Pocket' application window displaying a table of data. The title of the table is 'Trail, Ven. 16/02/2007'. The table has four columns: 'Date', 'Trail', 'Trail IN', and 'Trail OUT'. The data is as follows:

Date	Trail	Trail IN	Trail OUT
16/02/2007 07h00	5	3	2
16/02/2007 08h00	6	3	3
16/02/2007 09h00	45	22	23
16/02/2007 10h00	48	23	25
16/02/2007 11h00	14	8	6
16/02/2007 12h00	23	9	14
16/02/2007 13h00	38	19	19
16/02/2007 14h00	13	7	6
16/02/2007 15h00	30	14	16
16/02/2007 16h00	71	38	33
16/02/2007 17h00	18	8	10

Below the table, there are navigation arrows and an 'Ok' button. The application's menu bar at the bottom shows 'File Edit View Service ?'.

Darstellung der Daten in Form einer Tabelle

Abb. 4.5.2: Darstellung des Eco Pocket (ecocompteur, o.J.)

## **Probleme im Vorfeld**

Hier sind zwei Punkte anzuführen:

- Bei der Verwendung des ECO-Twin mit einem 15 Minuten Erfassungsintervall ist darauf zu achten, dass man einen PDA und nicht einen Palm verwendet, weil der Palm mit diesem Gerät nicht kompatibel ist.
- Der zweite Punkt betrifft die Datenübertragung mittels Modem: Der ECO-Twin mit 15 Minuten Intervall ist nicht kompatibel mit einem Modem. Für die Datenübertragung mittels Modem ist es daher notwendig ein Gerät mit stündlichem Intervall zu verwenden.

Ansonsten traten keine Probleme auf.

## **4.6 VIDEOBEOBACHTUNG**

„Die Videobeobachtung ist ein automatisiertes Erfassungsverfahren in Form einer nicht teilnehmenden Beobachtung. Über eine Videobeobachtung mittels Time-lapse-recorder ist eine permanente quantitative und qualitative Erfassung der Besucherströme möglich.“ (Brandenburg 2001, S.33)

Um den Ansprüchen gerecht zu werden, ist es notwendig eine spezielle Art von Kamera zu verwenden. Diese wetterfeste und beheizte Kamera und der time-lapse fähige Videorekorder wurden in dieser Untersuchung so eingestellt, dass sie alle 1,6 Sekunden ein Bild aufnimmt. In diesem Fall wurden zwei Videorekorder verwendet, um möglichen Datenverlust zu verhindern. Alle zwei Wochen wurden die Videokassetten gewechselt und die Videorekorder auf etwaige Probleme beim Aufnehmen kontrolliert.

### **4.6.1 Technik des Videosystems**

Die verwendete Kamera war eine wetterfeste Schwarz-Weißkamera mit integrierter Heizung (Raab Karcher, CCD-Kamera HS-164, 1/3“) und einem Varioobjektiv (horizontaler Blickwinkel 36-79°). Die Stromversorgung (220V/3,5W) erfolgte über die

Baracke (ein Gebäude der Parkverwaltung), in welcher sich auch die zwei Videorekorder (Fa. ASUTSA TL VCR 964, PHILIPS TL 960 A/ooT) befinden. „Diese speziellen Recorder erlauben bis zu neun verschiedene Aufnahme- und Wiedergabegeschwindigkeiten“ (Brandenburg 2001, S.42). Dadurch können herkömmliche E-180 VHS-Kassetten bis zu 960 Stunden aufnehmen. Um einen möglichst unbeaufsichtigten Dauerbetrieb zu ermöglichen sind diese Geräte mit folgenden Funktionen ausgerüstet (Brandenburg 2001, .S. 42):

- Eingebauter Zeit-und Datumsgeber,
- Automatische (Wieder-)Aufnahmefunktion nach einem Stromausfall,
- Integrierte Sperrfunktion gegen Fremdbedienung,
- Automatische Kopfreinigung während der Aufnahme.

Die Verbindung zwischen Kamera und Videorekorder erfolgte über ein Koaxialkabel mit BNC-Stecker.

### Komponenten des Systems:

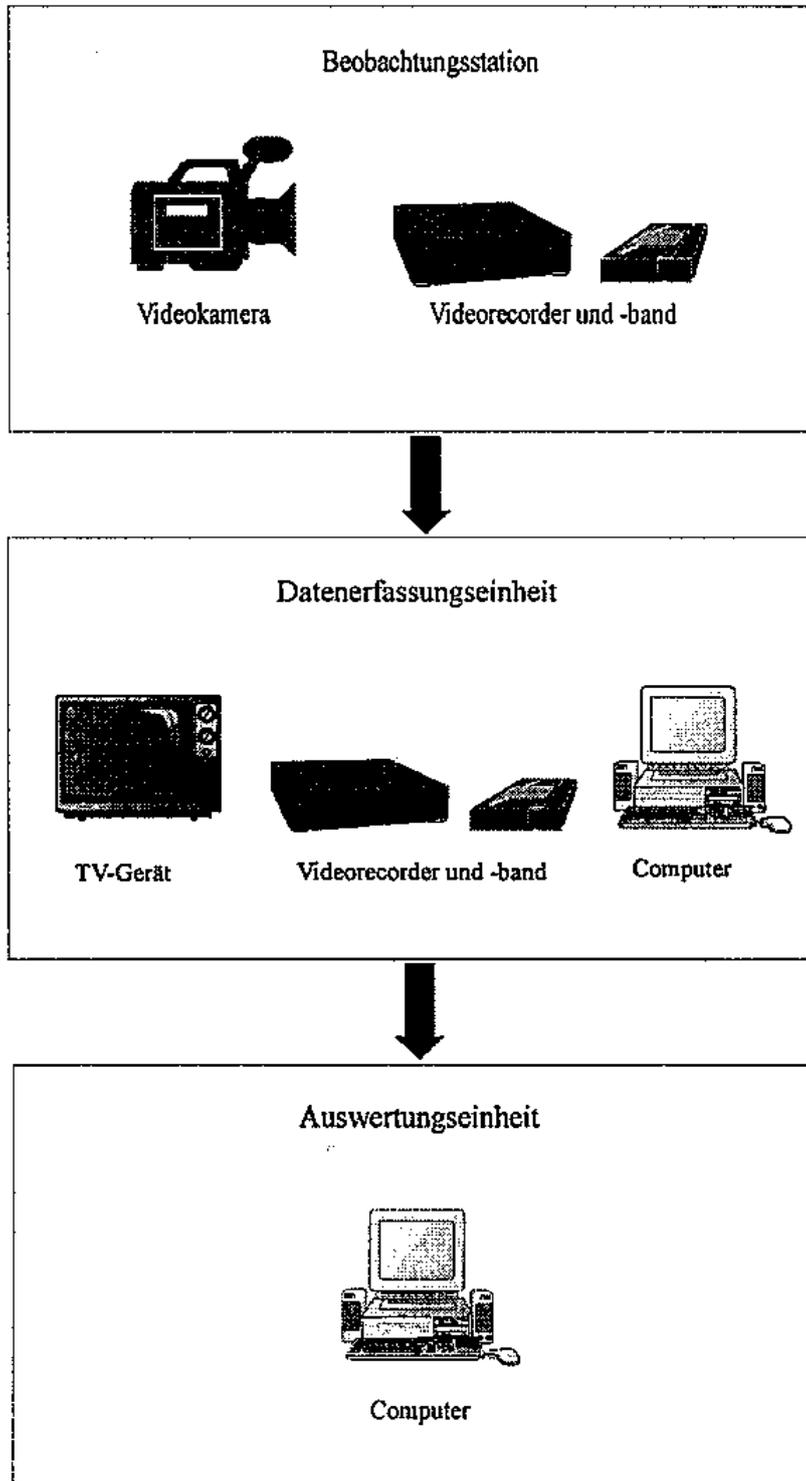


Abb. 4.6.1: Überblick über die Komponenten der Videobeobachtung Quelle: Brandenburg 2001, S.41

#### 4.6.2 Kosten der Videobeobachtung

Wegen der schon montierten Videostation, aufgrund eines laufenden Forschungsprojektes, kann nur der damalige Materialaufwand in damaligen Kosten dargestellt werden. Für ein Projekt in den Jahren 1998-1999 wurden fünf Videostationen im Teilgebiet Lobau des Nationalparks Donauauen errichtet. „Wird einer Kostenberechnung der Erstanschaffungswert der Videostationen zu Grunde gelegt, so belaufen sich Ende der neunziger Jahre die Material-, Montage- und Betriebskosten einer einjährigen Videobeobachtung an fünf Beobachtungsstationen auf etwa 240.000,00 ATS.“ (Brandenburg, 2001, S.57) Das hätte umgerechnet etwa 17.441,48 € entsprochen. „Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Geräte eine hohe Lebensdauer aufweisen. Abschreibungsfristen von fünf Jahren für Kameras und Fernseher sowie von drei Jahren für Videorekorder sind als realistisch anzunehmen.“ (Brandenburg, 2001, S.57)

Für das Durchsehen der Videobänder und das Übertragen der Daten in ein Excelformat wurden ungefähr 30 Stunden benötigt. Die Kosten für die Arbeitszeit können nicht dargestellt werden.

Die Kosten im Vergleich mit anderen Methoden der Besuchererfassung sind abhängig von der Beobachtungsdauer und den benötigten Daten.

## 5. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Das folgende Kapitel ist in zwei Hauptpunkte eingeteilt. Im Ersten werden die, aus den künstlichen Situationen und die aus der Lobau, gewonnenen Daten des EcoCounter ECO-Twin sowie der timelapse-Videoaufnahme dargestellt.

Der zweite Hauptpunkt widmet sich der eigentlichen Evaluierung, nämlich dem Vergleich der Daten des EcoCounter ECO-Twin mit den, im selben Zeitraum, gewonnenen Daten der Videoaufzeichnung.

### 5.1 ERGEBNISSE DER TESTREIHE

In der ersten Versuchsreihe wurde überprüft, wie das Zählverhalten bei zwei im Abstand von  $\leq 0,5\text{m}$ , nebeneinander gehenden Personen ist. Wie schon vermutet, wurde bei allen 130 Versuchen, nur eine Person gezählt, da sich die zweite Person sozusagen im „Schatten“ der ersten Person befand (siehe Abb. 5.1a). Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass dies ein künstlicher Versuch war, bei dem darauf geachtet wurde, dass die zwei Versuchspersonen direkt auf einer Linie nebeneinander gehen. Wird der Abstand, der nebeneinander gehenden Personen, vergrößert, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sie sich leicht versetzt vorwärtsbewegen und so eine Lücke zwischen ihnen bilden, wodurch dann beide gezählt werden würden.

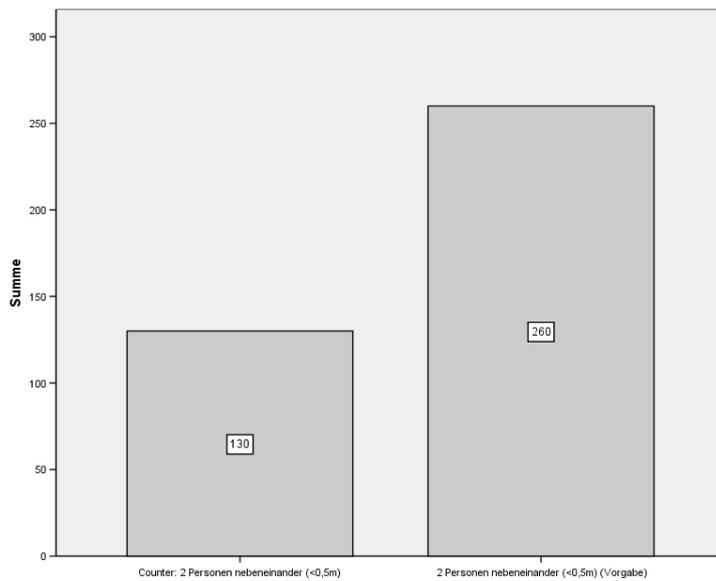


Abb. 5.1a: Versuchsreihe 1: 2 Personen nebeneinander (&lt;0,5m)

In der zweiten Versuchsreihe passierten zwei Personen in einem Abstand von ungefähr 0,5m hintereinander den Messbereich (Abb. 5.1b). Dabei wurde die Geschwindigkeit, von langsam durch Schlendern bis zu schnell durch Laufen, variiert. Von 130 durchgeführten Versuchen wurden 100% korrekt registriert. Daraus folgt, dass der Ecocounter Eco-Twin auch bei höheren Geschwindigkeiten gut funktioniert solange ein Abstand zwischen den zu zählenden Personen existiert.

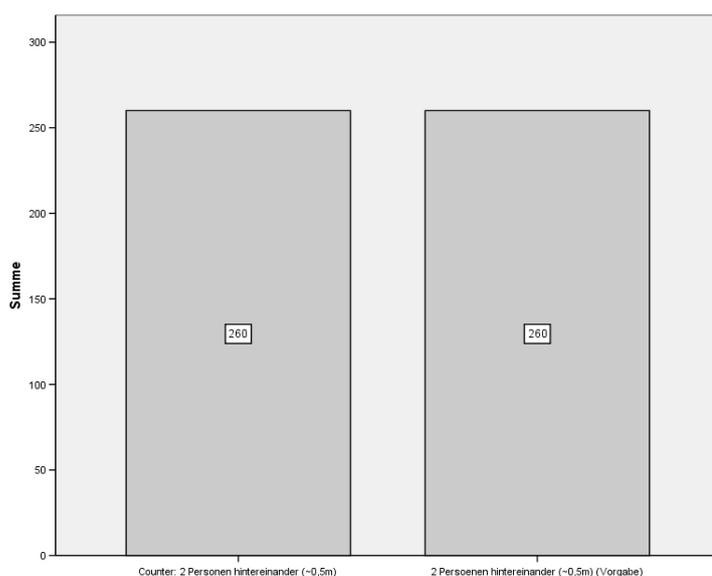


Abb. 5.1b: Versuchsreihe 2: 2 Personen hintereinander (~0,5m)

## 5.2 DATEN DER TIMELAPSE VIDEOAUFNAHME

Beim ECO-Twin ist das kleinste Speicherintervall 15 min, deshalb wurden auch die Daten der Videoaufzeichnung in 15 minütigen Intervallen festgehalten.

Wie schon angegeben, war der Aufnahmezeitraum vom 19.12.2007 13:00 Uhr bis zum 10.01.2008 16:45 und vom 15.01.2008 06:00 Uhr bis zum 19.01.2008 16:45 Uhr. Dieser Zeitraum besteht aus 1176 Intervallen zu je 15 Minuten, das sind 43 pro Tag mal 27 Tage plus 15 Intervalle am 19.12.07.

Um bestimmte Darstellungen zu verdeutlichen wurden die 15min Intervalle zu Stundenintervallen zusammengefasst. Das ergab dann gesamt 294 Stundenintervalle.

Insgesamt sind in diesem Zeitraum 4405 Ereignisse mit der Videokamera registriert worden.

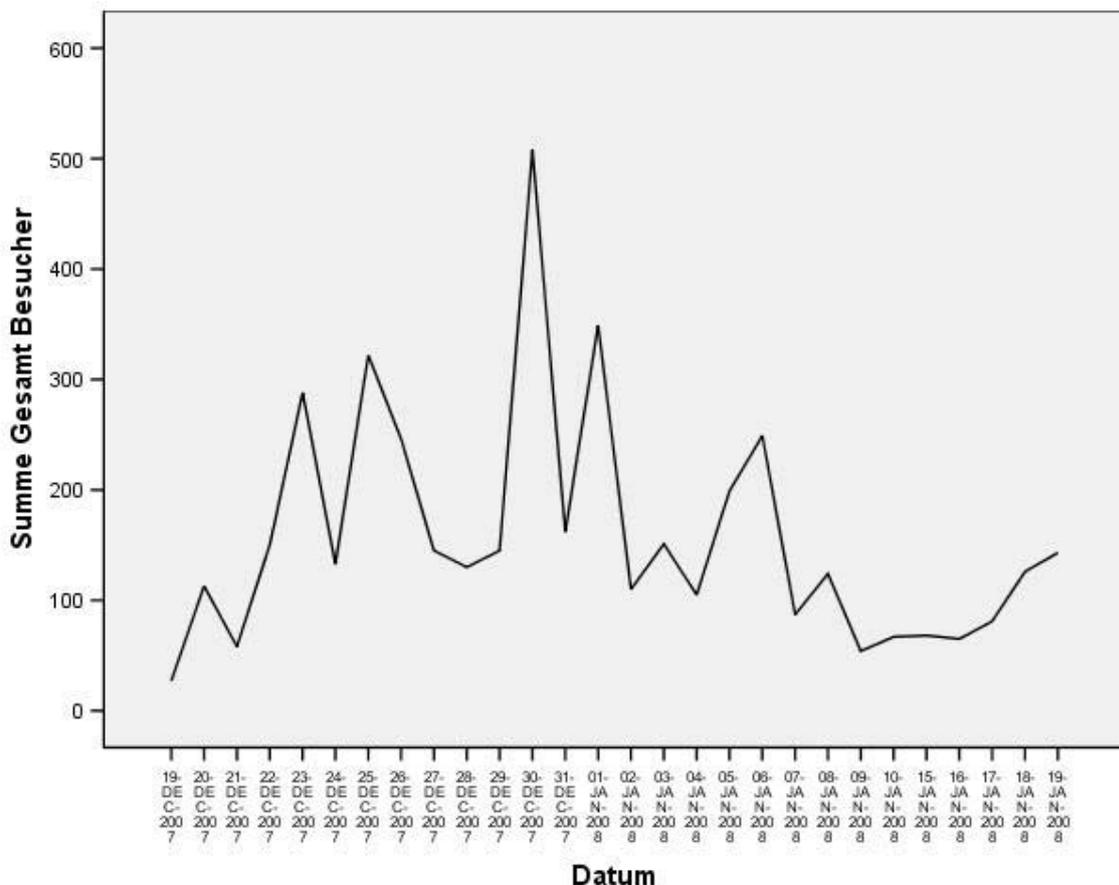


Abb. 5.2a: Darstellung des gesamten Zeitraums als Liniendiagramm mit den Daten der Videoaufzeichnung

In Abbildung 5.2a werden die von der Videostation aufgezeichneten Ereignisse über den gesamten Zeitraum dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass der Peak mit über 500 Ereignissen am 30. Dezember liegt.

Die mit der Videoaufnahme gewonnenen Daten geben aber nicht nur Auskunft, über die Anzahl, die zeitliche Verteilung und die Wegerichtung der BesucherInnen, sondern auch über die Art und Weise des Besuchs. So kann zum Beispiel zwischen dem Zweck des Besuchs differenziert werden. Die folgende Tabelle (Abb. 5.2b) zeigt den Anteil der einzelnen Nutzergruppen am gesamten BesucherInnenaufkommen.

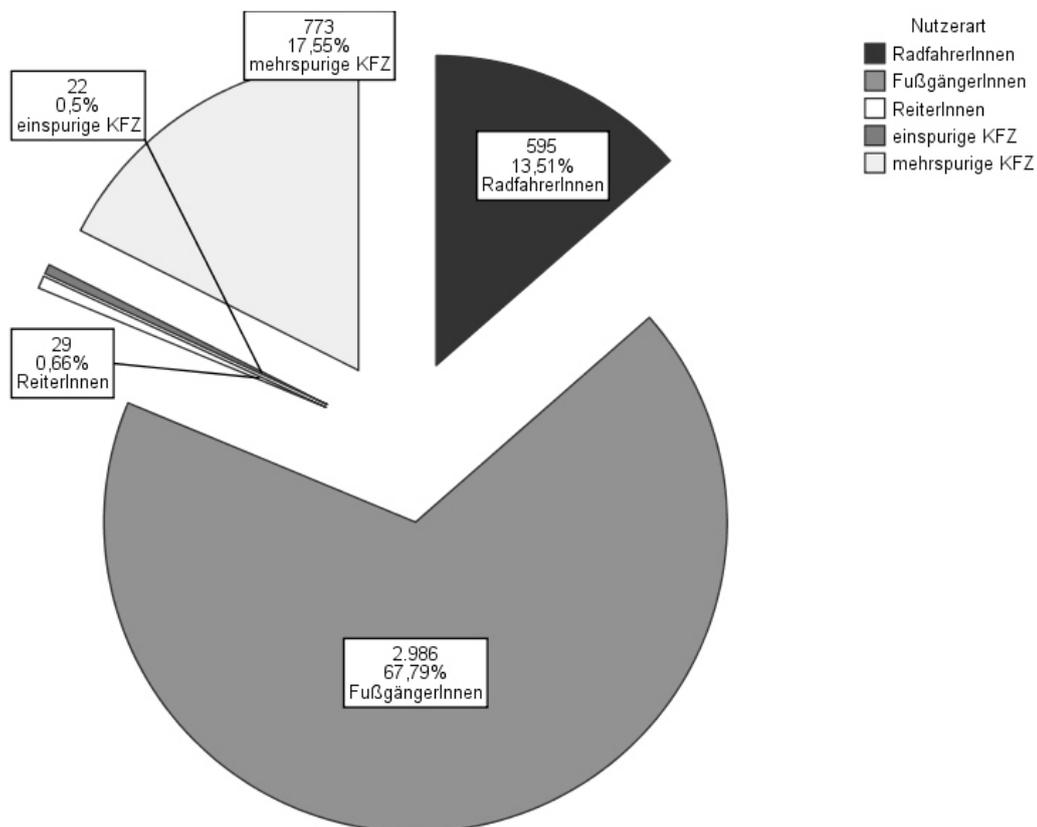


Abb. 5.2b: Nutzergruppenaufteilung

Der für einen Nationalpark hohe Anteil an mehrspurigen KFZ erklärt sich dadurch, dass der Monitoringbereich auch eine Zufahrt zu einem Reitstall ist. Zudem benutzen diese Einfahrt auch Bedienstete des Nationalparks mit mehrspurigen Kraftfahrzeugen für die notwendigen Arbeiten im Nationalpark. (Abb. 3.3.1d)

Im Folgenden (Abb. 5.2c) sind die Daten der einzelnen Nutzergruppen in einem Liniendiagramm dargestellt. Die Prozentangaben beziehen sich nicht auf das gesamte Besucheraufkommen, sondern nur auf die Besucherzahlen der einzelnen Nutzerarten. Dabei ist zu erkennen, dass 50% aller einspurigen KFZ gegen 14 Uhr den Bereich passierten. Möglicherweise ist der Postbote mit einem Moped unterwegs und kommt meist zur selben Zeit.

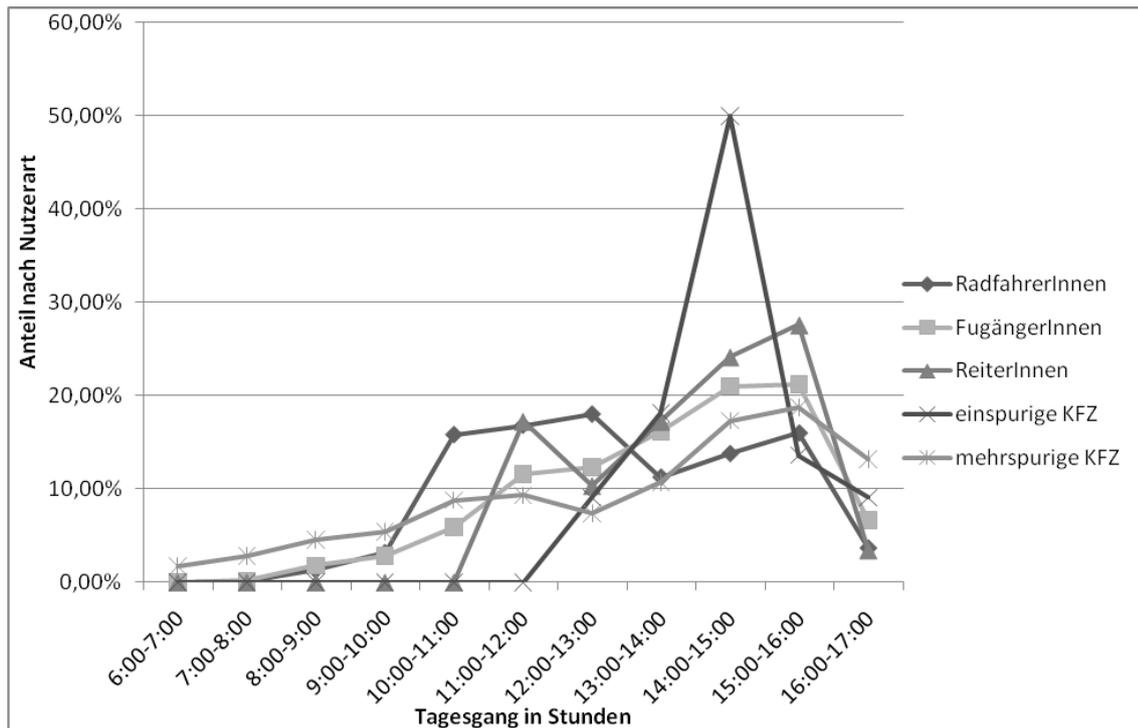


Abb. 5.2c: relativer Tagesgang nach Nutzerart

Die Verteilungen der einzelnen Nutzergruppen werden in Abbildung 4.2d nach Wochentagen dargestellt. Insgesamt waren im beobachteten Zeitraum 4 Sonntage. Davon ist der 06.01.08 auch ein Feiertag und wird somit als Feiertag gewertet und die Daten vom 11.01.08 bis zum 14.01.08 sind aufgrund eines Ausfalls (siehe Punkt 4.2.1) nicht verfügbar, darunter ein Sonntag (13.01.08). Daraus folgt, dass im kalkulierten Zeitraum 4 Feiertage vertreten sind.

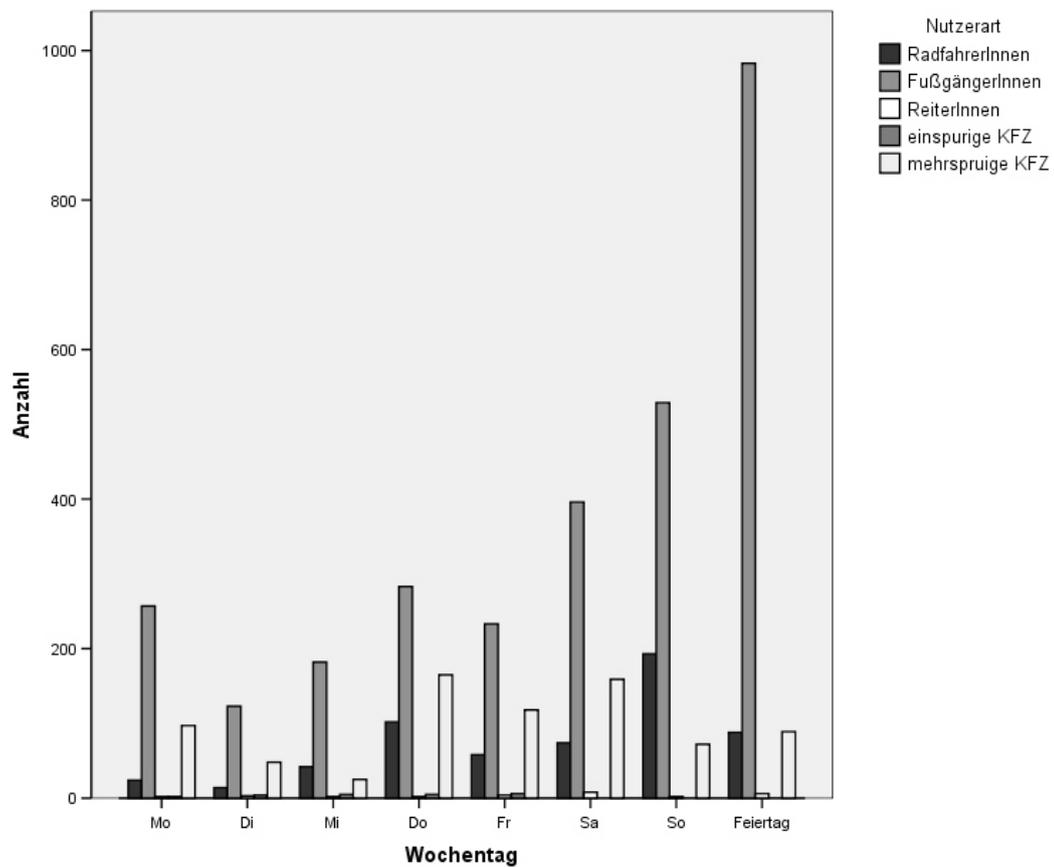


Abb. 5.2d: Häufigkeit der einzelnen Nutzergruppen pro Wochentag

Die einzelnen Nutzergruppen werden in der folgenden Tabelle (Abb. 5.2e) in einem Tagesverlauf über den ganzen aufgenommenen Zeitraum dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass überwiegend FußgängerInnen (67,8%) vertreten sind, wobei besonders der Zeitraum zwischen 10:00 und 15:00 Uhr genutzt wird.

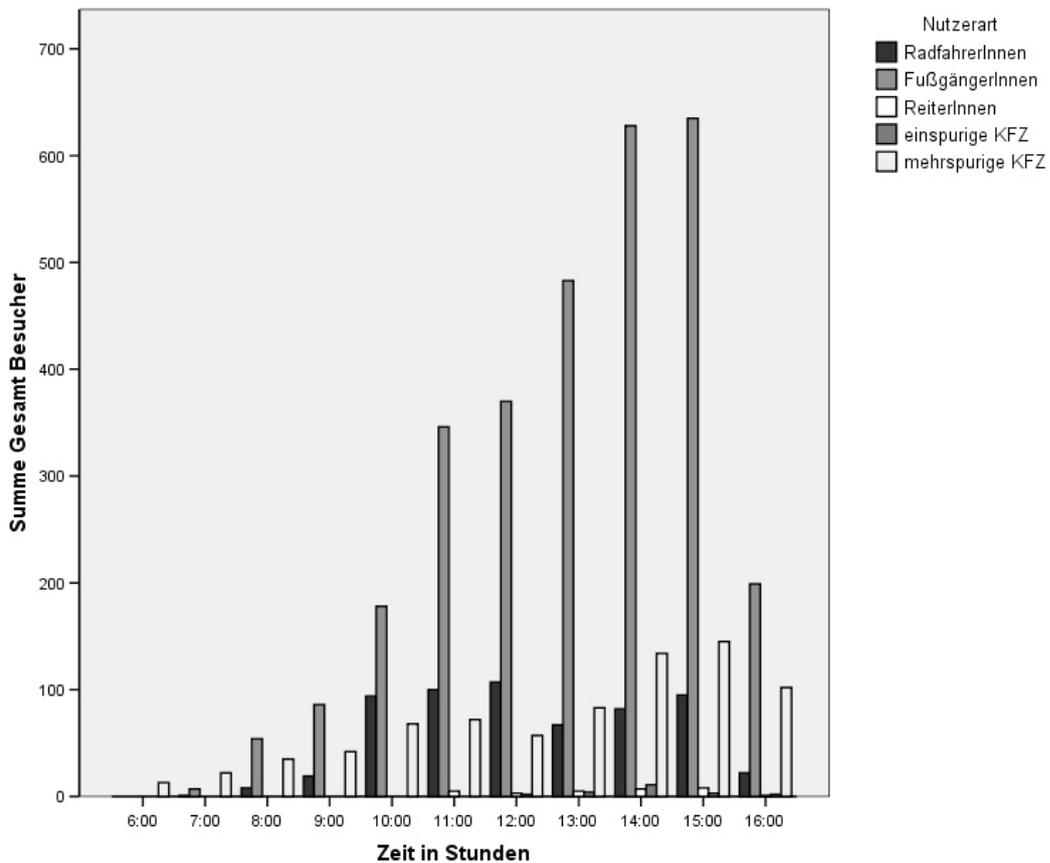


Abb. 5.2e: Tagesgang der Nutzerarten über den gesamten Zeitraum

Wie in Abbildung 5.2f ersichtlich, variiert die Gruppengröße im gesamten Zeitraum zwischen 0 und 18 BesucherInnen. Diese Zahl umfasst dabei alle Nutzerarten, also FußgängerInnen, RadfahrerInnen, ReiterInnen, ein- und mehrspurige Kraftfahrzeuge. Rund 72% der Fälle sind Gruppengrößen von 1 bis 2 Personen. Die Gruppengröße von 0 (kommt genau einmal vor) ist wahrscheinlich durch einen Eingabefehler bei der Übertragung in die Excel-Tabelle entstanden.

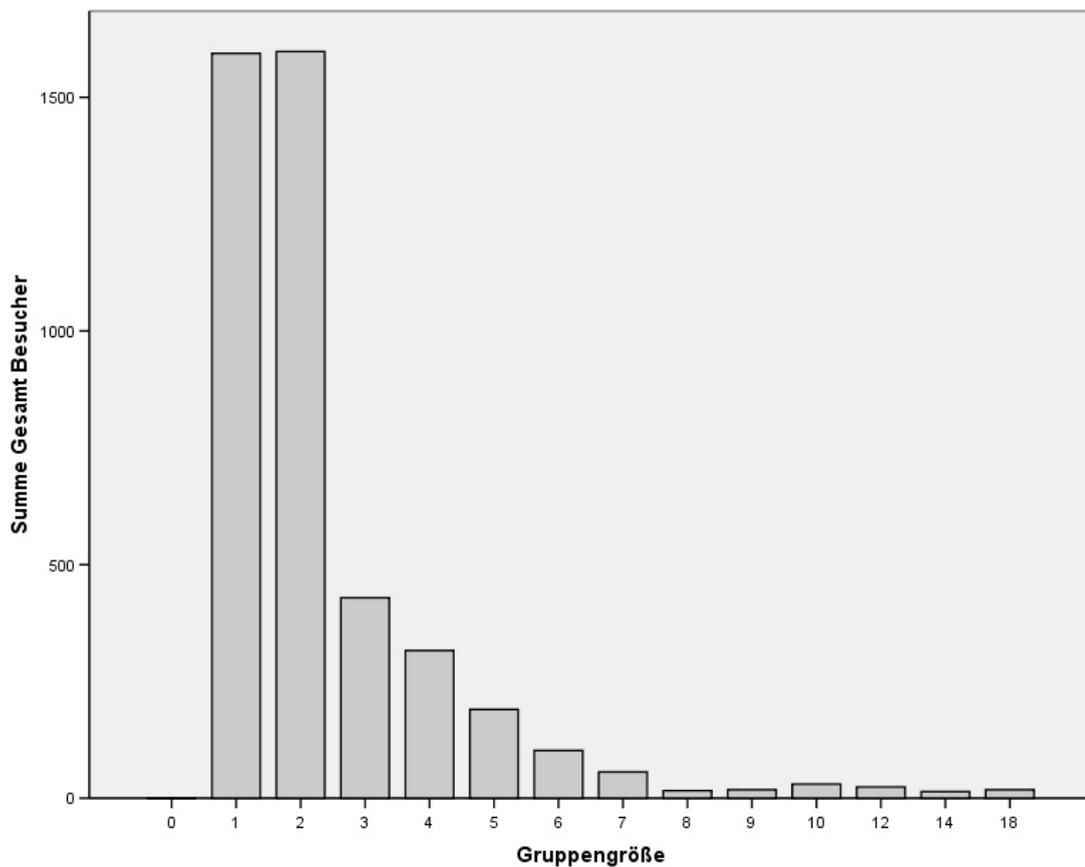


Abb. 5.2f: Gruppengrößen des gesamten Besucheraufkommens

Ein Großteil der BesucherInnen sind alleine oder zu zweit unterwegs. Der Mittelwert bei FußgängerInnen liegt bei 2, bei RadfahrerInnen bei 1,7 und bei ReiterInnen bei 1,4 (Abb. 5.2g).

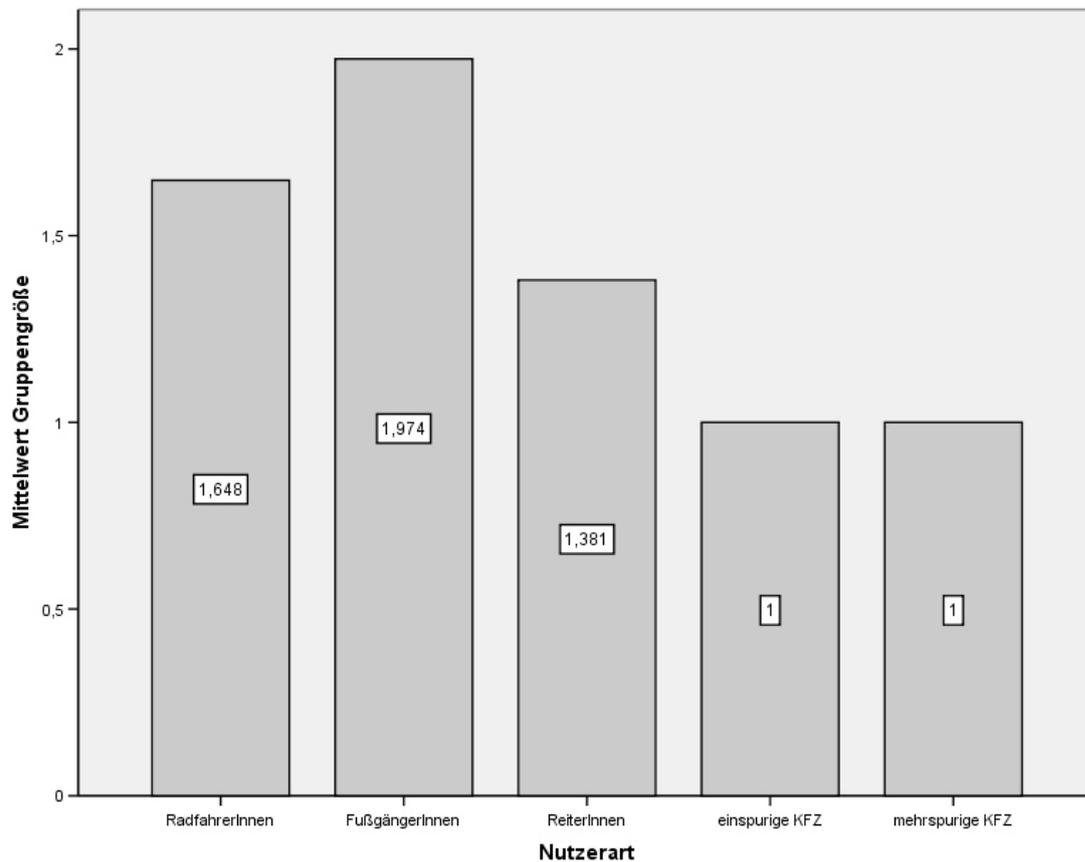


Abb. 5.2g: mittlere Gruppengröße der einzelnen Nutzerarten

Abbildung 5.2h zeigt die unterschiedlichen Gruppengrößen bei FußgängerInnen. Dabei ist erkennbar, dass hauptsächlich Gruppen von 1 bis 5 Personen gemeinsam unterwegs sind, beziehungsweise sind knappe 50% in Zweier-Gruppen registriert worden.

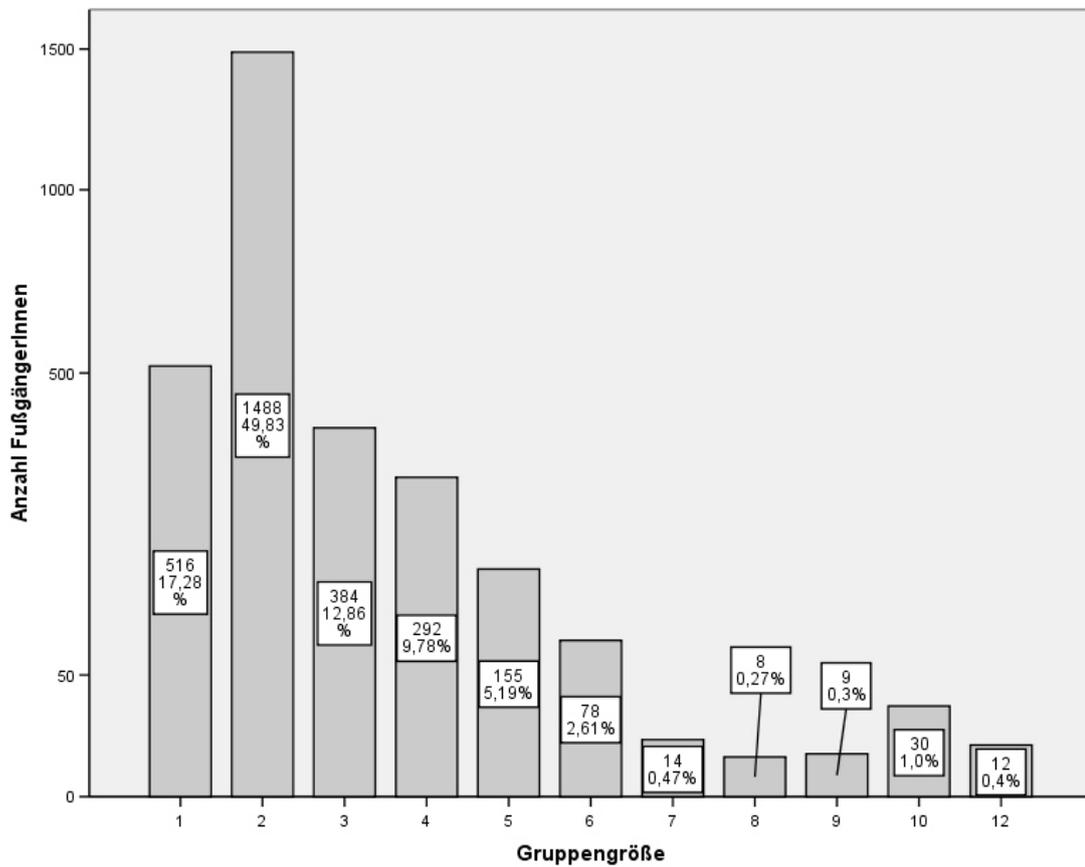


Abb. 5.2h: Gruppengrößen bei FußgängerInnen

Bei den RadfahrerInnen sind fast die Hälfte (45,2%) alleine unterwegs, aber auch die größte im Betrachtungszeitraum registrierte Gruppe aller Nutzerarten ist, mit 18 Personen, bei den RadfahrerInnen (siehe Abb. 5.2i). Wie schon zuvor erwähnt, ist ein Fehler bei der Dateneingabe passiert und somit ist ein Rad ohne FahrerIn unterwegs gewesen, wodurch die Gruppengröße 0 entstanden ist.

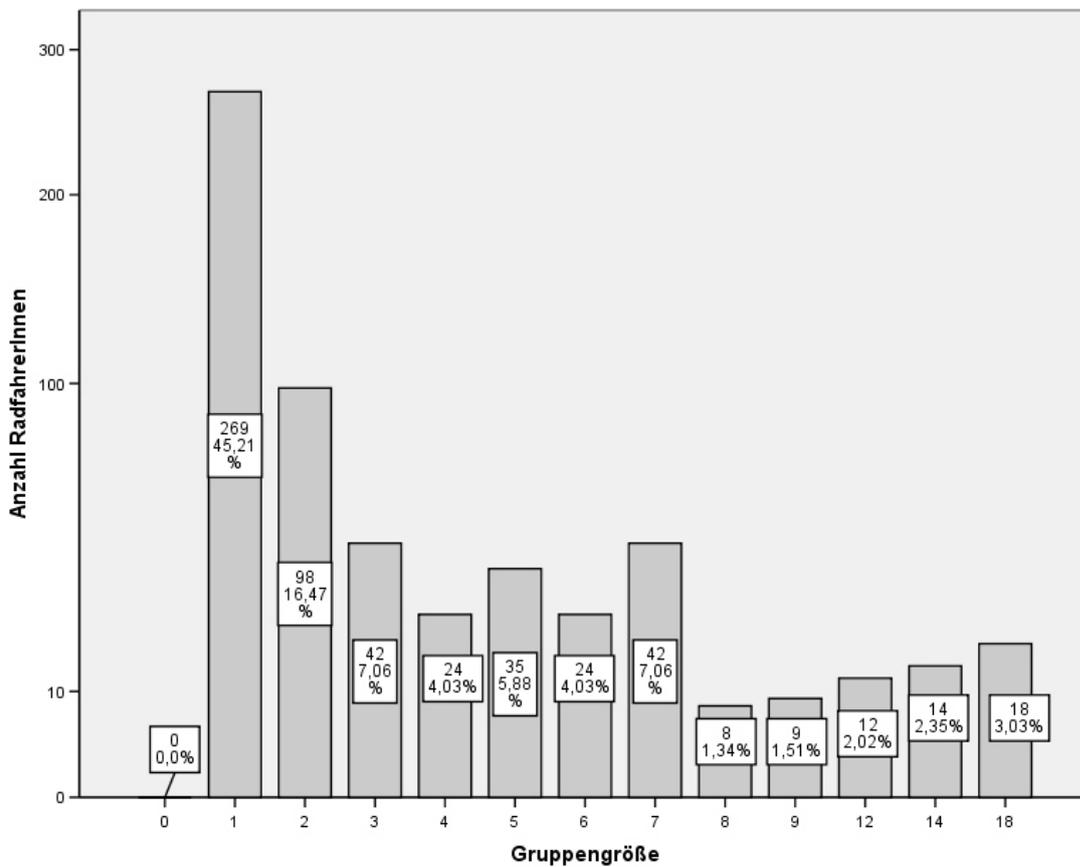


Abb. 5.2i: Gruppengrößen bei RadfahrerInnen

### 5.3 DATEN DES ECO-TWIN

Der ECO-Twin hat im angeführten Zeitraum ohne Ausfälle aufgezeichnet. 5146 Ereignisse wurden im Zeitraum vom 19.12.2007 ab 12:30 Uhr Mittag bis zum 19.01.2008 um 24:00 Uhr, registriert. Wie in Abbildung 5.3a zu sehen ist, ist im oben genannten Zeitraum der Sonntag der am meisten frequentierte Tag.

Obwohl nur drei Sonntage aber vier Feiertage (davon ein Sonntag, der jedoch als Feiertag gewertet wurde) vertreten waren.

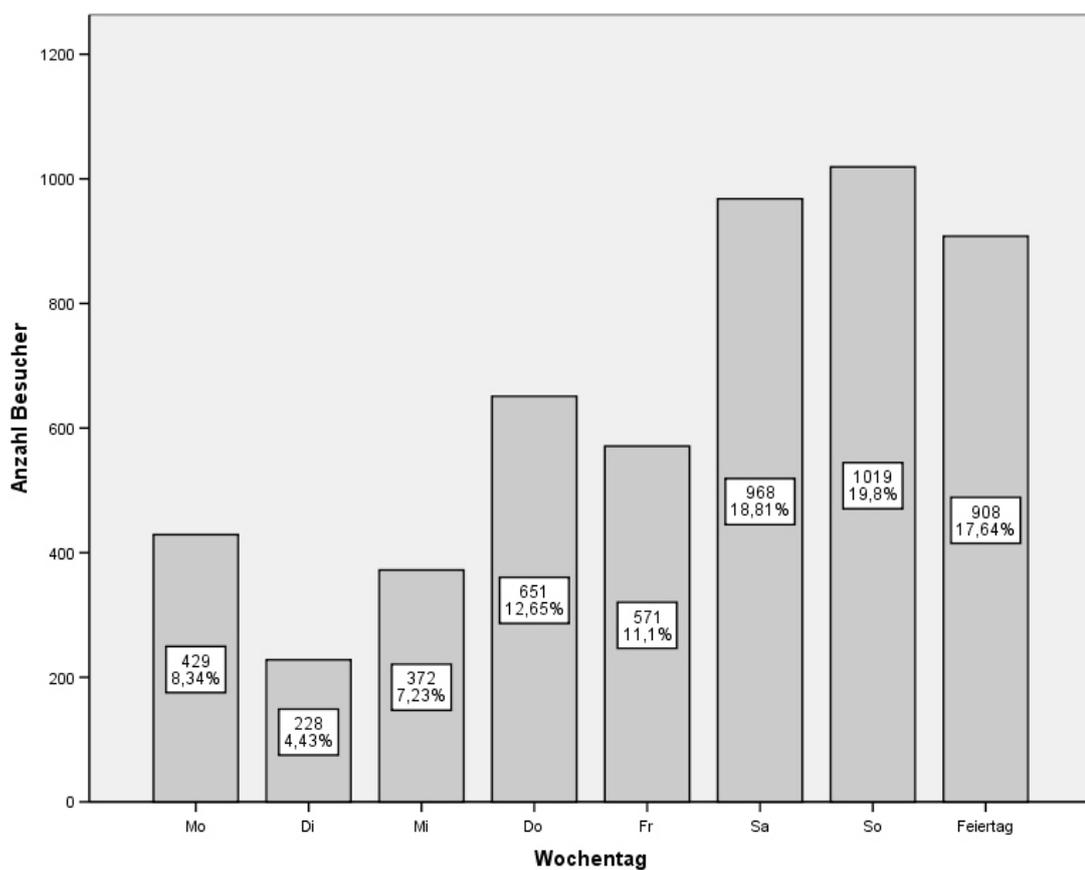


Abb. 5.3a: tägliches Besucheraufkommen 0:00 – 24:00, gemessen mit ECO-Twin

Ein anderes Bild entsteht, wenn der Zeitraum auf die kürzeren Videoaufnahmezeiten (06:00 – 16:30 Uhr und keine Daten vom 11. bis zum 14. Jänner) eingeschränkt wird. In diesem Zeitraum wurden 3477 Ereignisse mit dem EcoTwin registriert.

Wie in Abbildung 5.3b zu sehen ist, haben die vier Feiertage mit ihrem höheren Anteil an Besucherzahlen die zwei Sonntage überholt.

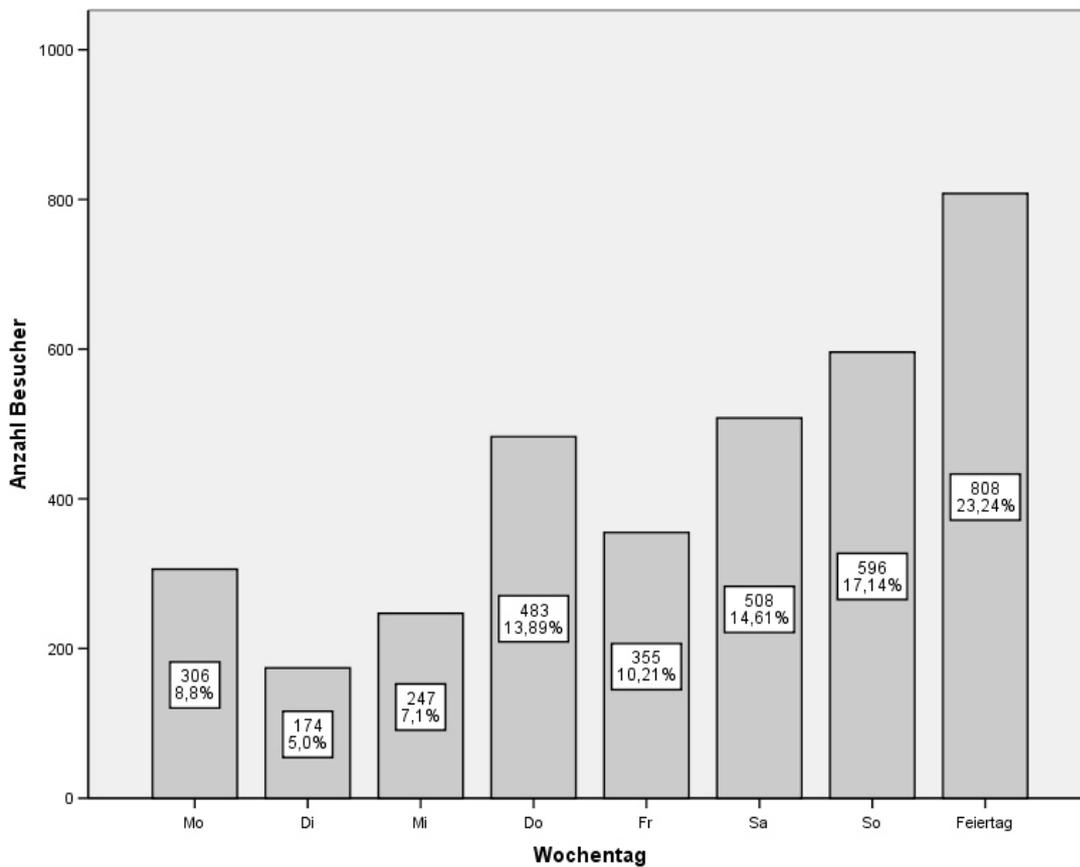


Abb. 5.3b: tägliches Besucheraufkommen 6:00 – 16:30 Uhr gemessen mit ECO-Twin

Im folgenden Diagramm (Abb. 5.3c) werden die den Nationalpark betretenden als auch die den Nationalpark verlassenden BesucherInnen im Zeitraum vom 19.12.2007 ab 12:30 Uhr Mittag bis zum 19.01.2008 um 24:00 Uhr, dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass die Tagesganglinie für die den Nationalpark betretenden BesucherInnen (Dechant IN) um ungefähr eine Stunde früher gemessen wurde. Das lässt vermuten, dass ein Großteil der registrierten BesucherInnen den Park auf dem gleichen Weg betritt wie auch verlässt bzw. dass der Monitoringbereich in ähnlicher Weise als Eingang in den wie auch als Ausgang aus dem Nationalpark genutzt wird.

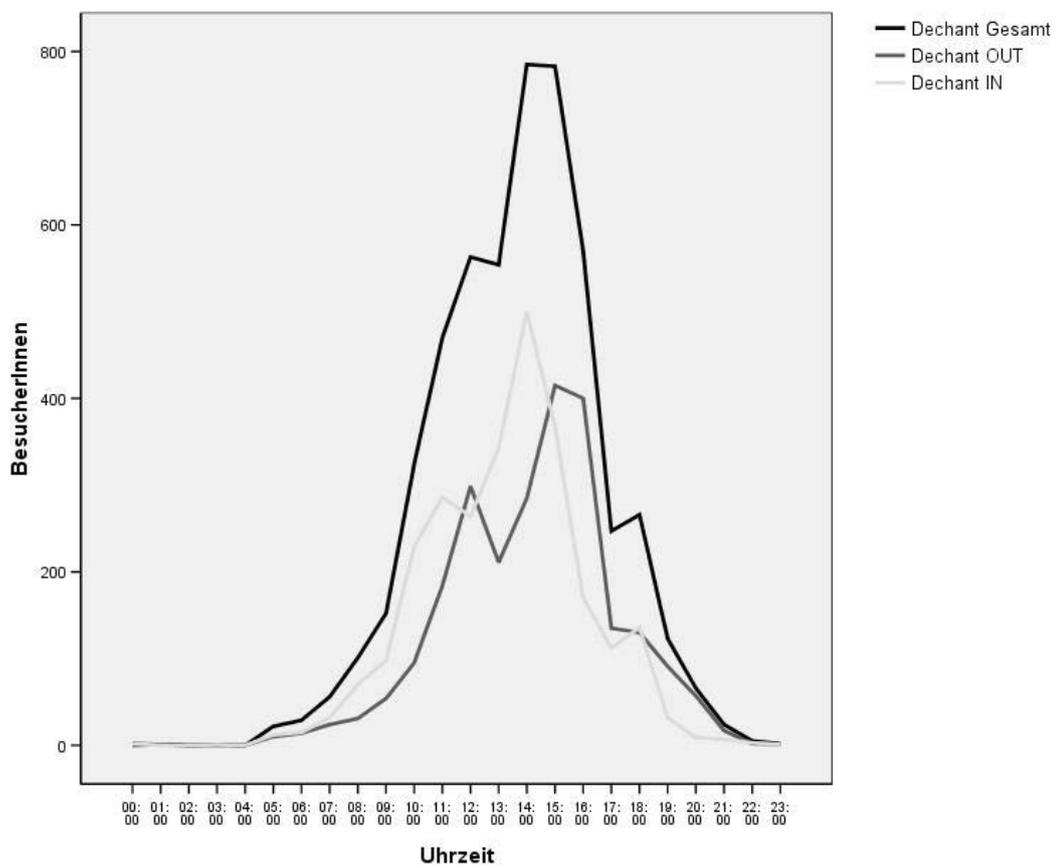


Abb. 5.3c: Tagesgang des gesamten Besucheraufkommen, differenziert nach Bewegungsrichtung

## **5.4 VERGLEICH DER DATEN DES ECOCOUNTER MIT DEN DATEN DER VIDEOAUFZEICHNUNG**

Um die Evaluierung der Messgenauigkeit des Eco-Twin zu ermöglichen, ist es wichtig bei der timelapse-Videoaufnahme nur die Gesamtzahlen der BesucherInnen zu verwenden und somit die Nutzergruppen gleichzusetzen. Das ist notwendig, weil der Counter nicht zwischen den einzelnen Nutzergruppen differenzieren kann. So zählt der Eco-Twin beispielsweise Hunde genauso als Besucher wie FußgängerInnen. Insofern sich die Hunde durch den erfassten Messbereich bewegen und groß genug sind, um den Logger zu aktivieren, da der Sensor, welcher einen leicht konischen Messbereich hat, in einer Höhe von 90cm montiert wurde.

Stellt man die Gesamtsumme der Daten einander gegenüber, so fällt auf, dass der Eco-Twin weniger „Ereignisse“ erfasst hat, als anhand der Videoaufzeichnung ermittelt wurden. Anhand der Videobeobachtung wurden 4405 „Ereignisse“ im betrachteten Zeitraum gezählt. Vom EcoCounter Eco-Twin wurden jedoch nur 3477 „Ereignisse“ registriert.

Im folgenden Liniendiagramm werden die erfassten stündlichen BesucherInnenmengen der beiden Messgeräte dargestellt (Abb. 5.4a). Hier ist zu erkennen, dass bei größerem BesucherInnenaufkommen die durch Video gewonnenen Daten höher sind als die des EcoCounter EcoTwin. Die niedrigeren erfassten BesucherInnenzahlen über Video zwischen 6 und 7:30 Uhr könnten auf die schlechte Sicht in den noch dunkleren frühen Morgenstunden zurückzuführen sein.

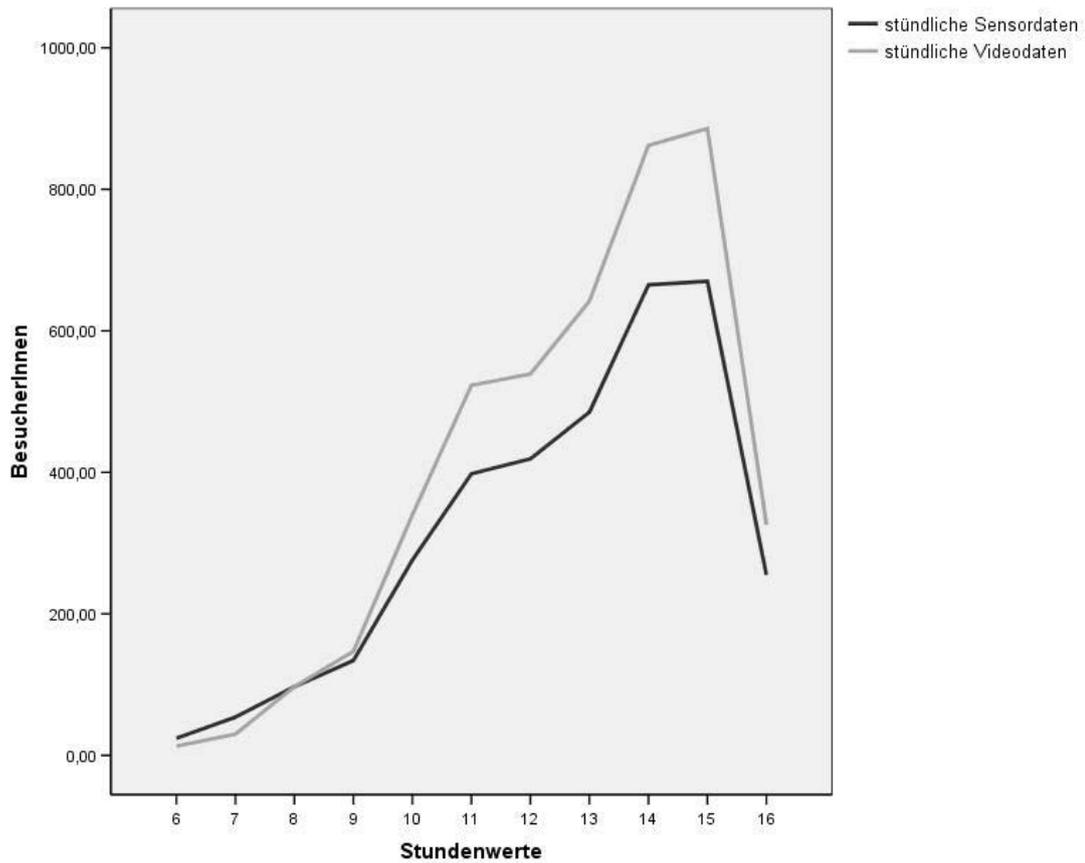


Abb. 5.4a: Liniendiagramm der stündlichen Sensor- und Videodaten über den gesamten betrachteten Zeitraum

Mit Hilfe einer Regressionsanalyse wurden die Daten des EcoCounter EcoTwin mit den Daten der Videobeobachtung verglichen. Obwohl das Bestimmtheitsmaß zwischen dem ECO-Twin und der timelapse-Videoaufnahme sehr hoch ist ( $R^2=0,943$ ,  $p < 0,001$ ), kann man eine um 20% geringere Besucherregistrierung durch den ECO-Twin bei hohen als auch bei niedrigen Besucherfrequenzen feststellen (Abb. 5.4b).

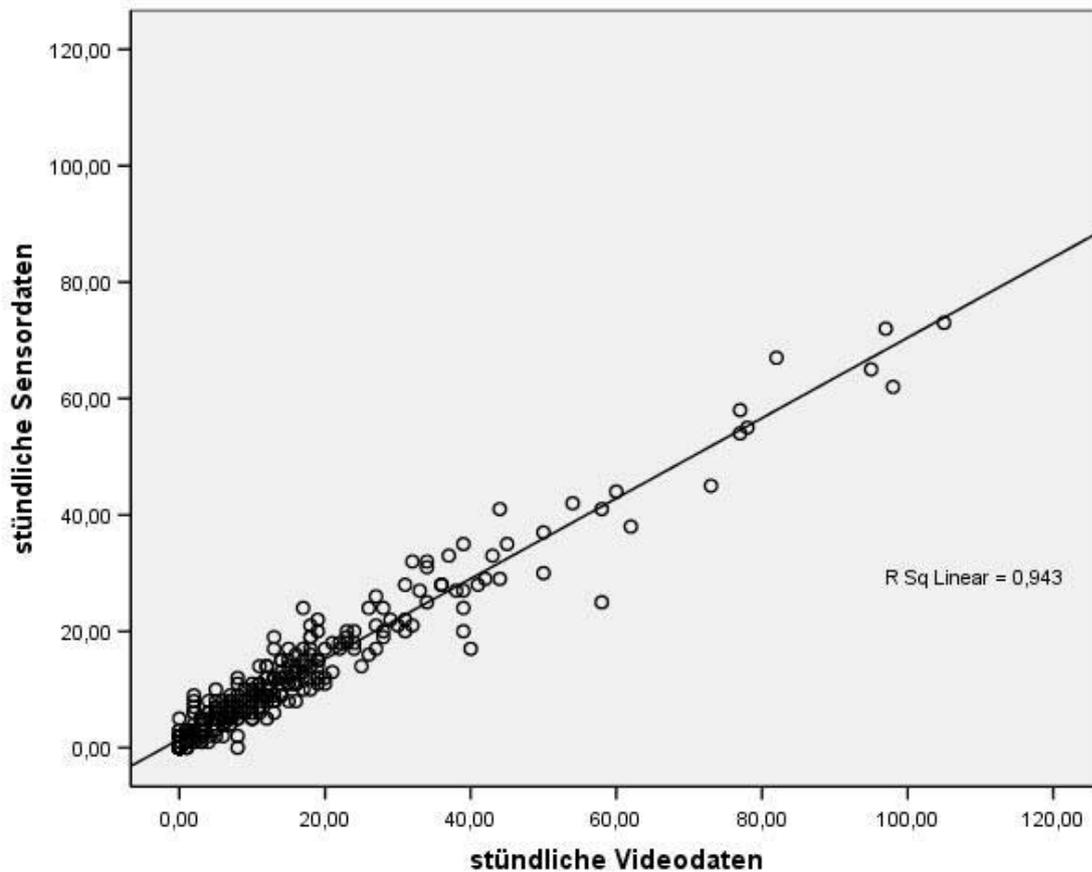


Abb. 5.4b: Streudiagramm der stündlichen Sensor- und Videodaten (Kahler et al. 2008, S. 487)

Weiters wurde die Annahme überprüft, ob die Nutzerart einen Grund für die permanent zu geringe Registrierung durch den pyroelektrischen Sensor sein könnte. Dabei wurden die relativen Abweichungen der Video- und der Sensordaten durch den Median in zwei Gruppen geteilt und verglichen. Zeiten mit höheren Unterschieden charakterisieren sich durch einen weitaus höheren Anteil an Fußgängern und weniger mehrspurige KFZ.

Neben der Nutzerart zeigt sich auch in der Gruppengröße ein Unterschied im Zählverhalten. So war bei Zeiten mit großen Diskrepanzen zwischen den beiden Methoden, die Gruppengröße signifikant höher. Offensichtlich zählt der Sensor nur eine Person, wenn zwei oder mehrere Besucher nebeneinander gehen.

In einer weiteren Analyse wurde überprüft, ob sich die Mittelwerte, bei denen der Logger über- bzw. unterzählt, signifikant voneinander unterscheiden. Diese Analyse wurde sowohl für die Gesamtzahl der Besucher, als auch für die einzelnen Nutzergruppen durchgeführt.

Wie in der folgenden Tabelle (Tab. 5.4c) ersichtlich, besteht bei der Gesamtzahl der Besucher sowie bei den Nutzergruppen RadfahrerInnen und FußgängerInnen ein signifikanter Unterschied bei welchen Mittelwerten, der Logger über- bzw. unterzählt. Dabei ist zu erkennen, dass bei niedrigen Mittelwerten der Counter dazu neigt mehr zu zählen und bei hohen Mittelwerten zu unterzählen. Dieses Ergebnis trifft auf die oben genannten Nutzergruppen zu. Daraus kann geschlossen werden, dass weniger die Nutzerarten RadfahrerInnen und FußgängerInnen als vielmehr die Besucheranzahl für die Unterschiede im Zählverhalten ausschlaggebend ist.

Die Nutzergruppen einspurige- und mehrspurige KFZ bedürfen einer gesonderten Betrachtung.

Einspurige KFZ sind in nur geringer und nicht aussagekräftiger Zahl (insg. 22) aufgetreten. Für mehrspurige KFZ war es unmöglich den Zählbereich nebeneinander zu passieren, sodass bei dieser Nutzergruppe kaum Fehlzählungen zu erwarten waren.

Nutzergruppen	Logger überzählt bei Mittelwert	Logger unterzählt bei Mittelwert	T-Wert / U-Wert	Signifikanz
Alle n=4405	1,22	1,82	-15,321	0,00
RadfahrerInnen n=595	1,26	1,88	-4,024	0,00
FußgängerInnen n=2986	1,65	2,13	-8,203	0,03
ReiterInnen n=29	1,30	1,45	-0,590	0,194
einspurige KFZ n=22	1	1		
mehrspurige KFZ n=773	1	1		

Tab: 5.4c: Über- und Unterzählung des EcoTwin beim Mittelwert der Gruppengröße nach Nutzergruppe

## 6. DISKUSSION

Erholungs- und Naturschutzgebiete im Nahbereich städtischer Ballungszentren sind besonderen Problemen, wie erhöhtes Besucheraufkommen, vielfältige und facettenreiche Nutzerstrukturen und der dadurch entstehenden verstärkten Belastung ausgesetzt. Für das Management solcher Gebiete ist es daher wichtig, auf zuverlässige Daten über Besucheraufkommen, Spitzenzeiten und Nutzergruppen zugreifen zu können.

Um solche Daten zu erhalten, gibt es, wie in dieser Arbeit angeführt, viele Methoden, die mit unterschiedlichem Zeit-, Arbeits- und Kostenaufwand verbunden sind.

Ziel dieser Arbeit war es, ein Zählgerät mit pyroelektrischem Sensor auf seine Tauglichkeit zu prüfen und anhand einer Evaluierung mittels Videodaten die Korrektheit der gewonnenen Daten zu prüfen und darzustellen.

### 6.1 HANDHABUNG DER GERÄTE

#### **Ecocounter Eco-Twin**

Das Besucherzählgerät Ecocounter Eco-Twin der Firma Ecocompteur ist ein reines Zählgerät, welches keinerlei Auskunft über die Art der Nutzer (FußgängerInnen, RadfahrerInnen o.a.) den Zweck des Besuches, die Gruppenzusammenstellung, oder das Besucherverhalten gibt. Es ist aber möglich die Bewegungsrichtung darzustellen.

Die Bedienungsfreundlichkeit des Ecocounter Eco-Twin kann folgendermaßen beschrieben werden. Der Ecocounter Eco-Twin wird einfach an einem stabilen Pfosten montiert und ist nach den nötigen Einstellungen schnell einsatzbereit. Dank der mitgelieferten Software ist das Übertragen der Daten vom Counter mittels der Infrarotschnittstelle eines Palm oder Pocket PCs einfach und selbst erklärend. Die Darstellung der gewonnenen Daten kann gleich mit der EcoPC Software bewerkstelligt werden, sofern keine komplizierten statistischen Berechnungen durchgeführt werden sollen. Um eine Verarbeitung der Daten mittels Excel oder anderen Statistikprogrammen zu ermöglichen, können die Daten als eine Excel-Datei exportiert werden.

## **6.2 VOR- UND NACHTEILE**

### **Ecocounter Eco-Twin**

Die Vor- und Nachteile hängen mit den gewünschten Zielen bzw. Anforderungen an Messgenauigkeit und Datenniveau ab. Verglichen mit anderen optischen Zählgeräten könnte der Anschaffungspreis als Nachteil angesehen werden. Vorteile wiederum sind die einfache Handhabung und die lange Batterielebenszeit. Weiters ist für dieses Gerät ein versiegeltes und dadurch frost- und wasserfestes Gehäuse kennzeichnend.

### **Videobeobachtung**

Die timelapse Videobeobachtung wurde durchgeführt, um einen Vergleich der gewonnenen Daten durchführen zu können.

Die Vorteile der Videobeobachtung liegen in der Fülle an gewonnenen Daten. So erhält man nicht nur Informationen über Bewegungsrichtung der Besucher, sondern auch über die Art und Weise wie die BesucherInnen sich fortbewegen - sei es nun mit dem Fahrrad, zu Fuß, mit einem Pferd, ob ein Hund mitgeführt wird oder wie viele Personen gemeinsam unterwegs sind. Diese Informationen erhält man sonst nur durch von Personen durchgeführte Zählungen. Außerdem können die Daten, falls erwünscht, sekundengenau angegeben werden.

Die Videobeobachtung ist abhängig von einer gewissen Infrastruktur, es wird ein Stromanschluss benötigt, eine Montagemöglichkeit für die Kamera und ein Raum für die Videorekorder. Dieser notwendige Raum wird aber in naher Zukunft auf Grund digitaler Aufnahmemöglichkeiten wegfallen. Als ein weiterer Nachteil könnte die möglicherweise geringere Akzeptanz von „Überwachungskameras“ bei BesucherInnen gesehen werden. Nicht zu vergessen ist außerdem der hohe Arbeitsaufwand der Datenauswertung, um die Bänder durchzusehen und die Daten in ein statistisch verwertbares Format zu übertragen.

### **6.3 VERGLEICH**

Im Zeitraum vom 19.12.2007 bis zum 19.01.2008 wurde am Dechantweg, einem Haupteingang zum Nationalpark Donauauen, mit diesen zwei unterschiedlichen Methoden Besucherzählungen durchgeführt.

Es wurde zum einen der Ecocounter Eco-Twin eingesetzt und zum anderen, um einen Vergleich der Daten zu ermöglichen, wurde zur selben Zeit und am selben Ort auch eine timelapse Videokamera installiert. Die von der Videokamera gewonnenen Daten wurden ausgewertet und in ein Excel-Format übertragen. Dadurch konnten die Daten des Eco-Twin mit denen der Videoaufzeichnung verglichen und etwaige Unterschiede aufgezeigt und analysiert werden.

Bei einer hohen Korrelation zwischen den Daten der beiden Messgeräten wurden allerdings durch den Eco-Twin um ungefähr 20% weniger BesucherInnen registriert. Während mit der Videokamera im betrachteten Zeitraum 4405 „BesucherInnen“ registriert wurden, konnten durch den Eco-Twin nur 3477 „BesucherInnen“ gezählt werden. Besonders bei größeren Personengruppen wurden vom Ecocounter weniger Personen gezählt als aus den Videodaten hervorgehen.

Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich der Messgenauigkeit des Eco-Twin kommt auch die Studie von Greene-Roesel (Greene-Roesel et al. 2007).

Einer der Hauptgründe für das unterschiedliche Zählverhalten kann durch die Breite des Dechantweges (3,5m breit) erklärt werden. Bei breiten Passagen kommt es zu dem Problem, dass bei mehreren nebeneinander gehenden Personen immer

nur die erste, vom Sensor aus gesehene Person gezählt wird. Die anderen Personen befinden sich dabei sozusagen im „Temperaturschatten“ der ersten Person und können somit vom Eco-Twin nicht registriert werden. Wichtig bei diesem Gerät ist es also die richtige Standortwahl zu treffen. Optimal wäre ein Weg von ungefähr 1m Breite, wodurch die Besucher dazu gebracht werden könnten, den Bereich einzeln zu passieren. Dadurch wäre es möglich jeden einzelnen Besucher zu registrieren.

Im Hinblick auf die Installation und Handhabung sind keine Probleme aufgetreten. Die Installation war abgesehen von den Problemen mit der Kompatibilität zwischen dem Ecocounter Eco-Twin (Modell mit 15minütigem Aufnahmeintervall) und einem Palm sehr einfach und auch die weitere Handhabung, wie das Übertragen der Daten, erwiesen sich als sehr benutzerfreundlich. Störungen, aufgrund von Wetterverhältnissen oder Vandalismus, sind während dem gesamten Zeitraum keine aufgetreten. Die Vorteile des Ecocounter Eco-Twin liegen demnach in der einfachen Installation, dem geringen Wartungsaufwand, der langen Batterielebensdauer und bei bestimmten Modellen die Möglichkeit der Fernabfrage der Daten. Dem Gegegnüber sind jedoch die hohen Anschaffungskosten von 3365 € für das getestete Modell zu stellen. Alles in allem ist es ein sehr gutes Gerät, auch wenn es in der Anschaffung mit höheren Kosten verbunden ist. Wichtig ist grundsätzlich die richtige Standortwahl - eher schmale Wege, um auch wirklich alle BesucherInnen registrieren zu können.

## 6.4 AUSBLICK

Es gibt für den Ecocounter Eco-Twin die Möglichkeit der Fernabfrage über das Mobilfunknetzwerk (Eder et al., 2008). Dabei wird der Eco-Twin mit einem Modem verbunden. Die gewonnenen Daten werden auf einen Server der Firma Eco-compteur geladen und können von dort via Internet abgefragt werden. Gleichzeitig kann das Gerät auf seine korrekte Funktionstüchtigkeit kontrolliert werden. Im Zuge eines Projektes wurde diese Form der Fernabfrage geprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die Fernabfrage der Daten mittels Internet einwandfrei funktioniert. Zusätzlich besteht die Möglichkeit das Gerät auf Funktionsstörungen, wie Schäden durch Vandalismus oder Unwetter, zu prüfen, indem keine oder vollkommen veränderte Daten geliefert werden. Weitere Tests in alpinen Regionen (wegen eventueller Funklöcher) sind noch durchzuführen (Eder et al., 2008).

Damit ist der Ecocounter Eco-Twin, mit der einfachen Handhabung und der langen Lebenszeit der eingebauten Batterie, eine optimale Lösung für die Besucherzählung in abgelegenen Regionen.

Es werden aber noch weitere Versuche unter verschiedenen Bedingungen durchzuführen sein, um in jeder Hinsicht vollständigere Ergebnisse über die Messgenauigkeit zu erhalten. Es wurden zum Beispiel noch keine Versuche durchgeführt, welchen Einfluss isolierende Bekleidungsmaterialien, die möglicherweise den nötigen Temperaturunterschied von 1°C aufheben, auf das Zählverhalten des Eco-Twin haben können. Genauer könnte auch analysiert werden, wie sich unterschiedliche Breiten von Wegen (Messbereichen) oder verschiedene Fortbewegungsgeschwindigkeiten auf die Genauigkeit der Daten auswirken. Interessant wäre auch zu analysieren, wie bestimmte Tierarten, insbesondere Pferde und Hunde, von dem Ecocounter Eco-Twin erfasst werden.

## 7. LITERATUR- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS

### 7.1 LITERATURQUELLEN

- Arnberger A. (2006), "Internationale Entwicklungen im Besuchermonitoring – Ein Überblick", Besuchermonitoring und ökonomische Effekte in Nationalen Naturlandschaften, Suhl S. 8 – 16,
- Arnberger A., Brandenburg C., Cermak P., Hinterberger B. (2000), Projektbericht: „Besucherstromanalyse für den Wiener Anteil am Nationalpark Donau-Auen, Bereich Lobau“, Universität für Bodenkultur,
- Arnberger A., Brandenburg C. & Muhar A. (2006), „Besuchererfassungstechnologien als Beitrag für eine nachhaltige Erholungsgebiets- und Stadtentwicklung“, Schrenk M. (Hrsg.), CORP Tagungsband Wien, S. 573 – 580,
- Arnberger A. & Eder R. (2008), "Assessing user interactions on shared recreational trails by long-term video monitoring", *Managing Leisure*, vol. 13, no. 1, pp. 36-51 ,
- Arnberger A., Haider W. & Brandenburg C. (2005), „Evaluating visitor monitoring techniques: A comparison of counting and video observation data“, *Environmental Management*, 36 (2), p. 317-327,
- Brandenburg C. (2001), „Erfassung und Modellierung von Besuchsfrequenzen in Erholungs- und Schutzgebieten, Anwendungsbeispiel Nationalpark Donau-Auen, Teilgebiet Lobau“, Dissertation an der Universität für Bodenkultur
- Brandenburg C. (2006), „Monitoring von Besucherinnen und Besucher als Grundlage für ein Schutzgebietsmanagement“ Wien, Habilitationsschrift an der Universität für Bodenkultur

- Coch T. & Hirschal J., „Besucherlenkungskonzepte in Schutzgebieten“. Naturschutz und Landschaftsplanung, 30 (12) 1998, S. 382 – 388
- Doppler W. (1991), „Landschaftsentwicklung der Lobau anhand von Luftbildern 1938 – 1986“, Wien, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur
- Eder R., Kahler A. & Arnberger A., „Management for Protection and sustainable Development“, In: Raschi, A. & Trampetti, S., „Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas“. Conference Proceedings, 14. – 19. Oktober 2008 Montecatini Terme, S.480 - 482
- Gamerith W. (1999), „Donau-Auen: Naturreichtum im Nationalpark“, Tyrolia-Verlag, Innsbruck, Wien
- Gasvoda D. (1999), „Trail traffic counters: Update“, Report 9923-2835-MTDC. USDA Forest Service, Missoula Technology and Development Centre, Missoula, MN
- Greene-Roesel R., Diógenes M. C., Ragland D. R. & Lindau L. A. (2007), „Effectiveness of a Commercially Available Automated Pedestrian Counting Device in Urban Environments: Comparison with Manual Counts“ <http://www.tsc.berkeley.edu/news/08-0503session240ryanposter.pdf> (12.09.2009)
- Hendee J. C. & Dawson C. (2002), „Wilderness management: Stewardship and protection of resources and values“, (3rd ed.). Golden, Colo.: Fulcrum Publishing
- Hinterberger B. (2000), Besucherstromanalyse im Wiener Anteil des Nationalpark Donau-Auen, der Lobau: Routenanalyse mit GIS“, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur
- Hornback K. E. & Eagles P. F. J. (1999), „Guidelines for public use measurement and reporting at parks and protected areas“, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; <http://www.ahs.uwaterloo.ca/~eagles/parks.pdf>, 13.03.2009
- Hunziker M., Clivaz C. & Siegrist D., „Monitoring and management of visitor flows in recreational and protected areas“, Forest Snow and Landscape Research Volume 81, Issue ½, 2007
- Kahler A. & Arnberger A. (2008), „Management for Protection and sustainable Development“, In: Raschi, A. & Trampetti, S., „Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas“. Conference Proceedings, 14. - 19. Oktober 2008 Montecatini Terme, S.485ff

- Kajala L., Almik A., Dahl R., Dikšaitė L., Erkkonen J., Fredman P., Jensen Søndergaard F., Karoles K., Sievänen T., Skov-Petersen H., Vistad O. I., Wallsten P. (2007), "Visitor monitoring in nature areas – a manual based on experiences of the Nordic and Baltic countries", <http://norden.org/pub/miljo/miljo/sk/TN2007534.pdf>, 13.03.2009
- Muhar A., Arnberger A. & Brandenburg C., "Methods for Visitor Monitoring in Recreational and Protected Areas: An Overview", "Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas" Conference Proceedings, 30. Jänner – 2. Februar 2002 Wien, S. 1 - 6
- O'Rourke D. (1994), "Trail Traffic counters for Forest Service Trail Monitoring", Technology & Development Program, Missoula, Montana 59801,  
[www.fs.fed.us/eng/pubs/pdfpubs/pdf99232835/pdf99232835dpi300.pdf](http://www.fs.fed.us/eng/pubs/pdfpubs/pdf99232835/pdf99232835dpi300.pdf), gesehen am 30.07.2009
- Schneider R. J., Arnold L. S., Ragland D. R. (2008), „A Methodology for Counting Pedestrians at Intersections: Using Automated Counters to Extrapolate Weekly Volumes from Short Manual Counts" <http://safetrec.berkeley.edu/news/TSCtrb2009/SchneiderCountingPeds09-3172.pdf> (16.11.2009)
- Sievänen T., Arnberger A., Dehez J. & Jensen Søndergaard F. (2009), „European Forest Recreation and Tourism : A Handbook“ S. 105 – 133, Taylor and Francis, London
- Veal A. J. (1997), "Research Methods for Leisure and Tourism – A Practical Guide"  
Second Edition, London, Financial Times-Prentice Hall
- Watson A. E., Cole D. N., Turner D. L. & Reynolds P. S. (2000), "Wilderness recreation use estimation: A handbook of methods and systems", General Technical Report RMRS-GTR-56. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO,
- Zemann R., Tschernig P. (1997), „Einführende Untersuchung zur Quantifizierung der Besucherströme im Wiener Anteil am Nationalpark Donauauen“, Wien

## 7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Tab 1.: Übersicht über Besuchererfassungstechnologien und ihre Informationsgehalte (Arnberger et al. 2006, S.575 verändert)

Abb. 3.1: Wegekarte des Nationalpark Donauauen ([www.donauauen.at](http://www.donauauen.at), 13.03.2009)

Abb. 3.3.1a: Videokamera Eingang Dechantweg, Foto: A. Kahler

Abb. 3.3.1b: Sensor des ECO-Twin, Foto: A. Kahler

Abb. 3.3.1c: Dechantweg, Blick nach Außen, Foto: A. Kahler

Abb. 3.3.1d: Aufnahmebereich, Quelle: [www.wien.gv.at](http://www.wien.gv.at), verändert 02.11.2009

Abb. 3.4: Zeitkörnungsformular für die Videoauswertung im Excel

Abb. 3.5a: Eco-counter – Eco-Twin mit Sensor, Foto: A. Kahler

Abb. 3.5b: Datentransformierung ([www.eco-compteur.com](http://www.eco-compteur.com), 13.03.2009)

Abb. 3.5c: Ecocounter ECO-Twin ([www.velometer.at](http://www.velometer.at) 14.01.2008)

Abb. 3.5.1a: ECO-PC – Tabellenansicht

Abb. 3.5.1b: ECO-PC – graphische Ansicht

Abb. 3.5.2: Darstellung des Eco Pocket ([www.eco-compteur.com](http://www.eco-compteur.com) 07.08.2009)

Abb. 3.6.1: Überblick über die Komponenten der Videobeobachtung (Brandenburg C. 2001, S.41)

Abb. 5.1a: Versuchsreihe: 2 Personen nebeneinander (<0,5m)

Abb. 5.1b: Versuchsreihe: 2 Personen hintereinander (~0,5m)

Abb. 5.2a: Darstellung des gesamten Zeitraums als Liniendiagramm mit den Daten der Videoaufzeichnung

Abb. 5.2b: Nutzergruppeneinteilung

Abb. 5.2c: Prozentangaben der einzelnen Nutzerarten

Abb. 5.2d: Häufigkeit der einzelnen Nutzergruppen pro Wochentag

Abb. 5.2e: Tagesgang der Nutzerarten über den gesamten Zeitraum

Abb. 5.2f: Gruppengrößen des gesamten Besucheraufkommens

Abb. 5.2g: mittlere Gruppengröße der einzelnen Nutzerarten

Abb. 5.2h: Gruppengrößen bei FußgängerInnen

Abb. 5.2i: Gruppengrößen bei RadfahrerInnen

Abb. 5.3a: tägliches Besucheraufkommen 0:00 – 24:00, gemessen mit ECO-Twin

Abb. 5.3b: tägliches Besucheraufkommen 6:00 – 16:30 Uhr gemessen mit ECO-Twin

Abb. 5.3c: Tagesgang des gesamten Besucheraufkommens, differenziert nach Bewegungsrichtung

Abb. 5.4a: Liniendiagramm der stündlichen Sensor- und Videodaten über den gesamten betrachteten Zeitraum

Abb. 5.4b: Streudiagramm der stündlichen Sensor- und Videodaten

Abb. 5.4c: Über- und Unterzählung des EcoTwin beim Mittelwert der Nutzergruppen