

Ecocontrolling GbR

Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle

Abschlussbericht
zum Vorhaben AZ 26775
gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Dr. Arne Cierjacks, Friederike Behr

Berlin, den 15.03.2011

Der Bericht kann als pdf-Dokument bezogen werden bei:

Ecocontrolling GbR, Arne Cierjacks & Friederike Behr, Geisenheimer Str. 3, 14197 Berlin,
Email: info@ecocontrolling.de, Tel.: +49-(0)30/88663478, FAX: +49-(0)30/88663479

Ecocontrolling GbR

**Demonstration von
GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen
am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
zur Reduzierung der Abfälle**

Abschlussbericht
zum Vorhaben AZ 26775
gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Dr. Arne Cierjacks, Friederike Behr

Berlin, den 15.03.2011

Projektkennblatt

der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



AZ	26775	Referat	2323	Fördersumme	29.652,00
Antragstitel	Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle				
Stichworte	Abfall, Recycling, GIS, Großveranstaltung				
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
18 Monate	23.06.2009	22.12.2010	1		
Zwischenberichte	0				
Bewilligungsempfänger	Ecocontrolling GbR Geisenheimer Straße 3 14197 Berlin			Tel	+49-(0)30/88663478
				Fax	+49-(0)30/88663479
				Projektleitung Dr. Arne Cierjacks	
				Bearbeiterinnen Silja Tiemann, Justina Döring	
Kooperationspartner	Rheinkultur GmbH Auguststr. 4 53229 Bonn				

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Abfälle stellen eine der relevantesten Umweltwirkungen von Großevents dar. Projektziel ist die Entwicklung und Erprobung eines GIS-Tools für das Abfallmanagement auf Freiland-Großveranstaltungen, welches am Beispiel der Rheinkultur in Bonn demonstriert werden soll. In dieses gehen das Abfallaufkommen, Abfallmaßnahmen sowie die naturräumliche Ausstattung ein. Durch die Anwendung des Systems sollen die Gesamtabfallmenge der Rheinkultur um mindestens 2 t reduziert und die Abfalltrennungsrates im Publikumsbereich auf 36% erhöht werden. Zudem soll der Schutz von Lebensräumen verbessert werden. Das Verfahren hat zu Ziel allgemein für verschiedene Großveranstaltungen anwendbar zu sein.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Schritt 1: Vorbereitung (23.06.-01.07.2009):

- Sichtung und Systematisierung von vorhandenem Material zu den Abfallströmen und Erstellung einer Luftbildgrundlage in ArcGIS 9.2 (Ecocontrolling, Rheinkultur)
- Planung von Abfallmaßnahmen und des Designs der Abfallerhebung (Ecocontrolling, Rheinkultur)

Schritt 2: Digitale Kartierung des Veranstaltungsgeländes (01.07.-01.09.2009):

- Biotoptypenkartierung nach Kartierschlüssel NRW in GISPad 4.1 (Ecocontrolling)
- Kartierung der Abfallmanagementzonen (Ecocontrolling)

Schritt 3: Datenerhebung während der Veranstaltung (03.07.-05.07.2009):

- Quantifizierung des Litterings und der Behälterfüllung in verschiedenen Abfallmanagementzonen und während unterschiedlicher Veranstaltungsphasen (Ecocontrolling)
- Teilnehmendenumfrage zur Abfallwahrnehmung (Ecocontrolling, Rheinkultur)
- Abfallmaßnahmen (Rheinkultur)

Schritt 4: Auswertung der Ergebnisse (05.07.-01.09.2009)

Schritt 5: Einarbeitung der Ergebnisse in Geoinformationssystem (01.09.2009-28.02.2010)

Schritt 6: Zwischenpräsentation der Ergebnisse in Osnabrück (22.3.2010)

Schritt 7: Planung der Abfalllogistik und Abfallerhebung auf der Rheinkultur 2010 (01.03.-04.07.2010)

Schritt 8: Auswertung und Abschlussdokumentation (05.07.-22.12.2010)

Ergebnisse und Diskussion

Die Einrichtung des GIS-Tools auf der Rheinkultur führte zu einer deutlichen Reduzierung der Gesamtabfallmengen (von 51 t im Jahr 2009 um fast 8 t auf 43 t im Jahr 2010) und zu einer Erhöhung der Abfalltrennungsquote auf 37% im Publikumsbereich. Aus beiden Ergebnissen ergibt sich eine Gesamtumweltentlastung von 12,2 t Restmüll.

Die Erhebung und GIS-Analyse ergab, dass zwischen einem und zwei Dritteln des Abfalls wild abgelagert werden. Durch das Projekt konnte dieser Anteil deutlich reduziert werden. Die wilden Ablagerungen (Littering) stiegen mit der Festivaldauer immer weiter an. Sie waren außerhalb der Eingänge und im Bühnenbereich am höchsten sowie innerhalb der Eingänge am niedrigsten. Offene Behälter und Mulden wurden am besten genutzt. Vor allem im äußeren Eingangsbereich waren zusätzliche Behälter notwendig. Insgesamt war die Abfalltrennung in den Eingangszonen am effizientesten. Eine Auswertung von Daten der Rheinkultur sowie von zwei weiteren Festivals (Fusion-Festival, Wacken Open Air) zeigte, dass Behälterstellung, partizipative Abfallsammlungssysteme, Informationsbanner und Becherpfand die wilde Ablagerung von Abfällen signifikant verringerten.

Im GIS 2009 zeigten sich zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten für die Behälterstellung und den Schutz sensibler Lebensräume, die 2010 im Rahmen neuer Maßnahmen umgesetzt wurden. Neu entwickelte Maßnahmen wie weitere Abfallsäcke mit Trennungsoption und vorgelagerte Müllstationen vor den Einlässen, verbesserte und zusätzliche Behälterstellung, Sonderleerungen in der Anfangsphase sowie Öffnung aller 240-l Tonnen reduzierten das Littering und hier vor allem das Glaslittering in den äußeren Eingangszonen deutlich. Darüber hinaus bewirkten Informationsbanner bei der Rheinkultur 2010 eine Verringerung des Litterings und eine Erhöhung der Behälterfüllungsrate.

Durch das geringere Littering und die verbesserte Abzäunung von wertvollen Gehölzbeständen konnten die meisten Konfliktbereiche zwischen Naturschutz und Vermüllung durch das Festival beseitigt werden. Die Trittschäden waren 2010 durch einen Starkregen gravierender als 2009. Trotzdem gab es auch hier in vielen Bereichen des Festivalgeländes eine deutliche Verringerung des Konfliktpotenzials zwischen Trittbelastung und der Bewahrung hochwertiger Lebensräume.

Insgesamt ist die GIS-basierte Abfallplanung damit ein wirkungsvolles Tool zur Reduzierung der Veranstaltungsabfälle und zum Schutz von Lebensräumen.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Öffentlichkeitsarbeit

Präsentation des Projekts auf der Homepage, im Programmheft sowie am Infostand der Rheinkultur 2009 und 2010.

Präsentation der Projektergebnisse beim Deutschen Fußball-Bund e.V. (DFB) und bei der FIS Alpine Ski-WM 2011 Veranstaltungs-GmbH.

Präsentationen und Workshops auf Tagungen:

CIERJACKS, A., BEHR, F. und KOWARIK, I.: *Innovative waste management for open-air festivals: Minimizing environmental damage caused by crowd in semi-natural landscapes*. Poster auf der 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie, Gießen, 31.8-3.9.2010.

CIERJACKS, A. (2010): *Waste management for events. Best-practice workshop*. Und: *GIS-based waste management for open-air festivals (AMAZ)*. Zwei Workshops auf der 2. GreenEvents Conference, Bonn, 2.-3.11.2010.

Wissenschaftliche Publikationen:

CIERJACKS, A., BEHR, F. und KOWARIK, I.: *Operational performance indicators for litter management at festivals in semi-natural landscapes*. Ecological Indicators, eingereicht.

Fazit

Die Einführung des GIS und daraus abgeleitete Maßnahmen reduzierten die Gesamtabfallmengen von 2009 auf 2010 von 51 t um fast 8 t auf 43 t Gesamtabfall und erhöhten die Abfalltrennungsquote im Publikumsbereich auf 37%. Beides führte zu einer Gesamtumweltentlastung von 12,2 t Restmüll. Zusätzlich wurden die sensiblen Lebensräume deutlich effizienter geschützt. Das Projekt zeigt damit innovative, technische Möglichkeiten für das Abfallmanagement auf, die für viele Veranstalter anwendbar sind.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Einleitung	2
2 Hauptteil	6
2.1 Schritt 1: Vorbereitung (23.06.-01.07.2009)	6
2.1.1 Methoden	6
2.1.2 Ergebnisse	6
2.2 Schritt 2: Digitale Kartierung des Veranstaltungsgeländes (01.07.-01.09.2009)	8
2.2.1 Methoden	8
2.2.2 Ergebnisse	10
2.3 Schritt 3: Datenerhebung während der Veranstaltung (03.07.-05.07.2009) und Schritt 4: Auswertung der Ergebnisse (05.07.-01.09.2009)	12
2.3.1 Methoden	13
2.3.2 Ergebnisse	16
2.4 Schritt 5: Einarbeitung der Ergebnisse in Geoinformationssystem (01.09.2009-28.02.2010)	31
2.4.1 Methoden	32
2.4.2 Ergebnisse	34
2.5 Schritt 6: Zwischenpräsentation der Ergebnisse in Osnabrück (22.03.2010)	36
2.6 Schritt 7: Planung der Abfalllogistik und Abfallerhebung auf der Rheinkultur 2010 (01.03.-04.07.2010) und Schritt 8: Auswertung und Abschlussdoku- mentation (05.07.-22.12.2010)	37
2.6.1 Methoden	38
2.6.2 Ergebnisse	39
3 Fazit.....	46
4 Literaturverzeichnis	48
5 Anhänge	A1
Anhang 1: Beschreibung und Bewertung der kartierten Biotoptypen.....	A1
Anhang 2: Vegetationsaufnahmen	A10
Anhang 3: Kartenwerke 2009	A12
Anhang 4: Schüttdichten verschiedener Abfallfraktionen.....	A18
Anhang 5: Fragebogen für die Besucherumfrage	A19
Anhang 6: Kartenwerke 2010	A21

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Wertstufen und Kriterien für Biotope.	9
Tab. 2: Biotoptypen innerhalb des Untersuchungsraumes.	10
Tab. 3: Aufgenommene Abfallindikatoren und deren Berechnung für das Littering.	14
Tab. 4: Aufgenommene Abfallindikatoren und deren Berechnung für die Behälterfüllung.	15
Tab. 5: Littering- und Behälterkennzahlen nach Erhebung.	17
Tab. 6: Littering- und Behälterkennzahlen nach Abfallabrechnung.	17
Tab. 7: Littering mit und ohne Abfallmaßnahmen auf der Rheinkultur 2009. P-Werte <0,05 zeigen signifikante Unterschiede im GLMM. Werte in Klammern: Standardfehler.	19
Tab. 8: Abfallkennzahlen der untersuchten Festivals.	25
Tab. 9: Littering mit und ohne Abfallmaßnahmen auf auf drei untersuchten Festivals 2009. P-Werte <0,05 zeigen signifikante Unterschiede im GLMM. Werte in Klammern: Standardfehler.	29
Tab. 10: Regelsystem zur Bestimmung des Littering-Konfliktpotenzials.	33
Tab. 11: Regelsystem zur Bestimmung des Trittschaden-Konfliktpotenzials.	34
Tab. 12: Gesamtabfallmengen gemäß Abfallabrechnung im Vergleich zwischen den Jahren 2009 und 2010.	39
Tab. 13: Littering- und Behälterkennzahlen nach Erhebung 2010.	40
Tab. 14: Abfalltrennungsquote im Vergleich zwischen den Jahren 2009 und 2010.	40
Tab. 15: Behälterkapazität und Abfalltrennung 2009 und 2010.	42

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Littering (a) und Littering pro Person (b) nach Veranstaltungsphasen auf der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.....	18
Abb. 2: Littering in den einzelnen Veranstaltungszonen auf der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.....	19
Abb. 3: Genutzte Behälterkapazität auf der Rheinkultur 2009 in verschiedenen Behälbertypen. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.	20
Abb. 4: Dynamik der Behälterfüllung (a) und der genutzten Behälterkapazität (b) auf der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.	21
Abb. 5: Genutzte Behälterkapazität in verschiedenen Abfallmanagementzonen der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.	22
Abb. 6: Behälterfüllungsrate (a) und genutzte Behälterkapazität (b) in verschiedenen Abfalltrennungsszenarien: 1=ohne Trennsystem; 2=mit Trennsystem, nicht sortenrein; 3=mit Trennsystem, sortenrein. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.	22
Abb. 7: Ergebnisse der Teilnehmendenumfrage bzgl. der Frage, wie sie die Umweltarbeit der Rheinkultur bewerten.	24
Abb. 8: Antworten auf die Frage, welche der Umweltmaßnahmen bei der Rheinkultur aufgefallen sind.....	24
Abb. 9: Unterschiede im Littering (a) und dem Littering pro Person (b) zwischen verschiedenen Festivalzonen an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.....	26
Abb. 10: Unterschiede im Littering (a) und dem Littering pro Person (b) zwischen verschiedenen Festivalphasen an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.....	27
Abb. 11: Unterschiede im Littering (a) und dem Littering pro Person (b) zwischen verschiedenen Abzäunungsszenarios an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.....	28
Abb. 12: Unterschiede in der genutzten Behälterkapazität zwischen verschiedenen Behälbertypen an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.....	30
Abb. 13: Genutzte Behälterkapazität an drei untersuchten Festivals 2009 in verschiedenen Veranstaltungszonen. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.	30
Abb. 14: Littering in den einzelnen Veranstaltungszonen auf der Rheinkultur 2009 und 2010. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM für den Gesamtdatensatz aus beiden Festivals. Fehlerbalken: Standardfehler.	41
Abb. 15: Genutzte Behälterkapazität auf der Rheinkultur 2009 und 2010 in verschiedenen Behälbertypen. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM aus dem Gesamtdatensatz beider Festivals. Fehlerbalken: Standardfehler.....	42

Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen

Behälterfüllungsrate	Zunahme der Abfallmenge pro Zeiteinheit in $g\ h^{-1}$
Biotoptyp	Abstrahierter Typus aus der Gesamtheit gleichartiger oder ähnlicher Lebensräume einer in einem Gebiet vorkommenden Lebensgemeinschaft
BK	Gesamtbehälterkapazität
BKST	Für sortenreine Abfalltrennung genutzte Behälterkapazität
BKT	Behälterkapazität mit Trennmöglichkeit
d	Tag
Deckungsgrad	Anteil der von den Individuen einer Pflanzenart besetzten Fläche je Flächeneinheit
DFB	Deutscher Fußballbund
EG	Europäische Gemeinschaft
Einzugsbereich	Fläche, die ein bestimmter Behälter bei mittlerem Littering entsorgen könnte, in m^2
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FIS	Fédération Internationale de Ski - Internationaler Skiverband
Füllstand	Geschätzte Füllung eines Abfallbehälter in %
g	Gramm
Genutzte Behälterkapazität	Zunahme der Abfallmenge pro Zeiteinheit und dem Einzugsbereich eines Behälters in $g\ h^{-1}\ m^{-2}$
Gesamtabfall in Behältern	Aus dem Füllstand, dem Behältervolumen und gemittelten Schüttdichten ermittelte Abfallmenge in einem Behälter in kg
Gesamtlittering	Menge des wild abgelagerten Abfalls pro Zeiteinheit und Fläche in $g\ h^{-1}\ m^{-2}$
GIS	Geoinformationssystem
Glaslittering	Menge des wild abgelagerten Glasabfalls pro Zeiteinheit und Fläche in $g\ h^{-1}\ m^{-2}$
GLMM	generalized linear mixed model
Guidosilo	Zaundreieck als niedrigschwellige Entsorgungsmöglichkeit
h	Stunde
kg	Kilogramm
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
l	Liter
LG	Landschaftsgesetz
m^2	Quadratmeter
m^3	Kubikmeter
NRW	Nordrhein-Westfalen
Pers.	Person
R	Statistikprogramm
Restmülllittering	Menge des wild abgelagerten Restabfalls pro Zeiteinheit und Fläche in $g\ h^{-1}\ m^{-2}$
s	Sekunde
Schutzstatus	Schutzwürdigkeit eines Biotoptyps in geltenden Umweltgesetzen
SE	Standardfehler
SUP	Strategische Umweltprüfung
t	Tonne
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
UVPVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschriften zur Ausführung des Gesetzes über die UVP
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
Vegetationsaufnahme	Tabellarisch angeordnete Liste von Pflanzenarten einer Pflanzengesellschaft mit ihrem jeweiligen Deckungsgrad
VO	Verordnung
WM	Weltmeisterschaft

Zusammenfassung

Das Vorhaben „Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle“ hatte zum Ziel, ein Geoinformationssystem (GIS) für das Abfallmanagement von großen Open-Air-Veranstaltungen zu entwickeln und zu erproben. Das Projekt wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Aktenzeichen AZ 26775) gefördert und in Kooperation mit der Rheinkultur in Bonn – dem größten eintrittsfreien Musikfestival in Deutschland mit jährlich ca. 120.000 Besuchern – durchgeführt. Mit der Einführung des GIS-basierten Abfallplanungssystems auf der Rheinkultur sollten die Gesamtabfallmenge um mindestens 2 t reduziert sowie die Abfalltrennungsrate im Publikumsbereich auf 36% erhöht werden.

Im Rahmen des Vorhabens wurden in den Jahren 2009 und 2010 zahlreiche Maßnahmen zur Abfallreduzierung, zum Schutz sensibler Lebensräume und zur Umweltkommunikation geplant und durchgeführt. Das resultierende Abfallaufkommen wurde differenziert nach Behälterfüllung und wilden Ablagerungen im Gelände (Littering) erhoben. Hierfür wurden eine eigene Methodik sowie Kennzahlen entwickelt, welche mithilfe von *generalized linear mixed models* (GLMM) statistisch ausgewertet wurden. Dabei wurde der Einfluss der Lage im Festivalgelände, des Zeitpunkts während des Festivals sowie die Wirksamkeit von Abfallmaßnahmen analysiert und die Ergebnisse in ein GIS eingepflegt. Das GIS von 2009 diente als Planungsgrundlage für das Abfallmanagement von 2010.

Die Erhebung und GIS-Analyse ergaben, dass zwischen einem und zwei Dritteln des Abfalls wild abgelagert werden. Littering steigt mit der Festivaldauer immer weiter an und ist außerhalb der Eingänge und im Bühnenbereich am höchsten sowie innerhalb der Eingänge am niedrigsten. Offene Behälter und Mulden wurden am besten genutzt. Vor allem im äußeren Eingangsbereich waren zusätzliche Behälter notwendig. Die Abfalltrennung funktionierte in den Eingangszonen am besten. Behälterstellung, partizipative Abfallsammlungssysteme, Informationsbanner und Becherpfand verringerten die wilde Ablagerung von Abfällen signifikant.

Im GIS 2009 zeigten sich zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten für die Behälterstellung und den Schutz sensibler Lebensräume, die 2010 im Rahmen neuer Maßnahmen umgesetzt wurden. Die Einführung des GIS und daraus abgeleitete Maßnahmen reduzierten die Gesamtabfallmengen von 2009 auf 2010 von 51 t um fast 8 t auf 43 t Gesamtabfall und erhöhten die Abfalltrennungsquote im Publikumsbereich auf 37%. Aus beiden Ergebnissen ergibt sich eine Gesamtumweltentlastung von 12,2 t Restmüll. Zusätzlich wurden die sensiblen Lebensräume deutlich effizienter geschützt. Das Projekt zeigt damit innovative, technische Möglichkeiten für das Abfallmanagement auf, die für viele Veranstalter anwendbar sind.

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt sowie auf der GreenEvents Tagung im November 2010 in Bonn präsentiert. Zusätzlich wurden sie in einer wissenschaftlichen Zeitschrift und auf einer wissenschaftlichen Tagung veröffentlicht. Einem breiten Publikum wurden die Projektergebnisse im Rahmen der Kommunikationsstrategie der Rheinkultur zugänglich gemacht. Für die nähere Zukunft ist die Pflege und Weiterentwicklung des Systems auf der Rheinkultur geplant. Auch soll die GIS-basierte Abfallmanagement-Zonierung auf anderen Veranstaltungen Anwendung finden, um die Potenziale der Abfallreduzierung optimal auszunutzen.

1 Einleitung

Festivals und Großveranstaltungen gehen mit relevanten negativen Umweltwirkungen einher. Neben den Bereichen Verkehr und Energieverbrauch ist dabei besonders die Abfallproblematik zu nennen (z.B. HEINZL und ZIMMERMANN 1992). Verursacht wird der Abfall beim Auf- und Abbau sowie während der Veranstaltung durch Verpflegung, Flyer, Werbeartikel und mitgebrachte Abfälle. Immer mehr Veranstalter bemühen sich heute Umweltaspekte bei der Planung und Durchführung von Großevents zu berücksichtigen. Das gilt auch für den Abfallbereich, der als Umweltwirkung besonders augenfällig ist und daher eine negative Öffentlichkeitswirkung der Veranstaltung nach sich ziehen kann. Einige Events haben gerade wegen ihres Abfallaufkommens negativen Ruhm erreicht, wie beispielsweise die „Love Parade“ in ihrer berliner Phase (MUND 1999). Zudem verursachen Veranstaltungsabfälle bei der Sammlung und Entsorgung hohe Kosten, die häufig unnötig hoch ausfallen, weil Wertstofffraktionen aus dem Abfall häufig nicht dem Recycling zugeführt werden. Die Vermeidung und Trennung von Abfall hat daher auch für die Veranstaltungsbranche hohe Priorität (z.B. BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT und DEUTSCHER OLYMPISCHER SPORTBUND 2007; AGENTUR PLUSWERT und WWF SCHWEIZ 2009; JONES 2009; 2. ÖKUMENISCHER KIRCHENTAG IN MÜNCHEN 2010).

Betrachtet man die Abfalldynamik während Veranstaltungen auf lokaler Ebene kann man ein erhebliches Zusatzmüllaufkommen verzeichnen (MUND 1999). Z.B. lässt sich die jährliche Menge an Siedlungsabfällen in Wacken auf etwa 850 t schätzen. Das Wacken Open Air produziert an nur drei Veranstaltungstagen weitere 600 – 800 t. Generell misst sich eine erhöhte Besucherzahl in einer Region auch in einem deutlich erhöhten Abfallaufkommen (PETROSILLO et al. 2006). Besonders relevant sind dabei Veranstaltungen, die sensible Naturräume nutzen und dabei wilde Ablagerungen verursachen. Bei einer flächendeckenden Verschmutzung – wie auf Camping-Gelände bei Festivals häufig der Fall – kann dies zu einer Beeinträchtigung der Bodenqualität und zur Störung von Flora und Fauna führen (ÖZDILEK et al. 2006). Neben der Gesamtabfallmenge ist es daher auch wichtig, die spezifischen Umweltwirkungen durch die Abfälle im Gelände zu berücksichtigen.

Allgemein ist bei Veranstaltungen zwischen Produktions- und Publikumsabfall zu unterscheiden. Etwas zwei Drittel der Gesamtabfälle entstehen dabei als Produktionsabfall in der Abbauphase (CIERJACKS 2003). Veranstalter haben jedoch auf ihren Produktionsmüll meist großen Einfluss, da Materialströme durch Auswahl der Gewerke optimiert und Zulieferfirmen verpflichtet werden können, ihre Abfälle selber zu entsorgen. Darüber hinaus ist die eigene Mitarbeiterschaft relativ leicht zu überzeugen, ergriffene Maßnahmen umzusetzen. Schwieriger gestaltet sich die Situation dagegen im Publikumsbereich.

In Deutschland wird diesem Bereich klassisch mit dem Einsatz von Pfandsystemen und allgemeinen Appellen sowie in Einzelfällen mit Abfall Helfern begegnet, was immerhin kurzfristig zu gewissen Umweltentlastungen führt. So konnte z.B. die Kieler Woche durch Umstellung auf Plastik-Mehrwegbecher die Abfallmenge um 60% gegenüber dem Vorjahr reduzieren (MUND 1999). Innovative Abfallmanagementlösungen mit eigenen Abfalltrennungsstrategien oder der Einsatz von Geoinformationssystemen sind dagegen eher aus dem europäischen Ausland bekannt geworden. Auf dem Roskilde-Festival wurde beispielsweise die Entsorgungslogistik mithilfe von GPS-Systemen optimiert (MICROSOFT 2008).

Trotzdem werden die vorhandenen Verbesserungspotenziale nicht vollkommen ausgeschöpft. Es bleibt nach wie vor auch hier das Problem, dass öffentliche Freiräume während einer Veranstaltung durch wilde Ablagerungen verunreinigt werden, was besonders brisant in sensiblen Naturräumen ist. Außerdem wird bisher nicht überprüft, ob die ergriffenen Maßnahmen tatsächlich zu einer Umweltentlastung führen. Ein umfassendes Planungs- und Analyseinstrument, das Veranstaltern die Durchführung und Kombination verschiedener Abfallmaßnahmen und die anschließende Erfolgskontrolle ermöglicht, fehlt bisher.

Methodisch sind daher viele Veranstalter mit der Herausforderung, Abfallplanung, Sensibilisierungsmaßnahmen und Besucherlenkung zu einem umfassenden Abfallsystem zu verknüpfen überfordert. Daraus entsteht an vielen Stellen der Eindruck, die Möglichkeiten der Veranstalter zur Reduzierung von Abfall wären beschränkt. Es gibt jedoch Beispiele bei denen gerade durch die Kombination von Umweltkommunikation und Behälterstellung an neuralgischen Punkten im Veranstaltungsgelände eine starke Reduktion der Abfallmengen erwirkt werden konnte. So ist z.B. im Messegelände der Deutschen Evangelischen Kirchentage nach Einführung eines solchen Systems die Menge von „wildem Papier“ dauerhaft von vormals über 20 t auf mittlerweile 10,9 t gesunken (2. ÖKUMENISCHER KIRCHENTAG IN MÜNCHEN 2010).

Das Projekt „Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle“ hatte zum Ziel, ein effizientes Planungstool für das Abfallmanagement von Großveranstaltungen zu entwickeln und zu erproben. Damit betritt das Projekt absolutes Neuland in der Veranstaltungsbranche. Die Wirksamkeit des Systems sollte anhand des Rheinkultur Festivals in Bonn demonstriert werden. Hierfür wurden die Gesamtabfallmengen und die Recyclingquote bei Einführung des Systems im Jahr 2009 mit denen nach Einführung des Systems im Jahr 2010 verglichen. Als Umweltentlastungsziele des Projekts wurden eine **Reduktion der Gesamtabfallmengen um mindestens 2 t auf 42 t (4,5% des Gesamtabfalls)** sowie eine **Erhöhung der Recyclingquote im Publikumsbereich auf 36%** angestrebt. Zusätzlich sollen wilde Ablagerungen im Publikumsbereich – und hier besonders in sensiblen Naturbereichen – reduziert werden.

Die Umsetzung dieses Demonstrationsprojektes dient darüber hinaus auch dazu, anderen Veranstaltungen konkrete Möglichkeiten aufzeigen, das Abfallaufkommen zu reduzieren. Dafür wurden Öffentlichkeitsarbeits- und Sensibilisierungsmaßnahmen eingeplant, die das Projekt in weiteren Kreisen bekannt und positive Erfahrungen anderen verfügbar machen. Die Projektergebnisse sollten im Rahmen eines Workshops Akteuren der Veranstaltungsbranche vorgestellt werden. Die Übertragbarkeit des Systems auf andere Veranstaltungen war daher ein wichtiges Ziel. Trotzdem wird das Tool aufgrund der besonderen Brisanz von Abfällen an Außenveranstaltungsorten zunächst für Open-Air-Veranstaltungen konzipiert. Eine Anwendung in großflächigen Innenräumen wie Messehallen sollte im Anschluss jedoch leicht möglich sein.

Es waren zwei Handlungsebenen vorgesehen: Erstens sollte ein GIS-Tool geschaffen werden, das die naturräumlichen Ausstattung, typische Veranstaltungszonen (wie Eingangs- und Ausgangsbereich, Bühnen- oder Ruhezonen) und Abfallmaßnahmen (sowohl Behälter als auch Kommunikationsmaßnahmen) in verschiedenen Layern darstellt sowie das resultierende Abfallaufkommen (sowohl wilde Ablagerungen als auch Behälterfüllung) modelliert. Die Einteilung des Geländes in so genannte Abfallmanagementzonen

(Abfallmanagementzonierung) dient dazu, die Abfallproblematik auf das gesamte Veranstaltungsgelände bezogen zu betrachten und aus resultierenden Auffälligkeiten Maßnahmen zur Reduktion des Abfallaufkommens, zur Erhöhung der Recyclingquote sowie zur Minimierung von Schäden in schutzwürdigen Lebensräumen abzuleiten. Hierfür ist es notwendig, das Abfallaufkommen, die Abfallqualität sowie das Wegwerf- und Mülltrennungsverhalten der Teilnehmenden in den einzelnen Veranstaltungszonen zu kennen. Die Entwicklung von geeigneten Methoden und Abfallindikatoren war daher ein weiteres Ziel des Projekts. Insbesondere sollten die Ergebnisse auch die Differenzierung in die Dynamik der Behälterfüllung und der wilden Ablagerungen (Littering) ermöglichen. Die Daten wurden während der Veranstaltung empirisch ermittelt, und die entsprechenden Zusammenhänge in einem statistischen Modell berechnet.

Die zweite Handlungsebene bezog sich auf die praktische Durchführung von Maßnahmen während des Rheinkultur Festivals in den Jahren 2009 und 2010. Im Speziellen wurde für 2009 geplant, das Abfallthema auf der Homepage und im Programmheft, aber auch mittels Plakaten, Infoständen und Installationen zu kommunizieren. Außerdem sollten Abfalltrennungsmöglichkeiten in ausgewählten Eingangsbereichen und exemplarisch auf dem Veranstaltungsgelände eingerichtet, eine Teilnehmendenumfrage zum Thema Umwelt durchgeführt sowie ein Umwelthelferteam (Green-Team) zusammengestellt werden. Wie auch an früheren Veranstaltungen sollte ein Pfandkonzept und eine Eingangskontrolle mit Pfandflaschensammlung durchgeführt sowie Zaundreiecke (so genannte Guidosilos) als niedrighschwellige Entsorgungsmöglichkeit aufgestellt werden.

Für die Rheinkultur 2010 ergab die Auswertung des Abfallaufkommens mittels des GIS-Tools weiteren Handlungsbedarf, der zu folgenden Maßnahmen führte: Es wurden Abfalltrennungsmöglichkeiten an allen Einlässen geschaffen sowie auch außerhalb des Festivalgeländes Behälter gestellt. Die Position der Zaundreiecke wurde optimiert und auftretender Händlermüll in der Anfangsphase der Veranstaltung manuell dem Recycling zugeführt. Zusätzlich wurde Abfall bei den Catering-Ständen in regelmäßigen Abständen abgeholt. Aufgrund der geringen Abfalltrennungsbereitschaft auf dem Festivalgelände wurde auf die Stellung von Müllinseln verzichtet und dafür die fest installierten Parkbehälter, die häufig stark überfüllt sind, mit zusätzlichen Abfalltonnen versehen. Der Internet-Auftritt und das Programmheft wurden mit weiteren praktischen Hinweisen zu Thema versehen und die Ergebnisse des ersten Projektjahrs als Download zur Verfügung gestellt.

Im Einzelnen waren folgende Arbeitsschritte für das Projekt geplant:

Schritt 1: Vorbereitung (23.06.-01.07.2009): Vorhandenes Material zur Abfalldynamik der Rheinkultur sollte gesichtet und systematisiert werden. Dazu gehören die Abfallmengen, bereits ergriffene Maßnahmen sowie der gesamte Entsorgungsprozess von der Behälterstellung bis zur Abholung des Abfalls. Dafür wurden vorhandene Zahlen aus Buchhaltungsunterlagen genutzt und Gespräche mit den Entsorgungsunternehmen geführt. Außerdem wurde eine Luftbildgrundlage in ArcGIS 9.2 erstellt sowie Abfallmaßnahmen geplant. Für die Abfallerhebung wurde zudem eine Methodik entwickelt und die Umsetzung vorbereitet.

Schritt 2: Digitale Kartierung des Veranstaltungsgeländes (01.07.-01.09.2009): Auf dem Veranstaltungsgelände wurden alle Biotoptypen nach Kartierschlüssel NRW in GISPad 4.1 kartiert und anschließend bewertet. Ebenso wurde in Absprache mit dem Projektpartner eine Karte der Abfallmanagementzonen mit den geplanten Maßnahmen erstellt.

Schritt 3: Datenerhebung während der Veranstaltung (03.07.-05.07.2009): Die Abfallerhebung umfasste die Quantifizierung der wilden Ablagerungen (Littering) und der Behälterfüllung in verschiedenen Abfallmanagementzonen und während unterschiedlicher Veranstaltungsphasen. Zusätzlich wurde eine Teilnehmendenumfrage zur Abfallwahrnehmung durchgeführt. Die geplanten Abfallmaßnahmen wurden auf dem Veranstaltungsgelände umgesetzt.

Schritt 4: Auswertung der Ergebnisse (05.07.-01.09.2009): Die Ergebnisse wurden mit modernen statistischen Methoden ausgewertet. Zusätzlich konnten Daten von zwei weiteren Open-Air-Veranstaltungen gewonnen werden, sodass die ermittelten Zusammenhänge auf einer guten Datenbasis fußen und damit auf verschiedene Veranstaltungen übertragbar sind.

Schritt 5: Einarbeitung der Ergebnisse in ein Geoinformationssystem (01.09.-28.02.2009): Die vorhandenen Biotoptypen und ihre Bewertung, die Abfallmanagementzonen mit Abfallaufkommen in Behältern und durch Littering, Abfallmaßnahmen sowie Konflikte mit Naturschutzziele und Schäden der Vegetation wurden im GIS dargestellt. Dabei wurden Handlungsfelder bei der Behälterstellung und Maßnahmenumsetzung sichtbar, die für die Planung von weiteren Maßnahmen für das Jahr 2010 übernommen wurden.

Schritt 6: Zwischenpräsentation der Ergebnisse in Osnabrück (22.03.2010): Die Ergebnisse des ersten Projektjahrs wurden auf einem Workshop in Osnabrück präsentiert. Auf die Organisation eines größeren Workshops mit Akteuren aus der Veranstaltungsbranche wurde zu diesem Zeitpunkt verzichtet, da die Wirksamkeit des Projekts erst zu Projektende sichtbar wird. Stattdessen sollte das Projekt auf der geplanten GreenEvents Tagung in Bonn präsentiert werden.

Schritt 7: Planung der Abfalllogistik und Abfallerhebung auf der Rheinkultur 2010 (01.03.-04.07.2010): Die Abfallmaßnahmen wurden für 2010 auf der Basis der Ergebnisse von 2009 überarbeitet und das resultierende Abfallaufkommen entsprechend der Methodik erneut ermittelt.

Schritt 8: Auswertung und Abschlussdokumentation (05.07.-22.12.2010): Die Daten von 2010 wurden erneut ausgewertet und in das GIS eingepflegt. Die Ergebnisse wurden dann im Rahmen von zwei Workshops auf der GreenEvents Tagung in Bonn präsentiert.

2 Hauptteil

2.1 Schritt 1: Vorbereitung (23.06.-01.07.2009)

Hauptergebnisse:

- Die Abfallplanung und –dokumentation der Rheinkultur sind bekannt.
- Neue Abfallmaßnahmen (Green-Team, Greenrocks-Kommunikationsstrategie, Abfalltrennungsmöglichkeiten im Eingangsbereich und in den Guidosilos, Banner und Infostand, Abfallumfrage) sind geplant.
- Erhebungsmethodik wurde entwickelt.

In den ersten Projektwochen wurde die vorhandene Information zur Abfallproblematik auf der Rheinkultur zusammen getragen. Außerdem wurden die Möglichkeiten für weitere Abfallmaßnahmen abgeklärt und diese vor allem hinsichtlich Sicherheitsfragestellungen geprüft.

2.1.1 Methoden

Es wurden Gespräche und Interviews mit der Rheinkultur GmbH und dem Amt für Stadtreinigung und Abfallwirtschaft der Stadt Bonn geführt, bei denen vorhandene Informationen zur Festivalorganisation, zu bereits durchgeführten Abfallmaßnahmen und ihrer Wirksamkeit sowie zu den Gesamtabfallmengen aufgenommen wurden. Besprochen wurde vor allem auch die Thematik des Abfalls im Bahnhofsbereich von Bonn, wo zu den Stoßzeiten sehr hohe Besucherdichten auftreten und es zu umfangreichen wilden Ablagerungen kommt. Die Möglichkeiten für weitere Abfallmaßnahmen wurden erörtert und eine Einigung auf ein Bündel neuer Maßnahmen im Rahmen des Projekts für 2009 erzielt.

2.1.2 Ergebnisse

Die Rheinkultur findet seit 1983 in der Rheinaue in Bonn statt und ist mit bis zu 170.000 Besucherinnen und Besuchern das größte eintrittsfreie Festival Deutschlands. 2005 wurde die Rheinkultur erstmals vom Bundesamt für Naturschutz mit dem Sounds-for-Nature-Siegel ausgezeichnet. Zudem erhielt sie mehrfach den Green'n'Clean-Award vom europäischen Festivalverband EUROPE.

Aufgrund der langjährigen Bemühungen, das Rheinkultur Festival umweltbewusst zu organisieren, gibt es bereits viele Maßnahmen, um das Müllaufkommen zu reduzieren und die Abfalltrennungsquote zu erhöhen. Dazu zählen unter Anderem die Abfalltrennung im Produktionsbereich, das Pfandsystem für Getränkebecher sowie die Sammlung von Pfandflaschen durch Pfadfinderinnen und Pfadfinder. Ein Besonderheit sind einfache Konstruktionen aus drei Zaunelementen (so genannte „Guidosilos“), die als niedrighschwellige Entsorgungsmöglichkeit im Publikumsbereich aufgestellt werden. Essen und Getränke dürfen nur in begrenztem Umfang (pro Person nur ein Liter Wasser im Tetrapak) mit auf das Gelände genommen werden. Alle anderen mitgebrachten Getränkeflaschen entsorgt das Personal bereits während der Kontrollen an den Einlässen. Außerhalb der Bühnenzonen stehen konventionelle 240 l Behälter zur Verfügung. Die Aufplanung des Festivalgeländes mit der Lage der Bühnen, Abzäunungen und Catering-/Merchandisingbereichen wurde für die Erstellung der Grundkarte im GIS übernommen.

Insgesamt geht das Festival von mindestens 44 t Gesamtabfall aus. Allerdings ist diese Zahl aufgrund der ungenügenden Dokumentation mit großen Ungenauigkeiten verbunden. Pro Person und Veranstaltungstag ergibt sich damit bei mittleren Publikumzahlen (120.000 Besucherinnen und Besucher) eine Abfallmenge von 0,37 kg. Die Recyclingquote für die Gesamtveranstaltung wurde auf 22% geschätzt.

Die Lage im Bereich des Bonner Hauptbahnhofs und hier vor allem auf dem Bahnhofsvorplatz („Bonner Loch“) ist nach Berichten des Bonner Amts für Stadtreinigung und Abfallwirtschaft hinsichtlich des auftretenden Abfalls brisant. Allerdings liegen hier keine genauen Zahlen vor. Eine eingehende Diskussion der Möglichkeiten für Abfallreduktionsmaßnahmen ergab jedoch, dass es aus Sicherheitsgründen in diesem Bereich keine zusätzlichen Behälter geben kann. Die Menschenmengen müssen hier ohne jedes weitere Hindernis durchströmen können. Daher wurde entgegen der ursprünglichen Planung von Abfallmaßnahmen in diesem Bereich Abstand genommen.

Für das Festival sollte das Abfallthema und die gesamte Umweltarbeit der Rheinkultur prominent kommuniziert werden. Hierfür wurde die Initiative Greenrocks ins Leben gerufen, die einen eigenen Internatauftritt zum Thema Umwelt beinhaltete. Auch wurde im Programmheft auf diese Initiative hingewiesen und praktische Tipps zum Verhalten während der Veranstaltung gegeben. Auf dem Gelände wurden Plakate zu den Entsorgungsmöglichkeiten und zur Abfalltrennung im Bereich der Haupteingänge sowie ein Infostand geplant. Zudem wurde ein Freiwilligenteam (Green-Team) aufgestellt, das während der Veranstaltung Hilfestellung bei der Abfallentsorgung und Besucherlenkung geben sowie eine Teilnehmendenumfrage zum Thema Abfall unterstützen sollte. Im Innenbereich der Eingänge sollten Abfalltrennungsmöglichkeiten geschaffen und ein Teil der Zaundreiecke und der Behälter mit Abfalltrennungsmöglichkeiten versehen werden. Die geplante Ausgabe von Pfandsäcken in den Eingangsbereichen konnte aus Sicherheitsbedenken nicht durchgeführt werden. Ebenso musste die Einführung eines Geschirrpfands für Speisen aus organisatorischen Gründen entfallen, da der Hauptkonzessionär für den Verpflegungsbereich nicht kooperierte.

Die Erhebungsmethodik für Veranstaltungsabfälle wurde im Rahmen einer Kooperation mit der Technischen Universität entwickelt und erprobt. Es wurde im Vorfeld des Projekts Anfang Juni 2009 auf dem Fusion-Festival in Mecklenburg-Vorpommern eine Abfallerhebung durchgeführt. Die Behälterfüllung wurde durch Aufnahme des Behältervolumens, des Füllungsgrads zu bestimmten Zeitpunkten und der tatsächlich entsorgten Abfallfraktion in Referenzbehältern ermittelt. Zusätzlich wurden Referenzflächen von 5 × 5 m² eingerichtet auf denen sämtliches Littering in bestimmten Zeitintervallen eingesammelt und gewogen wurde. Die Erfahrungen aus dieser Erhebung wurden für das Rheinkultur Festival angepasst. Außerdem wurden durch die Einbeziehung eines weiteren Festivals, dem Wacken Open Air, zusätzliche Vergleichswerte generiert, die die Übertragbarkeit des Systems garantieren und die Auswertung eines größeren Datensatzes erlauben.

Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung: Dieser Schritt ist relevant, um eine gemeinsame Basis für das Abfallmanagement mit dem Veranstalter, den Entsorgungsunternehmen und dem beratenden Unternehmen zu schaffen. Es ergeben sich neue Potenziale für Abfallmaßnahmen und das bestehende Management wird überdacht. In dieser Hinsicht können sich bereits aus den Gesprächen positive ökologische Effekte ergeben. Für viele Veranstaltungen kann allein dieser kurze Beratungsinput ausreichen, um

neue Schritte in Richtung eines Nachhaltigkeitsmanagements zu gehen. Es wurde darüber hinaus darauf geachtet, auch andere Umweltaspekte wie Energieverbrauch, Verkehr und Verpflegung zu beleuchten. Technologisch war der erste Projektschritt notwendig, um die Methodik für die Einrichtung des GIS-Systems zu entwickeln, da es bisher keine vergleichbaren Ansätze gibt. Die dezidierte Abfallplanung ist im Rahmen dessen, was der Gesetzgeber in den relevanten Richtlinien, Verordnungen und Gesetzen vorschreibt (Richtlinie 94/62/EG - Verpackungen und Verpackungsabfälle, Richtlinie 2008/98/EG – Abfallrahmenrichtlinie, Abfallverzeichnis-VO, Bioabfall-VO, Verpackungs-VO, Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz KrW-/AbfG; <http://www.umwelt-online.de>). Das Vorhaben geht mit dem Anspruch Veranstaltungsabfälle quantitativ zu reduzieren, jedoch deutlich über diese Regelungen hinaus, da klare Ziele genannt werden und neue Technologien zum Einsatz kommen, wozu Veranstalter nicht verpflichtet sind. Ökonomisch waren diese Aktivitäten nur mit geringen Kosten verbunden, die sich zukünftig weiter senken lassen, da bereits auf ein erprobtes System zurückgegriffen werden kann. Wichtig ist es vor allem auch, die neuen Maßnahmen in das bestehende Abfallmanagement einzubetten. Das schafft viele Synergien und senkt die Kosten des Systems auf ein Minimum. Die Einbeziehung weiterer Veranstaltungen hatte dabei zum Ziel die Methodik und die Potenziale des Systems bekannt zu machen.

2.2 Schritt 2: Digitale Kartierung des Veranstaltungsgeländes (01.07.-01.09.2009)

Hauptergebnisse:

- Die schützenswerten Lebensräume auf dem Rheinkulturgelände sind kartiert und bewertet.
- Ulmenmischwald, Weidengehölze und Feldgehölze sowie eine Fläche mit mesophilem Grünland sind die wertvollsten Lebensräume auf dem Veranstaltungsgelände.
- Die Waldlebensräume im Publikumsbereich sind durch wiederholte Veranstaltungsnutzung bereits geschädigt.
- Eine Karte der Abfallmanagementzonen ist erstellt.

Das Veranstaltungsgelände wurde im Vorfeld der Veranstaltung kartiert. Hierbei sollten sensible Naturbereiche aufgezeigt werden. Außerdem sollten Veranstaltungszonen mit Bühnen, Zäunen und Abfallmaßnahmen abgegrenzt werden.

2.2.1 Methoden

Zunächst wurde eine Kartengrundlage in GISPad 4.1 auf der Basis der Veranstaltungskarte generiert. Hierfür wurde das zugrunde liegende Google-Earth-Luftbild mithilfe von Geländepunkten der Open Street Map georeferenziert. Die Veranstaltungsaufbauten wie Bühnen und Zäune wurden anhand der Veranstaltungskarte digital in die Kartengrundlage übernommen. Im Anschluss wurden die Veranstaltungszonen (Bühnen, Food, Getränke, Durchgangsbereiche, Sanitärzonen, Ruhebereich und Eingangszonen sowohl innerhalb als auch außerhalb) mithilfe von Luftaufnahmen der Veranstaltung 2008 in der Karte eingeteilt.

Zur Aufnahme von sensiblen Naturbereichen wurde eine Biotoptypkartierung entsprechend des nordrhein-westfälischen Biotypschlüssels durchgeführt (LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG NORDRHEIN-WESTFALEN

1982). Um die Biotope bewerten zu können, wurden die gefundenen Pflanzenarten sowie gesichtete Tierarten für jedes Biotop aufgenommen. Dieses Verfahren geht deutlich über die ursprüngliche Zielsetzung hinaus und ermöglicht eine fundierte Analyse der zu schützenden Naturräume.

Die Bewertung der Bedeutung der Biotope erfolgte in Anlehnung an KAULE (1991). Die Bedeutung der Biotope wurde an der Hauptfunktion „Biotop- und Artenschutz“ gemessen. Dabei wurde die Zahl der Wertstufen von 9 auf 3 (hoch, mittel, gering) reduziert (Tab. 1). Im Einzelnen wurde die Bedeutung der Biotoptypen nach den Kriterien Schutzstatus, Ausprägung des Biotoptyps, Artenvielfalt und Nutzungsintensität bzw. Vorbelastung ermittelt:

Schutzstatus: Biotopen, die nach §62 LG NRW und/oder nach FFH-RL (<http://www.umwelt-online.de>) geschützt sind, kommt eine hohe Bedeutung als Lebensraum für die einheimische Flora und Fauna zu. Eine hohe Bedeutung wird erreicht, wenn die Fläche eine ausreichende Größe besitzt und seltene bzw. geschützte Pflanzen- und Tierarten vorhanden sind.

Ausprägung des Biotoptyps: Es wird untersucht, inwiefern das Arteninventar und die Strukturierung des Biotops der typischen Disposition des Biotoptyps entsprechen.

Artenvielfalt: Die charakteristische Artenzusammensetzung ist entscheidend, wobei auch das Vorhandensein von gefährdeten Arten positiv zu bewerten ist. Wesentlich ist hier das Vorkommen von biotoptypcharakteristischen Leitarten.

Nutzungsintensität/ Vorbelastung: Innerhalb eines Biotoptyps kann die Ausprägung von Biotoptypen, ihrer Artenvielfalt oder das Vorkommen charakteristischer Arten durch verschiedene Grade der Nutzungsintensität sowie spezielle Vorbelastungen beeinflusst werden. Eine hohe Nutzungsintensität wirkt sich auf die Bedeutung des Biotoptyps für den Biotop- und Artenschutz negativ aus. Vorbelastungen wie Vermüllung, Gewässerverschmutzung und ähnliches wirken sich ebenfalls mindernd aus.

Tab. 1: Wertstufen und Kriterien für Biotope.

Wertstufe	Kriterien, wertbestimmende Merkmale
Hoch	<ul style="list-style-type: none"> - besonders wertvoll ausgestattete nach § 62 LG NRW geschützte Biotope und nach FFH-RL geschützte Lebensraumtypen mit typischem Arteninventar - geringe bis mittlere Vorbelastung - hohe strukturelle Vielfalt - hoher Grad an Biodiversität
Mittel	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht oder extensiv genutzte Biotope - mittlere strukturelle Vielfalt - überwiegend typische Artenausstattung - zum Teil höher vorbelastet - mittlerer Grad an Biodiversität
Gering	<ul style="list-style-type: none"> - geringe bis keine strukturelle Vielfalt - untypische Artenausstattung - Flächen mit hohem Versiegelungsgrad bzw. hoher Nutzungsintensität - geringe bzw. ohne Bedeutung für Flora und Fauna - starke Trennwirkung für die Ausbreitung/ Wanderung von Pflanzen- und Tierarten

Zusätzlich zur Kartierung wurden 5 Vegetationsaufnahmen nach der Methodik von BRAUN-BLANQUET (1964) durchführt. Hierfür wurden auf 10 × 10 m² getrennt nach Baum, Strauch-

und Krautschicht sämtliche Gefäßpflanzenarten aufgenommen und ihre Deckung visuell in Prozent geschätzt. Arten, die weniger als 1% der Fläche bedeckten, wurden mit dem Symbol „+“ aufgenommen, wenn mehr als zwei Individuen vorhanden waren, und mit dem Symbol „r“, wenn es sich um ein oder zwei Individuen handelte.

2.2.2 Ergebnisse

In Tabelle 2 sind alle Biotoptypen innerhalb des Untersuchungsraumes dargestellt. Die detaillierte Beschreibung und Bewertung der einzelnen Biotope ist Anhang 1 zu entnehmen. Geschützte Biotope waren insbesondere naturnahe Auwaldrelikte wie Ulmenmischwald und Weidengehölze. Aber auch bei den Feldgehölzen fanden sich autotypische Pflanzengesellschaften (Hartholzau), welche die Nähe des Festivalgebiets zum Rhein widerspiegeln. Es fiel auf, dass die Krautschicht innerhalb der Gehölzbestände im Publikumsbereich mit 2-20% eine deutlich geringere Deckung aufweist als nicht betretene Flächen im Produktionsbereich (29-30%), was auf wiederholte Trittschäden durch die hohe Festivaldichte im Veranstaltungsgebiet schließen lässt (Siehe Anhang 2: Vegetationsaufnahmen). Außerhalb des Festivalgeländes befindet sich zudem eine Fläche mit artenreichem mesophilen Grünland mit typischer Artenausstattung (Glatthaftwiese, s. Anhang 1), das ebenfalls einen hohen ökologischen Wert hat. Der größte Teil des Geländes wird jedoch durch robuste Trittrasen bedeckt. Zudem finden sich viele Siedlungsbiotope mit geringer Wertigkeit.

Tab. 2: Biotoptypen innerhalb des Untersuchungsraumes.

Code	Biotoptyp	§62 LG NRW	FFH- RL
A	Wälder		
AP	Ulmenwälder		
AP1	Ulmenmischwald auf Auenstandort	x	x
B	Kleingehölze		
BA	Feldgehölze		
BA0	Feldgehölz		
BA1	Feldgehölz aus einheimischen Baumarten	x	
BA2	Feldgehölz aus gebietsfremden Baumarten		
BB	Gebüsche		
BB1	Gebüschstreifen		
BD	Hecken		
BD2	ebenerdige Hecke		
BD5	Schnitt(Kasten)-hecke		
BE	Ufergehölze		
BE1	Weiden-Ufergehölz	x	
BF	Baumgruppen, Baumreihen		
BF0	Baumgruppe, Baumreihe		
BF1	Baumreihe		
BF2	Baum-, Gehölzgruppe		
BF6	Obstbaumreihe		
E	Grünland		
EA, EB	Fettwiesen, Fettweiden		
EA1	Fettwiese, Flachlandausbildung (Glatthaferwiese)		
F	Gewässer		
FC	Altarme, Altwasser		
FC2	Altwasser (abgebunden)	x	x

H	anthropogene Biotope
HM	Park, Grünanlagen
HM3a	Strukturreiche Grünanlage
HM4	Trittrassen, Rasenplatz, Parkrasen
HM5	Pflanzenbeet
HM6	höherwüchsige Grasfläche
HM9	Brachfläche der Grünanlagen
HM10	Kübelpflanzung
HM11	Strauchpflanzung
HU	Sport- und Erholungsanlagen
HU1	Sport- und Erholungsanlage mit hohem Versiegelungsgrad
HV	Plätze, Parkplätze
HV1	Großparkplatz mit hohem Versiegelungsgrad
HV4	Öffentlicher Platz
S	Siedlungsflächen
SC	Siedlungsflächen, Gewerbegebiete
SC19	Hotel, Gasthaus, Gaststätte
SD	Siedlungsflächen, zivile oder militärische Einrichtungen
SD13	offenes Jugendtagesheim, Jugendtreff
SE	Siedlungsflächen, Ver- und Entsorgungsanlagen
SE8	Kläranlage
SL	Sport- und Freizeitanlagen (Ballspiel)
SL1	Basketballplatz
SL3	Minigolfplatz
SL8	sonstiges Ballspielplatz, -halle
SM	Sport- und Freizeitanlagen (Lauf-, Kletter-, Radsport)
SM4	Skater-Anlage
SP	Sonstige Sport- und Freizeitanlagen
SP0	Sonstige Sport- und Freizeitanlage
SP3	Spielplatz

In der Karte werden die Biotoptypen in Bestand und Bewertung dargestellt (siehe Anhang 3: Kartenwerke 2009). Ebenso ist die Lage der Vegetationsaufnahmen, die vor dem Festival durchgeführt wurden, gekennzeichnet. Das Untersuchungsgebiet dehnt sich über die Grenzen des Festivals hinaus aus, da von einer Einwirkung der Veranstaltung auch in Bereichen außerhalb des Festivalgeländes auszugehen ist. Alle Biotoptypen, einschließlich der linearen und punktuellen Lebensräume, wurden flächenhaft dargestellt. Straßen und Wege wurden nicht als Biotoptypen aufgenommen, sondern überlagern diese als gesonderte Infrastruktur. Ihre Abbildung dient zum einen der Orientierung, zum anderen der Abgrenzung der Lebensräume.

Das Festivalgelände grenzt viele der hochwertigen Biotope durch die Einzäunung bereits effektiv ab (z.B. die Gehölze BA1-107, BE1-0). Dies muss auch zukünftig erfolgen. Trotzdem bleiben einige wertvolle Flächen innerhalb des Geländes, die der Tritt- und Fäkalienbelastung sowie der Vermüllung durch Besucher ausgesetzt sind (siehe Anhang 3: Biotoptypenkarte – Bestand und Bewertung). Zwei wertvolle Flächen (die Gehölze BA1-96, BE1-4) weisen eine unzureichende Einzäunung auf. Besonders im peripheren Bereich des Festivalgeländes befinden sich wertvolle Biotoptypen, welche ebenfalls vor anthropogenen Störungen geschützt werden müssen. Bei den künftigen Festivals sollten diese Bestände gänzlich umzäunt werden um Störungen zu vermeiden. Auch die Befestigung der einzelnen Zaunelemente muss verbessert werden, damit ein Beiseiteschieben nicht möglich ist. Für weitere wertvolle Bereiche (Gehölze BA0-27, BA0-235, BA0-257, BA0-258, BA1-38, BA1-39, BA1-40, BA1-41, BB1-3, BE1-2) ist eine Einzäunung gar nicht vorhanden und daher dringend anzuraten. Der Nährstoffeintrag durch Fäkalien in der auwaldartigen Vegetation ist demgegenüber als wenig

relevant anzusehen, da das Arteninventar auch natürlicherweise viele Stickstoff liebende Arten enthält. Die Biotoptypenkarte dient als Grundlage für die Erkennung von Konflikten zwischen Naturschutz und Festivalnutzung. Zusätzlich wurde eine vorläufige Karte der Abfallmanagementzonen auf der Basis von Luftbildern der Rheinkultur 2008 erstellt (siehe 2.4).

Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung: Die Biotoptypkartierung ist ein Instrument der Umweltverträglichkeitsprüfung. Die Anwendung dieser Methodik garantiert, dass Beeinträchtigungen des Naturraums durch ein Vorhaben minimiert werden. Bisher kommen in der Veranstaltungsbranche weder Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), Umweltverträglichkeitsstudie (UVS), die Strategische Umweltprüfung (SUP) oder die Eingriffsregelung zum Einsatz, da Veranstaltungen keinen dauerhaften Eingriff in den Naturhaushalt darstellen (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG), Allgemeine Verwaltungsvorschriften zur Ausführung des Gesetzes über die UVP (UVPVwV); <http://www.umwelt-online.de>). Im Projekt wurde trotzdem mit dieser Methodik gearbeitet, um eine hohe ökologische und technologische Qualität dieses Arbeitsschritts zu erreichen. Die Kartierung wurde mithilfe eines Feldrechners direkt im Gelände durchgeführt und richtete sich nach den einschlägigen Kartieranleitungen für das Bundesland Nordrhein-Westfalen. Ökonomisch ist es fraglich, ob das Verfahren in dieser hohen Qualität beibehalten werden kann, zumal Großveranstaltungen gesetzlich bisher nicht dazu verpflichtet sind. Durch Hinzuziehen der entsprechenden Naturschutz- und Grünflächenbehörden ist es sicher auch kostengünstiger möglich, sensible Lebensräume auf dem Veranstaltungsgelände abzugrenzen und Schutzmaßnahmen zu planen. Dieser Schritt könnte dann zusammen mit dem ersten Schritt in einem gemeinsamen Treffen durchgeführt werden und wäre damit kostenneutral.

2.3 Schritt 3: Datenerhebung während der Veranstaltung (03.07.-05.07.2009) und Schritt 4: Auswertung der Ergebnisse (05.07.-01.09.2009)

Hauptergebnisse:

- Abfallmaßnahmen wurden durchgeführt.
- Abfallerhebung und Auswertung auf der Rheinkultur, dem Fusion-Festival und dem Wacken Open Air sind abgeschlossen.
- Zwischen einem und zwei Dritteln des Abfalls werden wild abgelagert.
- Das Littering steigt mit der Festivaldauer immer weiter an. Es ist außerhalb der Eingänge und im Bühnenbereich am höchsten, innerhalb der Eingänge am niedrigsten.
- Offene Behälter und Mulden werden am besten genutzt.
- Vor allem im äußeren Eingangsbereich sind zu wenige Behälter vorhanden. Viele Besucherinnen und Besucher beklagen generell eine zu geringe Behälterzahl.
- Abfalltrennung funktioniert in den Zonen innerhalb der Eingänge am besten. Die Behälter mit sortenreiner Abfalltrennung sind gut ausgelastet.
- Behälterstellung, partizipative Abfallsammlungssysteme, Informationsbanner und Becherpfand verringerten die wilde Ablagerung von Abfällen auf allen untersuchten Festivals. Abzäunung führte ebenfalls zu einer Reduktion, ging aber mit einer Erhöhung des Litterings außerhalb des Zauns einher.
- Die Kommunikationsmaßnahme Greenrocks wird bisher noch zu wenig von den Besucherinnen und Besuchern wahrgenommen.

Die Abfallerhebung umfasste die Quantifizierung der wilden Ablagerungen (Littering) und der Behälterfüllung in verschiedenen Abfallmanagementzonen und während unterschiedlicher Veranstaltungsphasen. Zusätzlich wurde eine Teilnehmendenumfrage zur Abfallwahrnehmung durchgeführt. Die geplanten Abfallmaßnahmen wurden auf dem Veranstaltungsgelände umgesetzt.

Die auf der Rheinkultur 2009 erhaltenen Daten zum Littering und zur Behälterfüllung wurden statistisch ausgewertet, um Gesetzmäßigkeiten bei der Abfallentstehung in verschiedenen Veranstaltungszonen und -phasen zu ermitteln sowie die Wirksamkeit von Abfallmaßnahmen wie Behälterstellung, Wahl des Behälertyps, Pfandsysteme, Banner o.ä. zu überprüfen.

Zusätzlich wurden die Daten der Vorerhebung vom Fusion-Festival 2009 sowie Daten, die nach demselben Verfahren auf dem Wacken Open Air 2009 aufgenommen wurden, zusammen mit den Daten der Rheinkultur 2009 ausgewertet. Dieser Projektteil geht über die geplante Zielsetzung hinaus, konnte aber im Rahmen einer Kooperation mit der TU Berlin realisiert werden. Der dadurch entstandene, sehr ausführliche Datensatz ermöglicht es, viele unterschiedliche Abfallmaßnahmen, die nur bei bestimmten Festivals zur Anwendung kamen, auf ihre Wirksamkeit zu untersuchen. Zum Beispiel gab es bei diesen Festivals partizipative Müllsammelsysteme, die mit Müllpfand- oder Belohnungssystemen verknüpft waren. Da es sich bei den zusätzlichen Festivals um Camping-Festivals handelt konnte dieser Zonentyp in die Analyse einbezogen werden. Insgesamt hat Einbindung weiterer Festivals das Ziel, die Übertragbarkeit des Verfahrens auf andere Großveranstaltungen zu prüfen und die Anwendbarkeit unter anderen Publikumsverhältnissen zu testen.

2.3.1 Methoden

Erhebung Gesamtabfall: Im Anschluss an die Rheinkultur 2009 wurden die Rechnungen der Entsorgungsunternehmen ausgewertet. Im Rahmen des Projekts wurde eine detaillierte Abrechnungsweise von den Unternehmen verlangt. Dadurch liegen für 2009 erstmals valide Gesamtabfallzahlen vor.

Erhebung Littering: Littering bezeichnet das Wegwerfen von Abfällen auf Straßen, Plätzen oder in der Natur. Littering betrifft verschiedenste Dinge wie Zeitungen, Flyer, Zigarettenkippen, Verpackungen, Flaschen oder Essensreste.

Für die Aufnahme des Litterings wurde das gesamte Veranstaltungsgelände der Rheinkultur in drei gleich große Segmente gegliedert, in denen sich jeweils die folgenden Festivalzonen befanden: Bühnenbereich, Eingang innen und außen, Foodbereich, Getränke, Sanitärbereich, Durchgangsbereich und Ruhebereich. Diese Segmente wurden von drei Kleingruppen während des Festivals untersucht. Auf dem gesamten Festivalgelände wurden 48 Aufnahmeflächen à 5 × 5 m² festgelegt. Diese Referenzflächen wurden am Tag der Veranstaltung nachmittags, am frühen und späten Abend und nach dem Festival aufgesucht. Bei jedem Aufnahmezeitpunkt wurde der gesamte gelitterte Abfall mit Ausnahme von ganzen Flaschen in Plastiktüten gesammelt und im Anschluss gewogen. Zusätzlich wurden die enthaltenen Abfallfraktionen (Glas, organischer Müll, Papier, Verpackungen, Restmüll) nach Gewichtsprozent geschätzt. Glas- und Plastikflaschen wurden getrennt gezählt und eine Stichprobe von jeweils 15 Flaschen gewogen. Dabei ergab sich bei Glasflaschen ein mittleres Gewicht von 350 g und bei Plastikflaschen von 59 g. Bei erneuter Aufnahme der Fläche wurden dann nur neu hinzugekommene Flaschen berücksichtigt. Darüber hinaus wurde in jeder Aufnahmefläche der Deckungsgrad der Krautschicht in Prozent geschätzt und alle

Besucher, die sich in der Fläche befanden oder diese innerhalb von 30 Sekunden durchquerten, gezählt.

Tab. 3: Aufgenommene Abfallindikatoren und deren Berechnung für das Littering.

Abfallindikator	Variablen	Berechnung
Gesamtlittering (g h ⁻¹ m ⁻²)	<ul style="list-style-type: none"> • Gewicht des gesammelten Abfalls + Gewicht hinzugekommener Flaschen (g) • Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Sammlung (h) • Größe der Aufnahmefläche (m²) 	Gewicht/(Zeit×Fläche)
Glaslittering (g h ⁻¹ m ⁻²)	<ul style="list-style-type: none"> • Gewicht des gesammelten Glasabfalls + Gewicht hinzugekommener Glasflaschen (g) • Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Sammlung (h) • Größe der Aufnahmefläche (m²) 	Gewicht/(Zeit×Fläche)
Restmülllittering (g h ⁻¹ m ⁻²)	<ul style="list-style-type: none"> • Gewicht des gesammelten Restabfalls + Gewicht hinzugekommener Plastikflaschen (g) • Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Sammlung (h) • Größe der Aufnahmefläche (m²) 	Gewicht/(Zeit×Fläche)
Gesamtlittering (g Pers. ⁻¹ h ⁻¹ m ⁻²)	<ul style="list-style-type: none"> • Gewicht des gesammelten Abfalls + Gewicht hinzugekommener Flaschen (g) • Personenzahl in 30 s • Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Sammlung (h) • Größe der Aufnahmefläche (m²) 	Gewicht/(Pers.×Zeit×Fläche)
Glaslittering (g Pers. ⁻¹ h ⁻¹ m ⁻²)	<ul style="list-style-type: none"> • Gewicht des gesammelten Glasabfalls + Gewicht hinzugekommener Glasflaschen (g) • Personenzahl in 30 s • Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Sammlung (h) • Größe der Aufnahmefläche (m²) 	Gewicht/(Pers.×Zeit×Fläche)
Restmülllittering (g Pers. ⁻¹ h ⁻¹ m ⁻²)	<ul style="list-style-type: none"> • Gewicht des gesammelten Restabfalls + Gewicht hinzugekommener Plastikflaschen (g) • Personenzahl in 30 s • Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Sammlung (h) • Größe der Aufnahmefläche (m²) 	Gewicht/(Pers.×Zeit×Fläche)

Die aufgenommenen Littering-Mengen wurden für die Ankunftsphase vor 18.00 Uhr, die Veranstaltungsphase nach 18.00 Uhr und die Abschlussphase nach 23.30 Uhr zusammengerechnet, und zwar jeweils getrennt für Glasabfall (Glas-Littering + Glasflaschen) und Restmüll (Gesamt-Littering – Glas-Littering + Plastikflaschen). Diese Mengen wurden dann durch die Flächengröße und die Zeit, die seit der letzten Aufnahme oder seit Festivalbeginn vergangen war dividiert (Tab. 3). Zusätzlich zu diesem absoluten Littering wurden noch Kennzahlen berechnet, die auf die Besucherdichte bezogen sind, indem das absolute Littering durch die Anzahl der Personen dividiert wurde, die sich auf der Fläche befand. Bei der Zusammenrechnung der Werte vom frühen und späten Abend wurde die mittlere Personendichte aus beiden Zeitpunkten herangezogen. Für Flächen, auf denen in einer bestimmten Phase keine Personen registriert wurden, wurde der Mittelwert von allen

Festivalphasen für diese Fläche herangezogen, um eine Division durch null zu verhindern. Der Vergleich zwischen absolutem und auf die Besucherdichte bezogenem Littering zeigt, ob Unterschiede durch die Besucherzahl oder tatsächlich durch ein unterschiedliches Wegwerfverhalten zustande kommen.

Erhebung Behälterfüllung: Alle Abfallbehälter des Rheinkulturfestivals wurden vor Beginn der Veranstaltung kartiert und ihr Volumen aufgenommen. Dazu gehörten die parkeigenen Abfalleimer, Einzeltonnen, die aufgestellten Müllinseln mit jeweils vier Tonnen, die Guidosilos, die Müllsäcke und Müllmulden. Jede der drei Kleingruppen nahm in ihrem Segment den Füllstand der dort befindlichen Müllbehälter am Nachmittag, am frühen und späten Abend sowie nach der Veranstaltung in Prozent auf. Falls es sich dabei um ein Trennsystem handelte wurde auch aufgenommen, ob es sich um eine sortengerechte Mülltrennung handelte.

Aus dem Füllstand, dem Behältervolumen und gemittelten Schüttdichten (Anhang 4) wurde die Gesamtabfallmenge errechnet (Tab. 4). Hieraus wurde eine Füllungsrate bestimmt. Da diese Zahl letztendlich auch vom Volumen abhängig und daher kein gutes Maß für die Behälternutzung ist, wurde ein neuer Indikator entwickelt. Hierfür wurde die Füllungsrate durch die Fläche geteilt, die ein bestimmter Behälter bei mittlerem Littering entsorgen könnte (Tab. 4). Diese Zahl gibt dann Auskunft darüber, inwieweit die Kapazität eines Behälters durch die Besucher tatsächlich genutzt wird.

Tab. 4: Aufgenommene Abfallindikatoren und deren Berechnung für die Behälterfüllung.

Abfallindikator	Variablen	Berechnung
Gesamtabfall in Behältern (kg)	<ul style="list-style-type: none"> Füllstand (%) Behältervolumen (l) Schüttdichte (kg/l) 	Füllstand×Volumen× Dichte
Behälterfüllungsrate (g h ⁻¹)	<ul style="list-style-type: none"> Gesamtabfall in Behälter (g) Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Überprüfung (h) 	Gewicht/Zeit
Genutzte Behälterkapazität (g h ⁻¹ m ⁻²)	<ul style="list-style-type: none"> Gesamtabfall in Behälter Zeit seit Festivalbeginn oder letzter Überprüfung (h) Fläche, die bei mittlerem Littering durch den Behälter gereinigt werden könnte (m²) 	Gewicht/(Zeit×Fläche)

Auswertung Abfalldaten: Die Daten wurden mithilfe von *generalized linear mixed models* (GLMM) analysiert. Dieses Verfahren ermöglicht es, den Einfluss verschiedener Prädiktorvariablen auf nicht normal verteilte, genestete Datensätze zu berechnen (ZUUR et al. 2009). Zielsetzung dieser Analyse war es, die Unterschiede des Litterings und der Behälterfüllung zwischen verschiedenen Veranstaltungszonen und –phasen sowie zwischen Bereichen mit und ohne bestimmte Abfallmaßnahmen statistisch abzusichern.

Für die Rheinkulturdaten wurden die Aufnahmenflächen bzw. Aufnahmebehälter als zufällige Variablen behandelt und in den Faktor „Festivaljahr“ genestet. Zusätzlich wurde der Faktor „Festivalphase“ in den Faktor „Aufnahmenfläche“ bzw. „Aufnahmebehälter“ genestet. Zonenzugehörigkeit und Festivalphase waren fixierte Faktoren. Die Berechnungen wurden mit der glmmPQL-Funktion im MASS-Statistikpaket des Programms R (Version 2.8.1) durchgeführt.

Besucherumfrage: Um ein Stimmungsbild der Besucher hinsichtlich des Umweltverhaltens und der Wahrnehmung der Umweltarbeit der Rheinkultur zu erhalten, wurde ein Fragebogen entwickelt (siehe Anhang 5) und eine Umfrage durchgeführt. Neben Grunddaten zu den Teilnehmenden (Herkunft, Anreise, Alter, Teilnahme an früheren Rheinkultur Festivals) wurde abgefragt, wie sehr die Umweltmaßnahmen der Veranstalter wahrgenommen und wie diese bewertet wurden. Ebenfalls von Belang war dabei, inwieweit die Besucher selbst bereit sind zu einem umweltfreundlicheren Festival beizutragen. Im Bereich Abfallmanagement wurde erhoben, ob und wie die Teilnehmenden das Abfallaufkommen wahrnehmen und ob aus Sicht der Besucher genügend Möglichkeiten zur Verfügung stehen, ihren Müll zu entsorgen.

Die Umfrage wurde durch Ecocontrolling unter Mithilfe des Green-Teams durchgeführt. Die Besucher wurden in allen Veranstaltungszonen und –phasen befragt.

Vergleich mit anderen Festivals: Auf dem Fusion-Festival wurden zusätzlich 21 Litteringflächen eingerichtet, auf dem Wacken Open Air 41 Flächen. Wilde Ablagerungen wurden nach dem gleichen Verfahren wie bei der Rheinkultur erhoben. Eine Ausnahme bilden die Campingbereiche, in denen die räumliche Heterogenität durch Zelte und Autos höher ist und die Besucher durch eine Abfallsammlung in ihrem Litteringverhalten gestört würden. Daher wurde in diesen Bereichen das Littering geschätzt. Flaschen wurden ebenso wie in den anderen Flächen gezählt und neu hinzugekommene Flaschen zum geschätzten Wert hinzuaddiert. Darüber hinaus gab es keine getrennten Getränke- und Foodzonen, sodass beide Zonentypen für die Auswertung zusammengefasst wurden. Da beide Festivals über drei Tage hinweg Veranstaltungen anbieten und sich die Besucher daher mehrere Tage auf dem Veranstaltungsgelände befinden, wurde jede Fläche mindestens einmal, meist aber zweimal täglich aufgesucht. Wenn Zwischenreinigungen durchgeführt wurden, wurde der Aufnahmezeitpunkt auf die Zeit kurz vor dem Reinigungseinsatz gelegt. Die Zeitspanne für den nächsten Aufnahmezeitpunkt wurde dann erst ab dieser Zwischenreinigung bewertet. Auf diese Weise kann ein Effekt von Reinigungseinsätzen auf die Daten ausgeschlossen werden.

Auch auf dem Wacken Open Air und dem Fusion-Festival wurden Abfallbehälter ausgewertet. Durch die lange Dauer der Festivals und daher notwendige Zwischenleerungen wurde bei der Zeitberechnung der Zeitpunkt der letzten Leerung als Grundlage genommen, der mit den Veranstaltern abgesprochen wurde. Aufgrund der großen Behälterzahl und dem Umstellen von Behältern während den Veranstaltungen konnten nur Referenzbehälter aufgenommen werden. Auch hier wurden Abfallmaßnahmen im Bereich der Behälter protokolliert.

Die Auswertung der drei Festivals wurde ebenfalls mit GLMM durchgeführt. Um den gesamten Datensatz des Rheinkultur Festivals, des Wacken Open Air und des Fusion-Festivals auszuwerten, wurden Getränke- und Food-Zonen zusammengefasst. Auch hier wurden die Aufnahmeflächen und Aufnahmebehälter als zufällige Variable behandelt und in den Faktor „Festival“ genestet. Zonenzugehörigkeit und Festivalphase waren fixierte Faktoren und der Faktor „Festivalphase“ in den Faktor „Aufnahmefläche“ bzw. „Aufnahmebehälter“ genestet (ZUUR et al. 2009).

2.3.2 Ergebnisse

Gesamtabfall: Bei der Erhebung konnten die Abfalldaten wie geplant aufgenommen werden und die genannten Indikatoren berechnet werden. Diese stellen eine wichtige

Grundlage für den Aufbau des GIS-Systems sowie für die Evaluierung der durchgeführten und die Planung neuer Abfallmaßnahmen dar. Durchschnittlich wurden auf der Rheinkultur $10,23 \text{ g h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ Littering festgestellt, von denen der größte Teil auf Glaslittering zurückzuführen ist (Tab. 5). Pro Person in den Untersuchungsflächen wurden $3,01 \text{ g Pers.}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ bestimmt. Rechnet man das Littering auf 12 h Veranstaltung und das 20 ha umfassende Gelände hoch, so ergeben sich 2,5 t, was 38,3% der gesamten in Behältern und durch Littering festgestellten Abfallmenge entspricht. Nach diesen Daten werden demnach vier Zehntel der gesamten Abfallmenge wild im Gelände abgelagert.

Tab. 5: Littering- und Behälterkennzahlen nach Erhebung.

	Gesamtabfall	Restmüll	Glas
Littering ($\text{g h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)	10,23	1,75	8,48
Littering pro Person ($\text{g Pers.}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)	3,01	0,21	2,80
Littering (kg)	2.455,4	420,3	2035,1
<i>Hochrechnung auf Publikumsbereich der Veranstaltung</i>			
Abfall in Behältern (kg)	3.948,8	3.420,8	528,0

Die Daten aus der Abfallabrechnung für den Publikumsbereich sind deutlich höher als vor dem Projekt angenommen (Tab. 6). Allein hier entstehen über 33 t Abfall. Damit werden durch die Abfallerhebung nicht alle Abfallmengen abgebildet. Das kann zum einen daran liegen, dass die nur kleinflächig vorhandenen Eingangsbereiche überproportional in die Mittelwertberechnung eingehen. Außerdem sind die Schüttdichten für die Befüllungsraten der Behälter mit großen Unsicherheiten verbunden. Das Verhältnis von Littering und Gesamtabfall ist auf der Basis der Abrechnungen sogar bei 58,6%. Beide Berechnungswege stellen jedoch trotz ihrer Unterschiede die Bedeutung des Litterings für das Abfallmanagement heraus.

Tab. 6: Littering- und Behälterkennzahlen nach Abfallabrechnung.

	Gesamtabfall	Restmüll	Glas
Publikumsabfall			
Littering	19.340	19.340	0
Abfall in Behältern (kg)	13.680	3.600	10.080
<i>Summe (kg)</i>	<i>33.020</i>	<i>22.940</i>	<i>10.080</i>
Produktionsabfall			
Abfall in Behältern (kg)	17.960	17.960	0
Abfall pro Person und Tag	0,30	0,24	0,06
Summe gesamt (kg)	50.980	40.800	10.080

Die anfallende Müllmenge pro Besucher und Tag ist im Publikumsbereich der Rheinkultur mit 0,30 kg bereits in einem günstigen Bereich. Der Deutsche Evangelische Kirchentag zählt zu den erfolgreichsten Großveranstaltungen auf diesem Gebiet, bei der etwa 0,21 bis 0,25 kg Müll pro Person und Tag anfällt. Somit unterscheiden sich die beiden Großveranstaltungen kaum voneinander, wobei die Rheinkultur noch Potenzial besitzt ihre Maßnahmen zu optimieren.

Littering: Mit zunehmendem Fortschreiten des Festivals und damit verbundenem Anstieg der Personenzahl steigt auch das wilde Ablagern von Müll (Abb. 2). Dabei weist die Anfangsphase ein signifikant niedrigeres Littering und Littering pro Person auf. Dieser Unterschied ist daher offensichtlich durch ein verschiedenes Litteringverhalten verursacht.

Analysiert man Restmüll und Glasmüll einzeln, so ist dieses zeitliche Muster beim Restmüll identisch. Beim Glasmüll zeigt sich dagegen kein signifikanter Unterschied. Letzteres kann darauf zurückgeführt werden, dass Glas vor allem vor der Eingangskontrolle abgelittert wird, weil man die Flaschen hier abgeben muss. Da die Eingangskontrolle über das ganze Festival hinweg durchgeführt wird, ist keine Änderung des Publikumsverhaltens zu erwarten. Die Restmülldynamik dagegen ist auf dem gesamten Veranstaltungsgelände wirksam. Mit zunehmender Dunkelheit wird es schwieriger für die Teilnehmenden Behälter zu finden. Außerdem dürfte ein erhöhter Alkoholisierungsgrad zu einer erhöhten Bereitschaft führen, Dinge einfach fallen zu lassen, statt sie ordnungsgemäß zu entsorgen. Schließlich ist auch die größere Menge an Materialien zu nennen, die während des Festivals mit zunehmendem Konsum der Teilnehmenden abgelittert werden kann. Die mit der Zeit steigende Teilnehmendenzahl wird durch die Variable „Personenzahl“ berücksichtigt.

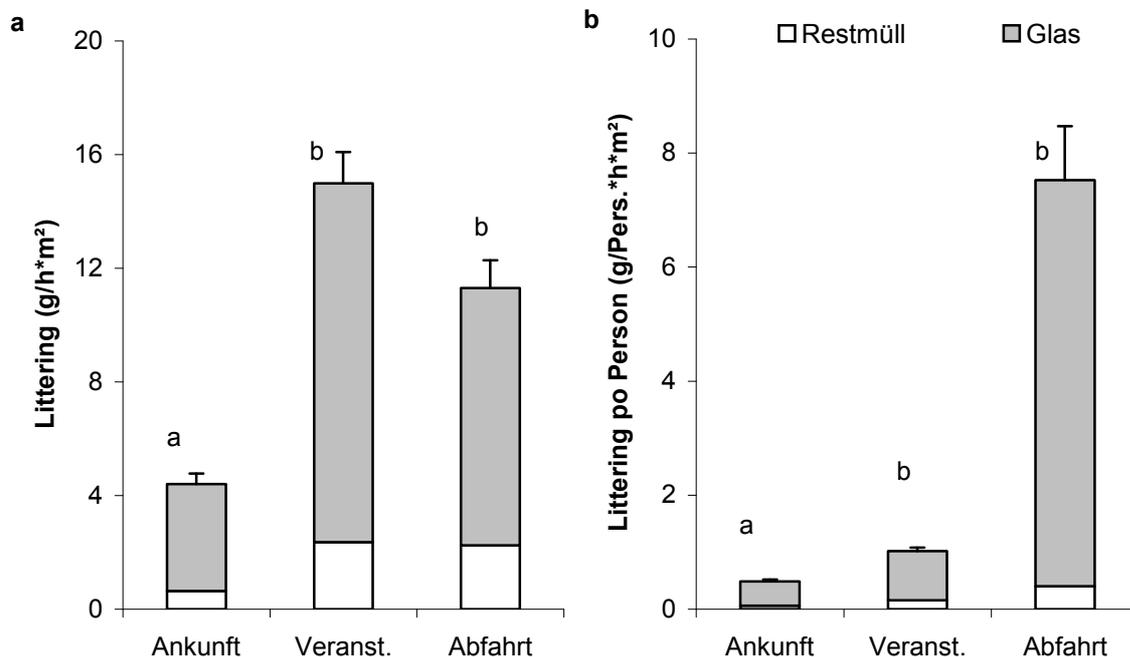


Abb. 1: Littering (a) und Littering pro Person (b) nach Veranstaltungsphasen auf der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Das Littering war in den einzelnen Veranstaltungszonen stark unterschiedlich. Am auffälligsten ist der Unterschied zwischen den Eingangszonen vor und nach der Eingangskontrolle (Abb. 2). Die deutlich geringeren Litteringwerte im Anschluss an die Kontrolle werden durch ein deutlich erhöhtes Littering vor den Eingängen kompensiert. Diese Auffälligkeit zeigt sich auch bei den Litteringwerten pro Person. Alle anderen Veranstaltungszonen liegen zwischen diesen Extremwerten, wobei die Bühnenszone ein signifikant höheres Littering aufwies als Getränke- und Wegzonen. Diese Unterschiede verschwinden jedoch in den auf die Personenzahl bezogenen Litteringzahlen und sind damit auf die Personendichte zurückzuführen.

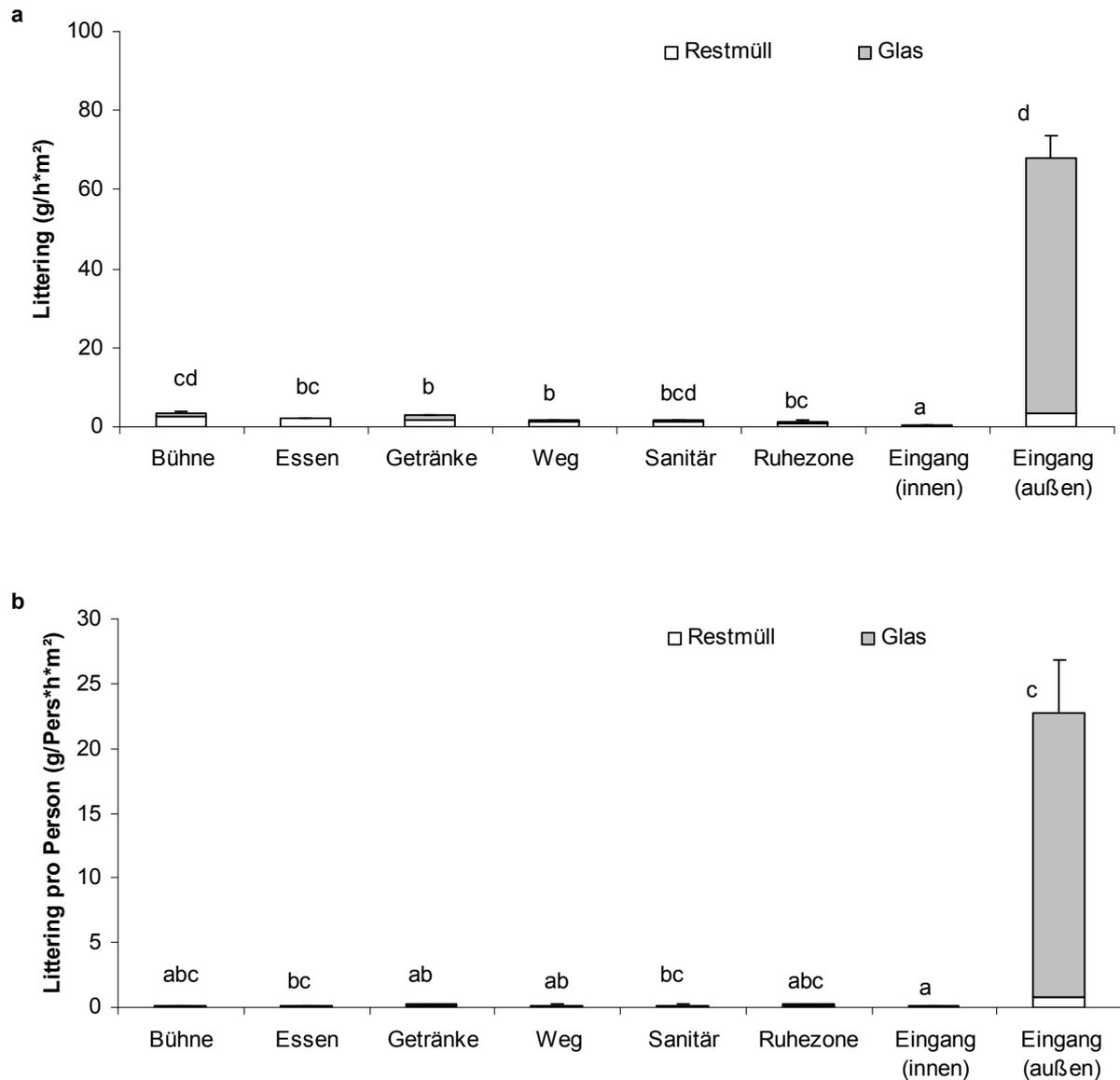


Abb. 2: Littering in den einzelnen Veranstaltungszonen auf der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Tab. 7: Littering mit und ohne Abfallmaßnahmen auf der Rheinkultur 2009. P-Werte <0,05 zeigen signifikante Unterschiede im GLMM. Werte in Klammern: Standardfehler.

Abfall- maßnahme	Littering ($\text{g h}^{-1} \text{m}^{-2}$)			Littering pro Person ($\text{g Pers.}^{-1} \text{h}^{-1} \text{m}^{-2}$)		
	Gesamt	Restmüll	Glas	Gesamt	Restmüll	Glas
<i>Behälterstellung</i>						
Nein	23.32 (1.14)	2.21 (0.06)	21.12 (1.13)	7.42 (0.73)	0.38 (0.02)	7.04 (0.72)
Ja	1.65 (0.02)	1.45 (0.02)	0.20 (0.01)	0.12 (0.00)	0.09 (0.00)	0.02 (0.00)
P	0.006	0.115	<0.001	0.014	0.011	0.004
<i>Banner</i>						
Nein	10.64 (0.31)	1.79 (0.02)	8.85 (0.31)	3.13 (0.19)	0.21 (0.00)	2.92 (0.19)
Ja	0.85 (0.17)	0.85 (0.17)	0.00 (0.00)	0.19 (0.04)	0.19 (0.04)	0.00 (0.00)
P	0.199	0.624	<0.001	0.667	0.971	<0.001

Die Aufstellung von Abfallbehältern erwies sich als effiziente Maßnahme zur Reduktion des Litterings. Fast alle Litteringindikatoren fallen signifikant geringer aus, wenn ein Behälter in der Nähe stand (Tab. 7). Abfallbehälter bewirken demnach eine Veränderung des Litteringverhaltens. Das Aufhängen von Bannern zur Besucherinformation in den Haupteingängen wirkte sich dagegen zwar nicht auf das Gesamtlittering aus, beeinflusste aber die wilden Ablagerungen von Glasabfall, der ja den Hauptanteil des Abfalls in den äußeren Eingangszonen ausmacht.

Behälterfüllung: Die Wahl der Abfallbehälter erwies sich als entscheidend für die Nutzung durch das Publikum (Abb. 3). Offene Parkkleinbehälter und Mulden hatten eine signifikant höhere genutzte Behälterkapazität als Guidosilos und 240-l Tonnen. Die geringere Nutzung der Tonnen ist vor allem auf den Deckel zurückzuführen. Da man diesen berühren muss, neigen aus eigener Beobachtung viele Besucher dazu, ihren Abfall fallen zu lassen oder ihn sogar auf dem Deckel zu entsorgen. Die schlechte Nutzung der Guidosilos hat dagegen eher etwas mit ihrer Position zu tun, da diese meist in Bühennähe aufgestellt und im Gedränge schlecht erreichbar und sichtbar waren.

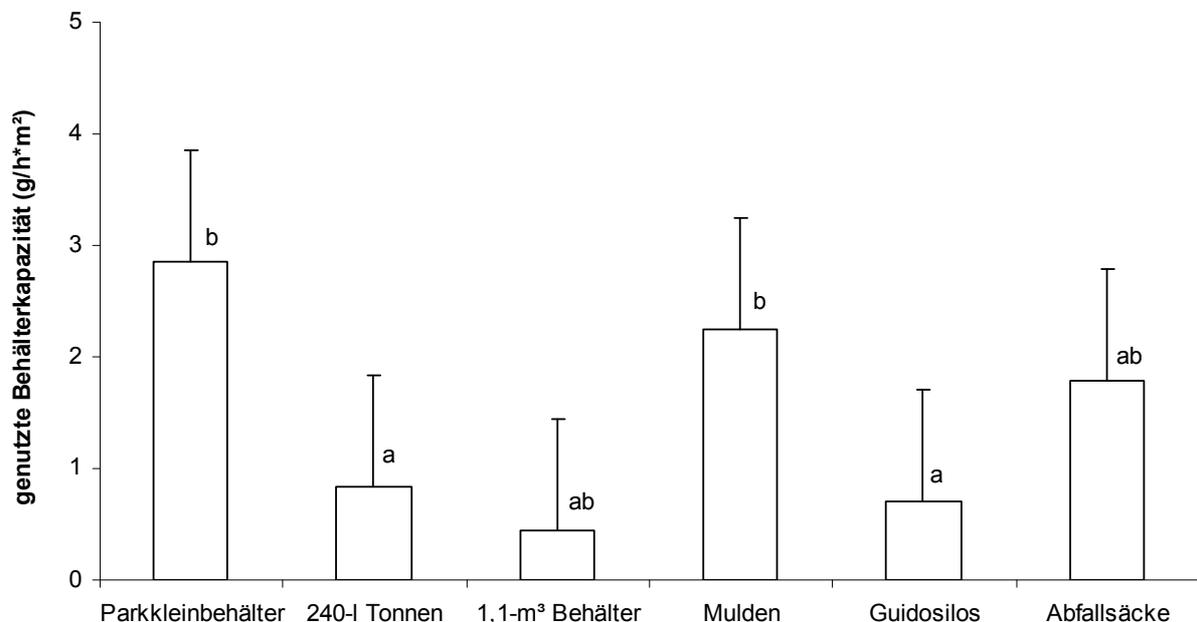


Abb. 3: Genutzte Behälterkapazität auf der Rheinkultur 2009 in verschiedenen Behälbertypen. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Mit zunehmendem Fortschreiten des Festivals nimmt in Entsprechung zum Littering die Füllungsrate der Behälter zu (Abb. 4). Dieses Muster lässt sich ebenfalls auf den zunehmenden Essens- und Materialkonsum des Publikums im Laufe des Festivals zurückführen, der durch die steigenden Besucherzahlen zustande kommt. Interessanterweise sinkt im gleichen Zeitraum die genutzte Behälterkapazität. Offensichtlich werden in den einzelnen Phasen unterschiedliche Behälter bevorzugt. Zu Beginn des Festivals werden vor allem auch die kleinen Parkbehälter, deren Kapazität gut ausgelastet ist, genutzt. Gleichzeitig entsorgen die Foodhändler zu Beginn ihren Abfall in den großen Mulden. Die Kapazitäten sind daher schnell erschöpft und das Publikum weicht auch auf die schlechter genutzten Behälter aus oder lagert den Abfall wild ab. Die Zahlen lassen daher insgesamt auf eine zu

geringe Zahl an Abfallbehältern auf der Rheinkultur 2009 schließen, obwohl bestimmte Behältertypen wie Tonnen und Guidosilos deutlich unterhalb ihrer Kapazität genutzt wurden.

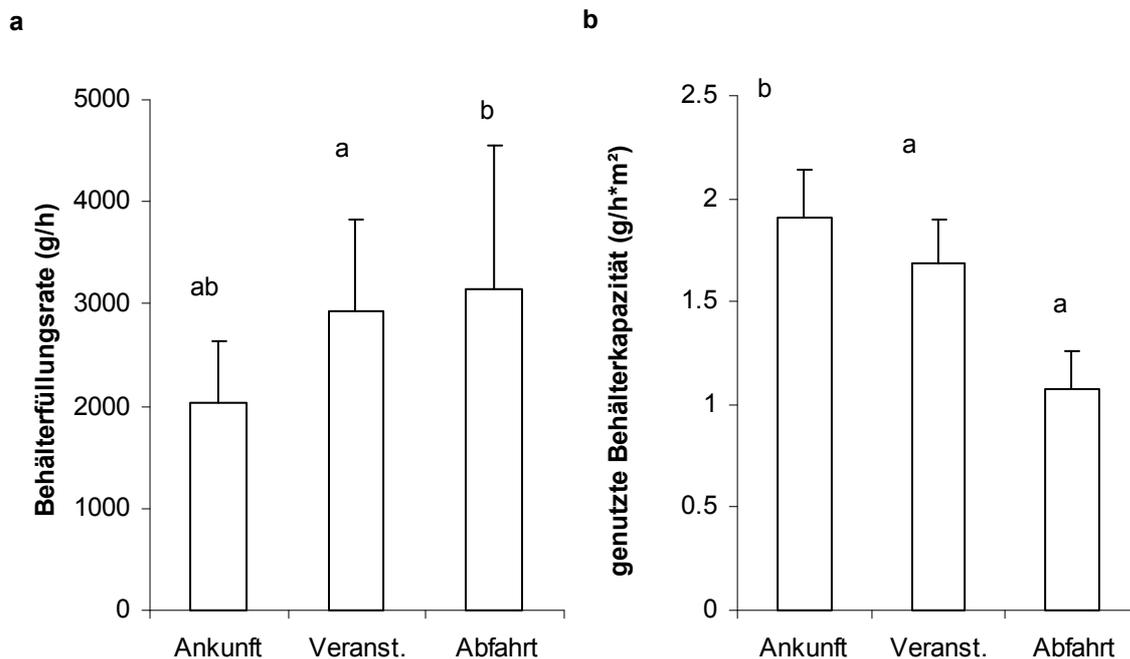


Abb. 4: Dynamik der Behälterfüllung (a) und der genutzten Behälterkapazität (b) auf der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Die Behälterfüllungsrate ist in den verschiedenen Zonen von der zur Verfügung stehenden Behälterkapazität abhängig. Daher wurde in den Zonen nur die genutzte Kapazität analysiert. (Abb.5). Besonders schlecht wurde die zu Verfügung gestellte Kapazität im Bühnenbereich und in den Ruhezeiten genutzt. Im Bühnenbereich lässt sich dies durch das geringe Mobilitätspotenzial der Teilnehmenden erklären, da in dieser Zone das größte Besucheraufkommen ist. Außerdem sind in den Menschenmengen Behälter schlecht sichtbar. Im Ruhebereich standen 2009 vor allem geschlossene 240-l Behälter, die deutlich weniger angenommen wurden als andere Behälter. Sehr gut genutzt wurden die Behälterkapazitäten im Food- und Getränkebereich sowie im Außenbereich der Eingänge. In diesen Zonen herrscht ein höheres Material-Turnover als in anderen Zonen, sodass auch ein gesteigerter Bedarf an Behältern besteht. Darüber hinaus ist aber das Littering in den Essens- und Getränkezeiten nicht deutlich erhöht. Dies lässt darauf schließen, dass die Besucherinnen und Besucher in diesem Bereich ein besonders vorbildliches Wegwerfverhalten haben.

Bezogen auf Abfalltrennungsmöglichkeiten zeigt sich, dass die Befüllungsrate und die genutzte Kapazität der Behälter, in denen sortenrein getrennt wurde, signifikant höher sind (Abb. 6). Die Befüllungsrate und auch die Behälternutzung in Behältern mit Trennsystem, das nicht genutzt wurde, sind dagegen geringer. Dieses Ergebnis ist vor allem auf die nicht genutzten Trennmöglichkeiten in den Guidosilos zurückzuführen. Insgesamt scheint es jedoch einen höheren Bedarf an Behältern mit Trennsystem zu geben. Insbesondere in den Eingangsbereichen, wo die Entsorgung durch die Mitwirkenden, die die Eingangskontrolle durchführten, beaufsichtigt wurde, erwies sich die Abfalltrennungsrate als besonders gut.

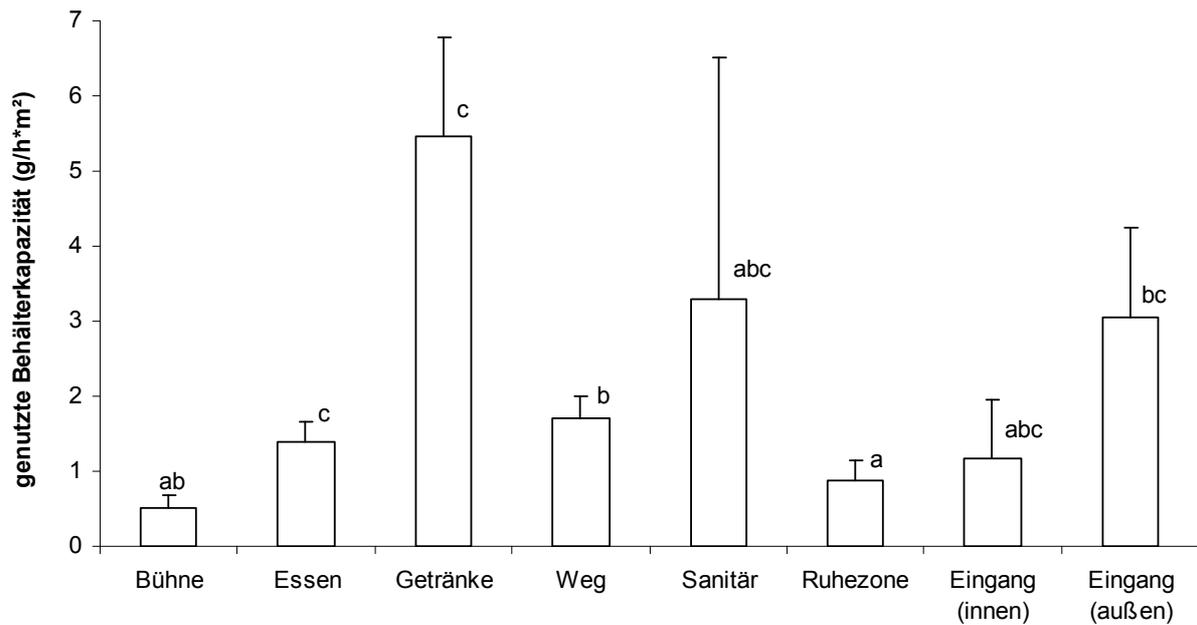


Abb. 5: Genutzte Behälterkapazität in verschiedenen Abfallmanagementzonen der Rheinkultur 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

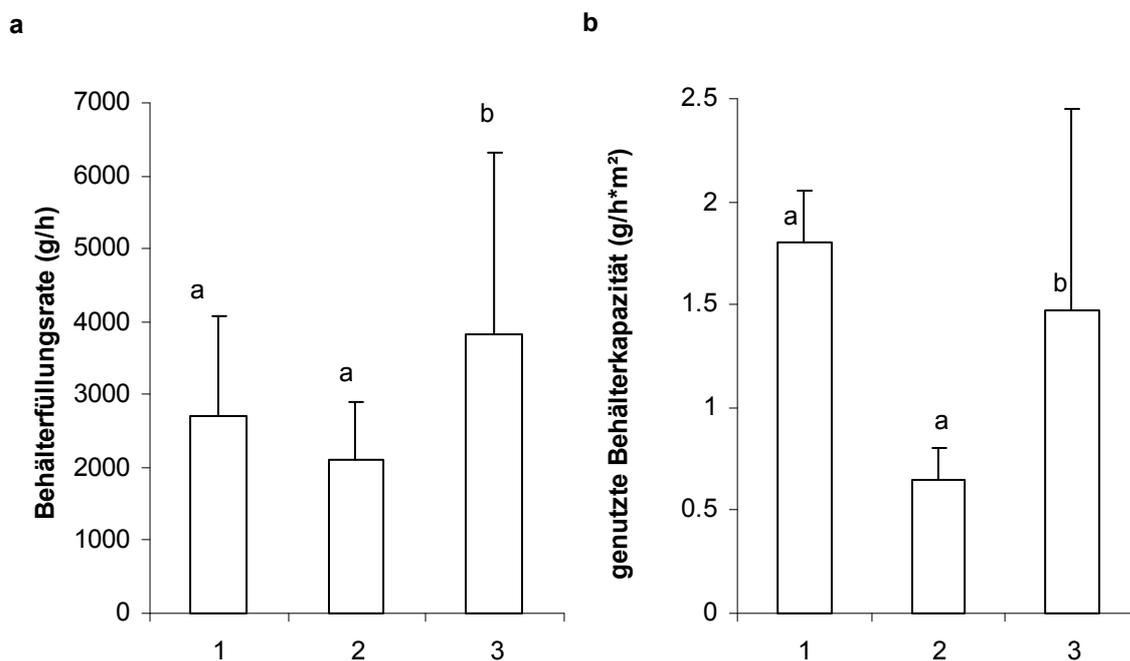


Abb. 6: Behälterfüllungsrate (a) und genutzte Behälterkapazität (b) in verschiedenen Abfalltrennungsszenarien: 1=ohne Trennsystem; 2=mit Trennsystem, nicht sortieren; 3=mit Trennsystem, sortieren. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Besucherumfrage: Während der Veranstaltung wurden 137 Fragebögen auswertbar ausgefüllt. Die geringe Zahl ist durch eine eingeschränkte Bereitschaft der Veranstaltungsbesucher begründet, an der Umfrage teilzunehmen, sowie durch eine hohe Zahl an ungültigen Befragungsbögen. Auch war eine Befragung zusätzlich zur Abfallerhebung schwierig, und die Zuarbeit des Freiwilligenteams erwies sich aufgrund des geringen Alters der Freiwilligen als wenig hilfreich. Trotzdem wurden die Bögen ausgewertet, um ein ungefähres Meinungsbild zu erhalten.

Aus den Grundangaben zu Herkunft, Anreise und Alter der Befragten ergaben sich folgende Schlussfolgerungen zu den Eigenheiten des Rheinkulturpublikums: Wie bereits in früheren Umfragen der Rheinkultur festgestellt wurde, sind die meisten Besucher zwischen 16 und 20 Jahre alt. Ein großer Teil ist aber auch bis zu 30 Jahre alt. Die Mehrheit hatte das Festival schon in den letzten Jahren besucht, was zeigt, dass die Rheinkultur gerne mehrere Male von denselben Personen besucht wird. Ein großer Teil der Besucher ist jedoch dieses Jahr zum ersten Mal gekommen.

Der überwiegende Teil der Teilnehmenden kommt aus Bonn und Koblenz. Daneben ist der Anteil der Besucher aus Duisburg, Köln und Aachen sehr hoch. Insgesamt reist der überwiegende Teil der Besucherinnen und Besucher aus einem Umkreis von weniger als 100 km an. Die Anreise erfolgt hauptsächlich mit öffentlichen Verkehrsmitteln wie der Bahn oder dem ÖPNV (zwei Drittel der Befragten). Ca. ein Drittel ist mit dem PKW oder dem Motorrad zum Festival gekommen. Die meisten sind jedoch mit mehr als einer Person gefahren, wobei die ermittelte Fahrzeugauslastung von 3,95 Personen pro Auto sehr hoch ist. Der überwiegende Teil der mit dem Auto angereisten Besucher hat sein Auto in unmittelbarer Nähe zum Festivalgelände geparkt, nicht wenige haben jedoch auch die Möglichkeit genutzt, das Auto in der Stadt stehen zu lassen und für den weiteren Weg den ÖPNV benutzt. Einige haben sogar den restlichen Weg zu Fuß zurückgelegt.

Die Hochrechnung ergab eine Transportleistung von 27.743.503 P-km. Insgesamt wurden CO₂-Emissionen von 1.470,6 t für die Anreise zum und die Abreise vom Rheinkultur Festival errechnet, wobei die durch die Bahn verursachten CO₂-Emissionen mit einem Anteil von 56% den größten Teil einnehmen. Pro Teilnehmenden wurden durch Verkehr 8,6 kg CO₂ freigesetzt. Die Methodik richtet sich dabei nach anderen Erhebungen bei Großveranstaltungen (z.B. 2. ÖKUMENISCHER KIRCHENTAG IN MÜNCHEN 2010).

Insgesamt wird die Rheinkultur als umweltfreundliches Festival eingestuft. Die Mehrheit der Befragten bewerteten die Umweltarbeit der Rheinkultur mit „gut“ oder „eher gut“ (Abb. 7). Es werden jedoch auch Verbesserungspotenziale bei der Kommunikation der Umweltarbeit deutlich, da viele die Arbeit der Rheinkultur kaum wahrnehmen. Die Mehrheit der Befragten stuft auch die Sauberkeit des Festivals als „eher gut“ bis „gut“ ein, und die Teilnehmenden geben mit einer ähnlichen Verteilung der Antworten an, Wert auf ein sauberes Festival zu legen. Auch in diesem Bereich kann also noch etwas getan werden, obwohl das allgemeine Stimmungsbild positiv ist.

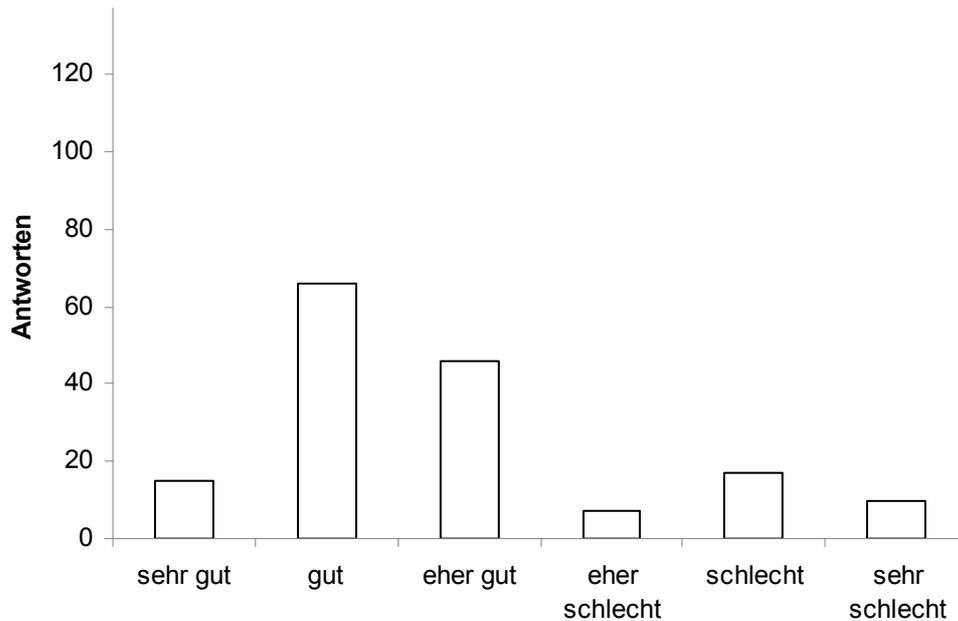


Abb. 7: Ergebnisse der Teilnehmendenumfrage bzgl. der Frage, wie sie die Umweltarbeit der Rheinkultur bewerten.

Die meisten Umweltmaßnahmen der Rheinkultur wurden vom Großteil der Besucher wahrgenommen (Abb. 8). Die Greenrocks-Homepage sticht jedoch stark heraus. Sie wurde nur von einem sehr geringen Teil registriert. Hier sind deutliche Verbesserungsmöglichkeiten zu erkennen.

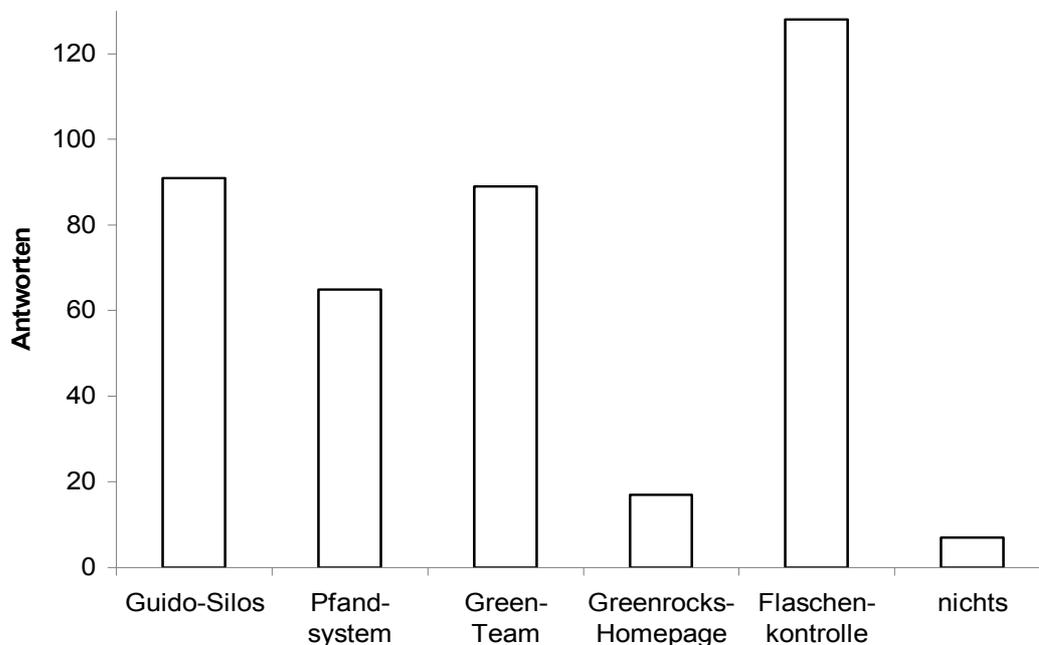


Abb. 8: Antworten auf die Frage, welche der Umweltmaßnahmen bei der Rheinkultur aufgefallen sind.

Die überwiegende Mehrheit der Besucher gibt an, die vorhandenen Müllbehälter zu nutzen. Es ist jedoch auch ein kleiner Anteil Befragter dabei, der keine Müllbehälter gesehen hat. Insgesamt scheint die Bereitschaft, vorhandene Müllbehälter zu nutzen, sehr hoch zu sein. Die Frage, ob ausreichend Behälter zur Verfügung stehen, verneinten 88 der 137 Befragten für Abfalltonnen - für Zaundreiecke waren es 55 Antworten mit „nein“. Die Platzierung der Abfallbehälter wurde jedoch mehrheitlich für gut befunden.

Viele Besucherinnen und Besucher nutzten die Gelegenheit, Vorschläge für eine Verbesserung der Umweltarbeit der Rheinkultur zu machen. In 21 Fragebögen wurden mehr Mülleimer vorgeschlagen. Weitere Empfehlungen waren eine bessere Mülleimerplatzierung, mehr Zaundreiecke, die Vergabe von Müllbeuteln am Eingang, Trinkwasserversorgung auf dem Gelände, weniger Fastfood, das Verteilen von Aschenbechern sowie mehr Öffentlichkeitsarbeit.

Trotz der organisatorischen Schwierigkeiten bei der Befragung ergibt sich ein detailliertes Stimmungsbild. Zwar stehen die Meinungen zum Umwelt- und Abfallthema und das resultierende Abfallverhalten nicht in einem direkten Zusammenhang, es lassen sich aber aus der Umfrage Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Umweltmaßnahmen ableiten. Insbesondere der Internetauftritt zum Thema Umwelt sollte verbessert werden, was sich 2009 vor allem auf die Verknüpfung der Seiten in der Seitennavigation bezieht. Auch nehmen viele Teilnehmenden einen Mangel an Behältern wahr. Die Behälterzahl sollte also erhöht werden, bzw. vorhandene Behälter besser verteilt.

Vergleich mit anderen Festivals: Die Gesamtabfallmengen der einzelnen Festivals sind deutlich unterschiedlich voneinander (Tab. 8).

Tab. 8: Abfallkennzahlen der untersuchten Festivals.

Festival	Fusion-Festival	Wacken Open Air	Rheinkultur
<i>Gesamtkennzahlen</i>			
Festivalfläche (ha)	50	200	20
Gesamtabfall (t)	70	800	51
Besucher 2009	60.000	75.000	170.000
Festivaldauer (d)	4	4	1
Abfall pro Teilnehmenden und Tag (kg pers. ⁻¹ d ⁻¹)	0,29	2,67	0,30
<i>Litteringkennzahlen</i>			
Anzahl der Aufnahmeflächen	21	41	48
Durchschnittliches Littering (SE) (g h ⁻¹ m ⁻²)	2,13 (0,97)	2,83 (0,74)	10,23 (6,07)
Durchschnittliches Littering (SE) ohne Eingänge außen (g h ⁻¹ m ⁻²)	2,38 (1,12)	2,66 (0,70)	1,98 (0,41)
Durchschnittliches Littering pro Person (SE) (g pers. ⁻¹ h ⁻¹ m ⁻²)	0,39 (0,19)	0,82 (0,41)	3,01 (3,80)
Durchschnittliches Littering pro Person (SE) ohne Eingänge außen (g pers. ⁻¹ h ⁻¹ m ⁻²)	0,42 (0,21)	0,83 (0,42)	0,18 (0,06)

Das Fusion-Festival stellte uns keine Abfallabrechnungen zur Verfügung, sondern nannte uns nur die ungefähren Mengen. Trotzdem sind das Fusion-Festival und die Rheinkultur von ihren Abfallkennzahlen her in einem guten Bereich im Vergleich zu anderen Veranstaltungen

(TCHOBANOGLIOUS et al. 2006; CIERJACKS und DIEFENBACHER 2007) und produzieren pro Teilnehmenden und Tag weniger Abfall als beim Haushaltsabfall pro Einwohner und Tag entsteht (1,2 kg pro Person und Tag in Deutschland 2008, STATISTISCHES BUNDESAMT 2010). Beim Wacken Open Air entsteht dagegen deutlich mehr Abfall, was auf ein weniger effizientes Abfallmanagement schließen lässt. Zusätzlich kann jedoch auch der soziokulturelle Hintergrund eine Rolle spielen (AL-KHATIB et al. 2009; DE FEO and DE GISI 2010).

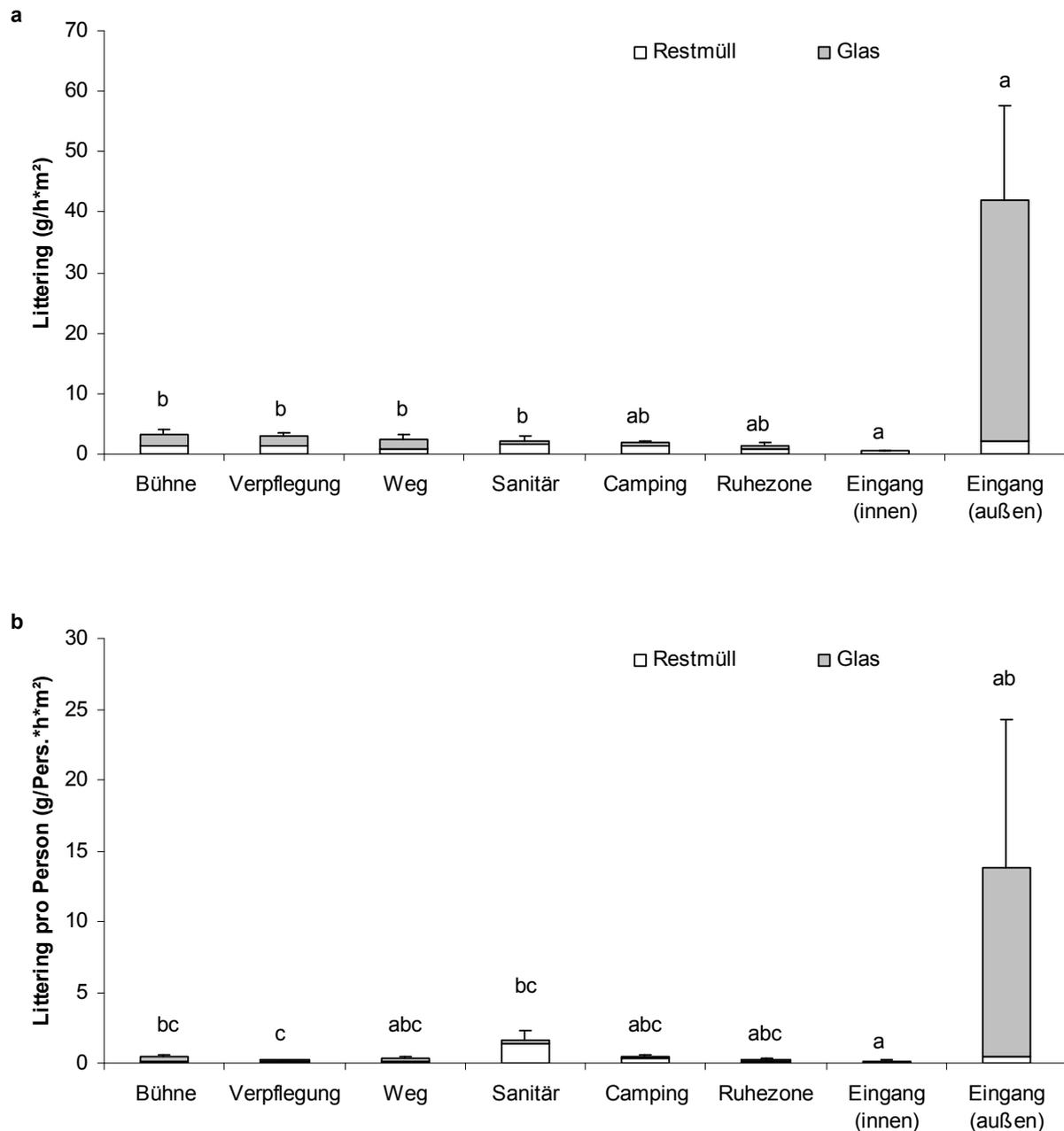


Abb. 9: Unterschiede im Littering (a) und dem Littering pro Person (b) zwischen verschiedenen Festivalzonen an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Die Litteringwerte ohne die äußeren Eingänge spiegeln die Gesamtabfallmengen gut wider. Die Gesamtauswertung des Litterings ergab signifikante Unterschiede zwischen den Festivalzonen (Abb. 9). Wie auch bei der Rheinkultur wurde in Bühnen- und Essenzonen

sowie in Sanitär- und Durchgangszonen besonders viel Abfall wild abgelagert. In den Eingangszonen war das Littering besonders niedrig. Der hohe Wert für die äußeren Eingänge kommt in dieser Auswertung durch die Abzäunung zustande und kann vollständig durch diese erklärt werden. Camping- und Ruhezone nahmen eine Zwischenstellung ein. Glaslittering war in den inneren Eingangszonen signifikant niedriger als in allen anderen Zonen, während Restmüll signifikant weniger in Eingangs- und Ruhezone abgelagert wurde als in Bühnen-, Essens- und Campingzone. Die Zusammensetzung der Abfälle ist daher in verschiedenen Zonen unterschiedlich, was in anderen Litteringstudien aus dem Tourismusbereich bisher nicht gezeigt werden konnte (SILVA-CAVALCANTI et al. 2009). Bezieht man die Kennzahlen auf die Personendichte, so gibt es nur signifikante Unterschiede zwischen den inneren Eingangszonen und den Bühnen-, Essens- und Sanitärzone. Hier ist tatsächlich ein Unterschied des Wegwerfverhaltens nachzuweisen, während die anderen Unterschiede durch die Personenzahl begründet sind. Im Essensbereich lässt sich das durch den höheren Material-Turnover in diesem Bereich begründen. In den inneren Eingangsbereichen ist dagegen häufig noch kein Material vorhanden, das abgelittert werden kann.

Zusätzlich ist auch die zeitliche Dynamik des Litterings an allen Festivals vergleichbar (Abb. 10). Auch hier war die Ankunftsphase mit einem signifikanten geringeren Littering verbunden als die anderen Festivalphasen. Dieses Muster sollte daher für die Planung der Abfallmaßnahmen auf der Rheinkultur eine Rolle spielen, da während der Anfangsphase ein hohes Potenzial besteht, Zwischenreinigungen durchzuführen, um das Festivalgelände möglichst lange sauber zu halten.

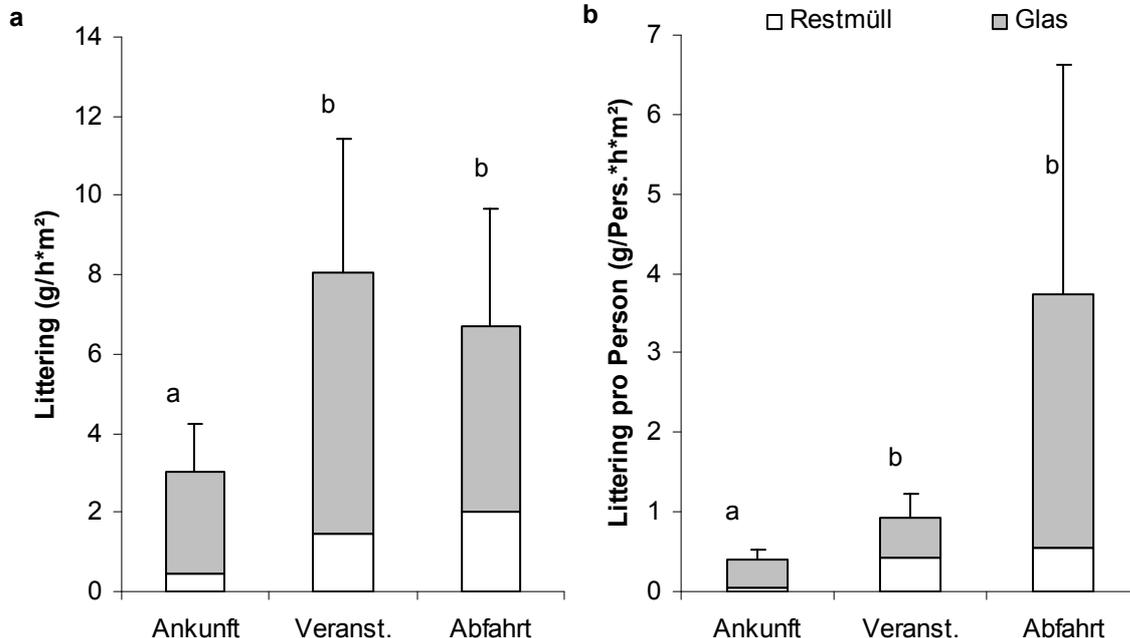


Abb. 10: Unterschiede im Littering (a) und dem Littering pro Person (b) zwischen verschiedenen Festivalphasen an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sich auf der Basis des Projekts Abfallmengen im Gelände relativ gut vorhersagen lassen. Auf diese Weise können Behälterstellung und

Behälteranzahl optimiert werden, was nicht nur für Festivals sondern auch für das Besuchermanagement in Stadtparks oder in Schutzgebieten relevant sein kann.

Abfallmaßnahmen hatten einen starken Einfluss auf wilde Ablagerungen im Gelände. Abzäunungen in Kombination mit Besucherkontrolle wirkt sich dabei besonders stark aus (Abb. 11). Ohne Abzäunung war das Littering in einem mittleren Bereich. Nach der Kontrolle innerhalb des abgezäunten Areals war das Littering signifikant niedriger. Diesem positiven Effekt steht jedoch die deutlich verstärkte Müllablagerung vor dem Zaun gegenüber. Dieser Effekt war auch für den Glasabfall allein sichtbar, da das Littering in diesem Bereich überwiegend aus Glasflaschen bestand. Der Effekt zeigt sich zudem auch in den personenbezogenen Litteringwerten, sodass sich diese Maßnahme offensichtlich auf das Wegwerfverhalten des Publikums auswirkt.

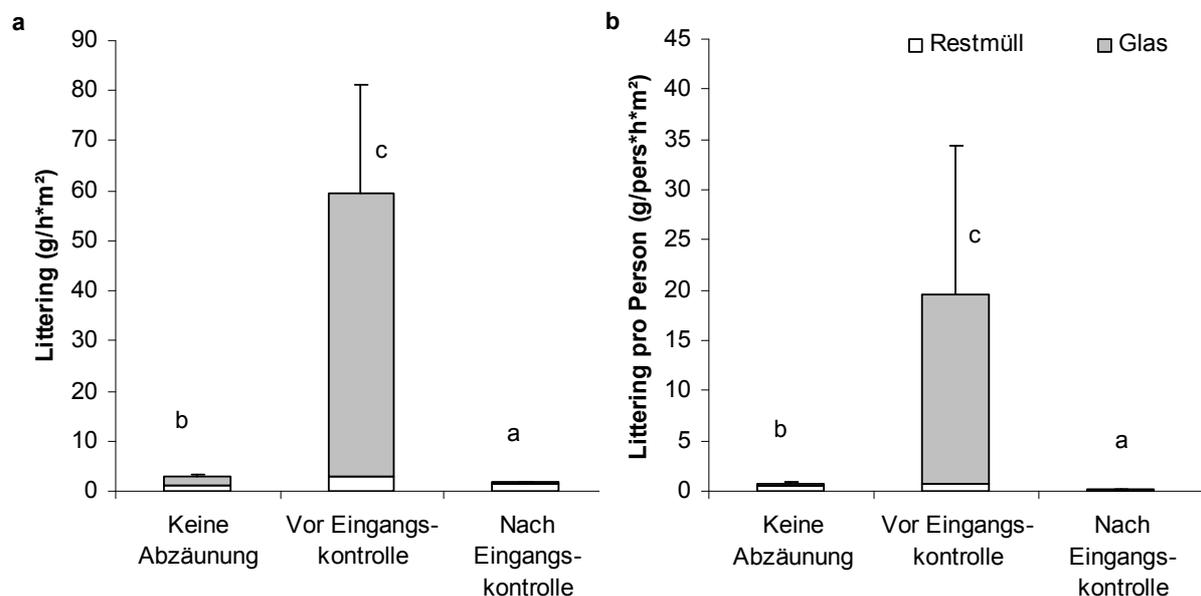


Abb. 11: Unterschiede im Littering (a) und dem Littering pro Person (b) zwischen verschiedenen Abzäunungsszenarios an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

Behälterstellung wirkte sich signifikant auf das Littering und das Littering pro Person aus (Tab. 9). Im Gesamtlittering gilt das auch für die einzelnen Abfallfraktionen. Das ist überraschend, da andere Litteringstudien keinen Zusammenhang zwischen Behälterstellung und Littering fanden (HEEB et al. 2005). Hier scheint sich doch ein hohes Umweltbewusstsein der Besucherinnen und Besucher der untersuchten Festivals abzuzeichnen. Ebenso waren partizipative Abfallsammelsysteme, die einen Abfallpfand oder begehrte Merchandisingartikel als Belohnung beinhalteten, sehr wirksam. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist aus anderen Bereichen wie Haushaltabfällen (TAYLOR 2000) und Büroabfällen (MARANS und LEE 1993) bekannt. Daraus ergeben sich auch über den Festivalbetrieb hinaus Möglichkeiten, auf das Wegwerfverhalten einzuwirken, da eine Verhaltensänderung während der Veranstaltung auch auf das Alltagverhalten abstrahlen kann. Daher könnten solche Systeme, in denen die Teilnehmenden einbezogen werden, auch für die Änderung des Verhaltens auf höherer Ebene benutzt werden – ähnlich, wie dies der Deutsche Evangelische Kirchentag für die Klimagasemissionen seiner Teilnehmenden in einem Umweltkommunikationsprojekt

durchgeführt hat (DEUTSCHER EVANGELISCHER KIRCHENTAG 2009). Hier wurden die Teilnehmenden aufgefordert, Maßnahmen in ihrem Alltagsleben durchzuführen und die Umweltverbesserung dem Kirchentag gutzuschreiben, wenn sie durch das Projekt zu dieser Maßnahme gebracht wurden.

Ein Becherpfand wirkte sich dagegen ausschließlich auf die Restmüllfraktion aus, obwohl alle Litteringkennzahlen mit Flaschenpfand geringer ausfielen. Ähnliche Ergebnisse erbrachte auch die Analyse der Besucherinformation mithilfe von Bannern, wodurch ebenfalls das Littering von Restmüll zurückging. Dies ist besonders relevant, da es zeigt, wie wichtig es ist Abfallmanagement und Umweltkommunikation in einem gemeinsamen System zu vereinen.

Tab. 9: Littering mit und ohne Abfallmaßnahmen auf drei untersuchten Festivals 2009. P-Werte <0,05 zeigen signifikante Unterschiede im GLMM. Werte in Klammern: Standardfehler.

Abfallmaßnahme	Littering (g h ⁻¹ m ⁻²)			Littering pro Person (g Pers. ⁻¹ h ⁻¹ m ⁻²)		
	Gesamt	Restmüll	Glas	Gesamt	Restmüll	Glas
<i>Behälterstellung</i>						
Nein	9.75 (3.01)	1.34 (0.24)	8.41 (2.96)	2.86 (1.88)	0.33 (0.13)	2.53 (1.86)
Ja	1.96 (0.27)	1.30 (0.19)	0.66 (0.20)	0.48 (0.14)	0.36 (0.13)	0.12 (0.04)
P	0.004	0.016	0.011	0.031	0.430	0.739
<i>Partizipative Abfallsammelsysteme</i>						
Nein	6.63 (1.79)	1.49 (0.17)	5.14 (1.76)	1.92 (1.11)	0.39 (0.11)	1.53 (1.10)
Ja	1.46 (0.56)	0.26 (0.06)	1.20 (0.54)	0.27 (0.09)	0.09 (0.03)	0.18 (0.08)
P	0.035	<0.001	0.010	0.002	<0.001	0.038
<i>Becherpfand</i>						
Nein	6.38 (1.78)	1.38 (0.17)	5.00 (1.74)	1.91 (1.10)	0.39 (0.11)	1.52 (1.09)
Ja	2.85 (0.71)	0.93 (0.25)	1.91 (0.69)	0.19 (0.07)	0.04 (0.01)	0.15 (0.07)
P	0.120	0.019	0.682	0.012	0.010	0.881
<i>Banner</i>						
Nein	6.18 (1.63)	1.36 (0.16)	4.82 (1.60)	1.77 (1.01)	0.35 (0.10)	1.41 (0.99)
Ja	0.61 (0.21)	0.61 (0.21)	0.00 (0.00)	0.17 (0.06)	0.17 (0.06)	0.00 (0.00)
P	0.234	0.002	0.171	0.316	0.026	0.290

Insgesamt waren also alle analysierten Abfallmaßnahmen effizient. Bei den Abzäunungen sollte beachtet werden, dass die Eingangskontrolle zu erhöhtem Littering vor der Kontrolle führt. Hier muss durch ausreichende Behälterstellung gegengesteuert werden. Zwar wird dieser Bereich häufig von den Entsorgungsunternehmen nicht mit einbezogen, es kann jedoch hier zu Beeinträchtigung von wertvollen Lebensräumen kommen. Daher sollten Anstrengungen unternommen werden, diese Ablagerungen zu verhindern. Da Abzäunungen relativ kosten- und personalintensive Maßnahmen sind, ist jedoch ihre Anwendung zu überdenken. Veranstaltungszäune sind besonders dort besonders sinnvoll, wo wertvolle Lebensräume geschützt werden müssen und wo sie auch aus Sicherheitsgründen angebracht sind.

Die genutzte Behälterkapazität zeigte für den Gesamtdatensatz ähnliche Gesetzmäßigkeiten wie für die Rheinkultur (Abb. 12). Offene Parkkleinbehälter und Mulden hatten die höchste genutzte Behälterkapazität, 1,1-m³ Behälter, Guidosilos und Glasbehälter die geringste. Interessanterweise war die Auslastung der 240-l Tonnen deutlich höher, was auf die gute Nutzung während des Fusion-Festivals zurückzuführen ist. Hier kamen ausschließlich 240-l Tonnen zum Einsatz und das Publikum ist bekanntermaßen besonders umweltbewusst, sodass dieser Behältertyp gut angenommen wurde. Die Füllungsdynamik während der

Festivals wies ebenfalls eine ähnliche Tendenz wie bei der Rheinkultur auf. Während die Behälterfüllung mit dem Festival kontinuierlich zunahm, war die Nutzung der Behälterkapazität in der Endphase signifikant niedriger als in den Anfangsphasen. Auch hier wurden offensichtlich Behälter mit geringerer Nutzung verstärkt zum Festivalende genutzt, da die gut genutzten schon voll waren.

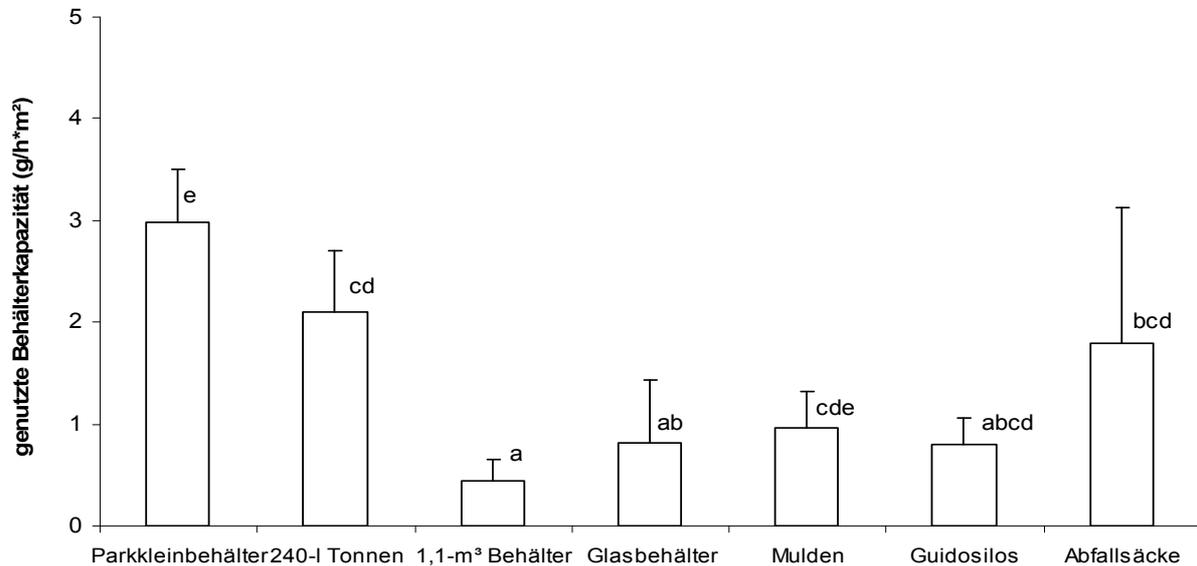


Abb. 12: Unterschiede in der genutzten Behälterkapazität zwischen verschiedenen Behältertypen an drei untersuchten Festivals 2009. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

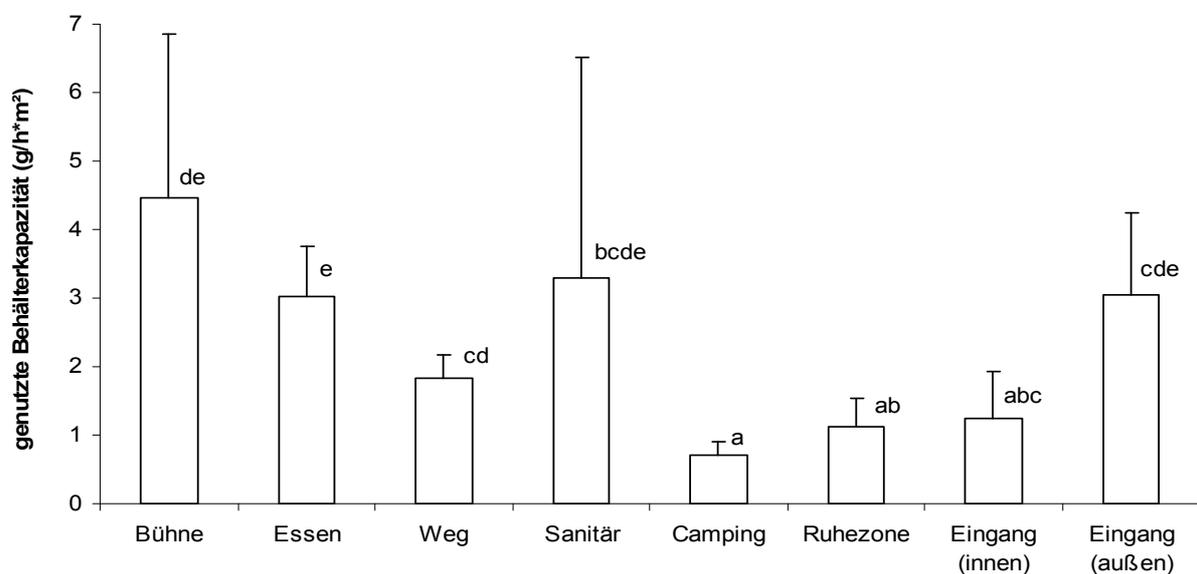


Abb. 13: Genutzte Behälterkapazität an drei untersuchten Festivals 2009 in verschiedenen Veranstaltungszonen. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM. Fehlerbalken: Standardfehler.

In den verschiedenen Zonen gab es im Gesamtdatensatz gegenüber der Rheinkultur etwas andere Ergebnisse (Abb. 13). In den Bühnen- und Durchgangsbereichen war die

Behälternutzung deutlich besser, was vor allem an den geringeren Personenzahlen und den zahlreicheren Behältern auf dem Fusion-Festival lag. Die Campingbereiche hatten dagegen deutlich niedrigere Kennzahlen für die Behälternutzung als die meisten anderen Festivalzonen. Auf den untersuchten Festivals wurde der Abfall meist in Abfallsäcken gesammelt, und es gab insbesondere auf dem Wacken Open Air nur wenig Behälterkapazität, die darüber hinaus an strategisch ungünstigen, weit entfernten Orten zu finden war. Eine bessere Behälterstellung würde hier wahrscheinlich zu einer höheren Behälternutzung führen.

Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung: Die Durchführung und Auswertung der Abfallerhebung auf der Rheinkultur 2009 sowie auf zwei weiteren Festivals waren notwendig, um die Information für die Einrichtung des Geoinformationssystems zu gewinnen. Viele Großveranstaltungen bewerten ihr Abfallmanagement auf der Basis von allgemeinen Abfallkennzahlen (Gesamtabfall, Abfall pro Teilnehmenden und Tag). Dieses Verfahren erlaubt weder die Erfolgskontrolle einzelner Maßnahmen noch die Vorhersage des Abfallaufkommens im Gelände. Diese Lücke sollte mit einer räumlich expliziten Aufnahme von neuartigen Abfallkennzahlen geschlossen werden. Mit der Entwicklung der Kennzahlen zeigt das Projekt innovative Wege auf, das Abfallaufkommen im Gelände zu messen. Die statistische Auswertung mit GLMM entspricht dabei technologisch dem aktuellen *state of the art*. Gesetzliche Anforderungen bestehen für die Veranstalter nicht. Ökonomisch ist dieser Schritt den Informationsansprüchen der Veranstaltungen anzupassen. Viele Ergebnisse aus diesem Schritt lassen sich ohne neue Erhebungen auf andere Großveranstaltungen übertragen. Das Personal für die Abfallerhebung und Umfragen kann dabei von Freiwilligen unterstützt werden, was die Kosten senkt. Es ist jedoch auf eine ausführliche Schulung der Volontäre zu achten, damit die Datenqualität den Ansprüchen genügt.

2.4 Schritt 5: Einarbeitung der Ergebnisse in Geoinformationssystem (01.09.2009-28.02.2010)

Hauptergebnisse:

- Das Geoinformationssystem für die Rheinkultur ist eingerichtet und das Abfallaufkommen sowie Konfliktbereiche analysiert.
- Es zeigen sich zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten für die Behälterstellung und den Schutz sensibler Lebensräume.

In diesem Schritt sollte ein Geoinformationssystem aufgebaut werden, das als Planungs- und Analysetool das Abfallmanagement mit den notwendigen Informationen versorgt. Hierfür wurden die Biotoptypkartierung und -bewertung sowie die Abfallmanagementzonen und das Abfallaufkommen in Behältern und durch Littering in verschiedenen Layern (shape-files) dargestellt. Darüber hinaus gingen Abfallmaßnahmen in die Karten mit ein. Durch die Kombination dieser Informationen wurden Konflikte der Veranstaltungsnutzung, die mit wilden Ablagerungen und Trittschäden einhergeht, mit Naturschutzzielen im GIS analysiert. Für die Darstellung des GIS wurden die vier folgenden Planwerke erstellt (Alle Pläne sind in Anhang 3 zu finden):

1. „Biotoptypenkarte – Bestand und Bewertung“ (siehe 2.2)
2. „Maßnahmen und Zonierung“
3. „Analyse des Müllaufkommens“
- 4a. „Konfliktanalyse Müllaufkommen“
- 4b. „Konfliktanalyse Deckungsverlust Vegetation“

2.4.1 Methoden

Maßnahmen und Zonierung: In dieser Karte wurden die Abfallmanagementzonen sowie alle Maßnahmen lokalisiert, die zur Vermeidung sowie zur Analyse des Müllaufkommens durchgeführt wurden. Die Karte stellt noch keine Bewertung des Müllaufkommens dar, sondern die flächendeckende Zonierung des Festivalgeländes einschließlich der zugehörigen festgelegten Referenzflächen. Sie werden farblich voneinander abgegrenzt und in der Legende erläutert. Auch über die Position sowie die Art der Abfallbehälter gibt der Plan Auskunft.

Analyse des Müllaufkommens: Die weiterführende Karte „Analyse des Müllaufkommens“ wurde erstellt, um die Ergebnisse der Müllfassung zu dokumentieren und zu visualisieren. Aufbauend auf der Karte „Maßnahmen und Zonierung“ stellt diese Karte eine Wertung des Müllaufkommens dar. Zum einen werden die Füllstände aller Behälter in % abgebildet. Diese werden den vier Stufen „Gering“ bis „Sehr hoch“ zugeordnet, die wie folgt definiert sind:

<= 33 %:	Gering
33 – 66 %:	Mittel
67 – 100 %:	Hoch
>= 100 %:	Sehr hoch

Dabei variiert die Darstellung der Behälter in ihrer Farbe, um so die Füllmenge zu verdeutlichen. Die Behältertypen werden in dieser Karte nicht unterschieden. Zum anderen wird der Einzugsbereich der Behälter durch Kreise dargestellt. Der Einzugsbereich gibt dabei die Fläche an, die bei durchschnittlichem Littering durch einen Behälter entsorgt werden könnte. Er errechnet sich aus dem Behältervolumen, der Schüttdichte für Restmüll sowie dem durchschnittlichem Littering der Rheinkultur 2009. Die Kombination des Füllstands eines Behälters mit seinem Einzugsbereich gibt Auskunft darüber, wie gut die Behälterkapazität genutzt wurde.

Das Müllaufkommen der Referenzflächen gleichen Nutzungstyps gab Aufschluss über das durchschnittliche Littering pro Stunde und m² in der zugehörigen Zone und konnte so auf die jeweiligen Zonen gleichen Typs übertragen werden. Zur Einteilung der Kategorien wurden die Ergebnisse des Litterings in den verschiedenen Abfallmanagementzonen aus den Jahren 2009 und 2010 der Rheinkultur herangezogen, um einen ausreichend großen Datensatz zur Verfügung zu haben. Hierbei ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Eingängen (außen), den Eingängen (innen), den Bühnen- und Getränke zonen sowie allen anderen Zonentypen. Die Berechnung der Mittelwerte dieser vier Gruppen führte zu der folgenden vierstufigen Skala:

<= 1,5 g:	Gering
1,5 – 2,9 g:	Mittel
3,0 – 4,4 g:	Hoch
>= 4,5 g:	Sehr hoch

Diese wurden im GIS in vier unterschiedlichen Farben dargestellt.

Auch der Abfall, welcher auf den einzelnen Referenzflächen pro Stunde und m² angefallen ist, wird dargestellt. Diese Mengen wurden absolut ermittelt und den gleichen vier Wertigkeitsstufen zugeordnet. Diese sind durch unterschiedlich große Darstellung der Symbole sowie farbige Differenzierung in der Karte verdeutlicht:

<= 1,5 g:	Gering
1,5 – 2,9 g:	Mittel
3,0 – 4,4 g:	Hoch
>= 4,5 g:	Sehr hoch

Konfliktanalyse Müllaufkommen: In der Karte „Konfliktpotenzial Müllaufkommen“ wurden die Ergebnisse der dreistufigen Biotoptypbewertung und das gemittelte Müllaufkommen der Zonen verschnitten. Die visuelle Überlagerung von bewerteten Biotopen sowie einer Wertung des Müllaufkommens ermöglicht die Identifizierung von Konfliktbereichen. Im Ergebnis entsteht eine Konfliktkarte, in der eine vierstufige Wertung des Littering-Konfliktpotenzials in den Lebensräumen des Parks abgebildet wird. Die Wertung des Konfliktpotenzials folgt dabei dem Regelsystem in Tab. 10. In der Konfliktkarte nicht gewertete Bereiche liegen außerhalb des Veranstaltungsgeländes. Trotzdem können sich gerade auf diesen Flächen wertvolle Biotope befinden, die durch zur Veranstaltung strömende Besucher ebenso einem Konfliktpotenzial ausgesetzt sein können.

Tab. 10: Regelsystem zur Bestimmung des Littering-Konfliktpotenzials.

	Biotoptypbewertung	Gering	Mittel	Hoch
Litteringklasse				
Gering		Gering	Gering	Mittel
Mittel		Gering	Mittel	Hoch
Hoch		Mittel	Hoch	Hoch
Sehr hoch		Mittel	Hoch	Sehr hoch

Konfliktanalyse Deckungsverlust Vegetation: Zusätzlich zur Vermüllung von Lebensräumen sind aber auch die Trittschäden im Zuge der Veranstaltungsnutzung zu berücksichtigen. Durch Rasenwiederherstellungsmaßnahmen und Abdeckungen entstehen Veranstaltern auch in Lebensräumen geringer Wertigkeit relevante Kosten. Zur Visualisierung der Konflikte wurde der mittlere Verlust der Vegetationsdeckung der einzelnen Veranstaltungszonen berechnet und entsprechend der folgenden Stufen drei Kategorien zugeordnet:

<5% Verlust der ursprünglichen Vegetationsdeckung:	Gering
5 – 10% Verlust der ursprünglichen Vegetationsdeckung:	Mittel
>10% Verlust der ursprünglichen Vegetationsdeckung:	Hoch

Diese Kategorien wurden wie auch beim Littering mit der Wertung des Biotoptyps verschnitten. Dabei kamen die Regeln in Tab. 11 zum Einsatz.

Tab. 11: Regelsystem zur Bestimmung des Trittschaden-Konfliktpotenzials.

Biotopbewertung	Gering	Mittel	Hoch
Vegetationsverlustklasse			
Gering	Gering	Mittel	Hoch
Mittel	Mittel	Mittel	Hoch
Hoch	Hoch	Hoch	Hoch

2.4.2 Ergebnisse

Maßnahmen und Zonierung: Die Abfallmanagementzonen sind über das gesamte Festivalgelände verteilt (Anhang 3: Karte „Maßnahmen und Zonierung“). Es gab auf der Rheinkultur 2009 fünf Bühnenzonen, fünf Eingangszonen mit den entsprechenden Außen- und Innenbereichen, vier Foodzonen sowie sieben Getränkezone, die durch Ruhe- und Durchgangszonen miteinander in Verbindung standen. Daneben sind kleinflächig Sanitärbereiche vorhanden. Die hohe Anzahl von Behältern kommt vor allem durch fest installierte Parkkleinbehälter zustande, während die Guidosilos nur in kleiner Zahl im zentralen Veranstaltungsbereich gestellt wurden. Als Maßnahmen sind zahlreiche Abzäunungen, die Eingangskontrollen, Pfandsysteme in den Getränkebereichen sowie Abfalltrennungsmöglichkeiten bei den 240-l Tonnen eingetragen. Als Informationsmaßnahme wurde der Sitz des Green-Teams und der Infostand kartiert. Zusätzlich gab es Banner im Bereich der beiden Haupteingänge und Abfalltrennung in allen Guidosilos. Diese Karte dient als Grundlage für die Analyse des Müllaufkommens.

Analyse des Müllaufkommens: Die Karte „Analyse des Müllaufkommens“ in Anhang 3 zeigt das mittlere Littering der einzelnen Zonenkategorien sowie das Littering in den Referenzflächen und die Behälterfüllung zum Ende des Festivals. Zusätzlich sind die Einzugsbereiche der Behälter eingetragen.

Man erkennt das sehr hohe Littering in den äußeren Eingangsbereichen. Zur Eindämmung des Müllaufkommens in diesen Bereichen wird empfohlen, zumindest in weniger frequentierten Bereichen geschlossene Glascontainer sowie Abfallbehälter zur Verfügung zu stellen. Das Littering in den Bühnen- und Getränkezone wurde als hoch eingestuft, was vor allem auf die hohe Besucherdichte in diesen Zonen zurückzuführen ist. Demgegenüber ist das Littering in den inneren Eingangsbereichen gering, was die Effizienz der Flaschenkontrolle unterstreicht. Alle anderen Zonen wiesen ein intermediäres Littering auf.

Die Überschneidung der Behältereinzugsbereiche ist vor allem im Zentrum des Veranstaltungsgeländes sichtbar. Interessanterweise sind die absoluten Werte der Littering-Referenzflächen in diesem Bereich auch meist mittel bis gering und nur selten hoch. Ganz anders gestaltet sich die Situation im Süden und Norden des Veranstaltungsgeländes: Hier sind auf den Referenzflächen häufig sehr hohe Litteringwerte gemessen worden. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem positiven Einfluss der Behälterstellung auf die wilden Ablagerungen. Das GIS-System zeigt dabei ganz deutlich in welchen Bereichen eine zusätzliche Behälterstellung notwendig ist, nämlich dort, wo die Einzugsbereiche der Behälter die Fläche nicht abdecken. Die Behälterfüllung ist überwiegend sehr gut. In den Bühnenbereichen zeigt sich allerdings, dass die Behälterkapazität deutlich schlechter genutzt wird, was vor allem für die dort befindlichen Guidosilos gilt. Diese Behälter könnten aber leicht aus dem Bühnenbereich herausgerückt werden, um ihre Wirksamkeit zu erhöhen. Die vorhandenen Parkabfalleimer weisen häufig einen Füllstand von über 100 % auf. Diese haben nur einen geringen Einzugsbereich, da sie lediglich ein Fassungsvermögen von 36 l

aufweisen, was wiederum den hohen Füllstand erklärt. Der Füllstand der deutlich größeren Müllinseln mit Deckeln war dagegen deutlich geringer und kann nicht ins Verhältnis zu dem ermittelten Littering in den Zonen gesetzt werden. Aus dieser Erkenntnis heraus sollten zukünftig offene Müllbehälter verwendet werden. Diese müssen z.B. durch Ketten befestigt werden, sodass sie nicht mehr von ihrem Standort entfernt werden können, da sie teilweise von den Standmitarbeitern in den Foodbereich verlagert wurden.

Insgesamt erlaubt die GIS-Analyse eine zielgerichtete Planung der Behälterstellung in Zonen, die besonders von Littering betroffen sind.

Konfliktanalyse Müllaufkommen: Durch die Visualisierung im GIS werden zahlreiche Konflikte zwischen Littering und hochwertigen Lebensräumen sichtbar (Anhang 3). Insbesondere Flächen im Eingangsbereich außerhalb der Festivalgrenzen weisen ein hohes Konfliktpotenzial auf. Des Weiteren geht auch für einige Feldgehölze sowie Baumreihen und Baumgruppen innerhalb des Festivalgeländes eine Beeinträchtigung durch die Abfallbildung aus. Im Bereich der Grünen Bühne kann zudem ein hohes Konfliktpotenzial für die flussnahen Rasenbereiche festgestellt werden. Diese Wertung ergibt sich aus dem hohen Müllaufkommen des Bühnenbereichs einerseits und aus der mit „mittel“ bewerteten Rasenfläche andererseits. Viele Flächen sind zudem einem mittleren Konfliktpotenzial ausgesetzt. Viele dieser Konflikte lassen sich leicht durch veränderte Zaunstellung beheben. Diese Maßnahme wurde für die Rheinkultur 2010 geplant. Darüber hinaus muss das vorhandene Angebot zur Müllvermeidung ausgeweitet und die Wahrnehmung des Angebotes durch die Besucher gestärkt werden. Die Umfrage sowie die Auswertung des Müllaufkommens ergeben, dass der Wille zum umweltbewussten Verhalten auch während des Festivals bei einem Großteil der Besucher vorhanden ist. Dieses Potenzial sollte genutzt werden, denn ein Konzept kann nur mit der Unterstützung der Festivalbesucher erfolgreich sein.

Konfliktanalyse Deckungsverlust der Vegetation: In Entsprechung zum Abfallaufkommen, das zu großen Teilen durch die Teilnehmendenzahl definiert ist, finden sich in den äußeren Eingangszonen, den Bühnen- und Getränkebereichen die höchsten Konfliktpotenziale zwischen Trittbelastung und Biotopwert (Anhang 3). Zusätzlich ist ein mittleres Konfliktpotenzial im Bereich der Durchgangszonen zu finden. An allen untersuchten Festivals hat die Vegetationsdeckung im Laufe der Veranstaltung um durchschnittlich 21,1% der ursprünglichen Deckung abgenommen. Die wiederholte Nutzung des Rheinkulturgeländes für Veranstaltungen zeigt sich auch an der insgesamt niedrigen Deckung der Krautschicht in den Vegetationsaufnahmen. Im Anschluss an die Rheinkultur 2009 konnte nur eine sehr geringe, quantitativ nicht erfassbare weitere Reduktion der Krautschicht in den Vegetationsaufnahmen festgestellt werden, da der Zustand bereits vor dem Festival bedenklich war. Der Vegetationsverlust ist in Bühnen- und Durchgangszonen wahrscheinlich kaum zu beeinflussen. Jedoch ist ein Trittschaden in Gehölzen auf dem Veranstaltungsgelände zu vermeiden. Für diese Fälle wurden Abzäunungen für die Rheinkultur 2010 geplant.

Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung: Die Visualisierung des Abfallaufkommens im Gelände und in den Behältern sowie die anschließende GIS-Auswertung des Konfliktpotenzials ermöglicht die genaue Analyse des Abfallmanagements und der Wirksamkeit von Abfallmaßnahmen sowie die Ableitung zahlreicher neuer Maßnahmen. Der Output des Systems ist leichter verständlich als die statistische

Auswertung. Außerdem können Abfallmaßnahmen mit räumlichem Bezug geplant werden. Sensible Naturräume fließen dabei genauso ein wie Abfallaufkommen, Behälternutzung, Trittbelastung und Abfallmaßnahmen. Somit erweist sich die technologisch aufwendige Nutzung eines GIS für das Abfallmanagement als sehr hilfreich. Das System geht über die gesetzlichen Anforderungen weit hinaus und schafft Möglichkeiten des Abfallmanagements, die ohne GIS nicht denkbar wären. Ökonomisch erweist sich die Einrichtung des Systems als kostenintensiv, da Feldrechner und die GIS-Software angeschafft sowie sämtliche Grundkarten erstellt werden müssen. Auch ist die Kartierungsarbeit in der Regel nur mithilfe von Experten zu leisten. Einmal erstellt, ist die Fortschreibung der Kartengrundlage jedoch deutlich vereinfacht. Daher ist das System vor allem für wiederholt stattfindende Veranstaltungen sinnvoll. Die in diesem Projekt demonstrierte Pilotphase der Entwicklung des Systems zeigt aber auch viele Vereinfachungsmöglichkeiten. So können viele Gesetzmäßigkeiten aus den vorhandenen Erfahrungen übertragen werden, die dann nicht flächendeckend sondern nur punktuell überprüft werden. Auch lässt sich der Detailgrad der Grundkarten reduzieren, was die Kartierarbeit vereinfacht. Besonders bei Veranstaltungen mit einem sehr großen Optimierungspotenzial genügt daher wahrscheinlich ein abgespecktes System, um bereits eine signifikante Verbesserung im Abfallmanagement zu erreichen. In diesem Projekt, in dem die Rheinkultur als Festival mit bereits sehr günstigen Abfallkennzahlen als Partner fungierte, war ein detailliertes System jedoch hilfreich, um eine weitere Umweltentlastung zu erreichen.

2.5 Schritt 6: Zwischenpräsentation der Ergebnisse in Osnabrück (22.03.2010)

Hauptergebnisse:

- Die Ergebnisse des ersten Projektjahrs wurden präsentiert.
- Ein Workshop zum Projekt wurde für die GreenEvents Tagung im November 2010 in Bonn vereinbart.

Die Ergebnisse des ersten Projektjahrs wurden bei einem Treffen mit Herrn Heidenreich und Herrn Gruber von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück präsentiert. Dabei ging es vor allem um den Mehrwert des GIS-Systems für das Abfallmanagement und die weitere Öffentlichkeitsarbeit zur Verbreitung der Projektergebnisse. Das System sollte beim Deutschen Fußballbund für eine mögliche Anwendung bei der Frauenfußball WM 2011 vorgestellt werden. Zudem wurde vereinbart, einen Workshop zum Projekt mit weiteren Akteuren aus der Veranstaltungsbranche auf der GreenEvents Tagung vom 2.-3.11.2010 in Bonn durchzuführen.

2.6 Schritt 7: Planung der Abfalllogistik und Abfallerhebung auf der Rheinkultur 2010 (01.03.-04.07.2010) und Schritt 8: Auswertung und Abschlussdokumentation (05.07.-22.12.2010)

Hauptergebnisse:

- Die Gesamtabfallmengen wurden von 2009 auf 2010 von 51 t um fast 8 t auf 43 t Gesamtabfall reduziert und die Abfalltrennungsquote im Publikumsbereich auf 37% erhöht. Aus beiden Ergebnissen ergibt sich eine Gesamtumweltentlastung von 12,2 t Restmüll.
- Neu entwickelte (weitere Abfallsäcke mit Trennungsoption und vorgelagerte Müllstationen vor den Einlässen, verbesserte Stellung der Guidosilos, Sonderleerung der Guidosilos in der Anfangsphase, zusätzliche Mülltonnen in Nachbarschaft zu den Parkkleinbehältern, Öffnung aller 240-l Tonnen, Abzäunung von wertvollen Gehölzbeständen, Intensivierung der Kommunikationsmaßnahmen) sowie erprobte Abfallmaßnahmen und eine erneute Abfallerhebung wurden auf der Rheinkultur 2010 durchgeführt. Die Ergebnisse wurden im GIS analysiert.
- Das Littering und hier vor allem das Glaslittering in den äußeren Eingangszonen konnte deutlich reduziert werden. Bühnen- und Getränkezone sind insgesamt die Zonen mit dem höchsten Littering, wenn die äußeren Eingänge ausreichend mit Behältern ausgestattet sind.
- Behälterstellung reduzierte das Littering signifikant. Darüber hinaus bewirkten Banner bei der Rheinkultur 2010 eine Verringerung des Littering und eine Verbesserung der Behälterfüllungsrate.
- Die Öffnung von 240-l Tonnen und die gezielte Behälterstellung erwies sich als positiv für die Behälterfüllung.
- Durch das geringere Littering und die verbesserte Abzäunung von sensiblen Lebensräumen konnten fast alle Konfliktbereiche zwischen Naturschutz und Vermüllung durch das Festival beseitigt werden. Die Trittschäden waren 2010 durch einen Starkregen gravierender als 2009. Trotzdem gab es in vielen Bereichen des Festivalgeländes auch deutliche Verbesserungen des Konfliktpotenzials zwischen Trittbelastung und Lebensraumwert.
- Die Projektergebnisse wurden einem breiten Publikum im Rahmen der Kommunikationsstrategie der Rheinkultur zugänglich gemacht. Darüber hinaus wurden sie Akteuren der Veranstaltungsbranche in direkten Gesprächen und auf einer Fachtagung präsentiert. Zusätzlich wurden die Methodik und die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Zeitschrift und auf einer wissenschaftlichen Tagung veröffentlicht.

Im zweiten Projektjahr wurde eine Reihe neuer Abfallmaßnahmen in Angriff genommen. So sollten Abfallsäcke mit Trennungsoption auch im Bereich der beiden Haupteinlässe aufgehängt werden und vorgelagerte Müllstationen vor den Einlässen eingerichtet werden. Guidosilos sollten nicht mehr in den Bühnenzonen gestellt werden, sondern eher in den Food- und Getränkezone. Zudem wurde geplant diese am Nachmittag von Händlermüll zu befreien und diesen dann dem Recycling im Backstage-Bereich zuzuführen. Parkbehältern, die bekanntermaßen bei der Rheinkultur 2009 überfüllt waren, wurden zusätzliche Mülltonnen zur Seite gestellt, wobei während der Veranstaltung darauf geachtet wurde, dass

die Tonnen geöffnet waren. Außerdem wurden wertvolle Gehölzbestände während der Veranstaltung zusätzlich abgeäunt.

Als Kommunikationsmaßnahmen wurde am Infostand ein Abfallkubus aufgestellt. Mit dieser Installation sollte auf das Abfallthema aufmerksam gemacht werden. Die Greenrocks-Homepage wurde 2010 direkt im Bereich der offiziellen Rheinkulturseite angesiedelt, um das Auffinden zu erleichtern. Zusätzlich wurden praktischen Tools und Hilfen für die Besucherinnen und Besucher eingefügt. Im Programmheft wurde prominent auf das DBU-Projekt hingewiesen, und der Projektbericht wurde auf der Homepage zur Verfügung gestellt.

Die Abfallerhebung wurde 2010 mit der gleichen Methodik wiederholt und die Ergebnisse in das GIS eingepflegt. Um Änderungen gegenüber 2009 nachvollziehbar zu machen, wurde das Tool für diese Applikation überarbeitet.

Die Projektergebnisse wurden auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie als Poster präsentiert (CIERJACKS et al. 2010). Außerdem wurden wie geplant im November auf der GreenEvents Tagung in Bonn zwei Workshops mit Akteuren aus der Veranstaltungsbranche abgehalten, auf denen das Projekt vorgestellt und diskutiert wurde. Daneben wurde das Tool beim Deutschen Fußballbund in Frankfurt und beim Deutschen Ski-Verband in München vorgestellt. Die Methodik wurde in einem englischen Manuskript zusammengefasst, welches im März 2011 bei der Zeitschrift Ecological Indicators eingereicht wurde und sich derzeit in Begutachtung befindet (CIERJACKS et al. submitted).

2.6.1 Methoden

Gesamtabfall: Der Abfall, der auf den beiden Festivals der Rheinkultur 2009 und 2010 anfiel, wurde auf der Basis der Abfallabrechnungen ausgewertet, um die Umweltentlastung durch das Projekt abschätzen zu können. Aufgrund der offensichtlich ungenügenden Datenlage vor dem Projekt wurde die Abfallmenge 2010 mit der Abfallmenge 2009 verglichen und angenommen, dass 2009 durch den kurzen Vorlauf vor Projektbeginn noch keine relevanten Einsparungen stattfanden. Wie auch bei der Rheinkultur 2009 wurden diese Ergebnisse mit den mittleren Litteringmengen, den daraus hochgerechneten Gesamtlitteringmengen auf dem Veranstaltungsgelände sowie den erhobenen Behälterfüllungsdaten verglichen. Zusätzlich wurde anhand dieser Zahlen die Abfalltrennungsraten bestimmt. Hier wurde mit den angenommenen 22% Trennungsraten vor dem Projekt gerechnet und diese mit der Zunahme der Abfalltrennung in den Jahren 2009 und 2010 verglichen. Die Abfallmenge, die im Vergleich zu den 22% zusätzlich getrennt wurde, wurde als Reduktion der Restmüllmenge gewertet und als zusätzliche Umweltentlastung geltend gemacht. Darüber hinaus wurde sortenrein gesammelter Verpackungsmüll inklusive Kunststoff-Pfandflaschen aus dem Eingangsbereich, welcher gemäß Abfallerhebung ca. 2% des in Behälter entsorgten Abfalls ausmachte, aber nicht in der Abrechnung berücksichtigt ist, da er kostenfrei entsorgt wird, auf die Gesamtabfallmengen laut Abrechnung hochgerechnet. Diese Menge wurde ebenfalls als Einsparung beim Restmüll gezählt. Von statistischen Tests musste bei diesen Berechnungen abgesehen werden, da die beiden Festivals für sich einzigartige Ereignisse sind und es sich statistisch nicht absichern lässt, ob die Unterschiede zufällig, oder durch das Projekt begründet sind. Trotz allem kann die Projektwirkung durch den Vergleich plausibel gemacht werden.

Littering und Behälterfüllung: Wie auch bei der Rheinkultur 2009 wurden die Daten mit der entwickelten Methodik erhoben und mithilfe von GLMM ausgewertet. Hierfür wurden die Daten 2010 allein sowie die Daten von 2009 und 2010 zusammen ausgewertet. Ein statistischer Vergleich zwischen 2009 und 2010 wurde nicht unternommen, da die Statistik keine Aussage darüber zulässt, ob die Unterschiede zufällig oder durch das Abfallmanagement verursacht sind. Daher soll auch hier über den nicht testbasierten Vergleich die Wirkung der Maßnahmen qualitativ bewertet werden.

GIS-Auswertung: Die Ergebnisse wurden in das GIS eingepflegt. Dabei war es wichtig, Änderungen gegenüber 2009 kenntlich zu machen. Es wurde folgen Planwerke erstellt (Siehe Anhang 6).

1. „Maßnahmen und Zonierung“ mit allen 2010 neu hinzugekommen Maßnahmen
2. „Analyse des Müllaufkommens“
- 2b. „Analyse des Müllaufkommens. Differenz zu 2009“
- 3a. „Konfliktanalyse Müllaufkommen“ mit Veränderungen gegenüber 2009
- 3b. „Konfliktanalyse Deckungsverlust Vegetation“ mit Veränderungen gegenüber 2009
- 4 „Mittlerer Deckungsverlust der Vegetation“ mit Veränderungen gegenüber 2009

2.6.2 Ergebnisse

Gesamtabfall: Laut Abfallabrechnung wurden im Jahr 2010 43,2 t Abfall produziert (Tab. 12). Das sind 7,8 t weniger als im Vorjahr. Die Haupteinsparung wurde beim Littering erreicht. Folglich ist auch das Verhältnis von Littering zum Gesamtabfall im Publikumsbereich von 58,6 auf 48,7% gesunken. Dieses Ergebnis ist vor allem auf die größere Zahl von Behältern und deren bessere Positionierung zurückzuführen. Trotz dieser guten Ergebnisse war es nicht möglich das anvisierte absolute Ziel von 42 t Abfall auf der Rheinkultur zu erreichen. Der Grund hierfür ist die zugrunde gelegte Abfallmenge vor Beginn des Projekts, die mit 44 t zu gering angesetzt war. Auch ist zu beachten, dass der Abfall 2010 durch einen Starkregen während der Veranstaltung durchnässt war und das Gewicht dadurch erhöht wurde. Schließlich sind auch die Abfallzahlen einer vorsichtigen Interpretation zu unterziehen, da ein Teil der Abfallmengen auf der Basis des Behältervolumens berechnet wurde. Hier muss zusätzlich die Füllungsrate und die genutzte Behälterkapazität beachtet werden. Insgesamt ist die Umweltentlastung gemessen an der Tatsache, dass die Rheinkultur bereits seit langem Abfallmaßnahmen durchführt, mit einer Reduktion des Gesamtabfalls um 15,3% aber deutlich höher ausgefallen als erwartet (Geplant waren 4,5%).

Tab. 12: Gesamtabfallmengen gemäß Abfallabrechnung im Vergleich zwischen den Jahren 2009 und 2010.

	2009	2010	Differenz (2009-2010)
Publikumsabfall			
Littering (Restmüll)	19.340	13.160	-6.180
Behälter (Restmüll)	3.600	3.888	+288
Behälter (Glas)	10.080	10.000	-80
<i>Summe</i>	<i>33.020</i>	<i>27.048</i>	<i>-5.972</i>
Produktionsabfall			
Behälter (Restmüll)	15.040	14.540	-5.00
Behälter (Papier)	2.920	1.580	-1.340
<i>Summe</i>	<i>17.960</i>	<i>16.120</i>	<i>-1.840</i>
Gesamtsumme	50.980	43.168	-7.812

In Entsprechung zu den Zahlen der Abrechnung sind auch die Abfallkennzahlen aus der Erhebung deutlich geringer ausgefallen (Tab. 13). Das Gesamtlittering ist von 10,2 auf 1,6 g h⁻¹ m⁻² gesunken, während sich das Littering pro Person von 3,0 auf 2,2 g Pers.⁻¹ h⁻¹ m⁻² verringert hat. Den Veränderungen liegt damit tatsächlich eine Verhaltensänderung beim Publikum zugrunde. Dieses Ergebnisse sind vor allem auf das geringere Glaslittering zurückzuführen. Aber auch der Abfall in den Behältern ist niedriger ausgefallen, wobei der Glasabfall in Behältern fast gleich geblieben ist. Nach diesen Zahlen hat sich das Verhältnis von Littering zum Gesamtabfall von 38,3% auf 14,3% gesenkt. Das Littering ist also insgesamt deutlich zurückgegangen.

Tab. 13: Littering- und Behälterkennzahlen nach Erhebung 2010.

	Gesamtabfall	Restmüll	Glas
Littering (g h ⁻¹ m ⁻²)	1.63	1.28	0.35
Littering pro Person (g Pers. ⁻¹ h ⁻¹ m ⁻²)	2.20	1.80	0.40
Littering (kg)	391.0	307.7	83.3
Hochrechnung auf Publikumsbereich der Gesamtveranstaltung			
Abfall in Behältern (kg)	2334.3	1816.9	517.4

Zusätzlich konnte im Verlauf des Projekts die Abfalltrennungsrates deutlich erhöht werden (Tab. 14). Im Publikumsbereich wurde die Zielmarke von 36% mit 37% überschritten. Bezieht man den Produktionsabfall mit ein, so ist die Trennungsrates kontinuierlich von geschätzten 22% vor dem Projekt auf 25,5% im Jahr 2009 und 26,9% im Jahr 2010 gestiegen. Nicht mitgerechnet ist hierbei kostenlos zu entsorgender Verpackungsmüll, der in den Eingangsbereichen im Rahmen des Projekts getrennt gesammelt wurde und laut Abfallerhebung ca. 2% des Gesamtabfalls ausmachte. Rechnet man den durch das Projekt (zusätzlich zu den ursprünglichen 22%) recycelten Abfall als eingesparte Restmüllmenge, so ist die Umwelt durch das Projekt um weitere 3.865 kg Abfall (1.784 kg in 2009, 2.072 kg in 2010) entlastet worden. Dazu kommen 551 kg durch die getrennte Sammlung des Verpackungsabfalls. Dadurch ergibt sich eine Gesamtumweltentlastung durch das Projekt von 12,2 t. Insgesamt konnte also die geplante Umweltentlastung von 2 t allein durch die Abfallrecyclingmaßnahmen erreicht werden, auch wenn die Zielgröße von 42 t leicht überschritten wurde. Im Produktionsbereich besteht dagegen noch Potenzial, die Abfalltrennung zu verbessern.

Tab. 14: Abfalltrennungsquote im Vergleich zwischen den Jahren 2009 und 2010.

	Schätzung vor dem Projekt	2009	2010	Differenz (2009-2010)
Publikumsabfall	?	30,5	37,0	6,4
Produktionsabfall	?	5,7	3,7	-2,1
Insgesamt	22,0	25,5	26,8	1,3

Littering und Behälterfüllung: Die Litteringdynamik zeigte während des Festivals 2010 den gleichen Verlauf wie 2009, wobei es durch die insgesamt niedrigeren Litteringwerte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Phasen gab. Wertet man beide Festivals zusammen aus, so ist der Unterschied der Anfangsphase jedoch weiterhin signifikant.

Die Unterschiede zwischen den Zonen zeigten wegen des verringerten Litterings in den äußeren Eingangszonen andere Gesetzmäßigkeiten als beim Festival 2009 (Abb. 13). Auf der Rheinkultur 2010 war das Littering in den Bühnenzonen signifikant höher als in beiden Eingangszonen sowie in den Durchgangs-, Food- und Ruhezonen. Zusätzlich waren auch die

Litteringwerte der Food- und Getränkezone signifikant höher als in den inneren Eingangszonen. Wertet man beide Festivals zusammen aus so ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Eingängen (außen), den Eingängen (innen) und allen anderen Zonen. Bei letzteren unterscheiden sich Bühnen- und Getränkezone signifikant von den Weg- und Ruhezone, während Essens- und Sanitärzone eine Zwischenposition einnehmen (Abb. 14). Die vier Zonenkategorien Eingänge (außen), Eingänge (innen), Bühne und Getränke sowie die restliche Zonen liegen der Visualisierung im GIS zugrunde.

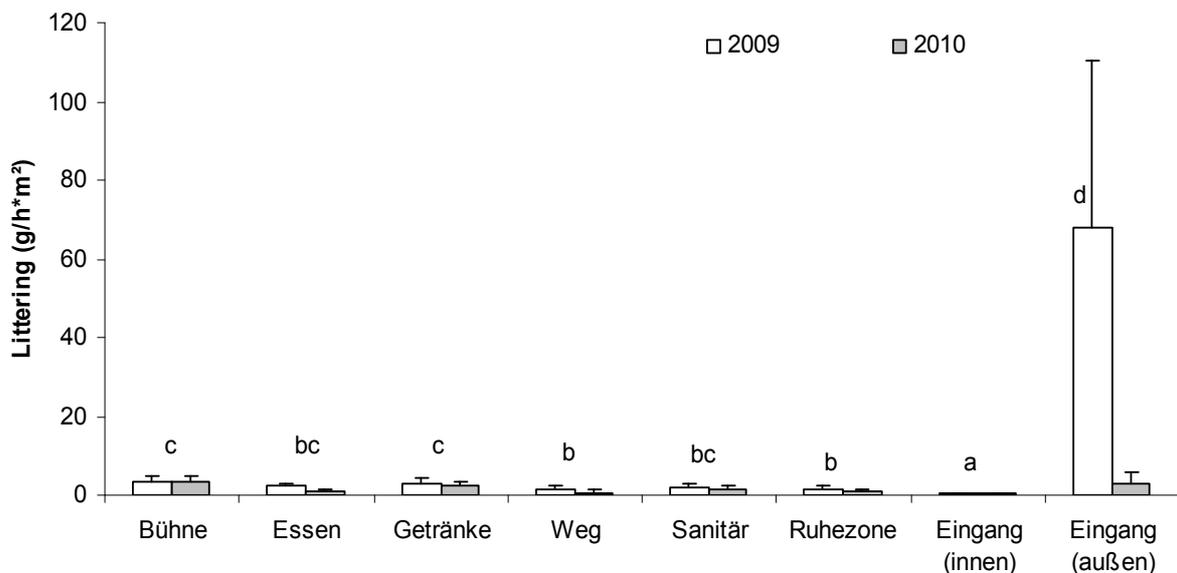


Abb. 14: Littering in den einzelnen Veranstaltungszonen auf der Rheinkultur 2009 und 2010. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM für den Gesamtdatensatz aus beiden Festivals. Fehlerbalken: Standardfehler.

Bei den Abfallmaßnahmen wirkte sich 2010 die Aufstellung von Bannern signifikant auf das Gesamtlittering und auf das Littering von Restmüll aus. Allerdings wurden keine Unterschiede bei den personenbezogenen Kennzahlen nachgewiesen, so dass eine Verhaltensänderung sich mit den Daten nicht zeigen lässt. Ebenso konnte durch die geringen Litteringwerte kein Einfluss der Behälterstellung abgesichert werden. Bei der gemeinsamen Auswertung beider Festivals ergab sich jedoch weiterhin eine signifikante Reduktion der Litteringmenge durch Behälterstellung.

Die genutzte Behälterkapazität war auch 2010 in den Parkkleinbehältern am höchsten – in den zahlreichen aufgestellten Glasbehältern jedoch am niedrigsten, während alle anderen Behältertypen dazwischen lagen. Zusätzlich ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen 240-l Tonnen und Guidosilos. Wertet man beide Festivals zusammen aus, so waren die Parkkleinbehälter von allen anderen Behältern nach wie vor die signifikant am besten genutzten Behältertypen (Abb. 15). Trotzdem war die Füllungsrate im Gesamtdatensatz zwischen 240-l Tonnen und Kleinbehältern nicht signifikant unterschiedlich. Offensichtlich hat sich die räumliche Nähe zwischen beiden Behältertypen und die Öffnung der Tonnen während der Veranstaltung positiv auf die Tonnennutzung ausgewirkt. Insgesamt ist aber die genutzte Behälterkapazität 2010 durch die große zusätzliche Zahl an Behältern sowohl bei Behältern mit als auch bei solchen ohne Abfalltrennungsmöglichkeit deutlich abgesunken. Da sich die zusätzliche Kapazität aber positiv auf das Littering auswirkt, ist diese Überkapazität

wohl notwendig, um wilde Ablagerungen zu vermeiden. Hier muss die Rheinkultur ihr Abfallmanagement noch weiter optimieren.

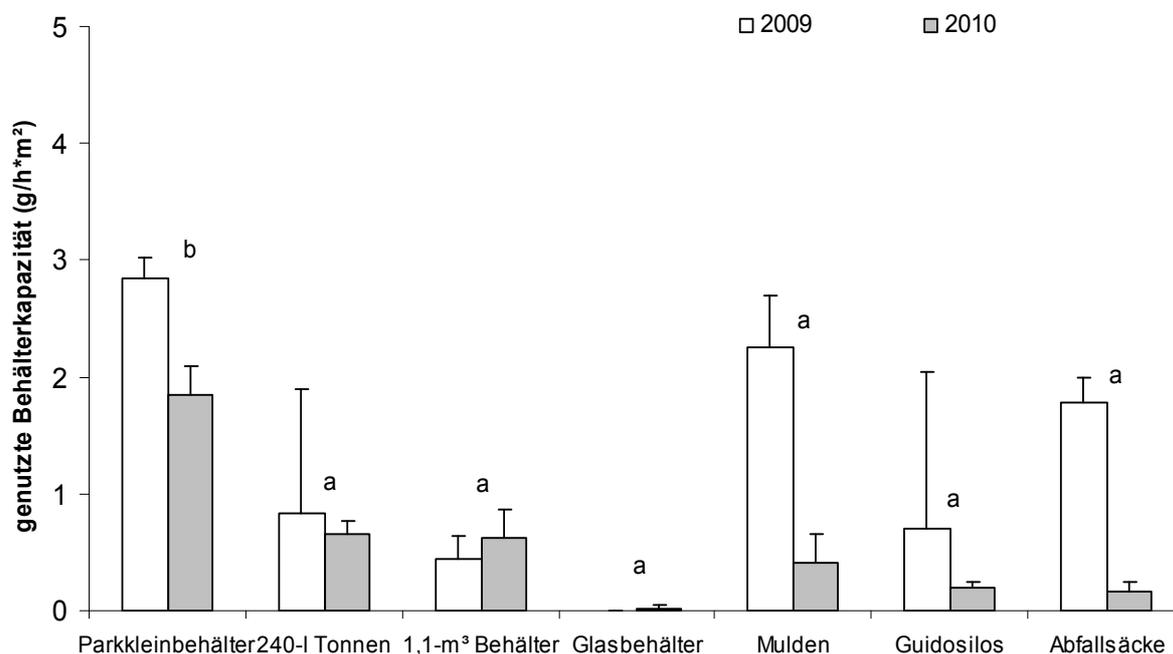


Abb. 15: Genutzte Behälterkapazität auf der Rheinkultur 2009 und 2010 in verschiedenen Behältertypen. Kleinbuchstaben beziehen sich auf signifikante Unterschiede im GLMM aus dem Gesamtdatensatz beider Festivals. Fehlerbalken: Standardfehler.

Nichtsdestotrotz gab es bezüglich der Effizienz der Abfalltrennung im Jahr 2010 deutliche Fortschritte (Tab. 15). Das zur Verfügung gestellte Behältervolumen ist durch die Abfallmaßnahmen um 50% erhöht worden. Der Anteil an Behältern mit Trennungsmöglichkeit ist dabei etwas abgesunken, da Abfalltrennung nur in den Bereichen vorgesehen war, in denen eine sortenreine Trennung auch wahrscheinlich ist. Trotzdem ist das Behältervolumen, das erfolgreich für die Abfalltrennung genutzt wurde im Verhältnis deutlich angestiegen, was zusätzlich zu den Gesamtabfalldaten für eine bessere Nutzung des Abfalltrennungspotenzials spricht.

Tab. 15: Behälterkapazität und Abfalltrennung 2009 und 2010.

Jahr	Gesamtbehälterkapazität BK (m³)	Kapazität mit Trennungsmöglichkeit BKT (m³)	Anteil BKT an BK (%)	Für sortenreine Abfalltrennung genutzte Kapazität BKST (m³)	Anteil BKST an BKT
2009	82,5	35,1	42,6	11,5	32,7
2010	129,2	42,9	33,2	17,5	40,9

Während des Festivals 2010 ist die Nutzung der Behälterkapazität wie auch 2009 kontinuierlich abgesunken, was wiederum auf die zu einem späteren Zeitpunkt bereits gefüllten Parkkleinbehälter zurückzuführen ist. Auch die Nutzung der Kapazität in den einzelnen Zonen entsprach in etwa der im Jahr 2009, sodass bei der gemeinsamen

Auswertung von 2009 und 2010 in den Food- und Getränkezone die genutzte Behälterkapazität signifikant höher war als in den äußeren Eingängen und in den Ruhezone.

Auf der Rheinkultur 2010 zeigte sich im GLMM zudem eine signifikante Wirkung der Informationsbanner auf die Behälterfüllungsrate.

GIS-Auswertung: Die Karte „Maßnahmen und Zonierung“ in Anhang 6 zeigt die umfangreichen Neuerungen bei der Behälterstellung und Abzäunung die 2010 umgesetzt wurden. Auch bei den Abfallmanagementzone gab es leichte Veränderungen, da die grüne Bühne durch eine Public Viewing Fläche ersetzt wurde, um den Besucherinnen und Besuchern die Möglichkeit zu geben, die Fußballspiele zum Abschluss der Fußball WM in Südafrika zu sehen.

Die Analyse des Abfallaufkommens zeigt, dass die sehr hohen Litteringwerte in den äußeren Eingangszonen sowie die hohen Litteringwerte in den Getränkezone auf ein mittleres Littering zurückgegangen sind. Lediglich in den Bühnenszone kann keine Änderung verzeichnet werden. Insgesamt ist auch die Überlappung der Einzugsbereiche der Abfallbehälter deutlich günstiger als 2009. In äußeren Eingängen sind nur dort besonders hohe Litteringwerte gemessen worden, wo 2010 noch immer keine Behälter standen. Die Behälterfüllung war insgesamt zufrieden stellend. Randständige Tonnen sowie Bereiche, in denen sehr viele Behälter gestellt wurden, wiesen dagegen nur einen geringen Füllungsgrad auf. Hier könnte man bei kommenden Veranstaltungen die Behälterstellung noch weiter optimieren, d. h. evtl. weniger Behälter stellen. Die Zwillingsstellung von Parkkleinbehältern und 240-l Tonnen ist ebenfalls als günstig einzustufen, da die meisten Tonnen in der Nachbarschaft der Kleinbehälter einen guten Füllungsgrad hatten. Aber auch insgesamt sind diese Behälter gut gefüllt worden – offenbar durch die Öffnung der Deckel während der Veranstaltung.

Visualisiert man die Veränderung zu 2009 (Anhang 6: Karte „Analyse des Müllaufkommens. Differenz zu 2009“), so wurde die Umwelt auf dem gesamten Festivalgelände bezüglich der wilden Ablagerungen deutlich entlastet. Ausnahmen bilden die Bühnen- und inneren Eingangszonen, wo keine Änderung festgestellt werden konnte. Lediglich auf vier Referenzflächen kam es zu einer Verschlechterung gegenüber 2009, zwei davon in der Nähe der neu eingerichteten stark frequentierten Public Viewing Zone.

Durch das geringere Littering und die verbesserte Abzäunung von sensiblen Lebensräumen konnten fast alle Konfliktbereiche zwischen Naturschutz und Vermüllung durch das Festival beseitigt werden. Nur im Public Viewing Bereich ist noch ein hohes Konfliktpotenzial vorhanden. Darüber hinaus findet sich auf dem Tanzberg eine wertvolle Baumreihe, die aus Sicherheitsgründen nicht abgezäunt werden konnte. Alle anderen Gehölze im Gelände wurden während der Veranstaltung abgezäunt und es gab nur sporadische Versuche der Besucherinnen und Besucher, durch die Zäune zu gelangen. Interessanterweise war die Deckung der Krautschicht innerhalb dieser Gehölze im Anschluss an die Rheinkultur deutlich höher als 2009 festgestellt (zwischen 10 und 25% gegenüber 2-20% im Jahr 2009). Ein Trittschaden durch eindringende Besucher war nicht oder nur in sehr geringem Umfang zu beobachten, was für die Effizienz der Abzäunung spricht.

Der Verlust der Vegetationsdeckung im Gelände war 2010 durch einen auftretenden Starkregen in fast allen Zonen größer als 2009 (Anhang 6: Karte „Mittlerer Deckungsverlust der Vegetation“). Nur in den äußeren Eingängen und in den Getränkezone nahm der

Vegetationsverlust ab. Um die Situation besser einzuschätzen, wurde im GIS genau analysiert, in welchen Bereichen die Trittschäden auftraten, und ob tatsächlich sensible Lebensräume in Mitleidenschaft gezogen wurden (Anhang 6: Karte „Konfliktanalyse Deckungsverlust Vegetation“). Ein hohes Konfliktpotenzial besteht wiederum im Bereich der Public Viewing Bühnenzone und im Bereich zwischen den Haupteingängen. Ansonsten sind Konflikte eher kleinflächig im Bereich der Durchgangszonen vorhanden. In den anderen Bühnen- und Essenszonen besteht ein mittleres Konfliktpotenzial. Verbesserungen und Verschlechterungen gegenüber 2009 halten sich in etwa die Wage. In den Essens- und Durchgangszonen sowie in der Umgebung des Auensees sind Verschlechterungen des Konfliktpotenzials zu verzeichnen, während es in den übrigen Bühnenzonen und in den Getränke zonen zu Verbesserungen kam. Insgesamt ist vor allem das Public Viewing ein Bereich, der zukünftig Beachtung finden sollte. Publikumsintensive Veranstaltungen sollten nicht in der Nähe des Auensees geplant werden, sondern eher im zentralen Veranstaltungsgelände. Trotzdem war der Vegetationsverlust 2010 durch die Witterung besonders stark, und die hier diskutierten Konflikte könnten an kommenden Veranstaltungen deutlich weniger gravierend ausfallen.

Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung: Die Einführung und Anwendung eines GIS-Systems für das Abfallmanagement auf der Rheinkultur erwiesen sich als sehr effizient, um das Abfallaufkommen und die wilde Ablagerung von Abfällen im Gelände zu reduzieren. Durch die Visualisierung im GIS konnte eine zielgenaue Ausrichtung der Abfallreduzierungsaktivitäten erreicht werden. Es wurden Potenziale sichtbar, die ohne das GIS-System nicht offen gelegt worden wären. Die Umweltentlastung von insgesamt 12,2 t Restabfall ist dabei deutlich höher, als dies vor Projektbeginn erwartet worden wäre. Hinzu kommt eine deutliche Reduzierung der Störungen des Naturraums auf dem Festivalgelände. Wie durch das System dargelegt werden konnte, kann auch der Vegetationsverlust durch eine verbesserte Planung der Besucherlenkung minimiert werden. Neben den direkten Effekten ist darüber hinaus auch mit indirekten Effekten auf das Alltagsverhalten der Besucherinnen und Besucher zu rechnen, die eine weitere Umweltentlastung zur Folge haben. Ökologisch ist das System daher sehr hoch zu bewerten. Mit der Einführung der GIS-Technologie ist das Projekt ganz neue, innovative Wege gegangen, die über das hinausgehen, was der Gesetzgeber von Veranstaltungen verlangt. Außer dem Roskilde Festival in Dänemark ist uns keine Großveranstaltung bekannt, die Geoinformationssysteme für das Abfallmanagement einsetzt. Die Kosten für die Einführung eines solchen Systems sind zu Beginn relativ hoch. Man kann für Hard- und Software mit ca. 5.000,00€ rechnen und braucht dann noch Beratung, für die weitere 5.000,00€ aufgebracht werden müssen. Für zusätzliche Abfallmaßnahmen sind in der Anfangsphase je nach Ansprüchen ebenfalls Investitionen von geschätzten 5.000,00€ notwendig. Diesen Zusatzkosten stehen zahlreiche Vorteile für den Veranstalter gegenüber. Zum einen vereinfacht sich der Aufwand für Genehmigungen, wenn ein Schutz von sensiblen Lebensräumen in der Veranstaltungsplanung verankert ist. Durch die Reduzierung von Vegetationsschäden verringert sich der finanzielle Aufwand für Rasenabdeckungen und Wiederherstellungsmaßnahmen.

Wie gezeigt werden konnte, haben auch Umweltkommunikationsmaßnahmen einen reduzierenden Einfluss auf die Abfallentstehung. Das Publikum honoriert die Anstrengungen der Veranstalter, ihr Event nachhaltiger zu gestalten, was sich in hohen Besucherzahlen niederschlagen kann. Neben diesen schlecht monetarisierbaren Wirkungen muss sich die Investition aber auch in direkten Einsparungen niederschlagen. Für die Rheinkultur ergibt sich ein Jahr nach Einführung des Systems bereits eine Einsparung von ca. 1.830,00€, wenn

man für die entsorgte Tonne Restmüll einen Preis von 150,00€ ansetzt. Kosten und evtl. Gutschriften für die Wertstoffabholung sind hierbei noch nicht berücksichtigt. Die Anfangsinvestition rechnet sich daher für eine Veranstaltung relativ schnell, auch wenn man für zusätzliche Umweltmaßnahmen pro Jahr Kosten im Bereich von 500,00€ bis 1.000,00€ ansetzt – vor allem, weil die meisten Veranstaltungen ein deutlich höheres Einsparpotenzial besitzen als die im Abfallmanagement bereits sehr erfahrene Rheinkultur. Ökonomisch sollte sich das System daher für viele Veranstalter lohnen, da mit Abschluss dieses Projekts ein erprobtes System vorliegt. Daher ist es in der Folge wichtig, das System in der Veranstaltungsbranche bekannt zu machen.

3 Fazit

Im Rahmen des Projekts wurde ein GIS-basiertes Planungstool für Großveranstaltungen entwickelt. Die Wirksamkeit des Projekts wurde anhand des Rheinkultur Festivals in Bonn demonstriert. Dabei konnten eine Reduktion des Gesamtabfalls um fast 8 t (Zielvorgabe waren 2 t) sowie eine Erhöhung der Recycling-Quote im Publikumsbereich von 30,5% im Jahr 2009 auf 37% im Jahr 2010 erreicht werden (Zielvorgabe waren 36%). Insgesamt stieg dadurch die Gesamt-Recyclingquote von geschätzten 22% vor Beginn des Projekts auf 25,5% im ersten Projektjahr und auf 26,8% im zweiten, was weitere 3,9 t Umweltentlastung durch die verringerte Menge an Restmüll (zuzüglich ca. 0,5 t von gesondert gesammeltem Verpackungsmüll) zur Folge hatte. Die ursprünglich zugrunde gelegten Zahlen bei der Abschätzung des Umweltentlastungspotenzials erwiesen sich hierbei als sehr ungenau, da keine detaillierte Auswertung der Abfallmengen vorlag. Auch die Verwendung der allgemeinen Zahlen zum Abfallaufkommen beinhaltet gewisse Unschärfen, da viele Behälter unabhängig von ihrem Füllungsgrad nach Volumen abgerechnet wurden. Daher konnte die angestrebte Reduktion der Gesamtabfallmenge auf 42 t mit 43,1 t nicht ganz erreicht werden. Trotzdem liegt auch die absolute Umweltentlastung in etwa im angestrebten Bereich.

Das System der Abfallmanagementzonierung bewirkt damit nachweislich eine deutliche Verbesserung des Abfallmanagements, und das auch bei einer Veranstaltung wie der Rheinkultur, die bereits umfangreiche Maßnahmen zur Abfallreduktion durchgeführt hat.

Die Einteilung des Veranstaltungsgeländes in Abfallmanagementzonen ermöglichte die detaillierte Analyse des Litterings, der Behälterfüllung und des Abfalltrennungsverhaltens im Verlauf der Veranstaltung. Durch die Verknüpfung mit einer Biotoptypkartierung konnten Konflikte zwischen Veranstaltungsnutzung und Naturschutz nachgewiesen werden, die im zweiten Projektjahr durch zielgenaue Maßnahmen deutlich reduziert wurden.

Allgemeine Gesetzmäßigkeiten im Abfallverhalten von Veranstaltungsteilnehmenden wurden durch die zusätzliche Analyse zweier weiterer Open-Air-Veranstaltungen statistisch abgesichert. Darüber hinaus war es durch die Wiederholung der Abfallanalyse auch möglich, die Wirksamkeit von Abfallreduzierungsmaßnahmen zu überprüfen. Die verwendete Methodik mit flächenbezogenen Abfallindikatoren ist dabei ein deutlich besseres Verfahren zur Überprüfung des Abfallaufkommens als die Gesamtabfallmengen.

Bühnen- und Getränkezone sind insgesamt Bereiche mit einem besonders hohen Littering-aufkommen. Als Maßnahmen zur Abfallreduzierung und zur Erhöhung der Abfalltrennungsrates erwiesen sich eine ausreichende Behälterstellung (vor allem in äußeren Eingangszonen), partizipative Abfallsammlingsysteme sowie Abfalltrennungssysteme in Eingangsbereichen als besonders effizient. Zusätzlich ist auch die klassische Maßnahme des Becherpfands in Getränkezone sowie die Besucherinformation mithilfe von Bannern sehr wirksam.

Insgesamt liegt mit dem GIS-Tool der Abfallmanagementzonierung ein effizientes System vor, das für unterschiedliche Großveranstaltungen angewendet werden kann und zu einer klaren Verbesserung des Abfallmanagements führt. Viele Ergebnisse können direkt auf andere Veranstaltungen übertragen werden, sodass die Einführung eines solchen Systems in Zukunft deutlich weniger aufwändig ist. Außer für das Eventmanagement können die Ergebnisse aber auch für andere Bereiche interessant sein. Abfallmanagement spielt

beispielsweise bei der Tourismusentwicklung in Schutzgebieten oder bei der Besucherlenkung in Stadtparks eine Rolle. Für solche Anwendungen sollten die Ergebnisse natürlich erneut überprüft werden, die Methodik ist insgesamt jedoch auch leicht in anderen Kontexten verwendbar.

4 Literaturverzeichnis

AGENTUR PLUSWERT und WWF SCHWEIZ: *Umweltperformance von Großveranstaltungen*. Endbericht Agentur pluswert, WWF Schweiz, 2009.

AL-KHATIB, I.A., ARAFAT, H.A., DAOUD, R. und SHWAHNEH, H.: *Enhanced solid waste management by understanding the effects of gender, income, marital status, and religious convictions on attitudes and practices related to street littering in Nablus - Palestinian territory*. Waste Management. Seiten 449-455, 29, 2009.

BRAUN-BLANQUET, J.: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, 3. Auflage, 1964.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT und DEUTSCHER OLYMPISCHER SPORTBUND: *Green Champions für Sport und Umwelt - Leitfaden für umweltfreundliche Sportgroßveranstaltungen*. 3f design, 2007.

CIERJACKS, A.: *Umweltkennzahlenbericht zum 29. Deutschen Evangelischen Kirchentag 2001 in Frankfurt und zum Ökumenischen Kirchentag 2003 in Berlin*. Endbericht Deutscher Evangelischer Kirchentag, Fulda, 2003.

CIERJACKS, A., BEHR, F. und KOWARIK, I.: *Innovative waste management for open-air festivals: Minimizing environmental damage caused by crowd in semi-natural landscapes*. 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie, 31.8-3.9.2010, Gießen. Book of Abstracts. Seite 397, 2010.

CIERJACKS, A., BEHR, F. und KOWARIK, I.: *Operational performance indicators for litter management at festivals in semi-natural landscapes*. Ecological Indicators, eingereicht.

CIERJACKS, A. und DIEFENBACHER, H.: *Vom Recyclingpapier bis zur Nullemission - Umweltmanagement beim Deutschen Evangelischen Kirchentag*, Seiten 174-182, in: ALTNER, G., LEITSCHUH-FECHT, H., MICHELSEN, G., SIMONIS, U.E., V. WEIZSÄCKER, E.U. (Hrsg.), *Jahrbuch Ökologie 2007*. Verlag C.H. Beck, München, 2006.

DE FEO, G. und DE GISI, S.: *Public opinion and awareness towards MSW and separate collection programmes: A sociological procedure for selecting areas and citizens with a low level of knowledge*. Waste Management. Seiten 958-976, 30, 2010.

DEUTSCHER EVANGELISCHER KIRCHENTAG 2009: *Aktualisierte Umwelterklärung 2009*. Endbericht 32. Deutscher Evangelischer Kirchentag, Bremen, 2009.

HEEB, J., ABLEIDINGER, M., BERGER, T. und HOFFELNER, W.: *Littering – ein Schweizer Problem? Eine Vergleichsstudie Schweiz-Europa*. Endbericht Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Wien, 2005.

HEINZL, R. und ZIMMERMANN, M.: *Handbuch Umweltschonende Großveranstaltung. Leitfaden für Planung und Durchführung unterschiedlicher Veranstaltungstypen*. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 2. Auflage, 1990.

JONES, M.: *Sustainable Event Management: A Practical Guide*. Earthscan Ltd., London, 1. Auflage, 2009.

KAULE, G.: *Arten- und Biotopschutz*. UTB, Stuttgart, 2. Auflage, 1991.

LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG NORDRHEIN-WESTFALEN: *Biotopkartierung Nordrhein-Westfalen. Grundlagen des Biotop- und Artenschutzes Nr. 4*. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, 1982.

MARANS, R.W. und LEE, Y.J.: *Linking recycling behavior to waste management planning: A case study of office workers in Taiwan*. Landscape and Urban Planning. Seiten 203-214, 26, 1993.

MICROSOFT: *What a GIG*. Futures Microsoft's European Innovation Magazine. Seiten 39-40, 31, 2008.

MUND, A.: *Grundlagen für die abfallarme Durchführung von Großveranstaltungen unter besonderer Berücksichtigung des Kundenbereichs der Verpflegung*. Rhombos Verlag, Berlin, 1999.

ÖZDILEK, H.G., YALCIN-ÖZDILEK, S., OZANER, F.S. und SÖNMEZ, B.: *Impact of accumulated beach litter on Chelonia mydas L. 1758 (green turtle) hatchlings of the Samandag coast, Hatay, Turkey*. Fresenius Environmental Bulletin. Seiten 95-103, 15, 2006.

PETROSILLO, I., ZURLINI, G., GRATO, E. und ZACCARELLI, N.: *Indicating fragility of socio-ecological tourism-based systems*. Ecological Indicators. Seiten 104-113, 6, 2006.

SILVA-CAVALCANTI, J.S., DE ARAUJO, M.C.B. und DA COSTA, M.F.: *Plastic litter on an urban beach - a case study in Brazil*. Waste Management & Research. Seiten 93-97, 27, 2009.

STATISTISCHES BUNDESAMT: *Umwelt. Abfall. 2008*. Fachserie 19 Reihe 1. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2010.

TAYLOR, D.C.: *Policy incentives to minimize generation of municipal solid waste*. Waste Management & Research. Seiten 406-419, 18, 2000.

TCHOBANOGLIOUS, G., KARAGIANNIDIS, A., LEVERENZ, H., CADJI, M. und ANTONOPOULOS, I.S.: *Sustainable waste management at special events using reusable dishware: The example of Whole Earth Festival at the University of California, Davis*. Fresenius Environmental Bulletin. Seiten 822-828, 15, 2006.

ZUUR, A.F., IENO, E.N., WALKER, N.J., SABELIEV, A.A. und SMITH, G.M.: *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer Verlag, 1. Auflage, 2009.

2. ÖKUMENISCHER KIRCHENTAG IN MÜNCHEN: *Umweltbericht. 2. Ökumenischer Kirchentag in München*, 2010.

Zitierte Websites:

<http://www.umwelt-online.de>

<http://www.umweltbundesamt.de>

5 Anhänge

Anhang 1: Beschreibung und Bewertung der kartierten Biotoptypen

AP1 Ulmenmischwald auf Auenstandort (AP1-30)

Der Ulmenmischwald westlich der Kläranlage enthält als überwiegende Baumart die Bergulme und eine dichte Strauchschicht aus Spitzahorn, Feldahorn, Blutrotem Hartriegel, Gemeinem Hasel, Brombeere und Bergulme. Im östlichen Bereich ist ein Ausbreiten der nicht einheimischen Robinie zu verzeichnen. Die strukturelle Vielfalt ist aufgrund der ausgeprägten Baum- und Strauchschicht hoch.

Artenliste:	Bergulme	(<i>Ulmus glabra</i>)
	Blutroter Hartriegel	(<i>Cornus sanguinea</i>)
	Brombeere	(<i>Rubus fruticosus</i>)
	Feldahorn	(<i>Acer campestre</i>)
	Gemeine Hasel	(<i>Corylus avellana</i>)
	Robinie	(<i>Robinia pseudoacacia</i>)
	Spitzahorn	(<i>Acer platanoides</i>)

Bedeutung: Ulmenmischwälder auf Auenstandort sind nach §62 LG NRW als gesetzlich geschütztes Biotop und nach FFH-RL als Lebensraumtyp geschützt.

Bewertung: **hoch**

AP1 Ulmenmischwald auf Auenstandort (AP1-50)

Der gut ausgeprägte Ulmenmischwald östlich der Kläranlage besitzt eine typische Artenzusammensetzung mit einheimischen Baumarten wie Bergahorn, Gemeiner Esche, Winter- und Sommerlinde, Flatter- und Bergulme, Rotbuche und Stieleiche in der Baumschicht und Gemeinem Hasel und Weißem Hartriegel in der Strauchschicht.

Artenliste:	Bergahorn	(<i>Acer pseudoplatanus</i>)
	Bergulme	(<i>Ulmus glabra</i>)
	Flatterulme	(<i>Ulmus laevis</i>)
	Gemeine Esche	(<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Gemeine Hasel	(<i>Corylus avellana</i>)
	Rotbuche	(<i>Fagus sylvatica</i>)
	Stieleiche	(<i>Quercus robur</i>)
	Sommerlinde	(<i>Tilia platyphyllos</i>)
	Weißer Hartriegel	(<i>Cornus alba</i>)
	Winterlinde	(<i>Tilia cordata</i>)

Bedeutung: Ulmenmischwälder auf Auenstandort sind nach §62 LG NRW als gesetzlich geschütztes Biotop und nach FFH-RL als Lebensraumtyp geschützt. Es handelt sich um einen typisch ausgeprägten Ulmenmischwald auf Auenstandort mit sehr hoher Artenvielfalt und hohem Natürlichkeitsgrad.

Bewertung: **hoch**

BA1 Feldgehölz aus einheimischen Baumarten (BA1-8, BA1-32, BA1-34, BA1-38, BA1-39, BA1-40, BA1-41, BA1-42, BA1-44, BA1-96, BA1-107, BA1-174, BA1-177, BA1-179, BA1-181, BA1-187, BA1-188, BA1-189, BA1-191, BA1-193, BA1-203, BA1-206, BA1-208, BA1-210, BA1-244)

Die Feldgehölze in der Rheinaue sind teilweise sehr natürlich ausgestattet. Südlich-südöstlich des Parks gibt es viele dieser Feldgehölze mit überwiegend einheimischen Baumarten. Aber auch am Auensee im Norden des Parks, im mittleren Bereich und am westlichen Rand existieren einige einheimische Feldgehölze. Die Biotope sind überwiegend artenreich und strukturreich mit Baum-, Strauch- und Krautschicht. Es konnten zur Zeit der Kartierung Singvögel wie Wacholderdrossel (*Turdus pilaris*) und Amsel (*Turdus merula*) beobachtet werden.

Artenliste:	Ampfer (unbest.)	(<i>Rumex spec.</i>)
	Berg-Ahorn	(<i>Acer pseudoplatanus</i>)
	Blauroter Hartriegel	(<i>Cornus sanguinea</i>)
	Brombeere	(<i>Rubus fruticosus</i>)
	Echte Nelkenwurz	(<i>Geum urbanum</i>)
	Efeu	(<i>Hedera helix</i>)
	Esche	(<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Feld-Ahorn	(<i>Acer campestre</i>)
	Flatter-Ulme	(<i>Ulmus laevis</i>)
	Gewöhnliche Kratzdistel	(<i>Cirsium vulgare</i>)
	Gewöhnliche Traubenkirsche	(<i>Prunus padus</i>)
	Große Brennnessel	(<i>Urtica dioica</i>)
	Große Klette	(<i>Arctium lappa</i>)
	Gundermann	(<i>Glechoma hederacea</i>)
	Hainbuche	(<i>Carpinus betulus</i>)
	Haselnuss	(<i>Corylus avellana</i>)
	Kiefer (unbest.)	(<i>Pinus spec.</i>)
	Knoblauchsrauke	(<i>Alliaria petiolata</i>)
	Kornellkirsche	(<i>Cornus mas</i>)
	Kratzbeere	(<i>Rubus caesius</i>)
	Liguster	(<i>Ligustrum vulgare</i>)
	Linde (unbest.)	(<i>Tilia spec.</i>)
	Mehlbeere	(<i>Sorbus aria</i>)
	Rotbuche	(<i>Fagus sylvatica</i>)
	Schwarzer Holunder	(<i>Sambucus nigra</i>)
	Silber-Ahorn	(<i>Acer saccharinum</i>)
	Silber-Weide	(<i>Salix alba</i>)
	Spitz-Ahorn	(<i>Acer platanoides</i>)
	Stiel-Eiche	(<i>Quercus robur</i>)
	Trauben-Eiche	(<i>Quercus petraea</i>)
	Wald-Erdbeere	(<i>Fragaria vesca</i>)
	Weidenröschen (unbest.)	(<i>Epilobium spec.</i>)
	Weißer Hartriegel	(<i>Cornus alba</i>)
	Zaun-Wicke	(<i>Vicia sepium</i>)

Bedeutung: Feldgehölze aus einheimischen Baumarten dienen der einheimischen Fauna als Lebens-, Nahrungs- und Rückzugsraum und sind nach §62 LG von Nordrhein-Westfalen geschützt.

Bewertung: **hoch**

BA0 Feldgehölz (BA0-27, BA0-235, BA0-248, BA0-249)

BB1 Gebüschstreifen, Strauchreihe (BB1-3, BB1-12, BB1-74, BB1-95, BB1-109)

BD2 Strauchhecke, ebenerdig (BD2-80, BD2-87, BD2-110, BD2-116, BD2-124, BD2-195, BD2-196, BD2-224)

Die Biotope Feldgehölz, Gebüschstreifen/Strauchreihe, Strauchhecke, ebenerdig sind als positiv zu bewerten, vor allem in Hinsicht auf ihre strukturelle Vielfalt. Es sind kleine Biotopinseln (<1 ha) und dienen als Unterschlupf und Ausweichshabitat für die Fauna, gerade in Parkanlagen, in welchen viele anthropogene Aktivitäten stattfinden. Diese Flächen bieten meist Strauch- und Krautschicht aus einheimischen und gebietsfremden Arten. Größere Bäume sind vor allem in den Feldgehölzen zu finden. In den übrigen Biotoptypen kommt vereinzelt Jungaufwuchs von Baumarten vor. Des Weiteren dienen diese Biotope dem Biotopverbund, da sie Bindeglieder zwischen verschiedenen Lebensräumen darstellen.

Artenliste:	Berg-Ahorn	(<i>Acer pseudoplatanus</i>)
	Besen-Ginster	(<i>Sarothamnus scoparius</i>)
	Chinesischer Götterbaum	(<i>Ailanthus altissima</i>)
	Efeu	(<i>Hedera helix</i>)
	Feld-Ahorn	(<i>Acer campestre</i>)
	Flockenblume (unbest.)	(<i>Centaurea spec.</i>)
	Forsythie (unbest.)	(<i>Forsythia spec.</i>)
	Große Brennessel	(<i>Urtica dioica</i>)
	Hainbuche	(<i>Carpinus betulus</i>)
	Haselnuss	(<i>Corylus avellana</i>)
	Kornellkirsche	(<i>Cornus mas</i>)
	Kuchenbaum	(<i>Cercidiphyllum japonicum</i>)
	Liguster	(<i>Ligustrum vulgare</i>)
	Purpur-Weide	(<i>Salix purpurea</i>)
	Roskastanie	(<i>Aesculus hippocastanum</i>)
	Rotblättriger Hasel	(<i>Corylus avellana fo. atropurpurea</i>)
	Schwarzer Holunder	(<i>Sambucus nigra</i>)
	Silber-Weide	(<i>Salix alba</i>)
	Sommerlinde	(<i>Tilia platyphyllos</i>)
	Stiel-Eiche	(<i>Quercus robur</i>)
	Weißer Hartriegel	(<i>Cornus alba</i>)

Bedeutung: Vor allem als Unterschlupf für Kleinsäuger (Hasen, Igel etc.) und als Habitat für Gebüschbrüter und Insekten.

Bewertung: **mittel**

BA2 Feldgehölz aus gebietsfremden Baumarten (BA2-28)**BB1 Gebüschstreifen, Strauchreihe (BB1-148)****BD2 Strauchhecke, ebenerdig (BD2-81, BD2-122, BD2-127, BD2-205, BD2-225)****BD5 Schnitthecke (BD5-72, BD5-75, BD5-76, BD6-77, BD5-83, BD5-86, BD5-131, BD5-136, BD5-237)**

Die Artenausstattung der Biotoptypen BA2, BB1 und BD2 ist von einer geringen bis keiner Natürlichkeit geprägt. Vor allem nichteinheimische Arten zeichnen diese Flächen aus. Eine geringe strukturelle Vielfalt ist für diese Flächen charakteristisch, sie bieten einheimischen Arten keinen geeigneten Lebensraum. Die Schnitthecken, welche meist in den Randbereichen bzw. als Beeteingrenzung gepflanzt wurden, bestehen zwar aus heimischen Arten, jedoch bieten diese ebenfalls keinen geeigneten Lebensraum für die Fauna, da durch die regelmäßige Pflege (Schnitt) Störungen der Arten stattfinden.

Artenliste:	Breitwegerich	(<i>Plantago major</i>)
	Chinesischer Götterbaum	(<i>Ailanthus altissima</i>)
	Feld-Ahorn	(<i>Acer campestre</i>)
	Gemeine Eibe	(<i>Taxus baccata</i>)
	Gemeine Schafgarbe	(<i>Achillea millefolium</i>)
	Große Brennnessel	(<i>Urtica dioica</i>)
	Hainbuche	(<i>Carpinus betulus</i>)
	Hirtentäschel	(<i>Capsella bursa-pastoris</i>)
	Kletten-Labkraut	(<i>Galium aparine</i>)
	Liguster	(<i>Ligustrum vulgare</i>)
	Pappel (unbest.)	(<i>Populus spec.</i>)
	Robinie	(<i>Robinia pseudoacacia</i>)
	Rotbeerige Zaunrübe	(<i>Bryonia dioica</i>)
	Storchschnabel (unbest.)	(<i>Geranium spec.</i>)
	Spießblättrige Melde	(<i>Atriplex hastata</i>)
	Wiesen-Rispengras	(<i>Poa pratensis</i>)
	Wolliges Honiggras	(<i>Holcus lanatus</i>)
	Zwergmispel (unbest.)	(<i>Cotoneaster spec.</i>)

Bedeutung: gering

Bewertung: **gering**

BE1 Weiden-Ufergehölz (BE1-0, BE1-2, BE1-4, BE1-13, BE1-229, BE1-251)

Weiden-Ufergehölze befinden sich am südlichen Rand des Auensees. Die Flächen sind struktureich und aus einheimischen Gehölzen bestehend.

Artenliste:	Berg-Ahorn	(<i>Acer pseudoplatanus</i>)
	Große Brennnessel	(<i>Urtica dioica</i>)
	Hainbuche	(<i>Carpinus betulus</i>)
	Schwarzer Holunder	(<i>Sambucus nigra</i>)
	Silber-Weide	(<i>Salix alba</i>)
	Stiel-Eiche	(<i>Quercus robur</i>)
	Weißer Hartriegel	(<i>Cornus alba</i>)

Bedeutung: Diesen Biotopen, die nach §62 LG von Nordrhein-Westfalen und nach FFH-RL geschützt sind, kommt eine hohe Bedeutung als Lebensraum für die einheimische Flora und Fauna zu.

Bewertung: **hoch**

BF0 Baumgruppe, Baumreihe (BF0-129, BF0-130)

BF1 Baumreihe (BF1-7, BF1-66, BF1-139, BF1-142, BF1-144, BF1-151, BF1-154, BF1-166, BF1-171, BF1-172, BF1-198, BF1-209, BF1-219, BF1-220, BF1-221, BF1-223, BF1-226, BF1-247, BF1-250)

BF2 Baumgruppe (BF2-5, BF2-17, BF2-18, BF2-37, BF2-63, BF2-155, BF2-157, BF2-163, BF2-164, BF2-175, BF2-178, BF2-180, BF2-207, BF2-211, BF2-212, BF2-218)

BF6 Obstbaumreihe (BF6-137, BF6-138)

Baumgruppen, Baumreihen und Obstbaumreihen aus vorwiegend einheimischen Gehölzen befinden sich im Außenbereich des Parkgeländes entlang der Wege. Als Baumarten kommen überwiegend Ahorn, Rotbuche und Kirsche vor. Teilweise gibt es auch eine Krautschicht aus Brennessel, Brombeere und Wiesen-Labkraut. Als Bindeglied zu anderen Gehölzbiotopen haben diese Flächen eine gewisse Bedeutung für den Biotopverbund.

Artenliste:	Berg-Ahorn	(<i>Acer pseudoplatanus</i>)
	Chinesischer Götterbaum	(<i>Ailanthus altissima</i>)
	Erle (unbest.)	(<i>Alnus spec.</i>)
	Esskastanie	(<i>Castanea sativa</i>)
	Feld-Ahorn	(<i>Acer campestre</i>)
	Kirsche (unbest.)	(<i>Prunus spec.</i>)
	Linde (unbest.)	(<i>Tilia spec.</i>)
	Rotbuche	(<i>Fagus sylvatica</i>)
	Schwarz-Pappel	(<i>Populus nigra</i>)
	Silber-Pappel	(<i>Populus alba</i>)
	Spitz-Ahorn	(<i>Acer platanoides</i>)
	Süß-Kirsche	(<i>Prunus avium</i>)
	Silber-Weide	(<i>Salix alba</i>)
	Wald-Kiefer	(<i>Pinus sylvestris</i>)
	Zeder (unbest.)	(<i>Cedrus spec.</i>)

Bedeutung: Als Lebensraum für Flora und Fauna kommt diesen Biotopen eine mittlere Bedeutung zu.

Bewertung: **mittel**

BF0 Baumgruppe, Baumreihe (BF0-143)

BF1 Baumreihe (BF1-55, BF1-62, BF1-89, BF1-90, BF1-92, BF1-94, BF1-98, BF1-111, BF1-113, BF1-123, BF1-128, BF1-132 BF1-146, BF1-149, BF1-153, BF1-156, BF1-167, BF1-176, BF1-185, BF1-233)

BF2 Baumgruppe (BF2-10, BF2-17, BF2-33, BF2-36, BF2-43, BF2-47, BF2-52, BF2-56, BF2-65, BF2-67, BF2-69, BF2-79, BF2-84, BF2-85, BF2-91, BF2-117, BF2-118, BF2-133, BF2-141, BF2-158, BF2-165, BF2-168, BF2-169, BF2-183, BF2-184, BF2-194, BF2-199, BF2-200, BF2-201, BF2-217)

Auf dem gesamten Parkgelände sind Baumreihen und –gruppen oft entlang der Wege gepflanzt. Aufgrund höherer Attraktivität für Besucher wurden nichteinheimische Gehölze, wie z.B. Tulpenbaum, Trompetenbaum und Kaukasische Flügelnuss, verwendet.

Vorbelastung: Die Baumreihen am südlichen Parkrand sind besonders den Luftschadstoffen des Verkehrs ausgesetzt.

Artenliste:	Chinesischer Blauglockenbaum	(<i>Paulownia tomentosa</i>)
	Gemeine Eibe	(<i>Taxus baccata</i>)
	Kaukasische Flügelnuss	(<i>Pterocarya fraxinifolia</i>)
	Kuchenbaum	(<i>Cercidiphyllum japonicum</i>)
	Platane (unbest.)	(<i>Platanus spec.</i>)
	Robinie	(<i>Robinia pseudoacacia</i>)
	Roskastanie	(<i>Aesculus hippocastanum</i>)
	Silber-Ahorn	(<i>Acer saccharinum</i>)
	Trompetenbaum	(<i>Catalpa bignonioides</i>)
	Tulpenbaum	(<i>Liriodendron tulipifera</i>)
	Weymouths-Kiefer	(<i>Pinus strobus</i>)

Bedeutung: Als Lebensraum für Flora und Fauna haben Baumreihen und Baumgruppen mit nichteinheimischen Arten eine geringe Funktion.

Bewertung: **gering**

EA1 Fettwiese, Flachlandausbildung (Glatthaferwiese) (EA1-192)

Die Glatthaferwiese liegt südlich im Park und ist durch Artenreichtum und Vielfalt geprägt. Viele langhalmige Gräser wie der Gewöhnliche Glatthafer sowie die Wiesen-Flockenblume und der Wiesen-Bärenklau statten diesen Biotoptyp aus und bieten in Zusammenspiel mit anderen Arten viele Kleinstrukturen für die Fauna.

Artenliste:	Aufrechte Trespe	(<i>Bromus erectus</i>)
	Deutsches Weidelgras	(<i>Lolium perenne</i>)
	Gewöhnlicher Glatthafer	(<i>Arrhenaterum elatius</i>)
	Gewöhnlicher Hornklee	(<i>Lotus corniculatus</i>)
	Lauch (unbest.)	(<i>Allium spec.</i>)
	Wiesen-Bärenklau	(<i>Heracleum sphondylium</i>)
	Wiesen-Flockenblume	(<i>Centaurea jacea</i>)
	Wiesen-Goldhafer	(<i>Trisetum flavescens</i>)
	Wiesen-Kerbel	(<i>Anthriscus sylvestris</i>)
	Wiesen-Knäuelgras	(<i>Dactylis glomerata</i>)
	Wiesen-Lieschgras	(<i>Phleum pratense</i>)

Wiesen-Pippau	(<i>Crepis biennis</i>)
Wiesen-Rispengras	(<i>Poa pratensis</i>)
Wolliges Honiggras	(<i>Holcus lanatus</i>)

Bedeutung: Diese 3 ha große Fläche stellt für Flora und Fauna einen sehr bedeutenden Lebensraum dar.

Bewertung: **hoch**

FC2 Altwasser (abgebunden) (FC2-1, FC2-11)

Bedeutung: Ein abgebundener Altarm ist nach §62 LG NRW als gesetzlich geschütztes Biotop geschützt. Es handelt sich jedoch hier um einen durch anthropogene Einflüsse stark beeinträchtigtes Gewässer mit geringer Artenvielfalt und niedrigem Natürlichkeitsgrad. Zudem verhindert die Keilmauer den Austausch von Arten.

Vorbelastungen: stark vermüllt.

Bewertung: **mittel**

HM4 Trittrassen, Rasenplatz, Parkrasen (HM4-6, HM4-9, HM4-14, HM4-15, HM4-29, HM4-48, HM4-58, HM4-59, HM4-64, HM4-68, HM4-88, HM4-102, HM4-106, HM4-115, HM4-134, HM4-135, HM4-147, HM4-160, HM4-162, HM4-231, HM4-170, HM4-173, HM4-182, HM4-190, HM4-202, HM4-204, HM4-222, HM4-230, HM4-232, HM4-236, HM4-240, HM4-241, HM4-242, HM4-246, HM4-252, HM4-253, HM4-257)

Auf dem gesamten Gelände sind zahlreiche Flächen mit Trittrassen- und Parkrasen-Pflanzengesellschaften vorhanden. Teilweise gibt es auf diesen Flächen einzelne Baumpflanzungen, wie z. B. Berg-, Spitz- und Silberhorn.

Artenliste:	Breitwegerich	(<i>Plantago major</i>)
	Deutsches Weidelgras	(<i>Lolium perenne</i>)
	Einjähriges Rispengras	(<i>Poa annua</i>)
	Gänseblümchen	(<i>Bellis perennis</i>)
	Gewöhnlicher Löwenzahn	(<i>Taraxacum sect. ruderalia</i>)
	Kriechender Hahnenfuß	(<i>Ranunculus repens</i>)
	Spitzwegerich	(<i>Plantago lanceolata</i>)
	Weißklee	(<i>Trifolium repens</i>)

Vorbelastung: hoch, aufgrund starker Trittwirkung durch Personen und häufige Mahd.

Bedeutung: Als Lebensraum für Tiere und Pflanzen kommt diesen Biotopen eine geringe Bedeutung zu. Trittrassen, Rasenplatz und Parkrasen sind leicht wiederherzustellen und haben eine geringe Artenvielfalt.

Bewertung: **gering**

HM5 Pflanzenbeet (HM5-19, HM5-20, HM5-21, HM5-22, HM5-23, HM5-24, HM5-25, HM5-26, HM5-31, HM5-53, HM5-54, HM5-140, HM5-145, HM5-161)

Die Pflanzenbeete befinden sich vorrangig südwestlich der Kläranlage entlang eines Weges und im Außenbereich des Geländes nördlich der Ludwig-Ehrhard-Allee. Es handelt sich um annuelle Beete und Beete mit hoch stehenden Stauden mit teilweise nicht einheimischen Pflanzen.

Bedeutung: Aufgrund der teilweise jährlichen Erneuerung und der Pflege der Beete kommt diesen Biotopen eine geringe Bedeutung für Flora und Fauna zu.

Bewertung: **gering**

**HM6 höherwüchsige Grasfläche (HM6-61)
HM3a strukturreiche Grünanlage (HM3a-35)
HM11 Strauchpflanzung (HM11-159)**

Die Grasfläche mit höherwüchsigen Gräsern und Stauden sowie einzelnen Baumpflanzungen aus Weide, Esskastanie und Obstbäumen, wie auch die strukturreiche Grünanlage befinden sich westlich der Kläranlage. Die Strauchpflanzung aus überwiegend einheimischen Gehölzen, wie Birke, Eibe und Pflaume, befindet sich westlich des südlichen Haupteingangs.

Bedeutung: Die höherwüchsige Grasfläche, die strukturreiche Grünanlage und die Strauchpflanzung sind von mittlerer Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Besonders die höherwüchsige Grasfläche und die strukturreiche Grünanlage stehen in engem Austausch mit dem Ulmenmischwald auf Auenstandort und dienen somit dem Biotopverbund.

Bewertung: **mittel**

**HM9 Brachfläche der Grünanlagen (HM9-197)
HM10 Kübelpflanzung (HM10-213)**

Die Brachfläche südlich der Baseballfelder dient als Ablagefläche für Gartenabfälle und Reste von Sportplatzbelag. Es wachsen hier Weissklee, Kanadische Goldrute, und Deutsches Weidelgras. Die Kübelpflanzung nördlich der Baseballfelder befindet sich in ungepflegtem Zustand. In den Pflanzkübeln befinden sich Gehölze wie Lorbeer-Kirsche, Hundsrose, Spitz-Ahorn, Berg-Ahorn und Eibe.

Bedeutung: Die Brachfläche und die Kübelpflanzungen haben eine geringe Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen.

Bewertung: **gering**

HU1 Sport- und Erholungsanlage mit hohem Versiegelungsgrad (HU1-46, HU1-49, HU1-51)

Die Sport- und Erholungsflächen befinden sich westlich der Baseballanlage. Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades haben diese Flächen nur eine geringe bis gar keine Bedeutung als Lebensraum für Flora und Fauna.

Vorbelastung: **hoch**

Bewertung: **gering**

HV1 Großparkplatz mit hohem Versiegelungsgrad (HV1-150)**HV3 Parkplatz (HV3-93, HV3-99, HV3-100, HV3-101, HV3-104, HV3-114, HV3-119, HV3-120, HV3-121, HV3-125, HV3-126)****HV4 Öffentlicher Platz (HV4-82, HV4-45, HV4-239)**

Diese Flächen befinden sich hauptsächlich am südlichen und westlichen Geländerand und weisen einen geringen bis sehr hohen Versiegelungsgrad auf.

Bedeutung: Der hohe Versiegelungsgrad und die starke Nutzung der Parkplätze und öffentlichen Plätze mindern die Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen in hohem Maße.

Bewertung: **gering**

SC19 Hotel, Gasthaus, Gaststätte (SC19-103, SC19-105, SC19-108)**SD13 offenes Jugendtagesheim, Jugendtreff (SD13-78)****SE8 Kläranlage (SE8-60)**

Diese Biotope weisen einen teilweise sehr hohen Versiegelungsgrad und eine geringe Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen auf.

Bewertung: **gering**

SL1 Basketballplatz (SL1-71)**SL3 Minigolfplatz (SL3-152)****SL8 sonstiges Ballsportfeld, -halle (SL8-214, SL8-215, SL8-216, SL8-227)****SM4 Skater-Anlage (SM4-16)****SP0 Sonstige Sport- und Freizeitanlage (SP0-228)****SP3 Spielplatz (SP3-57, SP3-70, SP3-73, SP3-97, SP3-112, SP3-186)**

Sportplätze und Spielplätze sind stark betretene durch artenarme Rasen dominierte Biotope. Als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sind diese Flächen von geringer Bedeutung.

Bewertung: **gering**

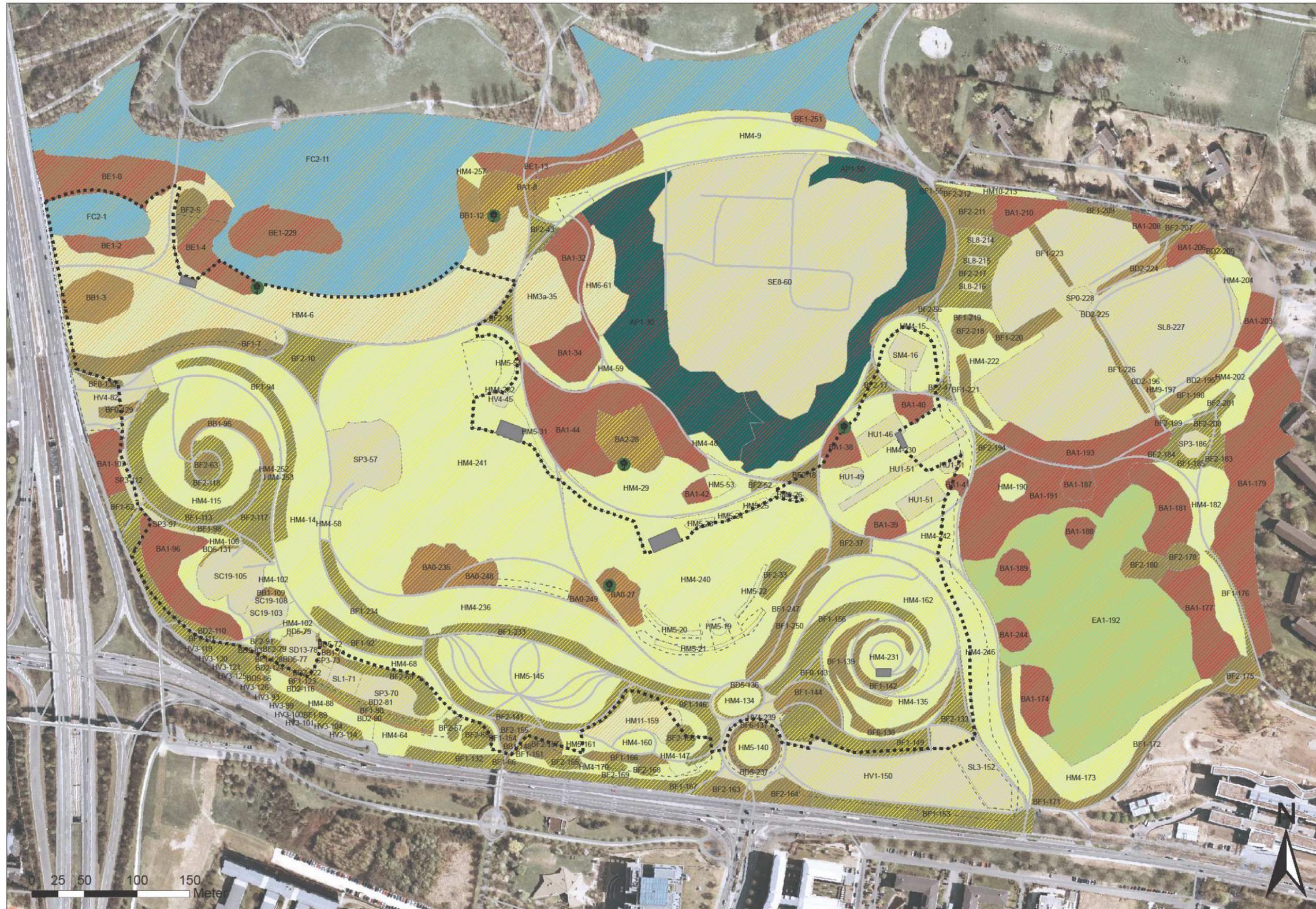
Anhang 2: Vegetationsaufnahmen

lfdNr	1	2	3	4	5
Zone	Produktion	Ruhezone	Produktion	Ruhezone	Sanitär
Biotoptyp	Feldgehölz	Weiden- Ufergehölz	Feldgehölz	Feldgehölz	Feldgehölz
Littering (g h ⁻¹ m ⁻²)	0,0	1,6	0,0	1,6	1,9
Artenzahl (Baumschicht)	2	3	4	2	3
Artenzahl (Strauchschicht)	6	6	7	5	8
Artenzahl (Krautschicht)	8	9	10	11	15
Baumschicht (gesamt)	60	60	70	38	60
<i>Acer campestre</i>	0	0	0	0	10
<i>Acer platanoides</i>	0	0	10	0	0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0	10	0	0	30
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	35	0	20
<i>Fagus sylvatica</i>	0	0	5	0	0
<i>Fraxinus excelsior</i>	30	10	0	25	0
<i>Quercus robur</i>	30	0	20	13	0
<i>Salix alba</i>	0	40	0	0	0
Strauchschicht (gesamt)	58	49	45	23	20
<i>Acer campestre</i>	2	0	0	0	r
<i>Acer platanoides</i>	0	0	0	0	r
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0	2	0	0	+
<i>Carpinus betulus</i>	20	0	10	0	r
<i>Cornus sanguinea</i>	35	5	+	3	10
<i>Cornus suecica</i>	0	0	0	r	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0	0	5
<i>Fraxinus excelsior</i>	0	+	0	r	r
<i>Ligustrum vulgare</i>	1	5	30	r	5
<i>Populus spec.</i>	0	0	r	0	0
<i>Prunus spec.</i>	0	0	+	0	0
<i>Rubus caesius</i>	0	0	5	0	0
<i>Salix alba</i>	0	2	0	0	0
<i>Sambucus nigra</i>	0	35	0	0	0
<i>Tilia platyphyllos</i>	0	0	r	0	0
<i>Ulmus laevis</i>	r	0	0	0	0
<i>Ulmus minor</i>	r	0	0	20	0
Krautschicht (gesamt)	30	20	29	3	2
<i>Acer campestre</i>	+	0	+	0	r
<i>Acer platanoides</i>	0	0	3	0	0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0	+	0	0	r
<i>Anthriscus sylvestris</i>	0	0	0	0	r
<i>Arctium minus</i>	0	r	0	0	0
<i>Bryonia dioica</i>	0	r	0	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	1	0	3	0	0
<i>Cornus sanguinea</i>	2	+	0	+	0
<i>Fragaria vesca</i>	+	0	3	3	+
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	0	0	+	+
<i>Galium aparine</i>	0	0	0	0	2
<i>Geum urbanum</i>	5	0	15	+	+
<i>Glechoma hederacea</i>	0	0	2	+	+
<i>Lamium maculatum</i>	0	0	0	0	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	10	+	+	0	0
<i>Mahonia aquifolium</i>	0	0	+	0	r

lfdNr	1	2	3	4	5
<i>Plantago major</i>	0	0	0	0	r
<i>Poa palustris</i>	0	+	0	0	0
<i>Poa pratensis</i>	0	0	0	0	+
<i>Quercus robur</i>	0	+	0	+	0
<i>Rorippa palustris</i>	0	0	0	+	0
<i>Rosa canina</i>	0	0	r	0	0
<i>Rubus caesius</i>	0	0	3	0	+
<i>Rumex obtusifolia</i>	0	0	0	0	r
<i>Sambucus nigra</i>	0	+	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	+	0
<i>Ulmus minor</i>	2	0	0	+	0
<i>Urtica dioica</i>	0	20	0	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	0	0	0	+	0

Anhang 3: Kartenwerke 2009

1. „Biotoptypenkarte – Bestand und Bewertung“
2. „Maßnahmen und Zonierung“
3. „Analyse des Müllaufkommens“
- 4a. „Konfliktanalyse Müllaufkommen“
- 4b. „Konfliktanalyse Deckungsverlust Vegetation“



Legende

● Kartierfläche Vegetation (5x5 m)

Biotypen Bestand

Wälder

- AP1 Ulmenmischwald auf Auenstandort
- Kleingehölze
- BA0 Feldgehölz
- BA1 Feldgehölz aus einheimischen Baumarten
- BA2 Feldgehölz aus gebietsfremden Baumarten
- BB1 Gebüschstreifen, Strauchreihe
- BD2 Strauchhecke, ebenerdig
- BD5 Schnitthecke
- BE1 Weiden-Ufergehölz
- BF0 Baumgruppe, Baumreihe
- BF1 Baumreihe
- BF2 Baumgruppe
- BF6 Obstbaumreihe
- Grünland
- EA1 Fettwiese, Flachlandausbildung (Glatthaferwiese)

Gewässer

- FC2 Altwasser (abgebunden)

Anthropogene Biotope

- HM10 Kübelpflanzung
- HM11 Strauchpflanzung
- HM3a Strukturreiche Grünanlage
- HM4 Trittrasen, Rasenplatz, Parkrasen
- HM5 Pflanzenbeet
- HM6 Höherwüchsige Grasfläche
- HM7 Nutzrasen
- HM9 Brachfläche der Gruenanlagen
- HU1 Sport-, Erholungsanlage (Versiegelungsgrad hoch)
- HV1 Großparkplatz Versiegelungsgrad hoch)
- HV3 Parkplatz
- HV4 Öffentlicher Platz
- Siedlungsflächen
- SC19 Hotel, Gasthaus, Gaststätte
- SD13 Offenes Jugendtagesheim, Jugendtreff
- SE8 Kläranlage
- SL1 Basketballplatz
- SL3 Minigolfplatz
- SL8 Sonstiges Ballsportfeld, -halle
- SM4 Skater-Anlage
- SP0 Sonstige Sport- und Freizeitanlage
- SP3 Spielplatz

Biotypen Bewertung

- hoch
- mittel
- gering

--- Grenzen des Festivalgeländes

■ Bühne

- - - Zaun

— Weg

Rheinkultur Festival 04.07.2009
Biotypenkartierung
Bestand und Bewertung
 Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring



- Legende**
- Zone**
- Bühnenbereich
 - Foodbereich
 - Getränkebereich
 - Sanitärbereich
 - Ruhebereich
 - Durchgangsbereich
 - Eingangsbereich innen
 - Eingangsbereich außen
- Abfallbehälter**
- ⊕ Vorhandener Park-Abfalleimer
 - ⊕ Guidosilo
 - ⊕ Müllcontainer, Mulden, Müllsäcke
 - ⊕ Müllinsel
- Maßnahmen der Abfallvermeidung**
- ⊕ Flaschenkontrolle am Eingang
 - ⊕ Einzäunung von Flächen
 - ⊕ Informationsstand und Banner zur Umweltausarbeit
 - ⊕ Basis des Greenteams
 - ⊕ Mülltrennung
 - ⊕ Pfandbecherausgabe am Getränkestand
- Referenzflächen**
- Zaun
 - ⊕ Grenzen des Festivalgeländes
 - Bühne
 - Weg

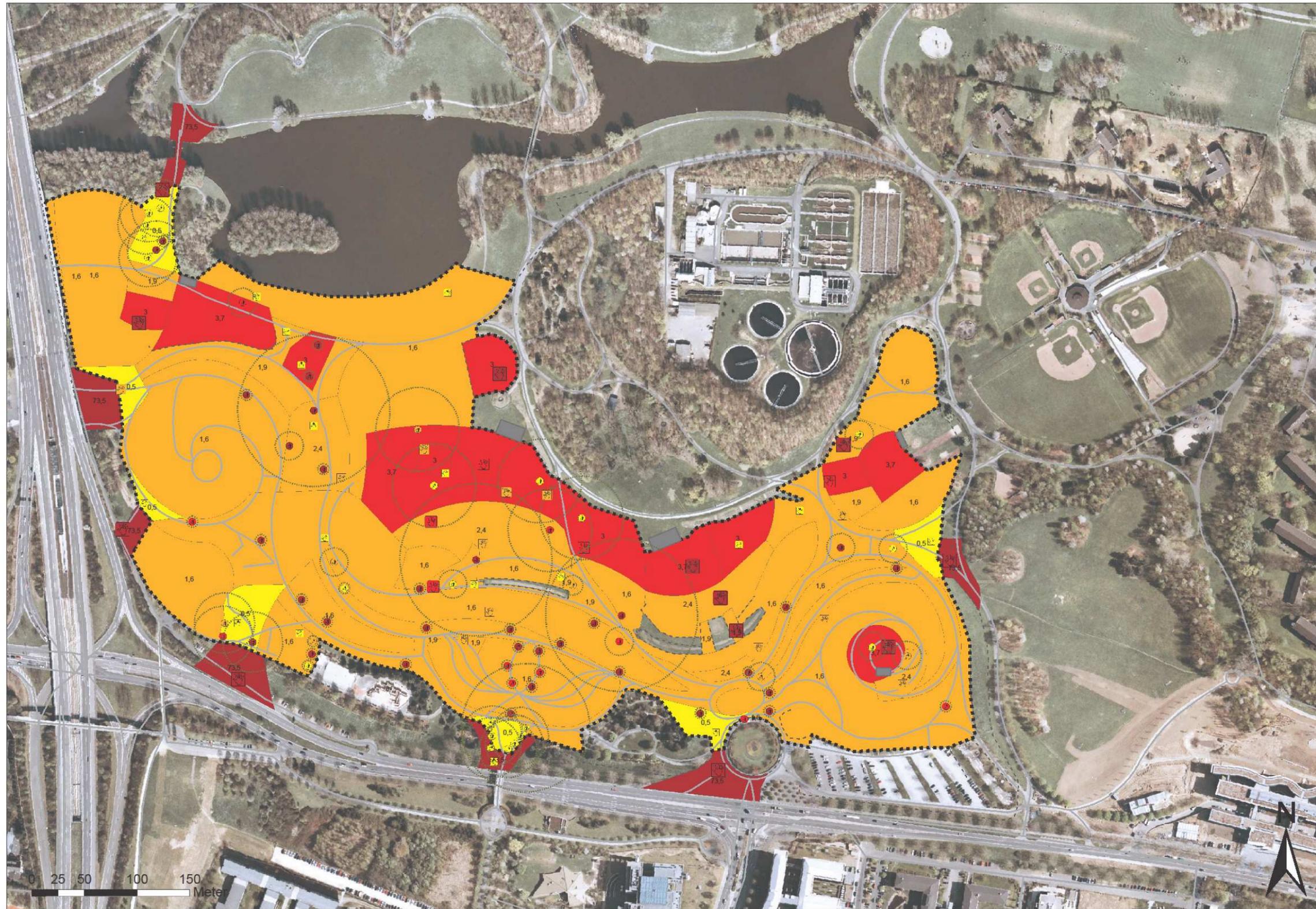
Rheinkultur Festival 04.07.2009

Maßnahmen und Zonierung

Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten
Abfallmanagement-Zonierungen am
Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
Bearbeitung: Justina Döring



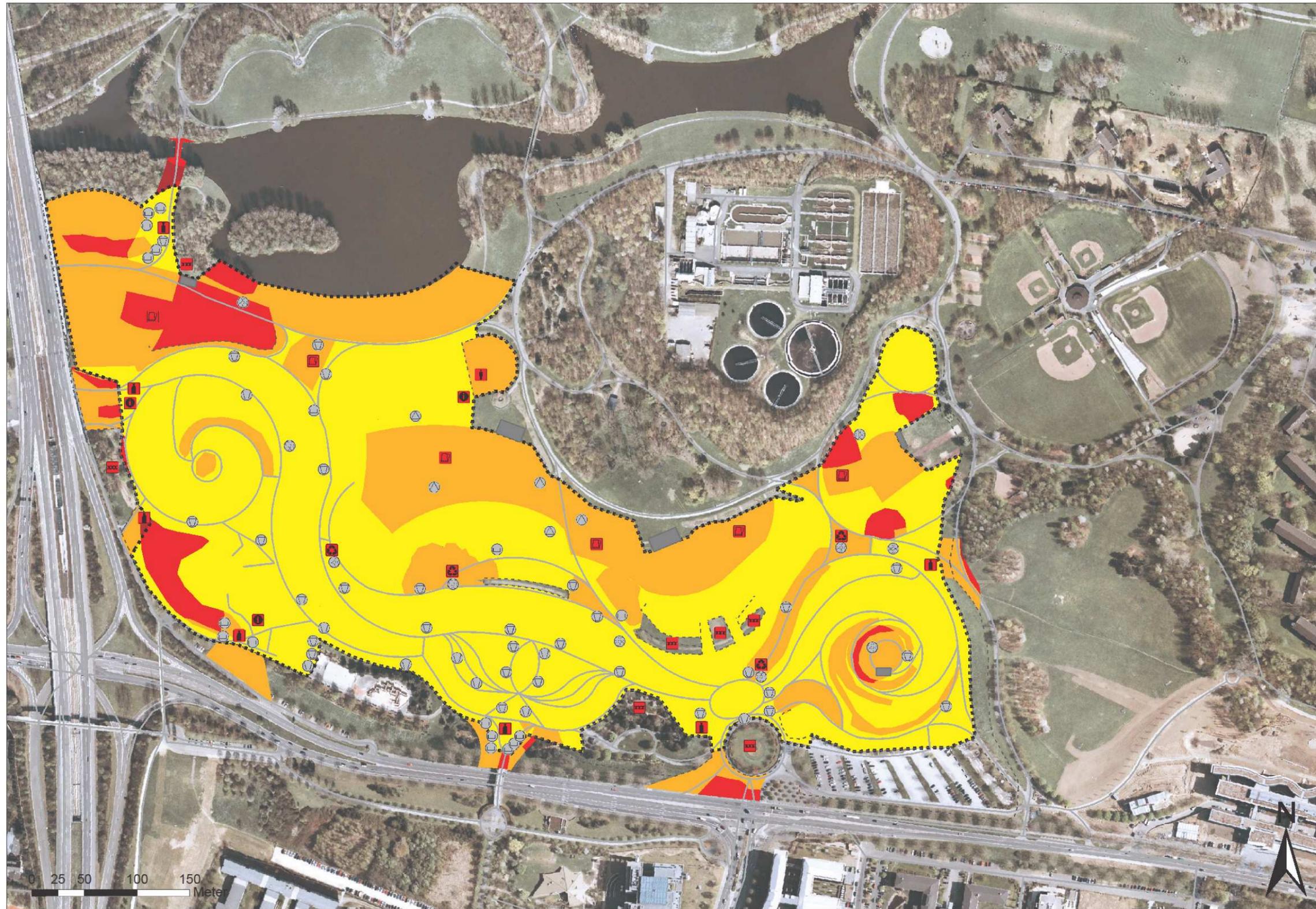
- Legende**
- Gemitteltetes Müllaufkommen in Zonen in g auf 1 m² in 1 Std**
- Gering: < 1,5
 - Mittel: 1,5 - 2,9
 - Hoch: 3,0 - 4,4
 - Sehr Hoch: > 4,5
- Absolutes Müllaufkommen auf Referenzflächen in g auf 1 m² in 1 Std**
- Gering: < 1,5
 - Mittel: 1,5 - 2,9
 - Hoch: 3,0 - 4,4
 - Sehr hoch: > 4,5
- Füllstand der Abfallbehälter**
- Gering: <= 33 %
 - Mittel: 34 - 66 %
 - Hoch: 67 - 99 %
 - Sehr hoch: >=100%
- Einzugsbereich der Abfallbehälter
- Zaun
- Grenzen des Festivalgeländes
- Bühne
- Weg

Rheinkultur Festival 04.07.2009

Analyse Müllaufkommen
Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
Bearbeitung: Justina Döring



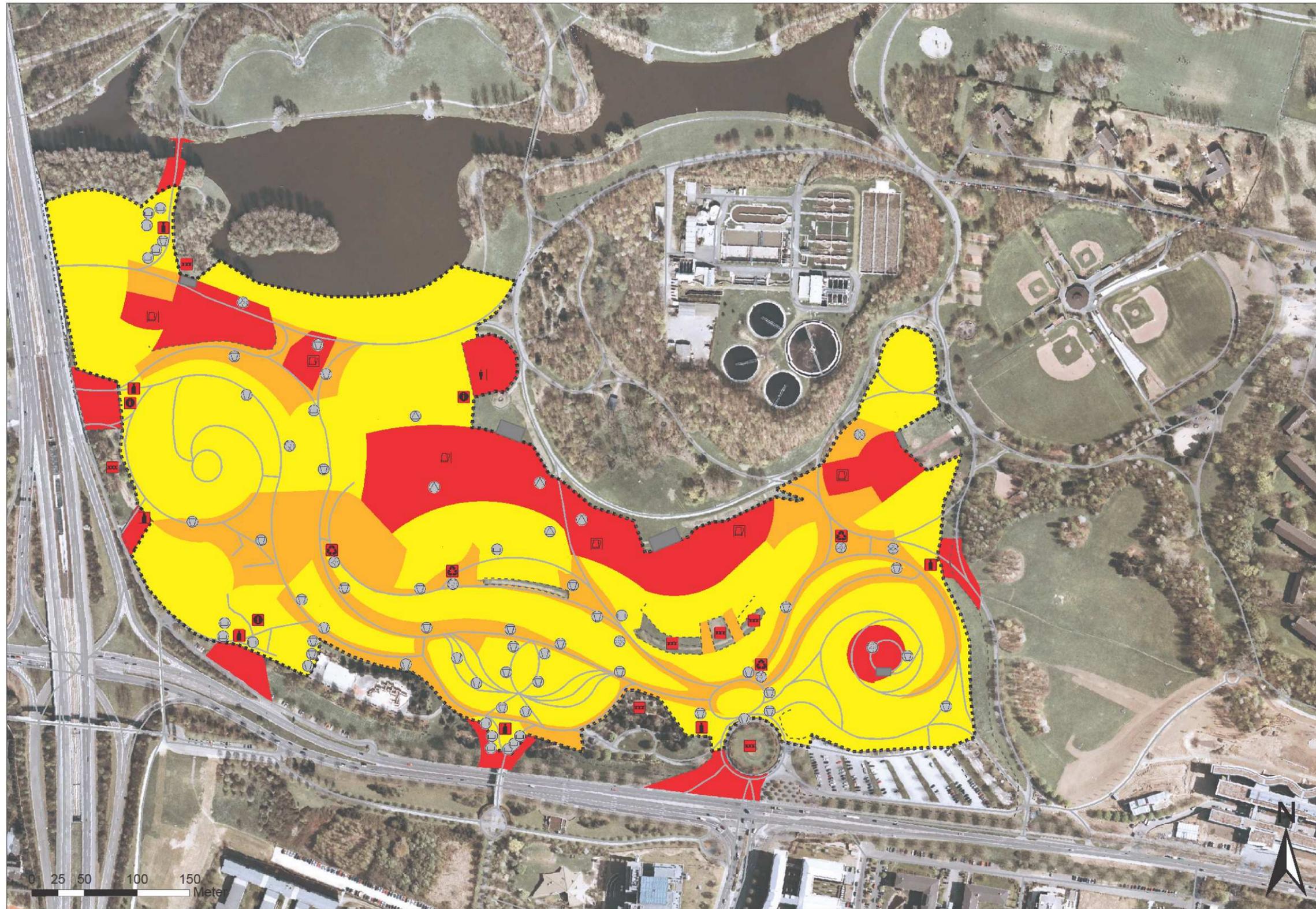
- Legende**
- Konfliktpotenzial**
- Gering
 - Mittel
 - Hoch
- Abfallbehälter**
- Vorhandener Park-Abfalleimer
 - Guidosilo
 - Müllcontainer, Mulden, Müllsäcke
 - Müllinsel
- Maßnahmen der Abfallvermeidung**
- Flaschenkontrolle am Eingang
 - Einzäunung von Flächen
 - Informationsstand und Banner zur Umweltarbeit
 - Basis des Greenteams
 - Mülltrennung
 - Pfandbecherausgabe am Getränkestand
- Zaun
 - - - - Grenzen des Festivalgeländes
 ■ Bühne
 — Weg

Rheinkultur Festival 04.07.2009
Konfliktpotenzial Müllaufkommen

Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten
 Abfallmanagement-Zonierungen am
 Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
 zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring



- Legende**
- Konfliktpotenzial**
- Gering
 - Mittel
 - Hoch
- Abfallbehälter**
- ⊙ Vorhandener Park-Abfalleimer
 - ⊙ Guidosilo
 - ⊙ Müllcontainer, Mulden, Müllsäcke
 - ⊙ Müllinsel
- Maßnahmen der Abfallvermeidung**
- ⊙ Flaschenkontrolle am Eingang
 - ⊙ Einzäunung von Flächen
 - ⊙ Informationsstand und Banner zur Umweltaarbeit
 - ⊙ Basis des Greenteams
 - ⊙ Mülltrennung
 - ⊙ Pfandbecherausgabe am Getränkestand
- Zaun
- ⬤ Grenzen des Festivalgeländes
- Bühne
- Weg

Rheinkultur Festival 04.07.2009
Konfliktpotenzial
Deckungsverlust Vegetation
 Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten
 Abfallmanagement-Zonierungen am
 Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
 zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring

Anhang 4: Schüttdichten verschiedener Abfallfraktionen

Tab. A1: Schüttdichten verschiedener Abfallfraktionen nach
<http://www.umweltbundesamt.de>, 1.12.07.

Abfallart	Schüttdichte in t/m³
Papier Kartonage	0,060
Gemischte Materialien	0,062
Leichtverpackungen für DSD	0,030
Glas	0,032
Grünabfall, Speiseabfall	0,140

Müll

10. Wie empfindest du die Sauberkeit des Festivals?

Sehr gut

Sehr schlecht

1 2 3 4 5 6

11. Wie viel Wert legst du auf ein sauberes Festival?

Viel

Wenig

1 2 3 4 5 6

12. Nutzt du die vorhandenen Abfallbehälter?

 ja nein habe keine gesehen

13. Bist du der Meinung, dass:

es ausreichend Abfallbehälter auf dem Festivalgelände gibt?Mülltonnen: ja nein Zaundreiecke: ja nein**die Müllbehälter gut platziert sind?**Mülltonnen: ja nein Zaundreiecke: ja nein

14. Hast du eigenes Wasser oder Speisen mitgenommen?

 Wasser Speisen beides nein

Zu deiner Person und deinem Festivalaufenthalt

15. Wie alt bist du?

16. Bist du männlich oder weiblich?

17. Wie oft hast du das Rheinkultur Festival bereits besucht?

18. Wann bist du angereist und wann wirst du abreisen

(Uhrzeit bitte angeben)?

Anreise: Uhr Abreise: Uhr

19. In welchen Festivalbereichen verbringst du die meiste Zeit?

Mehrfachnennungen möglich. Rote Bühne Grüne Bühne Blaue Bühne HipHop Stage Tanzberg Sportsarea Biergarten / Red Bull oder andere Stände Auf der Wiese oder am Ufer weiß nicht

20. Welcher ist dein höchster Bildungsabschluss?

 Hauptschulabschluss Mittlere Reife Fachschule / Lehre Abitur Hochschul- bzw. Fachhochschulabschluss anderer

Vielen Dank für deine Mitarbeit!

Anhang 6: Kartenwerke 2010

1. „Maßnahmen und Zonierung“ mit allen 2010 neu hinzugekommenen Maßnahmen
2. „Analyse des Müllaufkommens“
 - 2b. „Analyse des Müllaufkommens. Differenz zu 2009“
 - 3a. „Konfliktanalyse Müllaufkommen“ mit Veränderungen gegenüber 2009
 - 3b. „Konfliktanalyse Deckungsverlust Vegetation“ mit Veränderungen gegenüber 2009
4. „Mittlerer Deckungsverlust der Vegetation“ mit Veränderungen gegenüber 2009



Legende

Zone

- Bühnenbereich
- Foodbereich
- Getränkebereich
- Sanitärbereich
- Ruhebereich
- Durchgangsbereich
- Eingangsbereich innen
- Eingangsbereich außen

Abfallbehälter

- Vorhandener Park-Abfalleimer
- Guidosilo
- Müllcontainer, Mulden, Müllsäcke
- Müllinsel
- Einzeltonne 240 l
- 2010 zusätzlich aufgestellter Abfallbehälter
- 2010 nicht mehr aufgestellter Abfallbehälter

Maßnahmen der Abfallvermeidung

- Flaschenkontrolle am Eingang
- Einzäunung von Flächen
- Informationsstand und Banner zur Umweltaarbeit
- Basis des Greenteams
- Mülltrennung
- Pfandbecherausgabe am Getränkestand
- 2010 zusätzlich umgesetzte Maßnahme
- 2010 nicht mehr umgesetzte Maßnahme

■ Referenzflächen

Zäune

- 2010 neu aufgestellt
- 2010 nicht vorhanden

■ Grenzen des Festivalgeländes

■ Bühne

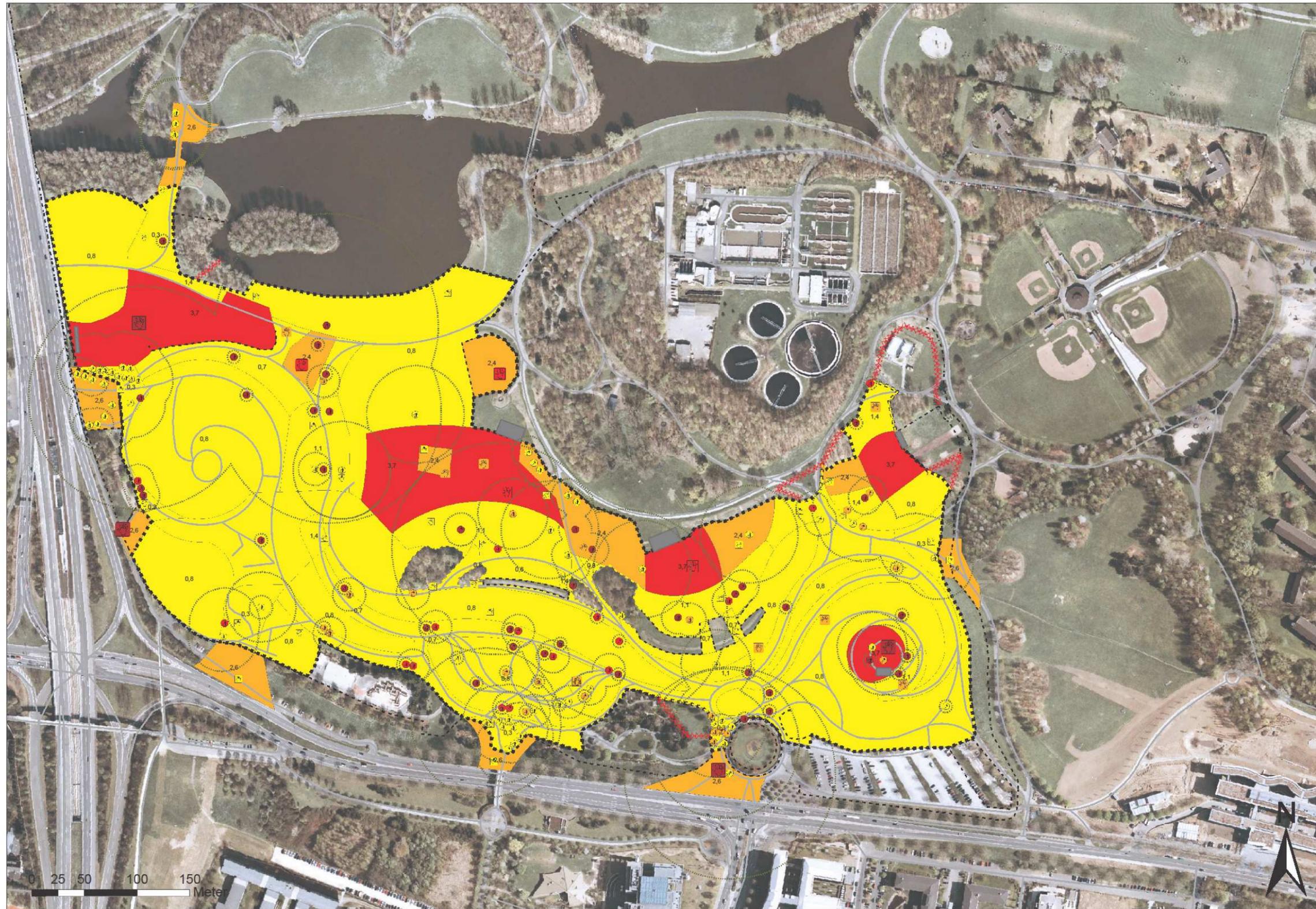
— Weg

Rheinkultur Festival 03.07.2010

Maßnahmen und Zonierung
Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten
Abfallmanagement-Zonierungen am
Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
Bearbeitung: Justina Döring



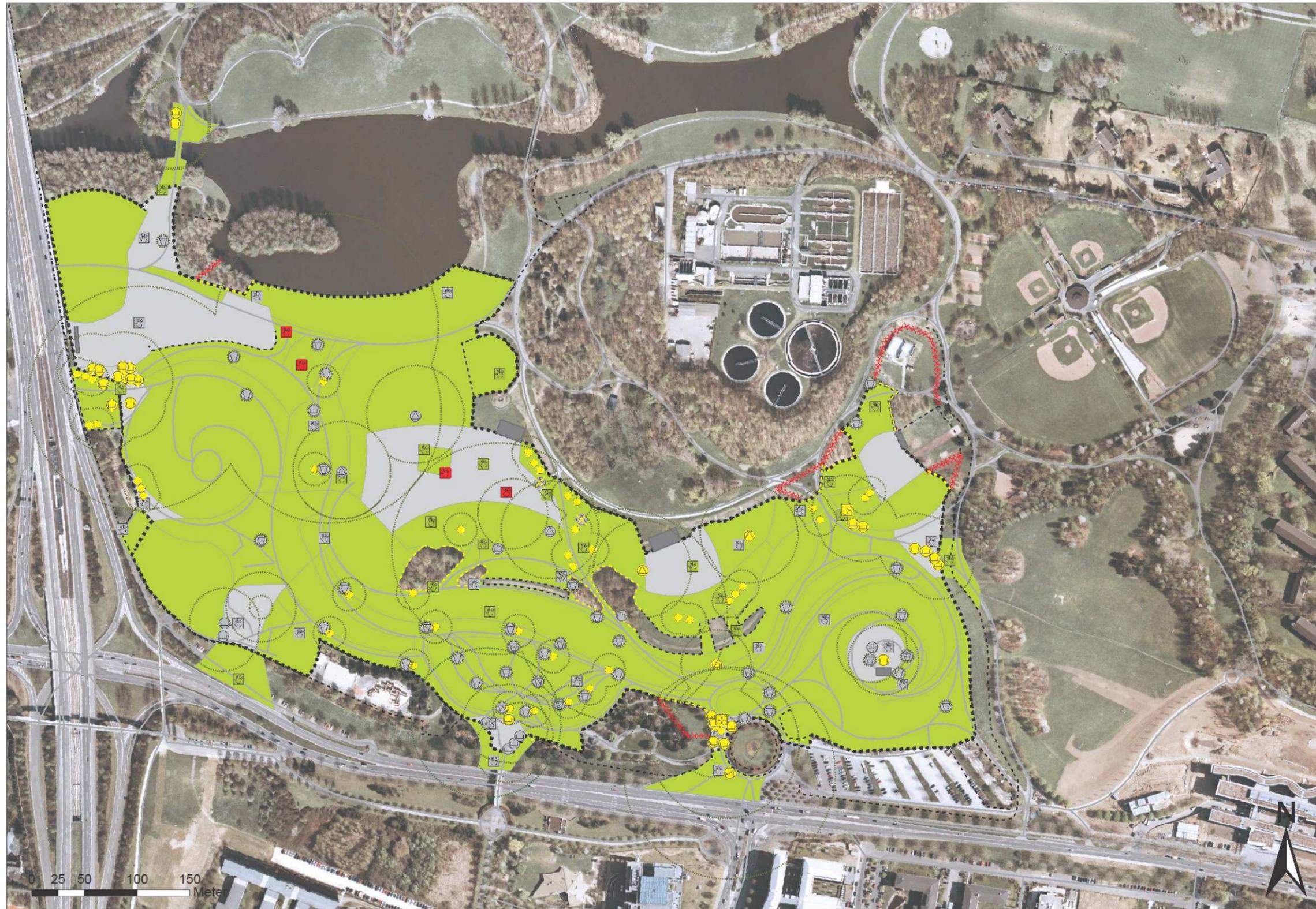
- Legende**
- Gemitteltetes Müllaufkommen in Zonen in g auf 1 m² in 1 Std**
- Gering: < 1,5
 - Mittel: 1,5 - 2,9
 - Hoch: 3,0 - 4,4
 - Sehr Hoch: > 4,5
- Absolutes Müllaufkommen auf Referenzflächen in g auf 1 m² in 1 Std**
- Gering: < 1,5
 - Mittel: 1,5 - 2,9
 - Hoch: 3,0 - 4,4
 - Sehr hoch: > 4,5
- Füllstand der Abfallbehälter**
- Gering: <= 33 %
 - Mittel: 34 - 66 %
 - Hoch: 67 - 99 %
 - Sehr hoch: >= 100%
 - Einzugsbereich der Abfallbehälter
- Zäune**
- 2010 neu aufgestellt
 - 2010 nicht vorhanden
- Grenzen des Festivalgeländes
 ■ Bühne
 — Weg

Rheinkultur Festival 03.07.2010

Analyse Müllaufkommen
 Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring

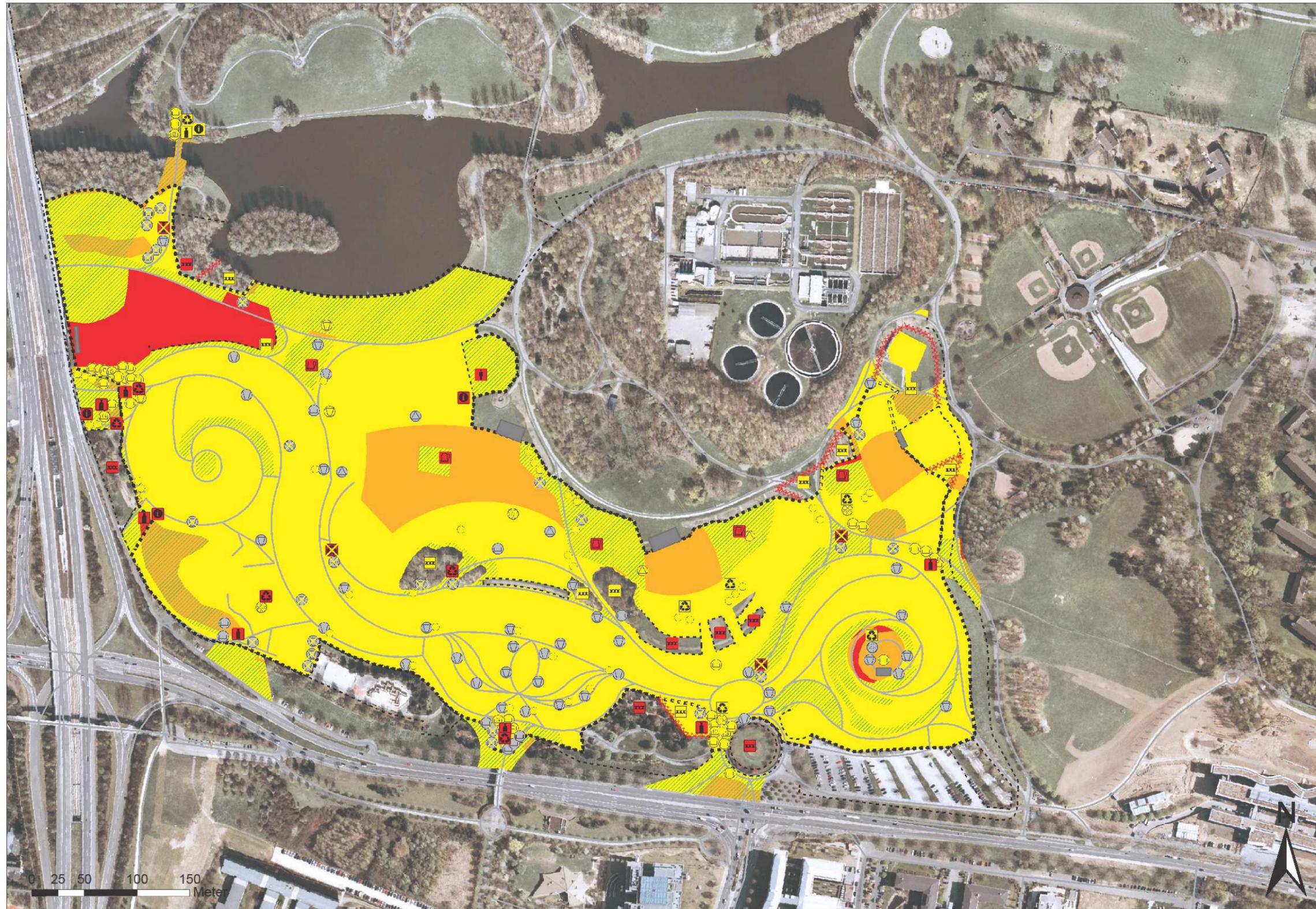


- Legende**
- Gemittelttes Müllaufkommen in Zonen in g auf 1 m² in 1 Std Differenz zu 2009**
- Keine Veränderung
 - Verbesserung
 - Verschlechterung
- Absolutes Müllaufkommen auf Referenzflächen in g auf 1 m² in 1 Std - Differenz zu 2009**
- Keine Veränderung
 - Verbesserung
 - Verschlechterung
- Abfallbehälter**
- Vorhandener Park-Abfalleimer
 - Guidosilo
 - Müllcontainer, Mulden, Müllsäcke
 - Müllinsel
 - Einzeltonne 240 l
 - 2010 zusätzlich aufgestellter Abfallbehälter
 - 2010 nicht mehr aufgestellter Abfallbehälter
- Einzugsbereich der Abfallbehälter
- Zäune**
- 2010 neu aufgestellt
 - 2010 nicht vorhanden
- Grenzen des Festivalgeländes
- Bühne
- Weg

Rheinkultur Festival 03.07.2010
Analyse Müllaufkommen
Differenz zu 2009
 Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten
 Abfallmanagement-Zonierungen am
 Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
 zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring



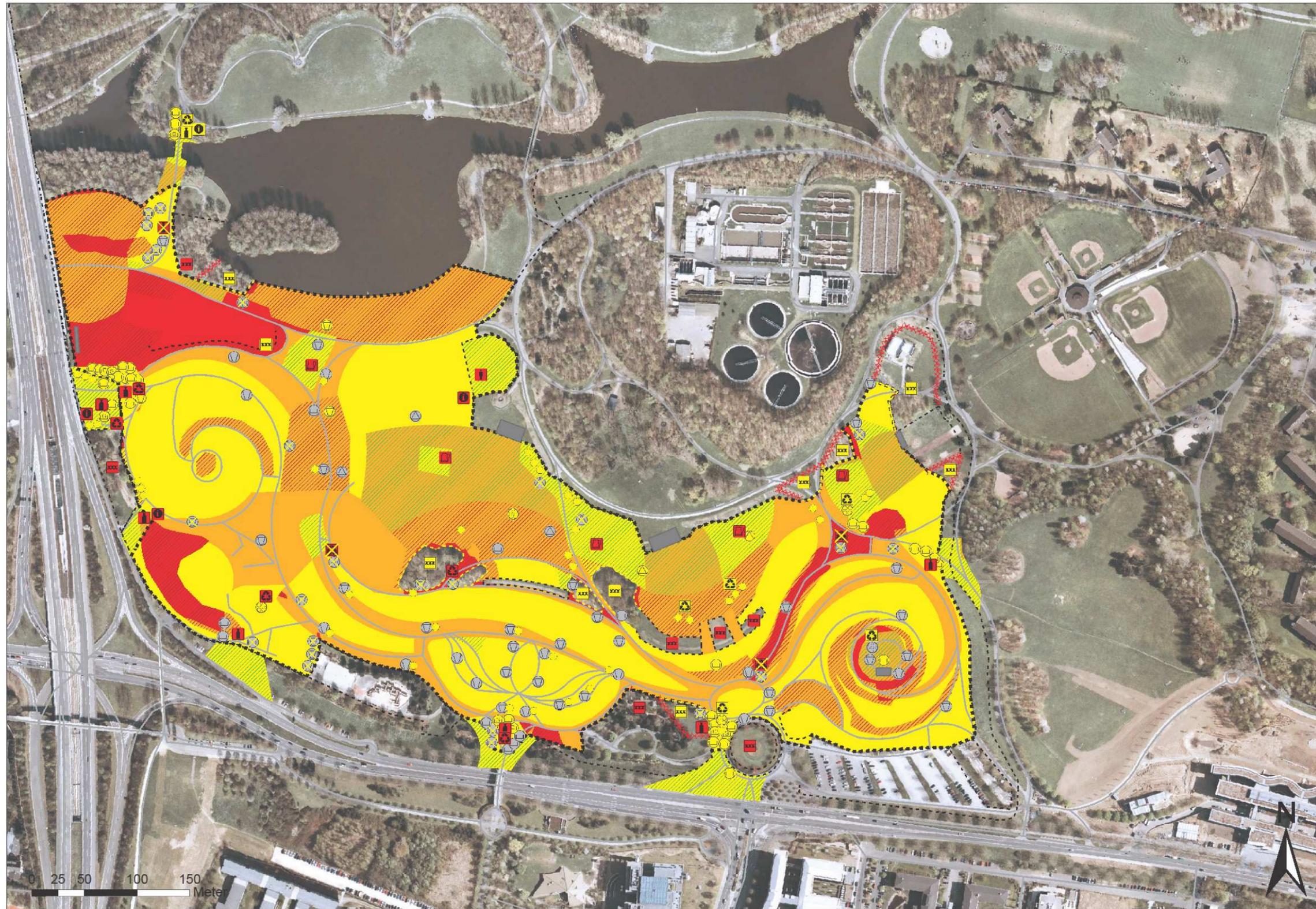
- Legende**
- Konfliktpotenzial**
- Gering
 - Mittel
 - Hoch
- Konfliktpotenzial - Differenz zu 2009**
- Keine Veränderung
 - ▨ Verbesserung
 - ▩ Verschlechterung
- Abfallbehälter**
- ⊙ Vorhandener Park-Abfalleimer
 - ⊙ Guidosilo
 - ⊙ Müllcontainer, Mulden, Müllsäcke
 - ⊙ Müllinsel
 - ⊙ Einzeltonne 240 l
 - ⊙ 2010 zusätzlich aufgestellter Abfallbehälter
 - ⊙ 2010 nicht mehr aufgestellter Abfallbehälter
- Maßnahmen der Abfallvermeidung**
- Flaschenkontrolle am Eingang
 - Einzäunung von Flächen
 - Informationsstand und Banner zur Umweltaarbeit
 - Basis des Greenteams
 - Mülltrennung
 - Pfandbecherausgabe am Getränkestand
 - 2010 zusätzlich umgesetzte Maßnahme
 - 2010 nicht mehr umgesetzte Maßnahme
- Zaune**
- 2010 neu aufgestellt
 - 2010 nicht vorhanden
- Grenzen des Festivalgeländes
 ■ Bühne
 — Weg

Rheinkultur Festival 03.07.2010
Konfliktpotenzial Müllaufkommen

Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten
 Abfallmanagement-Zonierungen am
 Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
 zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring

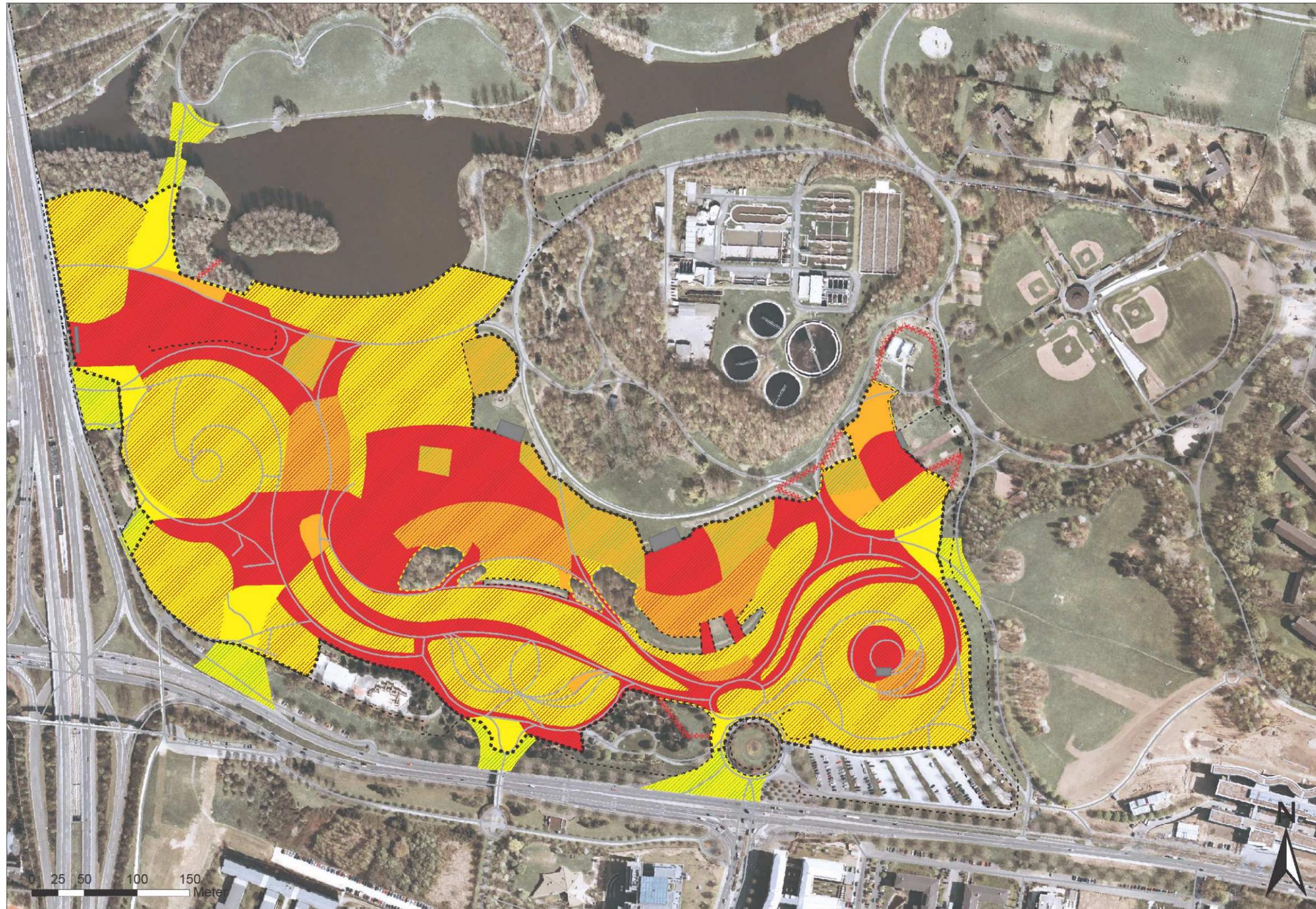


- Legende**
- Konfliktpotenzial**
 Gering
 Mittel
 Hoch
- Konfliktpotenzial - Differenz zu 2009**
 Keine Veränderung
 Verbesserung
 Verschlechterung
- Abfallbehälter**
 Vorhandener Park-Abfalleimer
 Guidosilo
 Müllcontainer, Mulden, Müllsäcke
 Müllinsel
 Einzeltonne 240 l
 2010 zusätzlich aufgestellter Abfallbehälter
 2010 nicht mehr aufgestellter Abfallbehälter
- Maßnahmen der Abfallvermeidung**
 Flaschenkontrolle am Eingang
 Einzäunung von Flächen
 Informationsstand und Banner zur Umweltaudit
 Basis des Greenteams
 Mülltrennung
 Pfandbecherausgabe am Getränkestand
 2010 zusätzlich umgesetzte Maßnahme
 2010 nicht mehr umgesetzte Maßnahme
- Zaune**
 2010 neu aufgestellt
 2010 nicht vorhanden
- Grenzen des Festivalgeländes**
 Bühne
 Weg

Rheinkultur Festival 03.07.2010
**Konfliktpotenzial
 Deckungsverlust Vegetation**
 Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten
 Abfallmanagement-Zonierungen am
 Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung
 zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring



- Legende**
- mittlerer Verlust der Vegetationsdeckung (2009 - 2010)**
- Gering
 - Mittel
 - Hoch
- Differenz zu 2009**
- Keine Veränderung
 - Verbesserung
 - Verschlechterung
- Zäune**
- 2010 neu aufgestellt
 - 2010 nicht vorhanden
- Grenzen des Festivalgeländes
- Bühne
- Weg

Rheinkultur Festival 03.07.2010
Mittlerer Verlust der Vegetationsdeckung
 Maßstab 1:1.500

Demonstration von GIS-gestützten Abfallmanagement-Zonierungen am Beispiel einer Freiland-Großveranstaltung zur Reduzierung der Abfälle

Projektleiter: Dr. Arne Cierjacks
 Bearbeitung: Justina Döring