Universität Zürich

Bachelorarbeit

Crowdsourcing im Umweltschutz – eine erste Analyse

Betreuender Professor:	Prof. Dr. Lorenz Hilty
Institut:	Institut für Informatik
	Universität Zürich

Vorgelegt von:	Dulce Edita González Carrillo
Geboren:	Havanna, Kuba
Studienrichtung:	Wirtschaftsinformatik
Matrikelnummer:	10-751-253
E-Mail:	degonzalez@access.uzh.ch

Abgabedatum: 24.05.2012

Zusammenfassung

In Kombination mit dem Internet verfügen neue ICTs über grosses Potenzial zur Lösung von Umweltproblemen. Bei der Suche nach konkreten Umweltschutzmassnahmen, welche die entstandenen Synergien nutzen könnten, können die Konzepte Crowdsourcing und Umweltmonitoring eine grosse Rolle spielen.Vorliegende Arbeit beschäftigt sich damit, wie sich Crowdsourcing mit Umweltmonitoring kombinieren lässt, um konkret zum Umweltschutz beizutragen. Hierzu definiert diese Arbeit drei Kategorien von Crowdsourcing anhand des neuen Kriteriums der Intensität der Involviertheit. Zusammen mit den Arten von Umweltmonitoring werden diese zu einem zweidimensionalen Klassifikationsschema verbunden, welches es ermöglicht, Crowdsourcing-Projekte im Umweltmonitoring einzuordnen.

Abstract

Newer development in ICT's in combination with the internet creates new possibilities to solve environmental problems. In search for actual measures in this new field, concepts like crowdsourcing and environmental monitoring play a big role. However, there has not been any detailed research concerning their connection and the resulting benefits or problems. This paper investigates the possibilities of merging the two concepts together in order to improve environmental protection. Therefore it defines three categories of crowdsourcing on the new criteria of the degree of the stakeholder's involvement. It then proceeds to merge these categories with different kinds of environmental monitoring into a two-dimensional classification scheme, which can be used to classify existing projects.

Keywords: Umweltmonitoring, Crowdsourcing, Web 2.0, kollektive Intelligenz.

Abkürzungen

BfN	Bundesamt für Naturschutz
CITES	Convention on International Trade in Endangered of Wild Fauna and Flora
EC	European Commission
FAS	Federation of American Scientists
FOE	Friends of Earth
GEMS	Global Monitoring System
GIS	Geographical Information Systems
GPS	Global Positioning System
ICSU	International Council for Science
ICT	Information and Communication Technology
IUBS	International Union of Biological Sciences
IUCN	International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources
IUPN	International Union for the protection of Nature
KREMU	The Kenya Rangeland Ecological Monitoring Unit
MAB	Man and the Biosphere
MZA	Meteorologische Zentralanstalt
NEPA	National Environmental Policy Act
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
SCOPE	Scientific Committee on Problems of the Environment
UNEP	UN Environment Programs
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNO	United Nations Organization
WHO	World Health Organization

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
1.1 Aufbau der Arbeit 2
1.2 Von “Crowd” bis “Sourcing” - eine Begriffsdefinition 3
1.3 Umweltschutz und Umweltmonitoring 5
1.4 Informationsgesellschaft und Nachhaltigkeit 7
1.4.1 Umweltinformatik 8
1.4.2 ICT als Mittel einer „grünen“ Entwicklung 8
1.4.3 Analyse von ICT-Einflüssen auf die Umwelt 10
1.4.4 Allgegenwärtige Sensoren 11
1.4.5 „Europe 2020 Strategy“ 11
2 Umweltmonitoring 13
2.1 Historische Entwicklung des Umweltmonitorings 13
2.2 Ansätze des Umweltmonitorings 21
3 Crowdsourcing 26
3.1 Anreiz zur Anwendung des Crowdsourcings 26
3.2 Crowdsourcing-Ansätze 28
3.2.1 Bestehende Kriterien zur Klassifikation von Crowdsourcing 30
3.2.2 Erstellung einer neuen Kategorisierung für verschiedene Crowdsourcing-Ansätze im Umweltmonitoring 35
4 Crowdsourcing im Umweltschutz-Bereich. Analyse und Bewertungen 38
4.1 Citizen Science vs. Crowdsourcing im Umweltmonitoring 38
4.2 Ausgesuchte Crowdsourcing in Umweltmonitoring-Projekten 41
4.3 Herausforderungen und Relevanz 49
4.3.1 Herausforderungen 49
4.3.2 Relevanz 51
5 Schlussfolgerung 52
5.1 Ausblick 53
Abbildungverzeichnis IV
Tabellenverzeichnis V
Literaturverzeichnis VI

1 Einleitung

Die Verbesserung der Informations- und Kommunikationstechnologien (ICTs) fördert den technologischen Fortschritt in fast allen Branchen. Dieser Fortschritt bedeutet für einige Länder höhere Leistung in verschiedenen Sektoren und mehr Lebensqualität für die Bevölkerung.

Die interdisziplinäre Arbeit zwischen Informatik und Umweltwissenschaften verfügt über das Potenzial, den Umweltschutz zu unterstützen. ICTs werden zwar hauptsächlich für kommerzielle und nicht umweltrelevante Ziele weiterentwickelt, aber diese Technologien bieten, direkt oder indirekt, potenten Instrumente für Umweltschutzmechanismen wie die Beobachtung der Umwelt (*Umweltmonitoring)* an, um die Suche nach möglichen und innovativen Lösungen zu Umweltfragen effizienter zu machen. Eines dieser Instrumente ist das Web, welches die traditionelle Form der Kommunikation der Menschen verändert hat. Dieser Wandel bewirkte die Schöpfung der *Netzgesellschaft*.

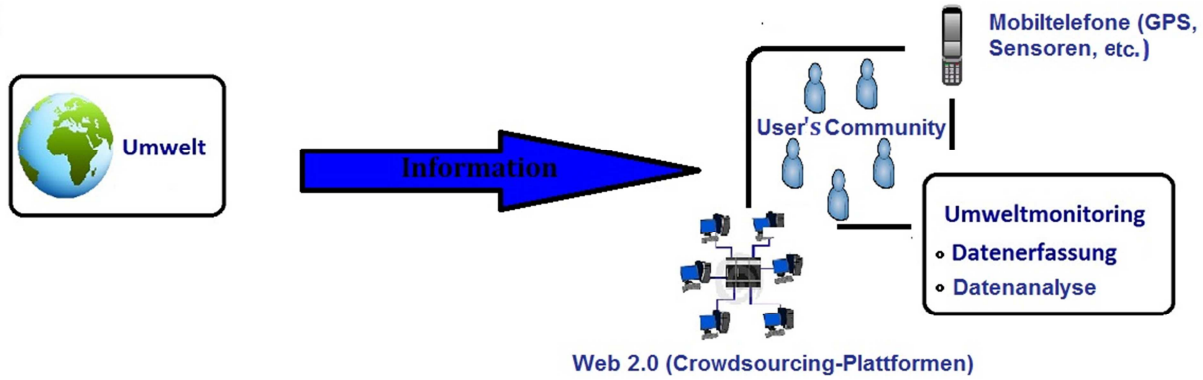
Mit der Entstehung der Netzgesellschaft tauchten neue Begriffe wie *Crowdsourcing* auf. Crowdsourcing stellt eine neue und innovative Art von Zusammenarbeit einer *Community* von freiwilligen Internet-Usern mit einer Organisation oder einem Unternehmen dar (Unterberg, 2010).

Crowdsourcing kann das klassische Umweltmonitoring unterstützen. Aber wie kann es das auf wesentliche Weise tun? Nehmen wir ein hypothetisches Beispiel: Eine Gruppe von interessierten Benutzern bildet eine Community, die über eine kollektive Intelligenz verfügt. Diese Gruppe übernimmt einen Teil der kontinuierlichen Überwachung (Monitoring) eines Systems, z. B. Lärmmessungen mit Mobiltelefonen in Waldgebieten. Dann können sie die gewonnenen Daten auf einer Crowdsourcing-Plattform erfassen und analysieren, welche negativen Auswirkungen dieser Lärm auf das Ökosystem verursacht. Heutzutage ist es in vielen Ländern mit Hilfe von ICTs möglich, dass dieser Teil des Monitorings von externen Usern durchgeführt wird. Konkrete Beispiele finden sich in Kapitel 4.

Diese Arbeit macht es sich zum Ziel aufzuzeigen, wie der Einsatz von Crowdsourcing im Umweltmonitoring zur Lösung der Umweltschutz-Problematik beitragen kann (Abb. 1.).

Dazu werden in einem ersten Schritt die Begriffe Crowdsourcing und Umweltmonitoring definiert. In einem weiteren Schritt wird eine Bestandsaufnahme der Anwendungen davon erstellt und strukturiert, um schliesslich zu analysieren, wie das Crowdsourcing konkret den Umweltschutz unterstützen könnte.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen Umweltmonitoring und Crowdsourcing.



Quelle: Eigene Darstellung. Der blaue Pfeil stellt den Informationsfluss zwischen der Umwelt und der Community dar. Das Monitoring der Umwelt wird von der Community durchgeführt und von Technologien unterstützt.

1.1 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit beschäftigt sich primär damit, inwiefern das Crowdsourcing als Teil eines Umweltmonitorings konkret der Umweltproblematik entgegenwirken kann.

Zuerst werden die Begriffe von Konzepten geklärt, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind. Mit manchen bisherigen technologischen Trends im Umweltschutz beschäftigt sich die Einleitung, um das Potenzial von ICTs (da diese im Umweltschutzbereich bestehen) zu belegen.

Mit der Frage „Was ist Umweltmonitoring?“ setzt sich das zweite Kapitel auseinander. Die historische Entwicklung und verschiedene Arten von Umweltmonitoring werden dargestellt.

Das Kapitel Crowdsourcing beschreibt das Phänomen des Crowdsourcings und wägt seine Vor- und Nachteile ab. Es wird der Frage nachgegangen, welche Anreize bestehen, ein Crowdsourcing-Projekt zu initiieren oder sich daran zu beteiligen. Abschliessend werden in diesem

Kapitel drei Kategorien von Crowdsourcing definiert, um schliesslich darzulegen, warum sich das Crowdsourcing mit dem Umweltmonitoring besser kombinieren lässt als andere ICTs, um konkret zum Umweltschutz beizutragen.

Im vierten Kapitel wird der Zusammenhang von ICT, Umweltschutz und Gesellschaft analysiert. Dazu werden reale Beispiele von Projekten dieser Art dargelegt. Manche dieser Beispiele werden in ein zweidimensionales Klassifikationsschema eingeordnet (Kategorien von Crowdsourcing und Art des Monitorings).

Diese Beispiele internationaler Crowdsourcing-Plattformen, die mit Umweltdaten von Internet-Usern unterstützt werden, dienen dazu, den Bedarf und das weltweit zunehmende Interesse für solche Projekte zu belegen.

Das letzte Kapitel beinhaltet die Schlussfolgerung der ganzen Thematik, sowie die Abgrenzung von offenen Punkten.

1.2 Von “Crowd” bis “Sourcing” - eine Begriffsdefinition

Seit einiger Zeit wird über die Vorteile und die möglichen Anwendungen von Web 2.0 gesprochen. Dabei wurde der Fokus primär auf die Thematik Social Web gelegt, weil Plattformen wie Facebook oder MySpace eine hohe Bewertung an den Aktienmärkten aufweisen. Aber das Potenzial von Web 2.0 endet hier nicht. Es sind verschiedene mögliche Anwendungen des Webs 2.0 in der Businesswelt geschaffen worden (Kozinets, 2002). Einer dieser Trends ist das Crowdsourcing. Dieses wurde vorerst angewendet, um Unternehmensleistungen zu maximieren (Howe, 2006a).

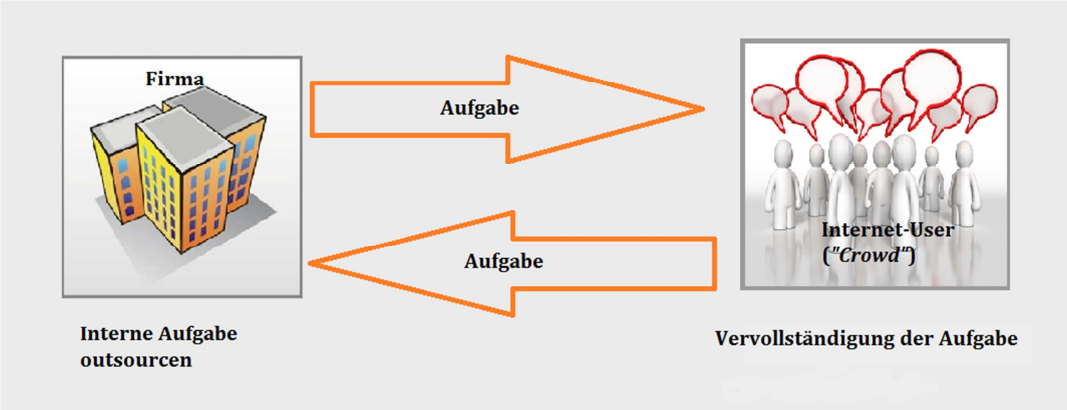
Schon 1998 schuf das amerikanische multinationale Pharmaunternehmen Eli Lilly eine Crowdsourcing-Plattform namens InnoCentive. Das Konzept wurde trotz seines Erfolges in Blogs und bei Journalisten wissenschaftlich wenig erforscht (Schenk und Guittard, 2009).

Das Wort Crowdsourcing setzt sich zusammen aus *Crowd* (Menge) und *Outsourcing*. Der Begriff wurde zum ersten Mal in einem Internet-Forum anonym verwendet. Jeff Howe und Mark Robinson haben das Konzept in einem Artikel in “The online journal Wired“ („The rise

of crowdsourcing“) im Jahre 2006 verbreitet. Jeff Howe (2006) schlug in seinem Blog die folgende Definition vor:

„Crowdsourcing represents the act of a company or institution taking a function once performed by employees and outsourcing it to an undefined (and generally large) network of people in the form of an open call. This can take the form of peer-production (when the job is performed collaboratively), but is also often undertaken by sole individuals. The crucial prerequisite is the use of the open call format and the wide network of potential labourers“. (Howe, 2006 http://crowdsourcing.typepad.com) (Abb. 2).

Abb. 2. Was ist Crowdsourcing?



Quelle: Eigene Darstellung.

Im deutschsprachigen Raum verwendeten Reichwald und Piller (2007) den Begriff „interaktive Wertschöpfung“ als Synonym für Crowdsourcing. Unter interaktiver Wertschöpfung versteht man nach Piller und Reichwald:

„Ein Unternehmen vergibt in Form eines offenen Aufrufs eine Aufgabe, die bislang intern bearbeitet wurde, an ein undefiniertes (offenes), grosses Netzwerk von Kunden und Nutzern in Form eines offenen Aufrufs zur Mitwirkung. Die Bearbeitung dieser Aufgabe erfolgt dabei oft kollaborativ zwischen mehreren Nutzern, in anderen Fällen aber auch durch einen Akteur allein “. (Reichwald und Piller, 2007 zit. in Kleemann und Voß, 2007, "Innovationen und gesellschaftlicher Wandel", 2007, s. 2).

Reichwald und Piller (2007) betonen (auch wie Howe), dass nur dann von Crowdsourcing gesprochen wird, wenn die Kollaboration für alle Stakeholder mit niedrigen oder keinen Kosten verbunden ist.

Diese Definition entspricht sinngemäss jener von Kleemann, Voß und Rieder aus dem Jahr 2009. Sie verwenden jedoch den Begriff „arbeitende Kunden“.

“Es handelt sich um eine arbeitsteilige Zusammenarbeit zwischen Anbieterunternehmen und Kunden, bei welcher der Kunde aktiv an der Wertschöpfung des Unternehmens beteiligt ist”. (Voß und Rieder, 2009 „Industrie- und Betriebssoziologie“ S. 13).

Crowdsourcing ist ein Sammelbegriff, der in verschiedene Sonderformen unterteilt wird. Neuere Arbeiten, wie jene von Halevy, Doan und Ramakrishnan (2011) trennen das Crowdsourcing auch in Perspektiven und Anwendungen. In den folgenden Kapiteln werden diese Anwendungen und Klassifikationen von Crowdsourcing ausführlich erörtert.

1.3 Umweltschutz und Umweltmonitoring

Unter Umweltschutz versteht man die Bewahrung der Umwelt als Lebensgrundlage des Menschen. Der „Umwelt“ entspricht sowohl die natürliche als auch die künstliche Umwelt. Umweltschutz beinhaltet die Einschätzung potenzieller Gefahren für die Umwelt, die Vermeidung von Umweltschäden und den Einsatz präventiver Massnahmen (Ludwig et al., 2009).

“You cannot recognize understand, improve or maintain what you do not or cannot measure”. (Draggan, 2006).

Die Beobachtung unserer Umwelt ist somit eine notwendige Methode zur Unterstützung des Umweltschutzes. Damit kann der ökologische Zustand der Umwelt evaluiert werden, um z. B. Umweltschutzmassnahmen ergreifen zu können. Die Erhebung von ökologischen Daten lässt sich (unter anderem) durch Umweltmonitoring realisieren, so wie jede wirkungsvolle Analyse ein regelmässiges Monitoring voraussetzt.

Das Wort Monitoring kommt vom Lateinischen *monitore* und bedeutet „melden oder warnen“. Ursprünglich war damit ausschliesslich jemand gemeint, der warnt damit ein Fehler vermieden werden kann.

Bedingt durch die stetig wachsenden technologischen Möglichkeiten kann der Begriff inzwischen auch für die Dokumentation, Regulierung oder Kontrolle eines Prozesses oder Systems mittels technischer Hilfsmittel (meist elektronischer) verwendet werden. Die Bedeutung wurde ausgeweitet auf systematische Beobachtung (also wiederholte oder regelmässige Durchführung) mit dem Ziel, anhand gesammelter Daten Schlussfolgerungen zu ziehen.

So kann beispielsweise das Monitoring einer Pflanzen- oder Tierpopulation Schlüsse auf ihr Ökosystem ermöglichen, oder das Monitoring des Konsums verschmutzten Trinkwassers helfen, den Zustand der Wirtschaftslage einer Nation zu beurteilen.

Monitoring eignet sich auch für die Analyse sozialer, politischer oder kultureller Ansichten oder Verhaltensweisen eines Landes (The Encyclopedia of earth et al., 2011).

Es gibt sehr viele fachspezifische Arten von Monitoring, so auch das Umweltmonitoring. Darunter versteht man üblicherweise die systematische Überprüfung des Ökosystems mit Hilfe festgelegter Parameter.

Die Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie (GDCh) definiert Umweltmonitoring folgendermassen:

„...alle Arten der Beobachtung intersubjektiv wahrnehmbarer Systemzustände im Zeitverlauf. Beobachtungen können akustisch, optisch, olfaktorisch oder taktil erfolgen und instrumentell unterstützt werden. Wenn die beobachteten Beziehungen zwischen Sachverhalten in Zahlen ausgedrückt werden, spricht man von Messungen. ”. (GDCh-Fachgruppe, 2007. „Positionspapier zum stoffbezogenen Umweltmonitoring” S. 2)

Das Monitoring ermöglicht Folgendes (GDCh, 2007):

1 Erfassung von Informationen mittels statistischer Verfahren
2 Objektivität, Präzision , Zuverlässigkeit von Indikatoren

3 Überprüfung von Hypothesen

Nach der Begriffsklärung von Crowdsourcing und Umweltmonitoring wird deutlich, dass Crowdsourcing die Umweltmonitoring - Aktivitäten potenziell unterstützen kann.

1.4 Informationsgesellschaft und Nachhaltigkeit

Wir leben in einer Informationsgesellschaft. Für beinahe jede Person ist Information und Kommunikation frei zugänglich (z. B. durch das Internet), ohne dass dabei die demokratischen Grundrechte anderer verletzt werden. In demokratischen Ländern kann jeder über den Umgang mit diesen Informationen individuell entscheiden (Dompke et al., 2004).

Die Informationsgesellschaft bietet die Möglichkeit, eine *nachhaltige Entwicklung* und somit den Erhalt der Umwelt zu unterstützen, indem sie zuverlässige Informationen dafür liefert.

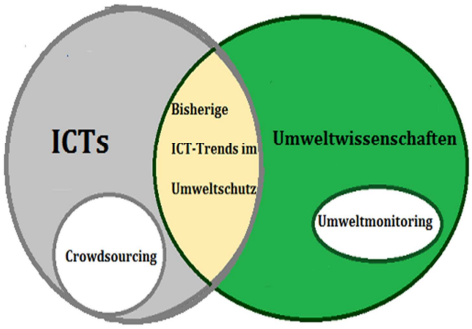
Nachhaltige Entwicklung bedeutet eine langfristig menschenwürdige, soziale und naturverträgliche Beziehung zwischen Umwelt und Gesellschaft zu gewährleisten (Dompke et al., 2004). Der Begriff Nachhaltige Entwicklung wurde von der Definition der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen im Jahr 1987 geprägt:

“Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können” (zit. in Dompke et.al, 2004 Memorandum «Nachhaltige Informationsgesellschaft», S.12).

Trends in Forschung, Technologie und Gesellschaft zum Schnittthema ICT und Umweltschutz:

Heutzutage kann man die ICTs und die Umwelt nicht getrennt betrachten, um die potenziellen Beiträge von diesen zur Umweltschutzproblematik erkennen zu können. In diesem Zusammenhang entstehen neuartige Trends, die den Umweltschutz unterstützen (Abb. 3)

Abb. 3. Kontext der Arbeit.



Quelle: Eigene Darstellung.

1.4.1 Umweltinformatik

Die Umweltinformatik ist eine Teildisziplin der angewandten Informatik. Die Umweltinformatik unterstützt die Umweltwissenschaften mit informatischen Methoden und Technologien. Sie liefert Informationen über den Zustand der Umwelt und die Auswirkungen der Anwendung von ICTs auf die Natur. Diese Informationen dienen potenziell zur Minimierung, Behebung und Vermeidung von Umweltschäden (Page und Hilty, 1995).

Die Umweltinformatik unterstützt seit ungefähr zwei Jahrzehnten die Umweltforschung mittels verschiedener Informatikwerkzeuge wie Datenbanken, Simulation oder Computergraphik, die in Bereichen wie Umweltmonitoring zur Ökosystemforschung angewendet werden können. Daher ist die zentrale Frage der Umweltinformatik, wie man die ökologische Herausforderung mit Hilfe von Informatikmethoden wirksamer bewältigen kann (Rolf und Hilty, 1995).

1.4.2 ICT als Mittel einer „grünen“ Entwicklung

Um eine gute Basis für eine „grüne“ Entwicklung schaffen zu können, sind die folgenden Punkte gemäss des “International Council for Science” (ICSU) fundamental:

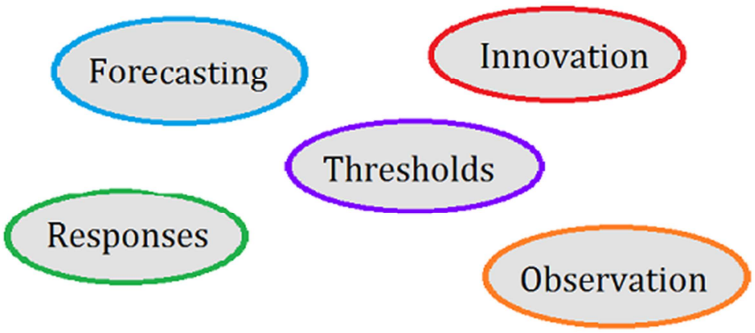
1. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Forschung zwischen Natur- und Sozialwissenschaften, Medizin und Technik muss verstärkt und verbessert werden, um die Wechselwirkungen zwischen physischen und sozio-ökonomischen Prozessen erkennen zu können.

2. Die interdisziplinäre Forschung muss unterstützt, und zunehmend müssen externe Teilnehmer in Projekten eingesetzt werden. Durch diese Zusammenarbeit wächst einerseits

das Vertrauen in die Wissenschaft, andererseits wird die soziale Verantwortung für kollektive Aktionen in der Umwelt gefördert.

Die ICSU ist eine Organisation, die von 2009 bis 2010 eine grosse Untersuchung durchgeführt hat, an welcher mehr als 1000 Wissenschaftler aus 85 Ländern teilgenommen haben. Diese veröffentlichte fünf Prioritäten oder Herausforderungen.

Abb. 4. The five ICSU identified Grand Challenges in Global Sustainability Research.



Quelle: Article From Sensor to Observation Web with Environmental Enablers in the Future Internet, S. 3878.

Unter Forecasting versteht man die Verbesserung meteorologischer Prognosen, um deren genaue Auswirkungen auf Mensch und Umwelt besser einschätzen zu können.

Ein effizienterer Umgang mit lokalen und globalen Klimaveränderungen setzt die Weiterentwicklung von Observation Systems (Beobachtung, Monitoring) voraus.

Mit der Festlegung von wesentlichen Thresholds (Grenzbereichen) kann schneller auf grössere Klimaveränderungen reagiert werden. Dadurch wird genau definiert, wann und wie auf welche Veränderungen in der Umwelt reagiert werden soll.

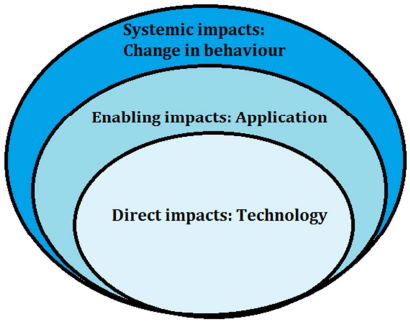
Zudem soll die Delimitation of Responses, also das Beschränken der möglichen Handlungsweisen auf institutionelle, politische und soziale Lösungsstrategien Probleme effizienter und nachhaltiger lösen.

Die Innovation liefert neue Methoden und frische Ideen für die Lösung jeglicher Probleme. Innovative Ideen verbessern den ungenügenden Zustand und könnten sich in kommerzielle Produkte und Neuheiten verwandeln (Havlik et al., 2011).

1.4.3 Analyse von ICT-Einflüssen auf die Umwelt

Im Jahr 2010 publizierte die OECD den Bericht: "Greener and Smarter / ICTs, the Environment and Climate Change". Der Bericht behandelt die Einflüsse von ICTs auf die Umwelt und unterteilt diese in *direct impacts*, *enabling impacts* und *systemic impacts*, also direkte, unterstützende und systemische Einflüsse (Abb. 5).

Abb. 5. Einflüsse von ICTs auf die Umwelt.



Quelle: OECD, 2010. Greener and Smarter: The Environment and Climate Change. S.8.

Zusammenfassend sind die direkten Auswirkungen (direct impacts, first order) von ICTs die Effekte, welche ICT- Produkte und ICT bezogene Prozesse in der Umwelt verursachen.

Die unterstützenden Einflüsse (enabling impacts, second order) versuchen, negative Auswirkungen von anderen Technologien in der Umwelt zu reduzieren. Sie bezeichnen Neben-Einflüsse der Anwendungen von ICT, welche die Umweltbelastung während wirtschaftlicher und sozialer Aktivitäten reduzieren. ICTs beeinflussen wie andere Produkte designt, produziert, konsumiert, genutzt oder zur Verfügung gestellt werden und das derart, dass es Produktion und Konsum ressourceneffizienter macht.

Die systemischen Auswirkungen (systemic impacts, third order) betrachten gesellschaftliche oder andere nicht technologische Veränderungen, die von ICT als transformativer Technologie bewirkt werden. Die systemischen Einflüsse von ICTs und deren Anwendungen auf die Umwelt sind jene, welche Verhaltensänderungen und andere nicht technologische Faktoren

einschliessen. Sie beinhalten beabsichtigte und unbeabsichtigte Folgen einer breiten Anwendung von “Green” ICTs (OECD, 2010).

1.4.4 Allgegenwärtige Sensoren

Die Qualität moderner Sensoren hat sich stark verbessert. Diese Geräte sind auch günstiger geworden. Manche modernen Autos verfügen über Sensoren, die nicht nur die Umgebungstemperatur sondern auch Abgasemissionen messen können. Viele Smartphones werden mit Sensoren, z. B. GPS und Akzelerometer, ausgerüstet. Modernste Telefone besitzen sogar kleine Sensoren, um den Luftdruck und die Qualität der Luft messen zu können (Kanjo, Bacon, Landshoff und Roberts, 2009).

Wegen der relativ tiefen Preise von Sensoren, ihrer hohen Verfügbarkeit und ihres Potenzials, um meteorologische und andere Umweltbedingungen zu bestimmen, eignen sie sich gut für die Unterstützung von Umweltmonitoring. Der Einsatz ohnehin vorhandener Typen von Sensoren zur Erfüllung von Aufgaben des Umweltmonitorings wird mit dem Begriff Opportunistic Sensing umschrieben.

Opportunistic Sensing macht Monitoring effizienter, weil fast jede Person (in entwickelten Ländern) über einen Internetzugriff und ein Telefon verfügt (Maisonneuve et al., 2010). Dies ermöglicht die Erhebung von Informationen, wie zum Beispiel Daten über seismische Aktivitäten mit der Hilfe des Akzelerometers eines Mobiltelefons (Cochran, Lawrence, Christensen und Jakka, 2009).

Trotzdem hat der Einsatz von Sensoren auch gewisse Nachteile:

1 Die Qualität von zufällig verfügbaren Sensoren ist niedriger als die von professionellen.

2 Die Verfügbarkeit von Sensoren und die Genauigkeit der Messungen können nicht garantiert werden.

3 Menschliche Beobachtungen sind subjektiv.

1.4.5 „Europe 2020 Strategy“

Auf Grund der gegenwärtigen ökonomischen Krise hat im Jahr 2008 die EU-Kommission eine Wachstumsstrategie für Europa im kommenden Jahrzehnt erarbeitet, die “Europe 2020

Strategy". Darin werden drei zentrale Prioritäten des erwünschten Wirtschaftswachstums innerhalb der EU formuliert (EC, 2008):

1. *Smart growth:* Intelligentes Wachstum bedeutet bessere Leistung in den Bereichen Bildung, Forschung und Innovation und digitale Gesellschaft (Einsatz von ICT).

2. *Sustainable growth*: Nachhaltiges Wachstum bedeutet eine wettbewerbsfähige, emissionsarme Wirtschaft, die Ressourcen effizient einsetzt und die Umwelt schützt, also grünes Wachstum.

3. *Inclusive growth*: Integratives Wachstum bedeutet die Anhebung der Beschäftigungsquote durch die Schaffung neuer und attraktiver Arbeitsstellen und der Modernisierung der Arbeits- und Sozialmärkte sowie Investitionen in die berufliche Bildung. Ausserdem soll dafür Sorge getragen werden, dass die wachstumsbedingten Vorteile die Lebensqualität der Bevölkerung aller EU-Mitgliedstaaten erhöhen.

Eine gemeinsame und generelle Herausforderung besteht also darin, wie die ICTs zu einer umweltfreundlichen Leistung beitragen können. Diese Aufgabe ist alles andere als einfach, denn zur Umsetzung der ICT-Trends reicht blosse Technologie nicht. Der Mensch ist der wichtigste Faktor. Mehr als 60 % der Europäer schätzen zwar eine saubere Umwelt und würden neue Umweltschutzmassnahmen unterstützen. 42 % der Europäer fühlen sich aber schlecht informiert über die möglichen Auswirkungen, welche die ICTs in unserer Umwelt erzeugen könnten (EC, 2008a).

Nicht nur die ICTs können zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen. Die Bio- und Energietechnologien sind Beispiele anderer Technologien, die über Umweltschutzpotenziale verfügen (Krenning, 2008).

2. Umweltmonitoring

Seit Jahren ist Zustand und Erhalt unserer Umwelt ein Kernthema in der Gesellschaft. Regierungen und Organisationen setzen sich damit auseinander, neue und traditionelle Methoden zu entdecken und zu verbessern, um die Beobachtung der Umwelt effizienter zu machen.

Umweltmonitoring ist für die heutigen Erfordernisse des Umweltschutzes unverzichtbar. Damit können relevante Daten zu Ökosystemen erhoben werden. Indikatoren wie Wasser- und Luftqualität ermöglichen es, den Umweltzustand zu ermitteln.

Das Umweltmonitoring liefert mittels einer systematischen und regelmässigen Beobachtung Umweltdaten einer spezifischen Situation. Die Analyse dieser Daten dient dazu, die Umweltproblematik zu erkennen und ihr entgegenzuwirken (Egner, 2007).

Im Jahr 1992 fand die Konferenz der Vereinten Nationen zu Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro statt. Sie befasste sich mit dem Thema *nachhaltige Entwicklung* und stellte einen internationalen Meilenstein bezüglich Umweltmonitoring dar.

Immer mehr Länder realisieren seither Projekte, um die Intensität des menschlichen Fußabdrucks in der Natur, sowie den Zustand der Umwelt zu evaluieren (Holdgate, 2005). Das Umweltmonitoring ist keine neue Erfindung. Seine Anfänge reichen weit in die Vergangenheit zurück.

2.1 Historische Entwicklung des Umweltmonitorings

Die Beobachtung und Datensammlung sich wiederholender Naturereignisse über lange Zeit wird seit Jahrhunderten betrieben. Diese Wissenschaft wird Phänologie genannt. Der alte Begriff der Phänologie ist für den moderneren und umfassenderen Begriff des Umweltmonitorings insofern von Bedeutung, als die Phänologie das Umweltmonitoring mit Informationen beliefert und unterstützt.

Im Jahr 1875 gründete die Royal Meteorological Society in Grossbritannien ein nationales Netzwerk zur Registrierung phänologischer Daten. Im Jahr 1900 wurde das erste phänologische Pilotprojekt vom „Centre for Ecology and Hydrology“ lanciert (Spellerberg, 2005).

In der Schweiz wurde das erste offizielle phänologische Beobachtungsnetz 1951 gegründet, und zwar vom damaligen Leiter der Agrarmeteorologie der Meteorologischen Zentralanstalt (MZA, heute MeteoSchweiz), Bernard Primault. Ziel war, möglichst viele Informationen über die Vegetationsentwicklung zu sammeln und öffentlich zur Verfügung zu stellen.

Seit dem Jahr 2007 existieren in der Schweiz phänologische Stationen (Tab. 1), die mit verschiedenen nationalen und internationalen Organisationen zusammenarbeiten (Jeanneret, 2006).

Tab. 1. Phänologische nationale und internationale Netze in der Schweiz.

Netz	**Anzahl Stationen**	**Institution, Koordination**	**Zentrale**
Gesamtnetz	160	MeteoSchweiz	Zürich
Waldnetz	10	MeteoSchweiz	Zürich
Schweizerischer Nationalpark	3	MeteoSchweiz	Zürich
Phäno-Spezial	39	MeteoSchweiz/Agroscope	Zürich
Pollenmessnetz	14	MeteoSchweiz	Zürich
GLOBE Schweiz	2	Pädagogische Fachhochschule	Solothurn
Closet phenologists	11	MeteoSchweiz	Payerne
Internationale Phänologische Gärten IPG	1	Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften	Berlin WSL/ Birmensdorf
GLOBE International GLOBE	2	Colorado State University Pädagogische Hochschule PH	Fort Collins, CO Solothurn

Switzerland			
Phénoclim	2	Centre de Recherches sur les Écosystèmes d'Altitude (CREA)	Chamonix

Quelle: Phänologie – ein Biomonitoring und seine Anwendungen. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz s. 99, 2006.

Die Aktivitäten des Umweltmonitorings existieren an sich seit Jahrhunderten. Vom eigentlichen Monitoring als Konzept kann jedoch erst seit Anfang des 20. Jahrhunderts gesprochen werden. Zu jener Zeit wurde die Umweltforschung wegen der Industrialisierung, Urbanisierung, Luftverschmutzung und der intensiven Nutzung der natürlichen Ressourcen zu einer neuen Domäne.

In der folgenden Tabelle (2) werden einige der wichtigsten historischen Vorkommnisse in chronologischer Reihenfolge dargestellt.

Tab. 2. Umweltmonitoring historische Meilensteine.

Jahr	**Event**
1912	Zählungen der Kolonien von Kohlmeisen in den Niederlanden werden aufgenommen.
1928	Zählungen von Fischreiherkolonien in England und von Weissen Störchen in Deutschland werden aufgenommen.
1929	Alister Hardy schlägt vor, die Verbreitung des Planktons in der Nordsee zu beobachten und zu kontrollieren.
1946	Die Internationale Konvention der Regulierung des Walfangs gründet die internationale Walfang Kommission.
1948	Die UNO gründet die "International Union for the protection of Nature" (IUPN).
1955	"The Wenner Green Conference on Man's Role in Changing the Face of Earth", Princeton, NJ. , wird abgehalten.
1956	"Man's Role in Changing the Face of Earth"wird publiziert.
1957	1. Die IUPN wird zur "International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources" (IUCN).

	2. Internationales Geophysikalisches Jahr.
1958	“Law of the Sea”: An der ersten UNO-Konferenz für das Gesetz des Meeres werden Entwurfs- Konventionen verabschiedet.
1959	Antarktischer Vertrag: Der Wirtschafts- und Sozialrat der UNO nimmt die Entscheidung an, ein Register von Nationalparks und Naturschutzgebieten der Welt zu publizieren.
1961	Gründung des WWFs “World Wildlife Fund” (Worldwide Fund for Nature).
1962	“Silent Spring” von Carson wird publiziert.
1964	Die ICSU gründet das “International Biological Programme” (BIP).
1966	Erste Veröffentlichung des IUCN “Red Data Book”
1968	UNESCO Biosphäre-Konferenz.
1969	Die “Friends of Earth” (FOE) wird gegründet.
1970	Der US- “National Environmental Policy Act” (NEPA) verlangt die Vorbereitung von Umwelteinfluss-Bewertungen.
1971	1. “Man and the Biosphere” (MAB), ein UNESCO–Programm, wird gestartet. 2. Greenpeace International wird gegründet.
1972	1. UNO-Konferenz in Stockholm: “Conference on the Human Environment”. 2. Ein globales Erdbeobachtungssystem “Global Environment Monitoring System” (GEMS), sowie ein internationales Umweltmanagement werden in der Erklärung von Stockholmgefordert. 3. Das Umweltprogramm der UNO, das “Environment Programme” (UNEP) wird aufgenommen. 4. “A Blueprint for Survival” erscheint im Journal “The Ecologist”. 5. “Limits to Growth" wird publiziert.
1973	Die UNEP führt das Konzept “Earthwatch” ein.
1974	Das UNEP “Regional Seas” Programm wird gestartet.
1975	Die “Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora” (CITES) und die “Kenya Rangeland Ecological Monitoring Unit” (KREMU) wurden als Resultat der Zusammenarbeit zwischen Kenia und der “Canadian International Development Agency” etabliert.
1976	Das SCOPE verfasst im Auftrag der ICSU einen Bericht über globale Tendenzen in der Biosphäre, welche am dringendsten internationale, interdisziplinäre und wissen-

	schaftliche Zusammenarbeit verlangen.
1977	UNO-Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung
1979	An der "World Climate Conference" organisiert von der "World Meteorological Organization" wird der Treibhauseffekt öffentlich anerkannt.
1980	1. "World Conservation Strategy" (IUCN) wird gestartet. 2. "IUCN Conservation Monitoring Centre" (heute UNEP-WCMC) wird initiiert. 3. Der "Global 2000" Bericht für US-Präsident Carter wird verfasst.
1982	1. An der UNO- Konferenz in Nairobi wird die "World Charter for Natur Conservation" angenommen. 2. "The World Environment" (1972-1982, Holdgate) wird publiziert. 3. Die "International Union of Biological Sciences" (IUBS) startet ihr Bioindikatoren Programm.
1983	Die UNO- Generalversammlung verlangt nach der Gründung einer unabhängigen Kommission, der "World Commission on Environment and Development"
1984	1. "The Resourceful Earth. A Response to Global 2000" wird publiziert Die ersten Monitoring-Programme werden von IUBS organisiert.
1985	1. Die "European Community Environmental Impact Assessment"-Direktive wird eingeführt. 2. "First Cary Conference": Status und Zukunft der Ökosystem-Wissenschaft werden besprochen. 3. Die Konferenz "Man's Role in Changing the Global Environment" wird in Venedig abgehalten.
1987	1. "Our Common Future" wird veröffentlicht. 2. Die "Second Cary Conference" wird in New York mit dem Ziel abgehalten, ökologische Langzeit-Studien für eine nachhaltige Forschung zu etablieren
1989	1. Sieben Industrieländer treffen sich zum „Grünen Gipfel" in Paris. Im Endkommuniqué wird festgehalten, dass ein dringender Bedarf an Umweltschutzmassnahmen besteht. Die IUCN publiziert eine Antwort darauf in "Our Common Future". unter dem Titel "From Strategy to Action"
1990	Bioscience publiziert drei der grössten Artikel über langfristige ökologische Forschung.
1992	Ergebnisse der UNCED- Konferenz Rio: 1. Die Biodiversitäts-Konvention (Übereinkommen über die biologische Viel-

	falt)wird ausgehandelt. 2. Konvention zur Klimaveränderung. 3. Die Agenda 21, ein Leitpapier zur nachhaltigen Entwicklung, wird von 172 Staaten beschlossen. 4. Global Biodiversity": Ein Bericht über den Zustand der Bioressourcen der Welt wird publiziert. Dieser basiert auf Umweltdaten, die vom "World Conservation Centre" gesammelt wurden.
1995	"Global Biodiversity Assessment" wird publiziert.
1999	"Geo 2000", der Jahrtausend –Bericht über Umwelt wird publiziert.
2000	Publikation von"State of the World".
2002	1. UNO Earth Gipfeltreffen in Johannesburg. 2. Das International Programme on Biodiversity, Diversitas publiziert einen Science Plan 3. Der erste Weltatlas der Biodiversität: "Earth's Living Resources for the 21st Century" wird lanciert.

Quelle: Modifiziert aus Tab 2.1 und Tab 2.2 Some events and publications of significance to the development of environmental and biological monitoring. Monitoring ecological change. Ian Spellerberg, 2005: 30-32.

Ein wichtiger Punkt in der Geschichte des Umweltmonitorings ist die Entstehung automatischer Messnetze in den 80er Jahren, weil sie die Wichtigkeit der Durchfürung des Monitoring auf lokalen Ebenen beweist. Die lokale Umweltdatenerfassung und Analyse bildet die Basis für die globalen Umweltmonitoring-Projekte (Rankin, Austin und Rice. 2011).

Beobachtungsnetze gab es jedoch schon viel früher. In der Schweiz entstand das erste meteorologische Messnetz im Dezember 1863. Es hatte anfänglich circa 80 Stationen und wurde von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gegründet. Im Lauf der Zeit wurde dieses technologisch verbessert, um die Genauigkeit der Messungen sicherstellen zu können (MeteoSchweiz, 2011).

Ein weiteres Beispiel dazu ist das automatische schweizerische Messnetz der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) in der Schweiz. Das Netz für automatische Dosisalarmierung und -Messung (NADAM) enthält 63 lokale Stationen. Diese werden bei Wetterstationen von MeteoSchweiz (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie) betrieben. Die Ortsdosisleistung

wird zusammen mit der lokalen Niederschlagsmenge im 10-Minuten-Intervall gemessen und dann werden diese an die NAZ übermittelt. Bei Überschreiten eines gewissen Schwellenwertes wird sofort ein Alarm ausgelöst. Die NADAM-Daten werden in der NAZ täglich analysiert und dienen der grossräumigen Überwachung der externen Strahlung (Bundesamt für Bevölkerungsschutz, 2012).

Im Jahr 2002 löste die UNO Konferenz „Conference on the Human Enviroment“ Initiativen von Umweltmonitoringprogrammen auf der ganzen Welt aus. Die Organisation SCOPE zum Beispiel legte in Zusammenarbeit mit dem ICSU eine Liste vor, die Monitoring- und Forschungsprogramme verschiedener Regionen des Planeten darstellt.

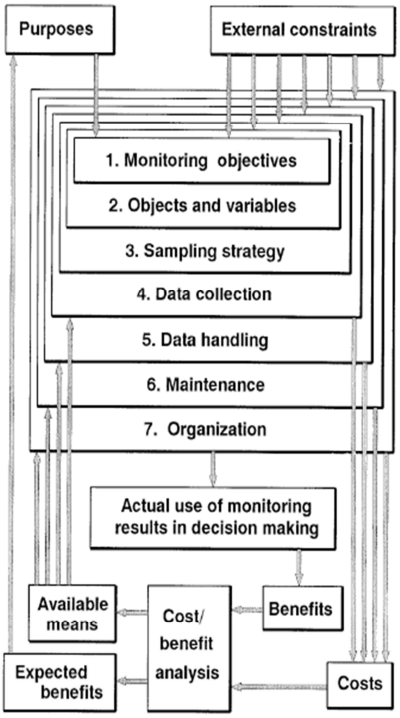
Der Begriff des Umweltmonitorings erreichte dadurch eine globale Dimension. Heutzutage werden mehrere Forschungen und Projekte auf internationaler Ebene durchgeführt, weil deutlich geworden ist, dass die Umweltproblematik nicht nur lokal angegangen werden kann (Spellerberg, 2005).

Der Blick auf die Geschichte des Umweltmonitorings zeigt, dass die Erhebung von geeigneten Informationen zusammen mit dem richtigen Design des Programmes die Basis für ein effizientes Umweltmonitoring bildet. Das Design eines Umweltmonitoring- Programms muss über folgende Komponenten verfügen (Vos, Meelis und Ter Keurs, 1997):

1 Ziel-Definition. Generell existieren zwei Typen von Zielen: Bewertung des Zustandes oder Erkennung von Veränderungen innerhalb eines Ökosystems
2 Indikatoren
3 Messstrategie
4 Datenerhebung
5 Datenbearbeitung
6 Datenverwaltung
7 Organisation: beinhaltet alle Management Aufgaben.

Die Abbildung 6 zeigt die schematische Darstellung eines Designs für Umweltmonitoring-Programme.

Abb.6. Design von Umweltmonitoring-Programmen.



. Schematic representation of the framework for the design and evaluation of monitoring programs.

Quelle: the design of ecological monitoring programs. Environmental Biology. Institute of Evolutionary and Ecological Sciences, Leiden University S. 326.

Die Festlegung von Indikatoren dient dazu, die Auswertung der Umweltdaten kohärent und unter standardisierten Massstäben zu erheben. Aber was sind Umweltindikatoren genau, und wie werden sie gewählt?

Indikatoren ermöglichen eine Ermittlung genereller Ökosystementwicklungen und deren Veränderungen. Sie liefern eine Erfolgskontrolle von Naturschutzmassnahmen und von sozialen und ökonomischen Ursachen und Auswirkungen des „human“ Faktors (s. Tabelle 3) in unserer Umwelt (Deutsches Bundesamt für Naturschutz, 2011).

Tab. 3. Anwendung von Indikatoren.

Thema	**Problem**	**Indikator**	**Massnahme**
Biologische Vielfalt	Artenaussterben *Exploitation of Populations.*	Anzahl beschädigter und ausgestorbener Arten. Abnahme von Arten	Gesetzgebung, um die Ausbeutung zu kontrollieren.

Ökosystemische Beobachtung	Invasive Tierarten, Verschlechterung des Lebensraumes	Beschädigte Gegend	Einrichtung von Naturschutzgebieten
Globale Erwärmung	CO_2, CH_4, N_2O Emissionen	Globale CO_2 Werte	Gesetzgebung, um die Teibhausgas-Emissionen zu limitieren.
Abbau der Ozonschicht	FCKW- Emissionen	Werte von Ozonkonzentrationen	Gasemissionen im Industriezweig beschränken
Bodenzerstörung	Intensive Landwirtschaft	Erosionswerte	Verbesserung von Agrarpraktiken

Quelle: Modifiziert aus: „Examples of environmental issues and variables“. Ian Spellerberg, 2005:s. 90.

Umweltmonitoring ist ein breites Konzept, das in verschiedene Unterarten unterteilt wird. z. B. nach Zeitdauer des Monitoring-Programms, nach den involvierten Stakeholdern oder nach den oben erwähnten Indikatoren. Nachfolgend werden einige dieser Unterarten erklärt.

2.2 Ansätze des Umweltmonitorings

Biomonitoring

Biomonitoring wird in Expositionsmonitoring und Wirkungsmonitoring (Effektmonitoring) unterschieden. Unter Expositionsmonitoring versteht man die Sammlung von biologischen Proben zum Nachweis der Exposition eines Organismus gegenüber einer gewissen Chemikalie.

Das Wirkungsmonitoring ermittelt mit Hilfe von Umweltproben die negativen Auswirkungen von Schadstoffen auf biologische Systeme. Durch Toxizitätstests, Probenaufbereitung und ein Testsystem werden die negativen Auswirkungen auf Organismen analysiert. Ein Beispiel dazu wären Bodenproben, um den Zustand von Pflanzen oder Bodenorganismen zu bestimmen.

Expositionsmonitoring und Wirkungsmonitoring können kombiniert werden. Daraus resultiert das Integrierte Monitoring.

Zeitliche und räumliche Dimensionen des Umweltmonitorings

Für jedes Umweltmonitoring-Projekt sollte ein Zeitraum definiert werden. Dieser Zeitraum kann kurz- oder langfristig sein. Üblicherweise muss die Umwelt über eine längere Zeit beobachtet werden, weil die Entwicklung vieler Naturphänomene Jahre dauert. Dieses langjährige Umweltmonitoring wird als Trendmonitoring (auch “long-term monitoring”) bezeichnet. Während der Durchführung des Trendmonitorings ist es wichtig, das Verfahren über die Zeitintervalle konstant zu halten (GDCh-Fachgruppe, 2007).

Die Anwendung des Trendmonitorings ist aufwendig und in der Praxis scheitern daran viele Projekte. Gründe dafür sind mangelhafte Strategie und mangelhaftes Management, schlechte Festlegung des Designs und die Verwendung ungeeigneter Daten und Indikatoren.

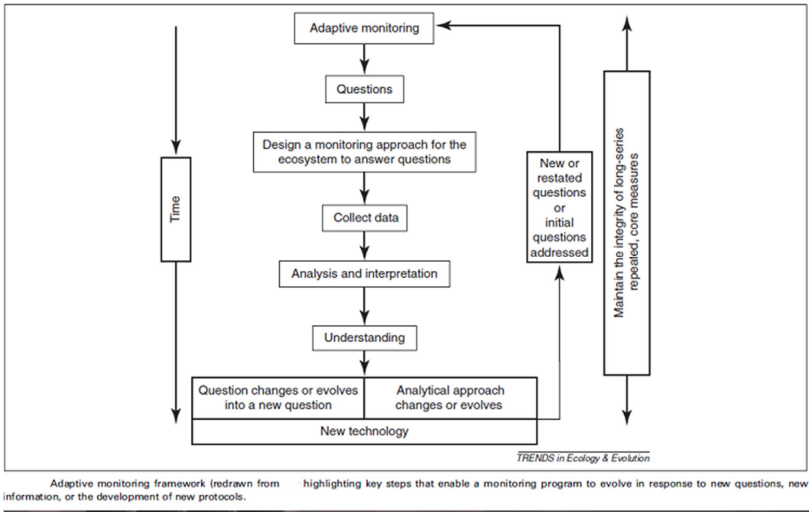
Das Trendmonitoring wird gemäss Lindenmayer und Likens (2010) in *curiosity-driven* oder *passive monitoring*, *mandated monitoring* und *question-driven monitoring*, also in durch Wissensdrang, Auftrag oder Fragen motiviertes Monitoring klassifiziert (Lindenmayer und Likens, 2010).

Eine andere zeitliche Dimension des Umweltmonitorings sind retrospektive Analysen. Um diese Analysen durchführen zu können, ist die Disponibilität zweckmässiger, historischer Daten oder Proben erforderlich. Der Vorteil dieser Form von Monitoring ist, dass die früher gesammelten Informationen zukünftig mit der Hilfe neuer Technologien und Techniken untersucht werden können (GDCh-Fachgruppe, 2007).

Adaptives Monitoring

Das adaptive Monitoring weist eine iterative Entwicklung auf, die zur Lösung von Problemen unter neuen Konditionen, ohne Veränderungen in der Datenstruktur, angewendet werden kann (Abb. 7).

Abb. 7. Adaptive Monitoring's Struktur.



Adaptive monitoring framework (redrawn from highlighting key steps that enable a monitoring program to evolve in response to new questions, new information, or the development of new protocols.

Quelle: Adaptive monitoring in the real world: proof of concept. S. 642.

Das adaptive Monitoring kann auf andere Arten vom Umweltmonitoring angewendet werden (Lindenmayer et al., 2011).

Kategorien von Umweltmonitoring in Bezug auf die Stakeholder

Ausgehend von der Beteiligung gewisser Stakeholder z. B. Wissenschaftler und/oder Einwohner an Umweltmonitoring-Projekten kann man 5 Kategorien von Umweltmonitoring unterscheiden.

Beim *Externally Driven, Professionally Executed Monitoring* sind keine lokalen Stakeholder (Einwohner) involviert. Das Design der Schemata, die Analyse von Resultaten und das Management werden von Wissenschaftlern und internationalen Organisationen übernommen.

In der Kategorie *Externally Driven Monitoring with Local Data Collectors* sind lokale Stakeholder nur während der Datenerhebung involviert. Genauso wie beim Externally Driven, Professionally Executed Monitoring werden das Design, die Analyse und die Interpretation von Resultaten von Fachleuten realisiert.

Beim *Collaborative Monitoring with External Data Interpretation* nehmen die Einwohner an der Datensammlung und dem Management teil. Aber im Gegensatz zum Externally Driven

Monitoring with Local Data Collectors wird die Leistung lokaler Stakeholder bezahlt. Die Analyse der Daten wird von externen Stakeholdern durchgeführt.

Das *Collaborative Monitoring with Local Data Interpretation* involviert lokale Stakeholder in alle Prozesse des Projektes: Analyse, Design, Datenerhebung und Management. Externe Stakeholder sowie Wissenschaftler können das Projekt jedoch mit Beratung und Vorschlägen unterstützen.

In der Kategorie *Autonomous Local Monitoring* wird das Monitoring vollständig von lokalen Stakeholdern übernommen - von der Datenanalyse bis zu abschliessenden Managemententscheiden unter Berücksichtigung der erhobenen Daten. Abbildung 8 stellt diese Kategorien und deren Stakeholder dar, unterscheidet letztere aber in Datensammler und Datennutzer (Danielsen et al., 2009).

Abb. 8. Umweltmonitoring-Kategorien.

Category of monitoring	*Primary data gathers*	*Primary users of data*
1. Externally driven, professionally executed	professional researchers	professional researchers
2. Externally driven with local data collectors	professional researchers, local people	professional researchers
3. Collaborative monitoring with external data interpretation	local people with professional researcher advice	local people and professional researchers
4. Collaborative monitoring with local data interpretation	local people with professional researcher advice	local people
5. Autonomous local monitoring	local people	local people

Quelle: Modifiziert aus: Role of local and professional researchers in the different categories of natural resource monitoring schemes. Characterization of Monitoring Approaches Conservation Biology Contributed Paper S. 34.

Die aktuellen Umweltmonitoring-Programme basieren hauptsächlich auf von Umweltmessnetzen erhobenen Daten. Historisch sind diese Projekte auch als Messnetze gewachsen, wie in der Tabelle 2 ersichtlich ist (Schröder et al., 2001). Die Umweltmessnetze werden ausgebaut,

um raumbezogene Umweltdaten zu erheben, mit welchen der örtliche Umweltzustand analysiert und bewertet werden kann (Habermann, 2005). Diese Umweltnetze werden lokal und global eingerichtet und analysieren verschiedene Umweltmedien wie Boden, Luft, Bioindikation (Flora und Fauna), Gesundheit der Bevölkerung, Landschaft, etc. Diese Form von Umweltmonitoring hat den engsten Bezug zum Crowdsourcing. Aber Warum?

Im ersten Kapitel wurde erwähnt, dass die Entwicklung des Internets neue Bedingungen geschaffen hat. Die verfügbaren digitalen Umweltdatenmengen werden grösser und sind leichter zu erreichen. Ein merkliches Wachstum des elektronischen Informationsaustausches ist in fast allen Ländern zu beobachten. Die Verbesserung der Telefonie und des Internetzugriffs, die interaktiven Kommunikations-Medien und die zunehmende Verbreitung kostengünstiger Sensoren haben eine weitverzweigte Verbreitung in der Bevölkerung und aus der Bevölkerung stammen die Mitglieder einer Crowd. Dieser Zusammenhang ermöglicht die Illustration der realen Welt mit der Hilfe digitaler Techniken.

Die Abbildung der realen Welt mittels Umweltdaten ist besonders wichtig für Umweltmessnetze und Infrastrukturüberwachung: Messnetze können sich zur Erfassung von Stoffkonzentrationen, Lärmmessungen, meteorologischen Daten oder anderen Umweltdaten auf das von der Crowd generierte Datenvolumen stützen. Der Endzweck dieser Information kann die Stadtplanung oder andere Umweltmonitoring- Modalitäten unterstützen (Günther und Spiekermann, 2005). Im folgenden Kapitel werden klare Beispiele dazu dargestellt und strukturiert.

3 Crowdsourcing

3.1 Anreiz zur Anwendung des Crowdsourcings

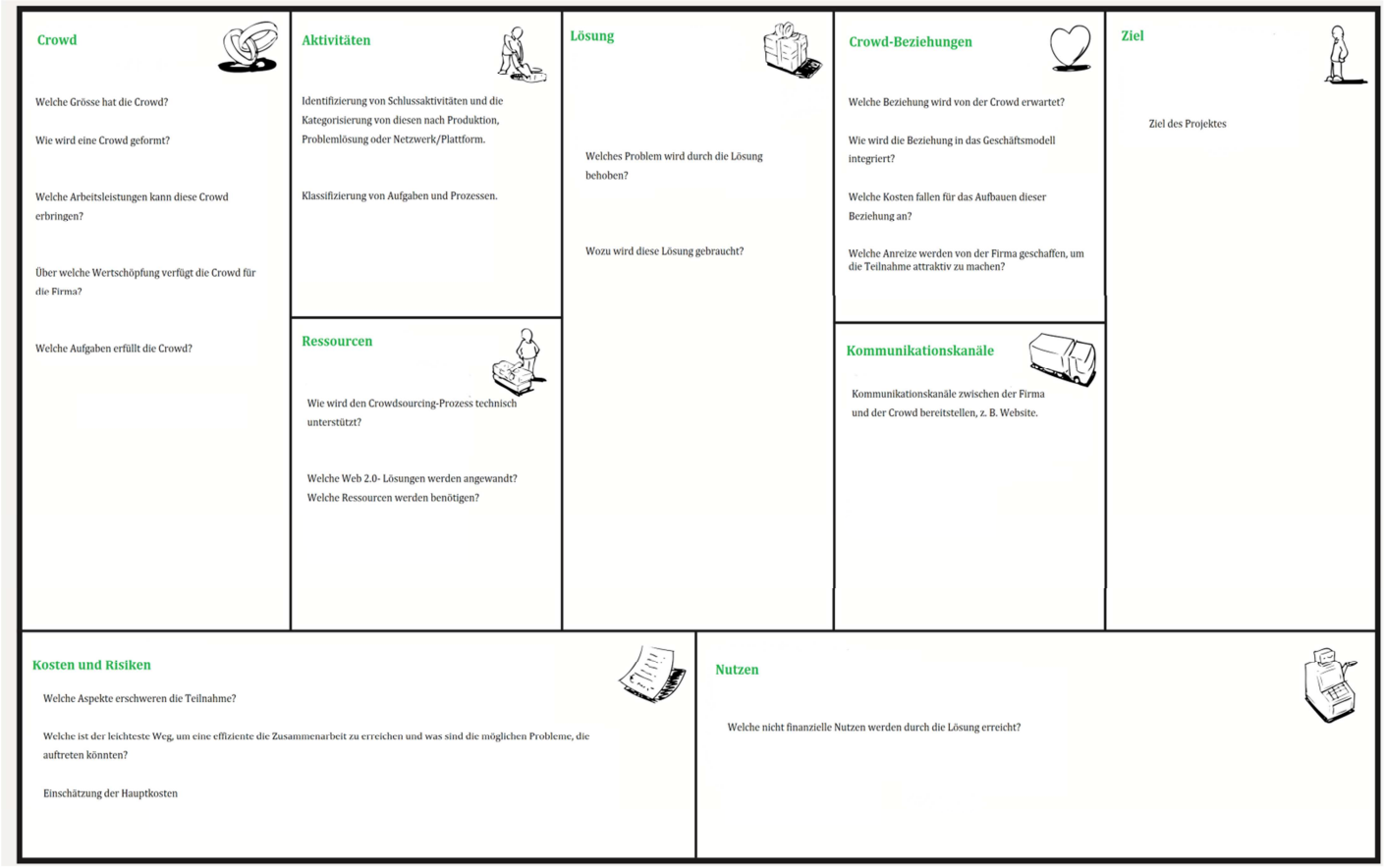
Crowdsourcing ist ein Web basiertes Geschäftsmodell, das innovative Lösungen verschiedener Problematiken mit der Hilfe eines Netzwerkes von Usern anbietet. Es ist ein relativ neues Phänomen, welches aus der Entwicklung von ICTs entstanden ist. Web 2.0 ist dabei speziell hervorzuheben. Zurzeit weckt das Crowdsourcing das Interesse von Firmen und Usern. Gründe dafür sind die Globalisierung, ständiger Wandel in Bussinesmärkten und das wirtschaftliche Potenzial, über welches das Internet verfügt.

Geschäftsmodelle bestimmen, in welcher Form und mit welchen Mechanismen eine Firma am Markt Gewinne schaffen kann (Bieger et al., 2002). Crowdsourcing-basierte Geschäftsmodelle haben die Crowd als Kern und beschäftigen sich hauptsächlich damit, in welcher Form deren potenzielle Leistung ihr Optimum erreichen kann (Back und Walter, 2010). Aber auch nicht gewinnorientierte Unternehmen definieren für ihre Aktivitäten Geschäftsmodelle.

Das Ziel eines Geschäftsmodells ist es, Werte für die Unternehmen zu schaffen. Umweltmonitoring-Projekte streben normalerweise nichtkommerzielle Ziele an. So ein Ziel ist z. B. die Beschaffung von Umweltdaten mit einer guten Qualität für die Lösung oder Analyse einer bestimmten Umweltproblematik.

Zur Veranschaulichung eines Crowdsourcing-basierten Geschäftsmodells habe ich ein Beispiel-Modell auf der Grundlage des Business-Model-Canvas von Alexander Osterwalder erstellt (s. Abb. 9).

Abb. 9. Business-Model-Canvas für Crowdsourcing-Anwendungen im Umweltmonitoring.



Quelle: Modifiziert aus dem Business-Model-Canvas, Alexander Osterwalder (www.businessmodelgeneration.com).

Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und potenziellen Konsumenten durch das Web bietet den Firmen die Möglichkeit, die Unternehmensleistung zu verbessern und die Kosten zu senken. Nur Firmen, die sich an diese neuen Marktbedingungen anpassen, können langfristig auf dem Markt überleben und erfolgreich sein. Beispiele von Unternehmen, die bereits das Crowdsourcing in ihre Geschäftsprozesse integriert haben, sind Threadless, Dell, iStockphone, Flickr, Amazon Mechanikal Turk und YouTube.

Zweifellos weist Crowdsourcing motivierendes Potenzial für Unternehmen auf. Der Produktionsprozess kann verkürzt werden und folglich das „Time-to-Market“ optimiert werden. Ein effizienterer Innovationsprozess kann die Innovationskosten senken und die Marktakzeptanz sowie die Zahlungsbereitschaft der Kunden erhöhen (Reichwald und Piller, 2007).

Von der Seite des Users ist weniger deutlich zu erkennen, welche Motivation dieser hat, um mit Crowdsourcing-Aktivitäten zu kollaborieren. Theoretisch kann man persönliche Motivation in *extrinsische* und *intrinsische* unterscheiden. Ein extrinsisch motiviertes Individuum kooperiert nur, wenn gewisse persönliche Interessen erreicht werden können. Diese Interessen können berufliche Vorteile oder Anerkennung sein. Im Gegensatz dazu beteiligt sich eine intrinsisch motivierte Person weniger aus eigennützigen Gründen an einem Projekt, sondern mehr aus reinem Interesse an der Materie (Ryan und Deci, 2000).

Nebst der partizipativen Eigenschaft hat die Arbeit in Gruppen (Crowd) einen motivierenden Aspekt. Dieser Aspekt wird in Tabelle 4 dargestellt.

Tab. 4. Motivierende Aspekte des Crowdsourcings.

Warum	**Wie**
Lösung von häufig gemeinsamen Problemen	Brainstorming, Kooperation
Befriedigung des Informationsbedürfnisses	Forum, kollaborative Innnovation, Blogs, Nachfragen
Feedback und Erwerb neuen Wissens	
Entdeckung von neuen und spannenden Aufgaben, höhere Motivation	
Synergie, Vereinfachung der Arbeit, bessere Resultate in kürzerer Zeit	Gemeinsame Software Entwicklung

Quelle: Eigene Darstellung.

3.2 Crowdsourcing-Ansätze

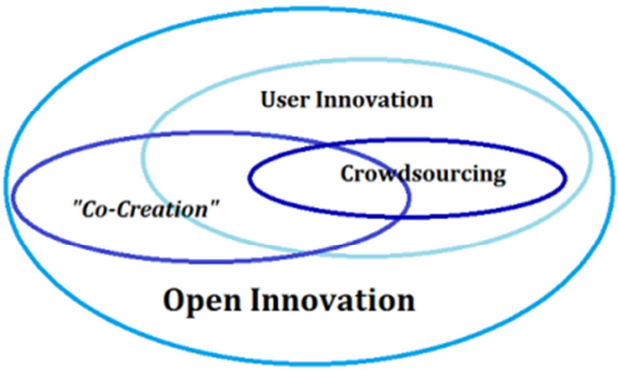
Die Crowdsourcing-Applikationen befinden sich noch in der Entwicklungsphase. Das Crowdsourcing-Konzept wird in vielen Bereichen angewendet, darunter strategisches Management, Innovation, Informationssysteme, Kommunikation, Marketing, etc. Deshalb werden die Crowdsourcing-Anwendungen in der Fachliteratur unter verschiedenen Aspekten klassifiziert. Crowdsourcing ist ein komplexes Phänomen und wird laut Geiger (2011) in der bestehenden Literatur nicht deutlich genug abgegrenzt (Geiger, Schader, und Seedorf, 2011).

In der Praxis kann man dagegen bereits viele Umsetzungen dieses Konzepts finden. In der Literatur basiert die Kategorisierung des Crowdsourcings meist auf kommerziellen Zielen. Im Umweltschutzbereich sind auch die Crowdsourcing-Anwendungen einsetzbar. Da dieses Einsatzgebiet noch neu ist, wurde es in der Fachliteratur bisher noch nicht umfassend kategorisiert, d.h. es besteht kein anerkanntes Kategorisierungsschema, jedoch bereits einige Ansätze.

So gibt es Klassifizierungen auf Grund der Art der potenziellen Aufgabe (Kleemann, Voß, und Rieder, 2008), der Stakeholder (Kozinets und Hemetsberger, 2008), der Prozesse oder aus einer Zusammenstellung verschiedener Perspektiven (Aufgaben, Stakeholder und Prozesse).

Verschiedene Vertreter in der Fachliteratur nennen nicht nur die oben genannten Kriterien, sondern auch auf die spezifischen Anwendungen von Crowdsourcing, wie *Open Innovation* (Geiger et al., 2011). Im Zusammenhang mit Crowdsourcing und Konzepten wie User und Open Innovation entstand der Begriff *co-creation*. Dieser verbindet *User Innovation* und Crowdsourcing (Abb. 10). Der Begriff co-creation bezieht sich auf die Verwandlung einer Idee in ein Endprodukt mit Hilfe der Zusammenarbeit der Crowd. Das Open Innovation – Konzept nutzen Organisationen um Internet-User in interne Prozesse zu involvieren.

Abb.10. Situierung des Crowdsourcing innerhalb der Open Innovation.



Quelle: Modifiziert aus Schenk and Guittard, 2009. Crowdsourcing: What can be Outsourced to the Crowd, and Why?

Im Jahr 2010 definierte Rouse, Crowdsourcing als Form einer Business-Lösung, welche eine alternative Form von Outsourcing sei. Der Hauptunterschied der beiden besteht darin, dass

der Auftrag bei Outsourcing vertraglich zu einer bestimmten Firma und bei Crowdsourcing zu einer unbestimmten Community von Internet-Usern ausgelagert wird (Rouse, 2010).

Der Begriff des Crowdsourcings ist darum so schwer zu definieren, weil es sehr viele unterschiedliche Formen davon gibt. Es sind jedoch Ausprägungen von Crowdsourcing erkennbar, welche auch für den Bereich des Umweltmonitorings Gültigkeit haben.

Diese Ausprägungen hängen davon ab, nach welchen Kriterien sie klassifiziert werden. Ob nach Aufgabe, Prozess oder Stakeholdern. Ebenso ist der Beteiligungsgrad der Crowd während der Erarbeitung einer Crowdsourcing-Lösung für die Klassifikation relevant, weil die Komplexität der Aufgaben oder die Typen von Prozessen entscheidend beeinflussen, wie hoch der Beteiligungsgrad der Crowd am Projekt ist (Torres-Sanchez, Corney, Jagadeesan, und Regli, 2009).

Im Folgenden werden diese Kriterien eingehend erläutert und die daraus resultierenden Ansätze von Klassifikationen des Crowdsourcings vorgestellt.

3.2.1 Bestehende Kriterien zur Klassifikation von Crowdsourcing

Stakeholder

Alle Crowdsourcing-Anwendungen haben gemein, dass sie von den Beiträgen einer Gruppe von Usern (Stakeholder) abhängen. Der Schwerpunkt einer Crowdsourcing-Plattform sind die potenziellen User, die für die Lösung einer Aufgabe benötigt werden. Jede erfolgreiche Crowdsourcing-Applikation verlangt eine vielfältige und fähige Gruppe von Usern. Deshalb werden Crowdsourcing Ansätze auch oft nach Stakeholdern klassifiziert. Beispiel dafür sind die vier Crowdsourcing-Modelle von Howe (2008), welche folgende Varianten des Einbezugs einer Crowd definieren (Howe, 2008):

1. *Crowd wisdom* oder kollektive Intelligenz. Z. B. Brainstorming mit dem Auftraggeber und Mitarbeitern einer Firma zur Sammlung kreativer Ideen.

2. *Crowd creation.* In diesem Fall stellt die Crowd das von der Firma angefangene Produkt fertig.

3. *Crowd voting*. Das Urteil der Crowd hilft, grosse Mengen von Informationen zu sortieren.

4. *Crowdfunding*. Viele Menschen tragen kleine Geldbeträge bei, um ein besonderes Projekt zu finanzieren.

Aufgaben

Crowdsourcing-Anwendungen können auch nach ihren Aufgaben klassifiziert werden. Schenk unterscheidet dabei die Aufgaben nach Routine, Komplexität und Kreativität (Schenk & Guittard, 2011). Diese Kategorien von Aufgaben lassen sich nicht immer deutlich trennen, da es viele Mischformen gibt.

Unter Routineaufgaben versteht man Aufgaben, die sich relativ einfach lösen lassen. Beispiele dafür sind positive Bewertungen von Artikeln oder Videos auf YouTube, Optimierung von Suchmaschinen, Digitalisierung von Dokumenten, etc.

Plattformen, die sich mit solchen Aufgaben beschäftigen sind z. B. MicroWorkers.com und Mechanical Turk von Amazon.

Beispiel komplexer Aufgaben sind z.B. das Erarbeiten von innovativen Inhalten, das Schreiben von Foren- oder Blogbeiträgen, das Verfassen von Produktrezensionen und die Teilnahme an Nutzerumfragen. Auch das Testen von Webanwendungen und Software zur Fehlerkorrektur und zur Verbesserung des Designs oder der Nutzbarkeit gehört zu den komplexen Aufgaben.

Zu den kreativen Aufgaben zählen Software- und Webentwicklung, das Beantworten von Forschungsfragen sowie die Innovation kreativer Ideen. Die Crowdsourcing-Plattformen InnoCentive und Dell IdeaStormt sind Beispiele dafür - Unternehmen stellen ein Problem ins Web, welches von externen Experten gelöst wird (Hoßfeld, 2012).

Prozesse

Es gibt zwei Arten von Crowdsourcing-Prozessen: *integrative sourcing* und *selective sourcing*. Beim integrative sourcing werden ergänzende Daten in eine bestehende Lösung inte-

griert. Beim selective sourcing besteht noch keine Lösung. Hier wird erst das benötigte Know-how zusammengetragen, welches zu einer Lösung führt.

Die Mitarbeit an einem Crowdsourcing-Prozess kann bezahlt oder unbezahlt stattfinden. Manche Firmen bezahlen proportional zum Erfolg der gelösten Aufgabe höhere Löhne. Andere Unternehmen bieten den Usern für ihre Leistung eine fixe Vergütung. Andere wiederum bieten keine finanzielle Entschädigung an, hier ist die Motivation oft ein ideeller (Schenk and Guittard, 2011).

Die Tabelle 5 illustriert Prozesstypen nach Art der Belohnung mit Beispielen von Crowdsourcing-Plattformen, die diese praktizieren. Die Prozesse variieren ausser von durch die Belohnung auch dadurch, wie Beiträge zugänglich gemacht werden und ob eine Vorauswahl der Crowd stattfindet (vgl. s. 36/37).

Tab. 5. Crowdsourcings Dimensionen gemäss Schenk and Guittard.

Prozesstyp	**Beispiele**	**Zugänglichkeit des Beitrages**	**Belohnung**	**Vorauswahl der Crowd?**
integrative sourcing ohne Belohnung	• Facebook • Online Übersetzungen • TripAdvisor • YouTube	Bewertung	keine	nein
	• Camclickr • Google Image • ReCaptcha	keine	keine	nein
	• Wikipedia • OpenStreetMap	Modifikation	keine	nein
	• Emporis Community	Modifikation	keine	qualifikationsbasiert

selective sourcing ohne Crowd - Bewertung	• InnoCentive • Crowdspring (privater Wettbewerb) • Designenlassen (privater Wettbewerb)	keine	erfolgsbasiert	nein
	• Crowdspring (öffentlicher Wettbewerb) • Designenlassen.de (öffentlicher Wettbewerb),	Ansicht	erfolgsbasiert	nein
selective sourcing mit Crowd Bewertung	• Cisco I-Prize • Threadless	Bewertung	erfolgsbasiert	nein
	• InnoCentive@Work	Bewertung	erfolgsbasiert	kontext-spezifisch
	• Dell IdeaStorm	Bewertung	keine	nein
integrative sourcing mit Erfolgsbasierte Vergütung	• Android Market • Apple AppStore	Bewertung	erfolgsbasiert	nein
	• iStockphoto • YouTube	Bewertung	erfolgsbasiert	qualifikationsbasiert
	• 99designs ready-made logo design	Ansicht	erfolgsbasiert	qualifikationsbasiert
	• Coolspotters	Modifikation	erfolgsbasiert	nein
	• Iowa Electronic Markets	keine	erfolgsbasiert	nein
integrative sourcing mit fixer Vergütung	• e-Rewards • Microtask	keine	fix	kontext-spezifisch
	• LiveOps • Castingwordss	keine	fix	kontext-spezifisch und qualifikations-basiert

	• Mechanical Turk	kein	fix	keine

Quelle: Modifiziert aus Managing the Crowd: Towards a Taxonomy of Crowdsourcing Processes Proceedings of the Seventeenth Americas Conference on Information Systems, Detroit, Michigan August, 2011.

Die Zugänglichkeit des Beitrages zeigt an, inwieweit die User der Crowd auf verschiedene Beiträge von Dritten zugreifen können. Die verschiedenen Arten der Zugänglichkeit sind: keine, Ansicht, Bewertung oder Modifikation.

Keine Zugänglichkeit bedeutet, dass die User die Beiträge eines anderen Users nicht sehen können. Die Beiträge werden voneinander isoliert und die User haben auch nicht die Möglichkeit, den Beitrag des Anderen zu modifizieren. Dieser Grad der Zugänglichkeit wird angewendet, wenn aus Sicherheits- oder andere Gründen die Sichtbarkeit verschiedener Beiträge nicht wünschenswert ist.

Ansicht bedeutet, dass alle Beiträge für jeden potenziellen User sichtbar sind. Es existiert jedoch kein Mittel, womit User die Beiträge von anderen ausdrücklich bewerten, zu kommentieren oder zu modifizieren können.

Wenn im Crowdsourcing-Prozess die Möglichkeit besteht, Beiträge von Dritten zu bewerten oder zu kommentieren, wird die Zugänglichkeit als Bewertung bezeichnet. Die User können dann ihre Meinung zu individuellen Beiträgen ausdrücken. Dieser Prozess wird häufig verwendet, um Beiträge auf Webseiten, die auf benutzererzeugtem Inhalt basieren, zu bewerten.

Schließlich kommen wir zum höchsten Niveau der Zugänglichkeit, der Modifikation. Dieser Zugänglichkeitsgrad bedeutet, dass die User die Beiträge von anderen verändern, löschen, korrigieren, aktualisieren oder verbessern können (Geiger et al., 2011).

Bei der Vorauswahl der Crowd geht es um die Beschränkungen der Auswahl potenzieller User. Wenn keine Vorauswahl getroffen wird, macht eine Crowdsourcing-Organisation einen offenen Aufruf für eine unbeschränkte Crowd. Falls zwingend Qualifikationen oder bestimmte Eigenschaften für ein bestimmtes Projekt vorhanden sein müssen, dann wird im Voraus entschieden, welche User für dieses Projekt geeignet sind.

Die Spalte-Belohnung zeigt an, wie die Crowd für ihren Beitrag bezahlt wird. Die Tabelle unterscheidet drei Formen: keine finanzielle Vergütung (ideelle Motivation), erfolgsbasierte oder fixe Vergütung.

3.2.2 Erstellung einer neuen Kategorisierung für verschiedene Crowdsourcing-Ansätze im Umweltmonitoring

Die im vorausgegangenen Kapitel vorgestellten Kriterien für die Klassifizierung von Crowdsourcing wurden für Produktions- oder Dienstleistungsbetrieben erstellt. Es stellt sich nun die Frage, ob der Bereich des Umweltschutzes ebenfalls in diese Kategorie fällt.

Kleemann, Voß und Rieder (2008) stellen die These auf, dass Crowdsourcing das Ende für die traditionelle Rolle der Konsumenten (Produkte oder Dienstleistungen kaufen und verbrauchen) darstellt. Die Konsumenten werden nun schon in den Produktionsprozess integriert. Dank Crowdsourcing ist der User nicht mehr nur Konsument, sondern auch produktiv tätig (Kleemann, Voß, Rieder, 2008).

Übertragen auf den Umweltschutz ist das Konsumgut die Dienstleistung des Umweltschutzes. Die Konsumenten der Natur und damit die Nutzniesser dieser Dienstleistung beteiligen sich aktiv daran, indem sie sich z. B. mit der Analyse von Umweltproblematiken beschäftigen.

Die Rolle des Dienstleistungsbetriebes übernehmen hierbei Umweltschutzorganisationen. Die Mechanismen, welche also für Produktions- oder Dienstleistungsbetriebe gelten, lassen sich ohne Widersprüche auf den Umweltschutzbereich übertragen: Es gibt Konsumenten, es gibt eine Dienstleistung, die Konsumenten sind ursprünglich Nutzniesser, beteiligen sich jedoch dank des Crowdsourcings am Prozess der Dienstleistung.

Somit können auch die für Dienstleistungsbetriebe geltenden Kriterien für die Kategorisierung von Crowdsourcing in Umweltmonitoring-Projekten angewendet werden.

Vorliegende Arbeit erstellt drei Kategorien, welche für Umweltmonitoring-Projekte anwendbar sind. Die Kategorien basieren auf der Intensität des Beteiligungsgrades der Crowd an den Prozessen und Aufgaben des Projektes, weil ein entscheidendes Kriterium bei Umweltmonitoring-Projekten die Art und der Zeitpunkt der Beteiligung der User ist. Diese Kategorien

werden nach hohem, mittlerem oder niedrigem Intensitätsniveau unterschieden. Das Intensitätsniveau wird von der Art der Aufgaben, den benötigten Stakeholdern und den Prozessen bestimmt.

Kategorie 1, hohes Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades:

Wenn eine Organisation zu einer Mitarbeit aufruft, die von Meinungsumfragen innerhalb der Crowd über Problemanalysen und Lieferung von Umweltdaten bis hin zur gemeinschaftlichen Entwicklung und dem Support von Crowdsourcing-Anwendungen und –plattformen variieren kann, ist der Beteiligungsgrad hoch. Die Crowd ist der Hauptakteur des Projektes. Eine Mischung aus verschiedenen Perspektiven von Prozessen und Aufgaben ist zu erwarten. Auch kann das Qualifikationsniveau der Stakeholder bezüglich der benötigten Leistung unterschiedlich sein (Experten und Amateure). Alle vier Kollaborationsmodelle von Howe (vgl. Kapitel 3.2.1) sind je nach Endzweck geeignet.

Kategorie 2, mittleres Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades:

Wenn die Leistung der Crowd nur in gewissen Phasen der Entwicklung eines Projektes benötigt wird, z. B. zur Verbesserung des Designs der Crowdsourcing-Applikation oder zur Lösung spezifischer Aufgaben, dann kann von mittlerem Beteiligungsgrad gesprochen werden. Die Crowdsourcing-Firma und die Crowd teilen sich die Rolle des Protagonisten. In dieser Kategorie löst die Crowd hauptsächlich komplexe und kreative Aufgaben und Prozesse vom Typ selective sourcing.

Kategorie 3, niedriges Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades:

Wenn die Crowd nur auf allgemeine Aufrufe einer Organisation zur Sendung von Umweltdaten antwortet, ist der Beteiligungsgrad niedrig. Die Organisation führt das Projekt vollständig durch und bringt dieses zu Ende. User unterstützen diese mit Berichten von Umweltnachrichten, Naturphänomenen, etc. ohne Entlohnung als registrierte Mitglieder einer Crowdsourcing-Plattform. Die Überprüfung der Glaubwürdigkeit und Analyse dieser Information wird von internen Stakeholdern realisiert.

In Tabelle 6 ist ein Beispiel möglicher Kombinationen von Inputs gemäss der Intensität der Beteiligung der Crowd in einem co-creation Prozess abgebildet.

Tab. 6. Schematische Darstellung von Crowdsourcing-Applikation.

Kategorien	Prozess-Typ	Aufgabe-Typ	Stakeholder/Kollaborationsmodell
Kategorie 1, hohes Intensitätsniveau des Beteiligungs-grades	integrative sourcing	Routinen	Amateur Crowd voting Crowdfunding
	selective sourcing	Komplexe Kreative	Teilnahme einer gewissen Zahl von Experten ist zwingend aber auch Amateure können mitarbeiten. Crowd wisdom Crowd creation Crowdfunding
Kategorie 2, mittleres Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	selective sourcing	Komplexe Kreative	Teilnahme einer gewissen Zahl von Experten ist zwingend aber auch Amateure können mitarbeiten. Crowd creation Crowdfunding
	selective sourcing	Komplexe	Experten. Crowd creation Crowd wisdom
Kategorie 3, niedriges Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	integrative sourcing	Routine	Amateur Crowd voting

Quelle: Eigene Darstellung.

Die obengenannten Ansätze von Crowdsourcing haben weitere gemeinsame Aspekte, wie z. B. dass die Firma einen Crowdsourcing – Prozesses initiiert, um eine Verbesserung des Wertschöpfungsprozesses durch kostengünstige Ausnutzung eines externen Potenzials zu erlangen. Die Unternehmen besitzen die volle Kontrolle über diesen Wertschöpfungsprozess und entscheiden, wann und wie die Crowd teilnimmt (Kleemann, Voß, und Rieder, 2008).

4 Crowdsourcing im Umweltschutz-Bereich. Analyse und Bewertungen

4.1 Citizen Science vs. Crowdsourcing im Umweltmonitoring

Citizen Science bezeichnet eine Form der Wissenschaft, die nicht nur von Experten betrieben wird, sondern an der auch Freiwillige ohne Fachwissen (sogenannte Bürger) teilnehmen können.

Die Kollaboration zwischen Experten und Freiwilligen verfügt über das Potential, die Forschungsarbeit zu erweitern und vermehrt die Möglichkeiten für die Datenerhebung (Cohn, 2008).

Die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung unserer Gesellschaft vereinfacht solche Formen der Kollaboration wie die Citizen Science. Sie bietet sich vor allem in Wissenschaftsfeldern an, welche nicht nur das Interesse von Wissenschaftlern wecken, sondern auch jenes der Gesellschaft. Gerade der Umweltbereich stösst auf wachsendes Interesse in der Bevölkerung, weshalb das Citizen Science in dieser Sparte vermehrt Anwendung findet. Aus Sorge über die Umwelt erwächst die Motivation der Bürger (s. Tab. 7), autodidaktisch und kollaborativ spezifische Daten über die Natur zu sammeln (Thebault-Spieker, 2012).

Tab. 7. Klassifikation von Bürgern in der *Citizen Science.*

Kategorie	**Charakteristiken**
Anfänger	Jemand ohne formellen Hintergrund im betreffenden Thema, welcher jedoch Bereitschaft, Interesse, Zeit, und eine Meinung zu diesem Thema mitbringt.
Interessierter Amateur	Jemand, der Interesse an einem Thema und gewisse Kenntnisse durch Literatur oder andere Fachquellen über ein spezifisches Thema hat und weitere Informationen zu diesem Thema sammelt.
Experte Amateur	Jemand, der viel über ein Thema (als Hobby) und deren Methoden weiss.
Professioneller	Jemand, der ein Thema und deren Methoden jahrelang studiert und sich be-

Experte	ruflich damit beschäftig hat.
Experte, Autorität	Jemand, der ein Thema studiert, sich mit relevanten Punkten auseinandergesetzt und diese analysiert und erprobt hat, so dass er in diesem Bereich anerkannt ist. Eine Autorität kann sich auch durch Qualitätsmerkmale und Dienstleistungen auszeichnen, diese entsprechend zur Verfügung stellen und/oder andere gut unterrichtete Meinungen weitergeben.

Quelle: Modifiziert aus: Citizen Science and Effective Monitoring in the Web 2.0 Worlds. Avian Conservation and Ecology.

In geographischen und städtischen Umweltinformationssystemen gibt es ebenfalls Trends zur verstärkten Einbindung von Bürgern in Projekte. So wird zum Beispiel das komplexe Kartenmaterial im geografischen Informationssystem (GIS) dadurch leichter verständlich gemacht, dass man die Bevölkerung Daten selbst zusammentragen lässt und diese dann zugänglich macht. Dies geschieht unter anderem durch *sketch maps* (nach Beobachtungen oder nach Erinnerungen auf Papier gezeichnete Karten ohne genaue Georeferenzierung der Geoobjekte oder festen Kartenmassstab), 3D-Modelle oder *Transect Walks* (= Kartierung eines Geländes und der sich darauf befindlichen Objekte entlang einer Linie). Diese Form der Citizen Science nennt man *Partizipatives GIS* (PGIS). Aktuell wird erforscht, wie das PGIS mit Hilfe neuer Technologien verbessert werden könnte (Corbett et al., 2006).

Dieses Citizen Science-Konzept hat Ähnlichkeiten mit jenen des Crowdsourcings und des Umweltmonitorings. Citizen Science kann dabei helfen, ein Umweltmonitoring-Projekt zu unterstützen und zwar mit wissenschaftlichen Informationen, welche von einer Gruppe von Bürgern (Crowd) geliefert werden.

Citizen Science wird in vielen Vergleichen mit Crowdsourcing gleichgesetzt. Dabei wird allerdings der Herkunft des Begriffs Citizen Science zu wenig Rechnung getragen. Sie ist anders als Crowdsourcing kein neuzeitliches Phänomen, welches mit dem Aufkommen der ICTs entstanden ist - Citizen Science war vor dem Aufkommen der technischen Universitäten Ende des 18. Jahrhunderts gängige Praxis. Denn ohne entsprechende Bildungsinstitute, gab es keine Fachleute, die Wissenschaftler waren Autodidakten, also Bürger.

Mit dem Aufkommen der universitären Bildung veränderte sich der Gebrauch des Begriffs. Er bezeichnete zunehmend das Vergeben spezifischer Teilaufträge an Bürger (mit oder ohne wissenschaftlichen Hintergrund) zum Sammeln wissenschaftlicher Informationen.

Damit ist Citizen Science inzwischen viel näher am Crowdsourcing. Ausserdem wird Wissen immer häufiger im Netz angeeignet und werden Erkenntnisse oder Ideen wiederum dort veröffentlicht. Der Austausch mit Gleichgesinnten begünstigt das eigene Lernen, die eigenen Ideen können über die ICTs schnell in Umlauf gebracht werden. Deshalb bilden Citizen Scientists heute ebenfalls *Netzcommunities* oder eben Crowds.

Citizen Science ist damit zu einer Art von Crowdsourcing geworden. Sie unterscheiden sich allerdings durch 2 Merkmale:

1. Die Integration von ICTs in der Citizen Science ist noch sehr neu, sie bestand jedoch schon vorher, wohingegen Crowdsourcing erst mit der Entwicklung der ICTs aufkam.

2. Citizen Science beschränkt sich traditionellerweise auf Naturwissenschaft und Physik.

Trotz der Unterschiede sind die beiden Methoden im modernen Sprachgebrauch eng verwandt.

Beispiel dazu sind *participatory sensing crowdsourcing*-Projekte (Thebault-Spieker, 2012). Unter participatory sensing crowdsourcing, versteht man eine Form von Crowdsourcing, die durch Umweltmonitoring von Bürgern mit Hilfe sensorieller Technologien (z.B. Mobiltelefonen) unterstützt wird und zur Lösung einer spezifischen Umweltproblematik oder anderer persönlicher, sozialer und urbaner Themen beitragen kann.

Das participatory sensing crowdsourcing ist auch ein Äquivalent zum Monitoring. Aufbauend auf interaktiven, miteinander kommunizierenden Sensornetzwerken, können sowohl die Öffentlichkeit, als auch die am Prozess teilnehmenden Spezialisten, dieses “neue” Wissen über lokale Besonderheiten ausfindig machen, analysieren und als allgemein verfügbares Wissen teilen (Kanhere, 2011).

Ein System, das die Lärm-Kontamination überwacht und dazu mittels GPS und Mikrofonen Hardware Daten erhebt, ist heute in fast jedem Mobiltelefon vorhanden. Die Ausbreitung von mobilen Kommunikationsgeräten erlaubt gewisse Bewertungen, die mit traditionellen Methoden nicht vorgenommen werden könnten, (Abb. 11) z. B. Lärmmessungen im Innenraum (Maisonneuve et al., 2009).

Abb.11. Pariser Lärm-Kontamination Karte.

Grün: Ruhige Orte, Violett: Laute Orte und Grau: Nicht vorhandene Information (Z.B. in Gebäuden). Quelle: Citizen Noise Pollution Monitoring. The Proceedings of the 10th International Digital Government Research Conference S.97.

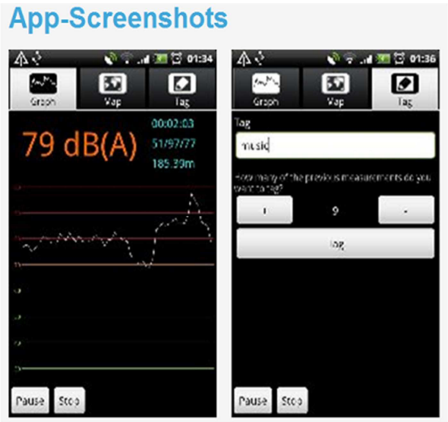
4.2 Ausgesuchte Crowdsourcing in Umweltmonitoring-Projekten

Das allgemeine Ziel all dieser Projekte ist, Umweltdaten mit der Hilfe von Bürgern auf lokaler und/oder internationaler Ebene zu erheben. Einige von diesen konzentrieren sich nur auf die Erhebung von Daten für ein gewisses Umweltmedium, wie z. B. Luft, Lärmmessungen, Bioindikatoren (Krankheiten), Stadtplanung und Wetter. Beispiele solcher Projekte sind NoiseTube und ProMED-mail. Andere beschränken sich nicht nur auf ein Umweltmedium, sondern auch verschiedene Dimensionen, wie die Ushahidi-Plattform.

Das Forschungsprojekt NoiseTube ist ein Beispiel, welches sich nur mit der Messung von Lärmemissionen beschäftigt. NoiseTube wurde im Jahr 2008 am Sony Computer Science Laboratory in Paris mit der Kollaboration der Vrije Universität Brüssel gestartet. Seit 2010 wird das Projekt von der BrusSense Gruppe Vrije Universität Brüssel betreut.

Ziel des Projekts ist es, Smartphones als bewegliche Geräusch-Sensoren nutzen zu können, um den Bürgern zu ermöglichen, Daten von Lärmmessungen mit der Hilfe einer Applikation (Abb. 12) in ihrer Umgebung zu erheben. Diese Daten werden von den Usern auf die NoiseTube Software-Plattform hochgeladen. Damit kann das *Geräusch-Mapping* von Städten oder Nachbarschaften elaboriert werden (Maisonneuve, et al., 2010).

Abb. 12. NoiseTube App-Screenshots von gratis NoiseTube App für Android.



Quelle: http://www.androidpit.de/de/android/market/apps/app/net.noisetube/NoiseTube-Mobile.

Ein Beispiel eines Projektes, das sich mit Bioindikatoren beschäftig ist ProMED-mail. ProMED-mail ist ein Netzwerk mit mehr als 60‘000 Usern in 185 Ländern, welche Umweltberichte über Krankheiten und Epidemien (von Tieren, Pflanzen und Mensch) über das Internet veröffentlichen. Die “World Health Organization” (WHO) erkennt den Beitrag dieser Berichte von Nichtregierungsorganisationen zur Prävention von Epidemien an. ProMED-mail ist ein klassisches Beispiel vom Biomonitoring.

ProMED-mail wurde 1994 als Initiative der Federation of American Scientists (FAS) mit technologischer Unterstützung von “SatelLife” aus Boston, Massachusetts, USA gegründet. Ziel ist es, Informationen über den Ausbruch und die Ausbreitung von ansteckenden Krankheiten und den Expositionsgrad von Menschen oder Tieren gegenüber gewissen Toxinen auf der ganzen Welt mit der Mithilfe von Volontären zur Verfügung zu stellen.

Die Informationen, die per Mail eintreffen, werden von Fachpersonen verarbeitet. Der Zweck dieser Informationen ist der internationale Kommunikationsaustausch zwischen Fachleuten und der Bevölkerung (www.promedmail.org, 2012).

CitySense, MobGeoSen, MIT Senseable City Labs und Ushahidi illustrieren Beispiele von Projekten, die mit der Sammlung allgemeineren Umweltdaten sich beschäftigen.

Das CitySense Konzept wurde von Forschern an der Harvard Universität in Kooperation mit BBN Technologies entwickelt. Es geht darum, dass User durch vorhandene Sensoren in Mobiltelefonen Daten über das Wetter, die Luftqualität, den Straßenverkehr, etc. liefern. Diese Plattform wird auch kollektiv von Internet-Usern programmiert (Welsh, 2011).

Das MobGeoSen ermöglicht es, Umgebungsdaten mit dem Mobiltelefon aufzuzeichnen und zwar mit Hilfe einer Kombination von Software-Komponenten, und einem üblichen Mobiltelefon. Das MobGeoSen ermöglicht es, solche von Nutzern gesammelten Daten mit Kartenmaterial zu verknüpfen. Das MobGeoSen-Datenerfassungssystem besteht aus drei Bluetooth-Geräten, die zum Sammeln und der Speicherung von Daten und zum *Displaying* fähig sind. Dieses System leitet die Daten an Google Earth Anwendungen weiter (Kanjo et al., 2008).

Die Komponenten von MobGeoSen sind:

1. Ein Geräuschpegel-Sensor, der das Mikrofon des Telefons verwendet.

2. Ein Fachwerk für vielfache Bluetooth Verbindungen, das dem Datalogger und dem GPS drahtlose und gleichzeitige Verbindung mit dem Telefon erlaubt.

3. Die Geotags (Fotos und Notizen) gesammelter Daten und die Weiterleitung dieser Daten, z. B. eines GIS-Systems.

4. Positionsdaten, Sensordaten, und andere lokalisierten Daten im KML-Format, für den weiteren Gebrauch mit Google Earth 3D.

Das Ziel des MIT Senseable City Labs ist es zu untersuchen, wie Digitaltechnologien das städtische Leben beeinflussen. Das MIT Senseable City Lab stellt eine Schnittstelle zwischen Leute, Technologien und der Stadt (Calabrese, Sevtsuk und Ratti, 2007).

Das Projekt "The Copenhagen Wheel" ist eines von vielen Projekten des „MIT Senseable City Labs“ und ein Beispiel dafür, wie Crowdsourcing zum Umweltschutz beitragen kann. Bei

diesem Projekt handelt es sich um ein intelligentes Fahrrad (Abb. 14), welches nicht nur zu einer ökologischen und praktischen Lösung der Mobilität in Städten beitragen kann, sondern gleichzeitig mit der Hilfe von Sensoren während des Fahrradfahrens mit dem Smartphone (Abb. 13) Umweltdaten sammelt, wie Strassenzustand, CO_2-Werte, Lärmemissionen, Umgebungstemperatur und relative Luftfeuchtigkeit (Outram, Ratti und Biderman, 2010).

Abb. 13. The Copenhagen Wheel.

Quelle: Outram, Ratti, Biderman. An innovative electric bicycle system that harnesses the power of real-time information and crowdsourcing, 2010. Photo taken by Max Tomasinelli.

Abb. 14. IPhone App, durch welches Umweltdaten erhoben und analysiert werden können

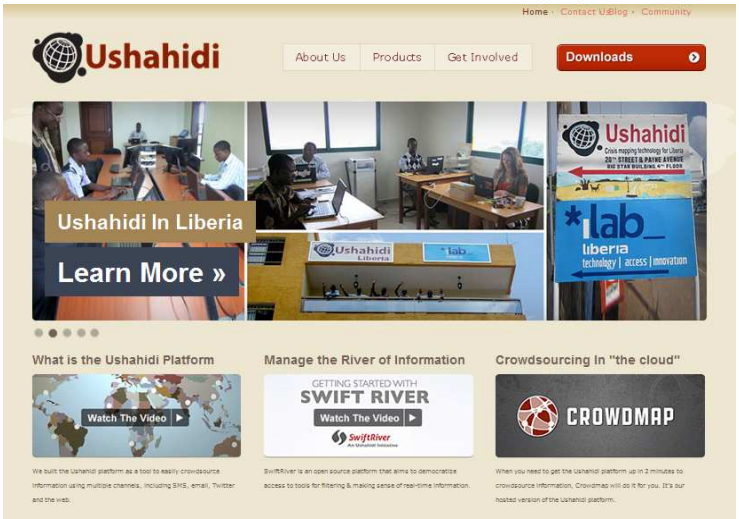
Quelle: An innovative electric bicycle system that harnesses the power of real-time information and crowdsourcing, 2010.

Die Ushahidi-Plattform illustriert ein internationales Beispiel von Crowdsourcing im Umweltmonitoring. Das Wort Ushahidi bedeutet Zeugnis in Swahili. Ushahidi ist ein technologisches und nicht auf Gewinn gerichtetes Unternehmen, das sich auf freie Software und Open Source Software-Entwicklung zur Datensammlung, Visualisierung und für interaktives Mapping spezialisiert hat.

Die Firma baut Tools, um laut eigenen Aussagender gesamten Menschheit Umweltinformationen auf nichttraditionellem Weg zur Verfügung zu stellen. Ziel dabei: Mehr Transparenz für Datenerhebungen schaffen. Damit bietet sie den Usern einen einfachen Weg an, um Umwelt-Daten mit anderen im Internet zu teilen.

Ushahidi ist auch eine Website (Abb. 15), die im Jahr 2008 entwickelt wurde, um Berichte der Gewalt in Kenia nach dem Wahlniederschlag zu veröffentlichen. Diese Berichte wurden vom ganzen Land über das Web und Mobiltelefone zusammengestellt. Diese Website hatte zu dieser Zeit 45.000 Benutzer in Kenia, und war der Beweis, dass es ein Bedürfnis für solche Plattformen gibt. Inzwischen hat die Plattform internationale Ebenen erreicht und hat User in Afrika, Europa, Süd- und Nordamerika (http://ushahidi.com/, 2012).

Abb. 15.Ushahidi Plattform.



Quelle: http://ushahidi.com/.

Ushahidi wurde von Organisationen verwendet, um beispielsweise nach dem Erdbeben in Haiti medizinische Bedürfnisse genau zu ermitteln; für das Monitoring der Kommunalwahlen in Afghanistan; die Beobachtung des Strassenverkehrs in Mexiko, die Gewalt-/ Konfliktanalyse in Pakistan, die Bestimmung der Medizinknappheit in den Philippinen und die Analyse von Menschenrechtsverletzungen im Kongo.

Allgemein zeigen diese Projekte, wie vielfältig die Aufgaben sind, welche mit Hilfe von Crowdsourcing im Umweltbereich gelöst werden können. Die Ergebnisse haben ausserdem

den Vorteil grosser Praxisnähe. Diese Projekte bilden die Realität durch virtuelle Medien ab (Greengard, 2011).

In den vorherigen Kapiteln wurden verschiedene Arten von Crowdsourcing und Umweltmonitoring dargestellt. Darauf basierend erarbeitete ich eine Systematik, welche es erlaubt, die vorhandenen und möglichen Anwendungen des Crowdsourcings im Umweltschutzbereich einzuordnen. Diese Systematik verfügt über zwei Dimensionen:

1. Kategorie des Crowdsourcings (in Tabelle 6 schon dargestellt).
2. Art des Monitorings (vgl. Kapitel 2.3).

Die folgende Matrix illustriert diese Dimensionen mit den obengenannten Beispielen von Crowdsourcing-Projekten im Umweltmonitoring.

Tab. 8. Zweidimensionales Schema zur Klassifikation von Crowdsourcing -Anwendung im Einsatz des Umweltmonitoring.

Projekt	**Umweltmedium**	**Kategorie-Crowdsourcing**	**Art des Umweltmonitorings**
NoiseTube Plattform	Lärmemissionen	Kategorie 3, niedriges Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	Externally Driven Monitoring with Local Data Collectors. Trendmonitoring
Ushahidi Plattform	Gasemissionen, Gesundheit der Bevölkerung, Landschaft, Stadtplanung, Luft, Wasser (generelle Umweltdaten).	Kategorie 1, hohes Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	Autonomous Local Monitoring. Collaborative Monitoring with Local Data Interpretation. Biomonitoring (einigermassen).
CitySense Plattform	Meteorologische Konditionen, Luft, Strassenverkehr	Kategorie 2, mittleres Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	Externally Driven Monitoring with Local Data Collectors.

MobGeoSen,	Generelle Umweltdaten	Kategorie 3, niedriges Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	Externally Driven Monitoring with Local Data Collectors.
ProMED-mail	Bioindikatoren	Kategorie 2, mittleres Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	Externally Driven Monitoring with Local Data Collectors. Biomonitoring
MIT Senseable City Labs	Generelle Umweltdaten	Kategorie 3, niedriges Intensitätsniveau des Beteiligungsgrades	Externally Driven Monitoring with Local Data Collectors.

Quelle: Eigene Darstellung

Der Einsatz des Crowdsourcings im Umweltmonitoring ist neu. Aber die vorgenannten Beispiele und die folgende Abbildung 16 beweisen, dass ein zunehmendes Interesse der Weltbevölkerung daran besteht.

Abb. 16. Beispiele von Citizen Science Projekten.

Project	URL	Type	Description
ReClam the Bay	www.reclamthebay.org	Action	Restoring local bay's clams and oysters
Shermans Creek Conservation Association	www.shermanscreek.org	Action	Protecting local creek
Did You Feel It?	earthquake.usgs.gov/eqcenter/dyfi	Conservation	Collecting earthquake intensity data
Twitter Earthquake Detection Program	recovery.doi.gov/press/us-geological-survey-twitter-earthquake-detector-ted/	Conservation	Collecting real-time earthquake data
Missouri Stream Team Program	www.mostreamteam.org	Conservation	River conservation
Spotting the Weedy Invasives	www.rci.rutgers.edu/~trails	Conservation	Locating invasive plants
Invasive Plant Atlas of New England	nbii-nin.ciesin.columbia.edu/ipane	Conservation	Creating regional invasive plant database
Northeast Phenology Monitoring	www.usanpn.org	Conservation	Monitoring phenology (seasonal life cycles)
What's Invasive	www.whatsinvasive.com	Conservation	Locating invasive plants
Monarch Larvae Monitoring Project	www.mlmp.org	Investigation	Collecting monarch butterfly distribution data
Who's Whoo-ing	www.mianus.org/owlcall	Investigation	Mapping suburban owl habitats
Community Collaborative Rain, Hail and Snow Network	www.cocorahs.org	Investigation	Collecting precipitation data
Great Sunflower Project	www.greatsunflower.org	Investigation	Collecting pollinator service (bee) data
Firefly Watch	www.mos.org/fireflywatch	Investigation	Collecting firefly distribution and activity data
Gravestone Project	www.goearthtrek.com/Gravestones/Gravestones.html	Investigation	Measuring weathering to study acid rain
SnowTweets	www.snowtweets.org	Investigation	Mapping snow depth
eBird	www.eBird.org	Investigation	Collecting bird observations
The Lost Ladybug Project	www.lostladybug.org	Investigation	Collecting data about ladybug distribution
Bay Area Ant Survey	www.calacademy.org/science/citizen_science	Investigation	Collecting data on local ants
What on Earth	www.whatonearth.org.uk	Education	Collecting images of organisms for identification
Radio Jove Project	radiojove.gsfc.nasa.gov	Education	Learning about radio astronomy
Fossil Finders	www.fossilfinders.org	Education	Learning about Devonian fossils
Globe at Night	www.globeatnight.org	Education	Learning about light pollution
FoldIt	www.fold.it	Virtual	Proving human superiority at protein folding
The Open Dinosaur Project	opendino.wordpress.com	Virtual	Creating dinosaur limb bone measurement databasc
Stardust@home	stardustathome.ssl.berkeley.edu	Virtual	Finding interstellar dust particles
Galaxy Zoo	www.galaxyzoo.org	Virtual	Classifying images of galaxies
		Virtual	Examining hidden biases

Quelle: Modifiziert aus: From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science. Hawaii International Conference on System Sciences 2011.

Die Resultate dieser Projekte zeigen das Potenzial, von Crowdsourcing- Plattformen in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft zum Umweltschutz beizutragen. Trotzdem stellt dieser Ansatz auch Risiken dar. Manche dieser Risiken nehmen proportional mit dem Beteiligungsgrad zu. Im folgenden Unterkapitel werden diese Risiken analysiert und mögliche Empfehlungen gegeben, um diese Risiken zu minimieren.

4.3 Herausforderungen und Relevanz

4.3.1 Herausforderungen

Der Einsatz von Crowdsourcing im Umweltmonitoring birgt Herausforderungen. Diese habe ich in 3 Kategorien eingeordnet:

1. Motivation und Rekrutierung der Crowd.
2. Qualität der Information und der Zusammenarbeit.
3. Projekt Planung und Management.

Die Rekrutierung und Motivation von Nutzern zur Zusammenarbeit kann schwierig sein (vgl. Kapitel 3.1). Es existieren aber einige Strategien, welche die Motivation von Usern wecken können.

Unentgeltlich tragen User gerne zu sozialen Projekten bei, welche nicht in direktem Zusammenhang mit auf Gewinn gerichtete Initiativen respektabler und anerkannter Firmen stehen. Durch die Bezahlung der erbrachten Leistung kann auch eine grosse Teilnahme generiert werden.

Wenn die Lösung freigegeben wird, diese leicht durchzuführen ist oder für das populäre Interesse relevant ist, bringt dies eine massive Teilnahme von Usern. Beispiele dazu sind Wikipedia oder YouTube (Halevy, Doan und Ramakrishnan, 2011).

Das Verhaltensmuster jeder Person ist unter anderem abhängig von seiner Kultur, Erziehung oder Ausbildung. Die Mehrheit hält sich an die Gesetze ihres Landes und dessen moralische Werte. Teilweise wird sogar das Verhalten anderer Mitglieder der Gesellschaft imitiert. Diese Verhaltensweise wird auch von Firmen für die Ausbreitung ihrer Produkte und Dienstleistungen in der Gesellschaft genutzt. Diese Methode, bei welcher das gezielte Auslösen von Mund-zu-Mund-Propaganda zur Ausbreitung von Produkten von Unternehmen dient, wird *Virusmarketing* genannt (Langner, 2009).

Viralmarketing wird hauptsächlich zu kommerziellen Zwecken verwendet. Es hat jedoch das Potenzial, das Bewusstsein für die Umweltproblematik in der Gesellschaft zu fördern. Mit der Ausbreitung innovativer Methoden in der Bevölkerung (z. B. Crowdsourcing und Umweltmonitoring kombinierte Projekte) könnte die Arbeit in der Crowd für den Umweltschutzbereich motivationsfördernd sein.

Bei jeder Aufgabe, die für ihre Erfüllung in kleineren Modulen unter- und zwischen verschiedenen Rollen aufgeteilt werden müssen, treten Risiken auf, und das Crowdsourcing im Einsatz des Umweltmonitoring ist keine Ausnahme. Die Crowd ist normalerweise geografisch und kulturell entfernt und hat verschiedene Ausbildungen als Background.

Crowdsourcing im Einsatz des Umweltmonitorings verlangt interdisziplinäre Arbeit. Eine der Herausforderungen besteht dabei für den Informatik-Bereich. Er muss die geeignete Methode zur Verfügung stellen, welche die Qualität der Arbeiten sichern kann.

Die Qualität einer Lösung kann aber auch mangelhaft aufgrund der schlechten Qualifikation eines Users sein. Deshalb sind die Auswahl der Crowd und die Verteilung der Arbeit wichtig. In vielen Fällen ist aber eine Stakeholder -Analyse oder eine Vorauswahl der Crowd kompliziert.

Es entstehen darum viele Situationen, die nicht vorausgesehen werden können. Ein präventives Konfliktmanagement für das eventuelle Verhalten der Crowd ist fast unmöglich, wenn deren Mitglieder unbekannt sind. Ausserdem existieren in Crowdsourcing- Projekten keine vorherbestimmten Verträge zwischen Parteien wie in anderen traditionellen Ausgliederungen, z. B. Outsourcing (Lane, 2010).

Die Veröffentlichung einer Crowdsourcing-Plattform und dessen Gründung ist eine Aufgabe, die eine bedeutende Menge an Geld, Zeit, und Anstrengung verlangt. Die Handhabung des Prozesses kann sehr schwierig sein. Bei den Crowdsourcing-Projekten ist es schwierig, die gesamten Kosten zu kalkulieren. Eine präzise Projektdefinition (Aufgabe, Stakeholder, Kosten, etc.) lässt sich in vielen Fällen nicht leicht definieren.

Somit ist bei solchen Projekten die Gefahr eines Kontrollverlustes erheblich grösser als bei anderen Projekten. Die Bestätigung der Authentizität und Glaubwürdigkeit der erhobenen

Daten ist aufwendig. Aber es ist notwendig, diese Daten nach Wichtigkeit, Qualität oder Zweck zu klassieren. So kann die Information ihr Potenzial am besten ausschöpfen. (Greengard, 2011).

Ein weiteres Problem liegt darin, dass in Ländern, welche mehr Umweltprobleme haben, auch ein limitierter oder gar kein Zugriff auf die nötigen Technologien besteht. Web-Zugriff ist für viele Utopie.

4.3.2 Relevanz

Solche Projekte sind zwar aufwendig, aber der potenzielle Nutzen dieser kann im Vergleich grösser sein als die Kosten. Die Umweltverschmutzung ist real. Die Nutzung von Crowdsourcing- Plattformen zur Umwelterhaltung hat den ICTs eine neue Bedeutung gegeben.

Crowdsourcing bietet Zugriff auf eine unzählige Menge von Fähigkeiten, Kreativität und Wissen. Crowdsourcing-Plattformen haben das Potenzial, eine enge Bindung und Kameradschaft zwischen Nutzern, Firmen oder Wissenschaftlern zu schaffen. Je mehr die Einwohner sich mit ihren eigenen Umweltproblemen befassen, desto grösser wird die Berücksichtigung der gesamten Bevölkerung.

Fast auf der ganzen Welt kommunizieren die Leute inzwischen über das Internet. Der Austausch von Daten wird leichter und schneller durch das Web, und viele dieser Daten sind die Basis für ökologische Forschungen, welche zu möglichen Umweltschutzmassnahmen führen können.

Das Potenzial von Crowdsourcing im Umweltschutz mittels Umweltmonitoring ungenutzt zu lassen, stellt gesellschaftlich gesehen somit ein grösseres Risiko dar, als die Risiken, die sich innerhalb der einzelnen Projekte ergeben. Es ist jedoch wichtig, sowohl das Potenzial als auch die Risiken von Crowdsourcing zu diskutieren. Diese Arbeit hat diesen Bedarf aufgezeigt, und ebenso Möglichkeiten, wie sich das Potenzial des Crowdsourcings im Umweltschutz ausschöpfen lassen kann.

5 Schlussfolgerung

Zu Beginn dieser Arbeit stand das Ziel zu klären, wie Crowdsourcing-Anwendungen das Umweltmonitoring unterstützen können, und damit ihren potenziellen Beitrag zur Lösung der Umweltproblematik zu erläutern.

Während der Recherchen zu dieser Arbeit bestätigte sich, dass Crowdsourcing für das Umweltmonitoring nicht nur anwendbar ist, sondern sogar vielversprechende Zukunftsperspektiven für die Umweltwissenschaften eröffnet - besonders in der Analyse des Klimawandels. Beim Studium der Fachliteratur zeigte sich, dass die Beziehung zwischen Umweltmonitoring und Crowdsourcing oft nicht direkt betrachtet wird, sondern durch andere Konzepte wie z. B. Citizen Science.

Die Kombination dieser beiden Konzepte stellt eine Methode dar, welcher zweifellos bei der Erarbeitung von Umweltschutzmassnahmen hilfreich sein kann. Der praktische Einsatz des Crowdsourcings für das Umweltmonitoring hingegen dürfte sich als schwierig erweisen, weil die Strukturierung dieser Projekte kompliziert sein kann. Auch Aspekte wie die Qualität der Daten, die Verfügung geeigneter Technologien oder die Human Ressourcen lassen sich nicht einfach planen.

Das Konzept des Crowdsourcings wurde bisher nicht deutlich kategorisiert und über den Einsatz des Crowdsourcings in Umweltmonitoring-Projekten finden sich in der Fachliteratur wenige Quellen. In dieser Arbeit wurde ein zweidimensionales Klassifikationsschema erarbeitet, durch welches sich die Crowdsourcing-Anwendungen im Umweltschutzbereich einordnen lassen.

Eine reine Kategorie von Crowdsourcing für das Umweltmonitoring war schwierig zu erarbeiten, weil sich diese Anwendungen nicht deutlich nach Kriterien einordnen lassen, d.h. es ist schwierig in der Praxis Projekte zu finden, die nur über einen Typ von Aufgaben oder eine Art von Prozessen verfügen. Dieser Begriff wird in der Literatur noch nicht umfassend geklärt, so dass sich schon die Formulierung von Klassifikationskriterien kompliziert gestaltete. Bestehende Kriterien aus der Literatur konnten nicht oder nur teilweise übernommen werden, weil bisherige Klassifikationsschemen hauptsächlich auf finanzielle Ziele fokussiert sind.

Trotz manch negativer Aspekte weist der Einsatz von Crowdsourcing im Umweltmonitoring ein neuartiges und attraktives Potenzial auf, um Umweltprobleme auf internationaler Ebene lösen zu helfen. Diese Probleme schon auf Gemeindeebene mit Hilfe ihrer Einwohner zu erkennen und ihnen entgegenzuwirken dürfte wohl die wirksamste Methode sein.

Eigentlich gibt es keinen Platz auf der Welt, kein Naturvorkommnis, dessen Beobachtung nicht für eine Analyse des Zustandes unserer Umwelt relevant wäre. Weltumspannender und damit wirksamer Umweltschutz verlangt immense Datenmengen, frei von nationalen und kommerziellen Interessen. Das Sammeln von ökologischen Daten und seine Analyse sollten deshalb nicht nur in den Händen professioneller oder grosser Institutionen liegen, sondern jeder Mensch sollte einen Beitrag zu dieser Aufgabe leisten können.

Womöglich sollte für ein effizientes Umweltmonitoring sogar die Teilnahme der Bevölkerung verbindlich sein, wie zum Beispiel bei der Evaluation von Personen-/ Bevölkerungsstatistiken auf Bundesebene.

5.1 Ausblick

Die Entwicklung der ICTs schreitet in rasantem Tempo voran. Wenn man einen Blick auf die Vergangenheit wirft und mit heute vergleicht, kann man eine merkliche Verbesserung wahrnehmen. So ist z. B. das Preis-Leistungsverhältnis dieser Technologien besser geworden.

Diese Verbesserung trägt zu neuen Tendenzen in online basierter Kommunikation bei, welche durch das Web 2.0 oder das Social Media vermittelt werden. Der Austausch von Daten ist heutzutage leichter und hängt nicht von Zeit oder Ort ab.

Crowdsourcing ist eine dieser Tendenzen. Es ermöglicht die Vereinfachung der Lösung von Aufgaben und wird schon von vielen Unternehmen genutzt.

Die literarischen Recherchen legen den Schluss nahe, dass die Zukunft von Crowdsourcing in die Richtung von sensing crowdsourcing geht. Mit dem sensing crowdsourcing wird die Crowd mit Hilfe von Mobiltechnologien ein lebendiger und mobiler Sensor, um Umweltinformationen zu erheben und mitzuteilen (Hoßfeld, 2012).

Diese Eigenschaft des Crowdsourcings beweist seine Eignung zur Kombination mit Monitoring. Aktuell existieren schon diverse Projekte, welche die Vorteile des Crowdsourcings für das Umweltmonitoring nutzen.

Der Kern einer Crowdsourcing-Plattform sind die Menschen und dann die Informationen. Eine erfolgreiche Plattform braucht eine hilfsbereite Crowd, um einen kontinuierlichen Informationsfluss beizubehalten.

Es ist kompliziert, die Crowd zu motivieren. Deshalb werden je nach Crowdsourcing-Plattform verschiedene Arten der Belohnung für die Zusammenarbeit angeboten. Einige Organisationen bieten finanzielle Vergütungen.

Andere Crowdsourcing-Projekte verwenden wieder andere Motivationsmethoden, wie die Möglichkeit anderen Usern ihre Erkenntnisse oder innovativen Ideen mitzuteilen, um Anerkennung zu bekommen. Neben der Bezahlung oder anderen persönlichen Motiven kann die Bestätigung, etwas Nützliches für die Gesellschaft zu tun, eine starke Motivation sein.

Eine geeignete Strategie und ein entsprechendes Informationsmanagement müssen von Anfang an gesichert werden. So kann auch die Qualität und Brauchbarkeit der Daten gesichert werden. Komplexere Aufgaben könnten z. B. in Module geteilt werden, in welchen sich die Mitglieder gegenseitig ihre Resultate korrigieren oder eine Fachperson zum Prozess zugezogen werden kann. Natürlich sollten dabei die Qualitätsgewinne grösser als die entstehenden Kosten bleiben.

Bei dieser Art von Projekten ist die Vielfalt der Beteiligten ein Erfolgsfaktor. Beim Crowdsourcing ist es nicht wichtig, dass die Mitglieder der Crowd dieselben Interessen haben. Es geht vielmehr darum, dass aus der Zusammenarbeit der Crowd ein Inhalt mit ausgezeichneter Qualität produziert wird. Je heterogener die Gruppe von Stakeholdern, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine Person oder Gruppe die bestmöglichen Lösungen findet. Es kommt ausserdem häufig vor, dass Personen ohne fachliches Wissen, aber mit frischem Blick eine gute Lösung finden (Jahnke und Prilla, 2008).

Abbildungverzeichnis

Abb. 1. Zusammenhang zwischen Umweltmonitoring und Crowdsourcing. 2

Abb. 2. Was ist Crowdsourcing? 4

Abb. 3. Kontext der Arbeit. 8

Abb. 4. The five ICSU identified Grand Challenges in Global Sustainability Research. 9

Abb. 5. Einflüsse von ICTs auf die Umwelt. 10

Abb.6. Design von Umweltmonitoring-Programmen. 20

Abb. 7. Adaptive Monitoring's Struktur 23

Abb. 8. Umweltmonitoring-Kategorien. 24

Abb. 9. Business-Model-Canvas für Crowdsourcing-Anwendungen im Umweltmonitoring 27

Abb.10. Situierung des Crowdsourcing innerhalb der Open Innovation. 29

Abb.11. Pariser Lärm-Kontamination Karte 41

Abb. 12. NoiseTube App-Screenshots von gratis NoiseTube App für Android. 42

Abb. 13. The Copenhagen Wheel 44

Abb. 14. IPhone App, durch welches Umweltdaten erhoben und analysiert werden können 44

Abb. 15.Ushahidi Plattform. 45

Abb. 16. Beispiele von Citizen Science Projekten. 48

Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Phänologische nationale und internationale Netze in der Schweiz. 14

Tab. 2. Umweltmonitoring historische Meilensteine. 15

Tab. 3. Anwendung von Indikatoren. 20

Tab. 4. Motivierende Aspekte des Crowdsourcings. 28

Tab. 5. Crowdsourcings Dimensionen gemäss Schenk and Guittard. 32

Tab. 6. Schematische Darstellung von Crowdsourcing-Applikation. 37

Tab. 7. Klassifikation von Bürgern in der *Citizen Science*. 38

Tab. 8. Zweidimensionales Schema zur Klassifikation von Crowdsourcing -Anwendung im Einsatz des Umweltmonitoring. 46

Literaturverzeichnis

Back, A. & Walter, T. (2010). Crowdsourcing as a business model: an exploration of emergent textbooks harnessing the wisdom of crowdsourcing as business model innovation. *AIS, Issue 1*, 555-568.

Bieger, T., Bickhoff, N., Casper, R., Dodo Zu, K. & Reding, K. (2002). *Zukünftige Geschäftsmodelle*: Konzept und Anwendung in der Netzökonomie. Berlin: Springer

Bundesamt für Bevölkerungsschutz .(2012). https://www.naz.ch/de/themen/messnetze.html.

Calabrese, F., Sevtsuk, A. & Ratti, C. (2007, September). Cellular Census: Explorations in Urban Data Collection. *IEEEXplore, Vol. 6, Issue 3*, 30-36.

Cochran, E. S., Lawrence, J. F., Christensen, C. & Jakka, R. (2009). The quake-catcher network: citizen science expanding seismic horizons. Seismol. *Lett, 80,* 26-30.

Cohn, J. P. (2008).Citizen science: can volunteers do real research? *BioScience, Vol. 58 Issue 3*, 192-197.

Corbett, J., Rambaldi, G., Kyem, P., Weiner, D., Olson, D., Muchemi, J., McCall, M. & Chambers, R. (2006, April). Mapping for Change: The emergence of a new practice. *Participatory Learning and Action, Issue 54,* 13-21.

Danielsen, F., Burgess, D., Balmford, A., Donald, P. F., Funder, M., Jones, J. P., Alviola, P., Balete, D., Blomley, T., Brashares, J., Child, B., Enghoff, M., Fjeldsa, J., Holt, S., Hübertz,

H., Jensen, A. & Rueda, R. (2009). Local Participation in Natural Resource Monitoring: a Characterization of Approaches. *Conservation Biology, Vol. 23, Issue 1*, 31-42.

Deutsches Bundesamt für Naturschutz (2011). *Indikatoren für ein integratives Monitoring in deutschen Großschutzgebieten, Endbericht des gleichnamigen F+E-Vorhabens*: Bonn - Bad Godesberg.

Draggan, S. (2006). Monitoring. In The Encyclopedia of Earth. unter http://www.eoearth.org/article/Monitoring

EC (2008). Europe 2020. *Flagship Initiative Innovation Union; Communication; A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*. Brussels, Belgium: European Commission.

EC (2008a). European Commission Public Opinion. Unter: http://ec.europa.eu/ about/press_bios/public_opinion/archives/eb/eb68/eb68_en.html.

Egner, H. (2007). Ökologische perspektiven für Wissenschaft und Gesellschaft. *GAIA Vol. 16, Issue 4*, 250–254.

Feller, J., Finnegan, P., Hayes, J. & O'Reilly, P. (2009) Institutionalizing information asymmetry: governance structures for open innovation. *Information Technology & People. Issue 4*, 297–316

GDCh-Fachgruppe. (2007). Positionspapier zum stoffbezogenen Umweltmonitoring. *Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Vol.13, No.2*, 34-41.

Dompke, M., Von Geibler, J., Göhring, W., Herget, M., Hilty, L. M., Isenmann, R., Kuhndt, M., Naumann S., Quack, D. & Seifert, E. K. (2004). *Memorandum Nachhaltige Informations-gesellschaft. GIANI. Stuttgart, Deutschland*: Fraunhofer IRB Verlag.

Geiger, D., Schader, M. & Seedorf, S.(2011, August). Managing the Crowd: Towards a taxonomy of crowdsourcing processes. *Americas Conference on Information Systems*.

Greengard, S. (2011). Following the Crowd. *ACM Digital Library. Vol. 54, Issue 2*, 20-22.

Günther, O. & Spiekermann, S. (2005). Ubiquitäre Informationstechnik im 21. Jahrhundert Information. *Humboldt-Spektrum, Vol.12, Issue 2*, 16- 25.

Habermann, M. (2005). *Stadtplanentwicklung Der Bebauungsplan*. Frankfurt: Universität Frankfurt.

Halevy, A., Doan, A. & Ramakrishnan, R. (2011, April). The practice of crowdsourcing is transforming the Web and giving rise to a new field. Crowdsourcing Systems on the World-Wide Web. *ACM Digital Library, Issue 4*, 86-96.

Havlik, D., Schade, S., Sabeur Z. A., Mazzetti, P., Watson, K., Berre, A., J. & Mon, J. L. (2011, 30. März). From Sensor to Observation Web with Environmental Enablers in the Future Internet. *Sensors, Issue 11*, 3874-3907. Gefunden am 3. Februar 2012 unter www.mdpi.com/journal/sensors.

Holdgate, M. (2005) *Foreword: Monitoring Ecological Change* (2nd Ed.). Lincoln University, New Zealand: Cambridge University.

Hoßfeld, T., Hirth, M & Phuoc,T. (2012). Aktuelles Schlagwort. Crowdsourcing. Informatik-Spektrum ,Volume 35.

Howe, J. (2006, June). The rise of crowdsourcing. *Wired Magazine, Issue 14.06*. Gefunden am 20. Januar. 2012 unter http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds_pr.html-.

Howe, J. (2006a.) .Blog Crowdsourcing. Gefunden am 3. Februar 2012 unter http://crowdsourcing.typepad.com/cs/.

Howe, J. (2008) Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd Is Driving the Future of Business. *Crown Publishing Group, New York.*

Jahnke, I. & Prilla, M. (2008). *Web 2.0 in der Unternehmenspraxis. Crowdsourcing: ein neues Geschäftsmodell?* München: Oldenbourg

Jeanneret, F. (2006). Phänologie. Theorie und Praxis eines Biomonitoring. Bern: Geogr. Inst. Univ. Bern, Vorlesungsbeilagen.

Kanhere, S.S. (2011, June). Participatory Sensing: Crowdsourcing data from mobile smartphones in Urban Spaces. *IEEE International Conference , Vol.12*, 3-6.

Kanjo, E., Bacon J., Landshoff, P. & Roberts D. (2009) MobSens: Making smart phones smarter. *IEEEXplore Digital Library, Vol. 8, Issue 4*, 50 -57.

Kanjo, E., Benford, S., Paxton, M., Chamberlain, A., Stanton, D., Woodgate, D., Crellin, D. & Woolard, A. (2008). MobGeoSen: facilitating personal geosensor data collection and visualization using mobile phones. *Springer, Vol. 12 Issue 8*, 599- 607.

Kleemann, F. & Voß, G. (2007*). Kunden und Konsumenten als Innovatoren. Die betriebliche Nutzung privater Innovativität im Web 2.0 durch „Crowdsourcing“. Arbeits- und Industriesoziologie und Wissenschafts- und Technikforschung*. Dortmund: Campus Verlag.

Kleemann, F., Voß, G. & Rieder, K. (2008). Crowdsourcing und der Arbeitende Konsument. *Arbeits- und Industriesoziologische Studien Jg. 1, Heft 1*.

Kleemann, F., Voß, G. & Rieder, K. (2009). Industrie- und Betriebssoziologie. Gefunden am 30. Januar 2012 unter http://www.gesis.org/.

Kozinets, R. V. (2002, Februar). The life behind the screen: using netnography for marketing research in online communities. *Journal of Marketing Research (JMR), Vol. 39 Issue 1*, 61-72.

Krenning, K. (2008). *Zur systematischen Messung von Umwelt-Innovationen. Beabsichtigte und unbeabsichtigte Umweltfreundlichkeiten.* Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW): Mannheim, Deutschland.

Kozinets, R., Hemetsberger, A. & Jensen, S. (2008, Dezember). The wisdom of consumer crowds: collective innovation in the age of networked marketing. *Journal of Macromarketing, Vol. 28, Issue 4,* 339-354**.**

Langner, S. (2009). *Was ist Viralmarketing?* Hannover, Deutschland: Springer.

Lindenmayer, D., Likens, G., Haywood, A. & Miezis, L. (2011, Dezember). Adaptive monitoring in the real world: proof of concept. *ScienceDirect Vol. 26, Issue 12*, 641–646.

Lindenmayer, D. & Likens, G. (2010, Februar). The science and application of ecological monitoring. *ScienceDirect ,Vol. 143, Issue 6*, 1317–1328.

Ludwig, K., Funk, B., Holzinger, G. & Frank, S. (2009). *Österreichisches Staatsrecht*. Springer.

Maisonneuve, N., Stevens, M., Niessen, M., Hanappe, P., Steels, L. (2009). Citizen Noise Pollution Monitoring. *International Digital Government Research Conference. Digital Government Society of North America*.

Maisonneuve, N., Stevens, M. & Ochab, B. (2010). Participatory noise pollution monitoring using mobile phones. *The International Journal of Government & Democracy in the Information Age; Vol. 15, Issue 1*, 51-71.

MeteoSchweiz .(2011). http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de.html.

OECD. (2010). Greener and Smarter: The Environment and Climate Change. Gefunden 3. Januar 2012 unter www.oecd.org/dataoecd/27/12/45983022.pdf .

Outram, C., Ratti, C. & Biderman, A. (2010). The Copenhagen Wheel: An innovative electric bicycle system that harnesses the power of real-time information and crowdsourcing. *Monaco*

International Exhibition & Conference on Ecologic Vehicles & Renewable Energies.

Page, B. & Hilty, L. M. (1995). *Umwelt-Informatik,Informatikmethoden für Umweltschutz und Umweltforschung. Kapitel 1: Umweltinformatik als Teilgebiet der Angewandten Informatik*. München: Oldenbourg.

Rankin, R., Austin, M. and Rice, J. (2011). Ecological classification system for the ecosystem status and trends report. *Canadian Biodiversity: Ecosystem Status and Trends 2010. Canadian Councils of Resource Ministers, Issue 1*.

Reichwald, R. & Piller, F. (2007). *Interaktive Wertschöpfung- Produktion nach Open-Source-Prinzipien*. Berlin: Lehmanns Media.

Rolf, A. & Hilty, L. M. (1995). *Umwelt-Informatik,Informatikmethoden für Umweltschutz und Umweltforschung. Kapitel 16: Orientierung für die Umweltinformatik*. München: Oldenbourg.

Rouse, A. (2010). A preliminary taxonomy of crowdsourcing. *ACIS, Issue 1*, 1-10.

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, Vol. 25, Issue 1*, 54-67.

Schenk, E. & Guittard, C. (2009). Crowdsourcing: what can be outsourced to the crowd, and why? Gefunden 7. Februar 2012 unter http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00439256/

Schenk, E. & Guittard, C. (2011). Towards a characterization of crowdsourcing practices. *Journal of Innovation Economics. Vol. 7, Issue 1*, 93- 107.

Spellerberg, I. (2005). *Monitoring Ecological Change (2nd Ed.)*. Lincoln University, New Zealand: Cambridge University.

Schröder, W.(2001, September). Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Thebault-Spieker, J. (2012). Crowdsourced Participatory sensing: applications and motivation of work. Gefunden am 1. Mai 2012 unter http://www-users.cselabs.umn.edu/classes/Spring-2012/csci8002/PAPERS/jacob.pdf.

Torres-Sanchez, C., Corney, J., Jagadeesan, P. & Regli, W. (2009). Outsourcing labour to the cloud. *International Journal of Innovation and Sustainable Development, Volume 4, Number 4/2009*, 294-313.

Unterberg, B. (2010). *Social Media Handbuch. Theorien, Methoden, und Modelle. Kapitel 8 Crowdsourcing*. Baden, Deutschland: Nomos Verlagsgesellschaft.

Vos, P., Meelis E. & Ter Keurs, W. J. (1997, Oktober). Framework for the design of ecological monitoring programs as a tool for environmental and nature management. Environmental Biology. *Institute of Evolutionary and Ecological Sciences, Leiden University, Vol 61, Issue 3*, 317-344.

Welsh, M. (2011). *CitySense, an open city-wide wireless sensor network:* Harvard University.

Selbstständigkeitsklärung

Ich erkläre hiermit, dass die von mir eingereichte Bachelorarbeit mit dem Titel:

Crowdsourcing im Umweltschutz – eine erste Analyse

eine von mir selbst verfasste Originalarbeit ist. Zudem bestätige ich, dass diese Arbeit nicht zur Abgeltung anderer Studienleistungen an der Universität Zürich eingereicht worden ist. Die vorliegende Bachelorarbeit habe ich selbständig verfasst und sämtliche verwendete Bezüge aus fremdem Quellen als solche kenntlich gemacht. Die wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen habe ich nach bestem Wissen zitiert und als fremde Quellen ausgewiesen.

Ich bestätige mit meiner Unterschrift die Richtigkeit dieser Angaben.

Name: Dulce Edita González Carrillo

Matrikelnummer: 10-751-253

Zürich, 24. Mai 2012 _____