

# Konzeptionierung einer Webanwendung zur Beurteilung von Stoff- und Energieströmen am Beispiel des Industrie- und Gewerbestandortes Berlin-Schöneeweide

Andrej Matusевич<sup>1</sup> und Volker Wohlgemuth<sup>2</sup>

**Abstract:** Die Planung, Entwicklung und das Management eines Industrie- und Gewerbestandortes unter Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten stellt sowohl für Standortentwickler als auch Unternehmen eine große Herausforderung dar. Eine Unterstützung der Aufgaben durch IKT-gestützte Anwendungen scheint dabei nur logisch. Ausgehend von der Betrachtung von Hauptmerkmalen und Erfolgsfaktoren von Industriesymbiosen stellt dieser Beitrag ein Konzept für eine Webanwendung vor, die Standortentwickler im Voraus bei der Auswahl von Unternehmen für das zu entwickelnde Gebiet unterstützen soll. Unter dem Gesichtspunkt einer ganzheitlichen Analyse von Stoff- und Energieströmen und dem Vergleich mit den Daten von interessierten Unternehmen soll dieses Ziel erreicht werden. Neben Erfassungsmöglichkeiten von Unternehmen oder Materialien kann sich der Nutzer der Software durch den Einsatz von Sankey-Diagrammen und ausgewählten Kennzahlen einen Überblick über den gesamten Standort verschaffen.

**Keywords:** Industriesymbiosen, Stoffstrommanagement, Webanwendungen, BUIS

## 1 Einleitung

Das Einführen von geschlossenen Rohstoffkreisläufen zur Erhöhung der Ressourcen- und Materialeffizienz hat für ein relativ rohstoffarmes Land wie Deutschland eine große Bedeutung, um den gestiegenen Bedarf an Rohstoffen zu angemessenen Kosten zu decken. Sowohl in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategien, als auch in den konkreten Stadtentwicklungskonzepten Berlins, wie der Smart City-Strategie Berlins, spiegelt sich dieses wichtige Kriterium wider. Eine Schlüsselrolle sollen dabei Informations- und Kommunikationstechnologien in allen Handlungsfeldern, wie z.B. Infrastruktur, Mobilität, Wirtschaft oder Wohnen, übernehmen, um Ressourceneffizienzziele zu erreichen [BU12; SE15].

Die Betrachtung und das Erreichen der oben genannten Ziele verfolgt das Stoffstrommanagement mittels der Analyse sowie des Managements von Stoff- und Energieströmen innerhalb eines bestimmten Systems. Eine spezielle Ebene bildet das vertikale zwischenbetriebliche Stoffstrommanagement, wobei mit vertikal die Zusammenarbeit mehrerer Branchen gemeint ist. Mit steigender Komplexität der untersuchten Systeme ist eine Unterstützung durch Informations- und

---

<sup>1</sup> HTW Berlin, FB 2, Wilhelminenhofstr. 75A, 12459 Berlin, a.matusевич@gmail.com

<sup>2</sup> HTW Berlin, FB 2, Wilhelminenhofstr. 75A, 12459 Berlin, volker.wohlgemuth@htw-berlin.de

Kommunikationstechnologien unausweichlich, um Stoffstrommodelle abzubilden oder Kooperationen mehrerer Akteure zu erleichtern [HB02].

Das in diesem Forschungsprojekt betrachtete System in Berlin Schöneeweide hat eine Größe von ca. vier Quadratkilometern und gilt als Standort für Firmen unterschiedlichster Branchen. Aus diesem Grund sollen in diesem Beitrag auch die Forschungsergebnisse der Verwertungsnetzwerke und industriellen Symbiosen mit einbezogen werden, die in der bisherigen Praxis zur Koordinierung von Stoff- und Energieströmen zwischen Unternehmen in Industrie- und Gewerbegebieten dienen.

Dementsprechend soll hier ein Konzept für eine webbasierte Anwendung vorgestellt werden, die unter Berücksichtigung von Stoff- und Energieströmen entscheidungsunterstützend, im Sinne der Auswahl neuer Unternehmen und unter Berücksichtigung der bisherigen Unternehmen, für Standortentwickler fungieren soll. Das Management eines Standortes soll in die Lage versetzt werden, mögliche Kooperationen auf stofflicher oder energetischer Basis aufzudecken und erste Schritte einer Vernetzung einzuleiten.

Durch die Analyse der stofflichen und energetischen Inputs und Outputs der verschiedenen Branchen am Standort soll eine Aussage über die bestmögliche Zusammensetzung der anzusiedelnden Unternehmen unter stofflichen und energetischen Aspekten für das Industrie- und Gewerbegebiet Oberschöneeweide getroffen werden können. Dazu wird die Literatur zur Entwicklung von nachhaltigen Industrie- und Gewerbegebieten vorgestellt, um Hauptmerkmale von Industriesymbiosen herauszuarbeiten und Erfolgsfaktoren zu identifizieren (Kap. 2.1). Ein Status-Quo der Software-Lösungen, die die Planung und Entwicklung von nachhaltigen Gewerbegebieten unterstützen, wird ermittelt (Kap. 2.2).

Im letzten Kapitel wird das Konzept für die Webanwendung, die als Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl anzusiedelnder Unternehmen verwendet werden kann, vorgestellt (Kap. 3).

## **2 Grundüberlegungen zu Industriesymbiosen**

Die Analyse und Entwicklung von Industrie- und Gewerbegebieten unter Nachhaltigkeitsaspekten ist ein Hauptforschungsfeld der Industrial Ecology und bildet somit das theoretische Grundgerüst dieser Arbeit [Vh12]. Dieses noch relativ junge Forschungsgebiet hat den Schwerpunkt in der Analyse von industriellen Systemen, den Produktionsprozessen innerhalb der Systeme und der Gestaltung nachhaltiger Produkte sowie der Analyse des Konsumverhaltens der Abnehmer der Produkte [HIZ12]. Besonders charakteristisch für die Ideen aus der Industrial Ecology ist ein systemischer Ansatz. Dies bedeutet, dass industrielle Systeme nicht einzeln betrachtet werden, sondern samt ihrer Interdependenzen mit der Umwelt und anderen Systemen zu erforschen sind. Dazu bedient man sich einer biologischen Analogie, bei der

wirtschaftliche Aktivitäten in industriellen Systemen in Zusammenhang zu natürlichen Ökosystemen gesetzt werden, um auf dieser Basis Austauschbeziehungen mit der Umwelt aufzuzeigen. Dies geschieht vorwiegend durch die Auswertung von Stoff- und Energieströmen in den Systemen mit dem Ziel, Konsequenzen auf die Umwelt zu erarbeiten [Je92;Wh94]. Ebenso sind Lebenszyklusanalysen und dynamische Systemmodellierungen Hauptinstrumente, die bei den Lösungsansätzen der Industrial Ecology eingesetzt werden [LG02]. Neben den ökologischen Auswirkungen untersucht die Industrial Ecology auch wirtschaftliche, politische, gesetzliche und soziale Variablen in industriellen Systemen und unterstreicht damit den interdisziplinären Charakter (z.B. Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, etc.) des Forschungsgebiets [Je92].

## 2.1 Hauptmerkmale von Industriesymbiosen

Die Planung, Analyse und Weiterentwicklung von Industriesymbiosen ist ein Hauptzweig der Industrial Ecology, wobei das Hauptaugenmerk auf der ganzheitlichen Betrachtung von Stoff- und Energieflüssen auf lokaler oder regionaler Ebene liegt [MJZ14]. In der Literatur tauchen diese Industriesymbiosen unter verschiedenen Bezeichnungen auf. Zu den wichtigsten gehören z.B. so genannte Eco-Industrial-Parks, regionale Recyclingnetzwerke, Zero-Emission-Parks oder nachhaltige Industrie- und Gewerbegebiete.

Bei diesen Gebieten wird darauf Wert gelegt, verschiedene dort ansässige Unternehmen und Dienstleister zu Austausch- und Kooperationsbeziehungen zu bewegen. Vor allem soll dies auf Ebene des Material-, Wasser- und Energieeinsatzes, der Verwertung von Abfällen oder bei der gemeinsamen Nutzung von Infrastruktur realisiert werden, um die jeweiligen Produktionskosten der Akteure zu senken und schädliche Umweltauswirkungen zu reduzieren [Is13; Ch07].

Voraussetzung für ein gutes Ergebnis des Industriestandortes, im Hinblick auf Einsparungen beim Ressourceneinsatz und der Reduktion des Abfalls sowie möglicher Kostensenkungen, ist ein umfangreiches Wissen der Stoff- und Energieströme in dem betrachteten Gebiet bzw. Standort. Solche unternehmensübergreifenden Kooperationen sind oft nicht unproblematisch, da unternehmensinterne Informationen nach außen abgegeben werden, verschiedene Unternehmen unterschiedliche Ziele verfolgen oder Firmen an Eigenständigkeit in der Produktionsplanung verlieren würden. Werden die Daten über Input- und Outputströme weitergegeben, so liegen sie bei verschiedenen Unternehmen in unterschiedlicher Form vor oder können lückenhaft übermittelt werden, was sich negativ auf die Datenverarbeitung niederschlägt [Mü12].

[Is13], [Mü12], [MJZ14] und [Ch07] fassen folgende Hauptfaktoren für eine erfolgreiche Industriesymbiose zusammen:

- Freiwillige Zusammenarbeit
- Gemeinsame Nutzung von Ressourcen, um Synergiepotenziale auszunutzen

- Partnerunternehmen haben ein kritisches Produktionsvolumen
- Keine Konkurrenzängste zwischen den Unternehmen
- Kurze räumliche Distanz
- Ökonomische Vorteile

Hieraus ist ersichtlich, dass der Managementaufwand von Verwertungsnetzwerken sehr hoch ist und ein Anreiz für Unternehmen, sich an speziell diesen Verbänden zu beteiligen, nur dann besteht, wenn im Gegenzug Sicherheit über die Abfallentsorgung, Materialbeschaffung und Verminderung von Umweltschäden besteht sowie Kostenreduktionen möglich sind [Mü12].

Eine übergeordnete Institution, die die Kooperation und Kommunikation zwischen den Unternehmen organisiert, stellt einen wichtigen Schlüsselfaktor dar. Solch ein Organ kann die Stoff- und Energieströme der Firmen erfassen, dokumentieren und mögliche Austauschbeziehungen vorschlagen. Des Weiteren sind Beziehungen zwischen Hochschulen, Technologiezentren und den wirtschaftlichen Partnern für einen effektiven Wissensaustausch förderlich [MJZ14].

Hinsichtlich einer Vernetzung von heterogenen Unternehmen zur Optimierung von Stoff- und Energieflüssen in einem Industrie- und Gewerbegebiet wird als Beispiel immer wieder die Industriesymbiose von Kalundborg (Dänemark) genannt [MJZ14]. So partizipieren in diesem Netzwerk insgesamt neun Akteure, wie die Stadt Kalundborg selbst, Insulin- und Enzymproduzenten, ein Kraftwerk und eine Ö raffinerie, um nur einige Beispiele zu nennen. Die Kooperationen und Austauschbeziehungen zwischen den Unternehmen begannen in den 1960er Jahren aufgrund eines Wassermangels in der Region, der sie dazu zwang, die Nutzung des Grundwassers zu reduzieren und nach gemeinsamen Alternativen zu suchen. Im weiteren Verlauf entwickelte sich eine Kreislaufwirtschaft, die die Verwertung von Abfall und die intelligente Verteilung von Energie – aus Gründen von Kostenvorteilen und der Reduktion von schlechten Umweltauswirkungen - mit einschloss. So werden z.B. Gase, Abwärme, Schlamm oder Gips zwischen den Unternehmen ausgetauscht. Als Haupterfolgskfaktoren der Industriesymbiose werden die offene Kommunikation, Vertrauen unter den Akteuren, die heterogene Struktur und wirtschaftliche Vorteile für die Firmen angesehen [EG97].

Dieses Beispiel steht stellvertretend für viele weitere Ansätze zur Entwicklung von nachhaltigen Industrie- und Gewerbegebieten auf der Welt. [MJZ14] untersuchten in ihrer Studie insgesamt 168 Beispiele für Eco-Industrial-Parks in 27 Ländern, hoben die Bedeutung von informationstechnischen Lösungen zur Unterstützung des Managements von Gewerbegebieten hervor und unterstreichen damit den Forschungsbedarf auf diesem Wissenschaftsgebiet.

## 2.2 Stand der Technik

Im folgenden Abschnitt wird es darum gehen, bereits bestehende Software-Produkte, die bei der Entwicklung von Industriesymbiosen eingesetzt werden können, zu analysieren. IKT-gestützte Anwendungen sollen einerseits dazu beitragen, den Zugang zu aufbereiteten Informationen zu erleichtern [Is13], andererseits können informationstechnische Lösungen die Akteure eines Standortes bei der Organisation der Austauschbeziehungen (z.B. bei Materialien, Wasser, Energie oder Abfall) unterstützen und dadurch zu einer Erhöhung des Vertrauens im Industrie- und Gewerbegebiet beitragen [IC09].

[Gr10] setzten sich intensiv mit 17 identifizierten Softwareprodukten auseinander. Als Ergebnis der Untersuchung ist zu nennen, dass neun Systeme bereits zu der Zeit nicht mehr verwendet werden. Vier weitere können genutzt werden, sind aber nicht öffentlich zugänglich. Diese Anwendungen befanden sich teilweise im Entwicklungsstadium und werden hauptsächlich in Kanada oder Australien genutzt. Die Einsatzgebiete der Software reichten von der Nutzung als geografische Planungsanwendungen über die Organisation eines Abfallmanagements hin zu komplexeren Datenbankanwendungen innerhalb einer Betrachtung eines ganzen Landes. Auch bei diesen Anwendungen liegen hohe Anforderungen an die Einfachheit in der Bedienung vor. Außerdem müssen Budgetbeschränkungen, der Schulungsaufwand und fachliche Gutachten berücksichtigt werden. Die Autoren konstatierten in ihrer Untersuchung zudem, dass die umgesetzten Softwareansätze bei der Integration sozialer Komponenten, wie dem Austausch von Informationen zwischen den Mitgliedern der Industrie- und Gewerbegebiete zur gegenseitigen Vertrauensbildung, weiterer Bearbeitung bedürfen. Dem gegenüber stehen gute Lösungsansätze im Hinblick auf den Ressourcenaustausch zwischen den beteiligten Akteuren.

Die Erkenntnisse aus der Entwicklung von betrieblichen Umweltinformationssysteme (BUIS), die einen Schnittbereich mit der Industrial Ecology besitzen, können ebenfalls mit einbezogen werden [Is13]. BUIS haben im betrieblichen Umweltmanagement neben den Aufgaben der Informationsbeschaffung, Dokumentation, Bewertung und Entscheidungsunterstützung auch im Bereich der der Steuerung, Planung und Kontrolle von Umweltschutzmaßnahmen Fragestellungen zu lösen und bedienen sich dabei Instrumenten, wie der Erstellung von Input-Output-Bilanzen zur Ökobilanzierung und Stoffstromanalyse. Zur Modellierung und Analyse von Stoff- und Energieströmen zur Ökobilanzierung oder Effizienzsteigerung kann als Beispiel eines BUIS das Software-Werkzeug Umberto oder die auf die Darstellung von Sankey-Diagrammen spezialisierte Anwendung e!Sankey, genannt werden [Hi95;Ra99]. Vergleichbare Lösungsansätze findet man bei dem Software-Produkt GaBi, das unter anderem im Bereich der Produktlebenszyklus-Analysen eingesetzt wird [TH16], dem Stoffstrommanagement Tool Umberto der ifu Hamburg GmbH [IF16] oder in der Open-Source-Alternative der Technischen Universität Wien STAN (subSTance flow ANalysis) [TW12].

Im Hinblick auf eine Erhöhung der Ressourceneffizienz in der verarbeitenden Industrie entwickelte die Effizienz Agentur NRW einen webbasierten Quick-Check von verschiedenen Leistungsmerkmalen. Hauptbestandteil des Quick-Checks ist ein Online-Fragebogen, der Informationen über Verbräuche von Materialien und Energien sammelt sowie durch einen Datenabgleich mit anderen Unternehmen der Branche die Materialeffizienz des eigenen Unternehmens bewertet. Auf dieser Grundlage werden maßnahmenunterstützende Dokumente zur Verfügung gestellt [EF16].

Für die von Darstellung von Sankey-Diagrammen in einer Webanwendung hat sich die Open-Source d3-JavaScript-Bibliothek als eine Alternative erwiesen, die eine direkte Datenmanipulation ermöglicht [Ma15].

### **3 Konzept der Webanwendung**

#### **3.1 Grundidee**

Der Verwalter des Standortes hat zum Ziel interessierten Unternehmen aufzuzeigen, welche Vorteile eine Ansiedlung in Schöneweide unter stofflichen und energetischen Gesichtspunkten haben kann und somit die Profilbildung des Industrie- und Gewerbegebiets mit dem Tool als Anreizwerkzeug zu unterstützen. Die zu entwickelnde Anwendung kann bei der Identifikation von Möglichkeiten der Zusammenarbeit eingesetzt werden und einen ersten Hinweis darüber geben, ob ein Unternehmen oder Dienstleister am Standort in Kooperationsbeziehungen treten kann.

Die Vorteile dieser Anwendung lassen sich dabei sowohl auf der Seite des Regionalmanagements als auch auf Unternehmensseite generieren. Für den Standortentwickler kann dieses Tool dazu dienen, den stofflichen und energetischen Ist-Zustand in Schöneweide im Überblick zu haben. Aufgrund der Erfassung der Unternehmensdaten kann die Glaubwürdigkeit und Überzeugungsargument des Regionalmanagements gegenüber anderen Unternehmen gestärkt werden und eine einfachere Kontaktvermittlung zwischen Unternehmen erfolgen. Ein Nebeneffekt wäre der Aufbau einer umfassenden Firmendatenbank für das gesamte Gebiet. Als entscheidungsunterstützende Komponente der Anwendung kann die Tatsache angesehen werden, dass aufgrund ermittelter (oder nicht ermittelter) Übereinstimmungen von Inputs und Outputs die Integrierbarkeit von Unternehmen Industrie- und Gewerbegebiet aus stofflicher und energetischer Sicht im Voraus bewertet werden kann.

Auf der anderen Seite kann das Tool interessierten Unternehmen einen Anreiz geben, eine Stoffstromanalyse durchzuführen, um am Netzwerk aktiv teilzuhaben und von den Vorteilen des Stoff- und Energieaustausches zu profitieren. Hilfestellungen des Regionalmanagements und anderer Unternehmen können in dieser Hinsicht förderlich sein. Darüber hinaus können Dienstleistungsunternehmen ebenso ihren Service als Output anbieten und somit von anderen Unternehmen in Schöneweide genutzt werden.

### 3.2 Aufbau und Funktionen der Anwendung

Der grundsätzliche Aufbau des Tools wird anhand einer Single Page Application erfolgen. Demnach erfolgt die Umsetzung der grafischen Oberfläche mit Hilfe von HTML5 und CSS sowie des Bootstrap-Frameworks. Die Trennung der grafischen Oberfläche und der Logik wird mit Hilfe des Model View ViewModel-Musters (MVVM) erreicht. Zur Unterstützung der Softwareentwicklung nach dem MVVM-Muster wird das Framework AngularJS eingesetzt.

Die Webanwendung wird einen zweiteiligen Aufbau besitzen, der aus der oberen Navigationsleiste und größeren Arbeitsbereich bestehen wird (vgl. Abb. 1).

The image shows a navigation bar at the top with icons and labels for: Dashboard, Standort, Unternehmen, Rohstoffe, Kooperation, and Kontakt. Below the navigation bar are two forms:

**Add new Business**

Name des Unternehmens:

Ansprechpartner:

männlich:

weiblich:

Branchen-Typ:

E-Mail:

**Add Input**

Rohstoff:

Menge:

Einheit:

Bezugsgröße:

Abb. 1: Grundsätzliche Struktur der Anwendung am Beispiel der Erfassung eines Unternehmens

Das Dashboard hat in erster Linie eine Informationsfunktion zur gesamten Situation des Gebiets. Dazu kann der Anwender zwischen einer Sankey-Ansicht mit ein- und ausgehenden Stoff- und Energieflüssen am Standort und einer Input-Output-Bilanz wechseln können. Das Sankey-Diagramm soll dabei als eine Mengen-Input-Output-Bilanz [Sc12] für den gesamten Standort dargestellt werden, wobei mögliche stoffliche oder energetische Rückflüsse aufgrund von Austauschbeziehungen ebenfalls sichtbar werden. Erweitert kann das Dashboard durch Informationen zu bestehenden Kooperationen zwischen Unternehmen oder (Umwelt-)Kennzahlen zum Standort.



Im Menüpunkt „Standort“ sollen auf einer Karte die Positionen der einzelnen Unternehmen erkennbar sein, um z.B. die Entfernung einschätzen zu können. Die Auswahl der anzuzeigenden Firmen kann über Combo-Boxen erreicht werden.

Die Unternehmensverwaltung stellt einen zentralen Bereich der Anwendung dar. Grundsätzlich kann zwischen drei Menüunterpunkten ausgewählt werden. Erfassung eines neuen Unternehmens und der jeweiligen Stoffe und Energien ist in Abb. 1 exemplarisch abgebildet. Diese Abschnitte sollen durch +/- Buttons minimiert bzw. wieder aufgeklappt werden können. Die Bearbeitung erfolgt dann nach demselben Muster. Das Klicken auf den Menüpunkt „Unternehmen“ soll eine Liste der Unternehmen am Standort aktiven Unternehmen, sortiert nach Branchen, dargestellt werden. Über diesen Punkt erfolgt der eigentliche Vergleich der Inputs und Outputs der Unternehmen, in dem ein Unternehmen ausgewählt und mit den Outputs anderer Unternehmen verglichen wird. Im Zuge dessen wird eine neue Seite geöffnet, um die Ergebnisse des Vergleichs übersichtlich darzustellen und abspeichern zu können.

Vergleichbar mit der Unternehmensverwaltung, können in diesem Menü neue Materialien und Stoffe verwaltet werden. Die hier angelegten Stoffe können dann bei der Erfassung der stofflichen und energetischen Ströme ausgewählt werden. Dieser Abschnitt würde an Bedeutung verlieren, wenn eine Anbindung an eine Stoffdatenbank gelingt.

Über den Menüpunkt Kooperationen kann der Nutzer eine Übersicht der Kooperationsbeziehungen erhalten und weitere Details der Zusammenarbeit erfahren. Denkbar sind Aspekte wie die ausgetauschten Stoffe und Mengen oder eine Auskunft über den Kooperationsbeginn.

Im letzten Navigationspunkt (Kontakt) werden sämtliche Kontaktpersonen der Unternehmen in Form einer Liste gesammelt, um dem Standortentwickler, die Kontaktaufnahme zu Firmen und die Kontaktvermittlung zwischen Unternehmen zu verbessern.

<b>Funktionsbereich</b>	<b>Unterfunktion</b>
Nutzerverwaltung	Login/ Rechtenmanagement
Anzeige & Visualisierung	Input-Output-Bilanzen Sankey-Diagramm Unternehmen und Kooperationen Standortanzeige
Branchen- und Unternehmensverwaltung	Neu/Bearbeiten/Löschen
Stoffe und Energien	Neu/Bearbeiten/Löschen Anschluss an Stoffdatenbank
Auswertungsfunktion	Vergleich von Bilanzen Bewertung Kooperationsmöglichkeiten
Dokumentation	Berichte (Kooperationen & Bilanzen) Exportfunktion

Tab. 1: Funktionsübersicht



Tab. 1 fasst die angedachten Funktionen der Webanwendung zusammen. Laut diesem Konzept wird das Tool sechs Komponenten beinhalten, die die oben genannten Ziele realisieren sollen. Die Kernpunkte der Anwendung werden in den Funktionsbereichen der Analyse und Visualisierung, der Erfassung von Unternehmen und Stoffen bzw. Energien sowie der Auswertung liegen. Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die Möglichkeit eines Exports von Übersichten zu Unternehmen, Kooperationen und dem Gesamtzustand des Standortes.

### 3.3 Datenmodell

Die in dem Datenbankentwurf dargestellten Entitäten repräsentieren alle Daten, die für die vorgestellten Funktionen benötigt werden.

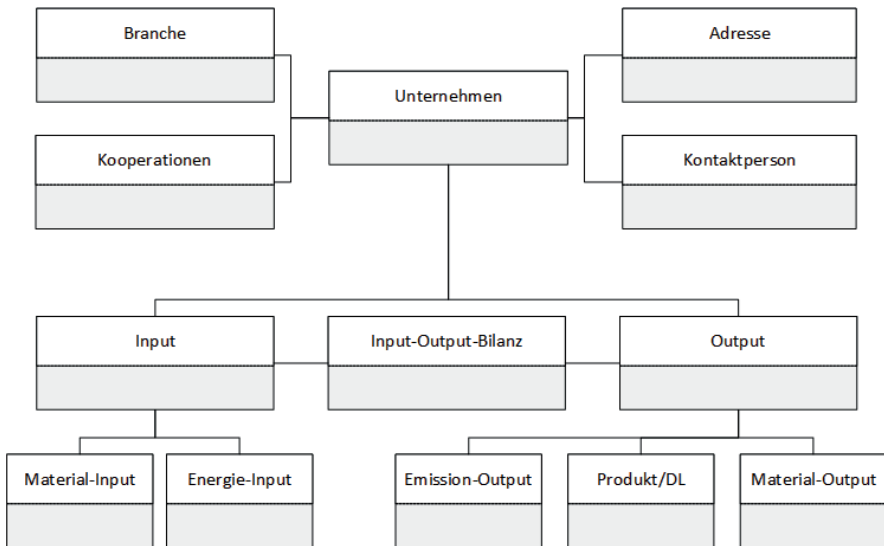


Abb. 2: Datenstruktur der Anwendung

Die Ermittlung der erforderlichen Daten geht insbesondere auf einen erstellten Fragebogen zur Erfassung der Inputs und Outputs von Unternehmen zurück.

Aus der Abbildung 2 wird deutlich, dass die Tabelle Unternehmen viele Daten vereinigen muss. Neben den allgemeinen Informationen zur Branchenzugehörigkeit oder den Kontaktpersonen, die über Fremdschlüssel an die Unternehmenstabelle gekoppelt sind, spielen Daten zu den eingehenden und ausgehenden Stoffen eine besondere Rolle. Die Inputs und Outputs werden zum einen einem bestimmten Unternehmen zugeordnet und finden sich zum anderen in der Input-Outbilanz des relevanten Unternehmens wieder. Um eine gewisse Übersichtlichkeit und Strukturierung in der Bilanz zu haben, sind die Input- und Outputtabellen darüber hinaus untergliedert. Während in der Tabelle

Material-Input Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe erfasst werden, so sind bei der Energie-Input-Tabelle Werte des Strom-, Wärme- und Wasserbedarfs von Interesse.

Ähnlich verhält es sich auf der Outputseite, wobei eine neue Tabelle über die hergestellten Produkte oder die bereitgestellten Dienstleistungen wichtig wird. Unter dem Material-Output werden sämtliche Abfälle verstanden. Demgegenüber stehen die stofflichen Emissionen, wie Abwasser oder Abluft, und die energetischen Emissionen (z.B. Abluft). Die outputseitigen Tabellen haben als Gemeinsamkeit, dass bei jedem Stoff oder Emissionen angegeben werden muss, ob es zur Wiederverwertung oder zum Verkauf bereitsteht. Eine Zeile über den Zustand des Materials und inwieweit es direkt in eine Produktion fließen kann, soll ebenfalls integriert werden. Eine mögliche zwischenbetriebliche Zusammenarbeit zwischen Unternehmen wird in der Kooperationstabelle erfasst.

## 4 Fazit & Ausblick

Im Laufe der Ausführungen dieses Papers ist klargeworden, welche Faktoren bei der Planung und Entwicklung eines Industrie- und Gewerbestandortes eine Rolle spielen. Dabei gilt es verschiedene Interessenlagen aller Akteure (Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Standortentwickler) zu berücksichtigen. Eine Beurteilung von Unternehmen hinsichtlich ihrer Stoff- und Energieströme im Vorfeld der Ansiedlung an einem Standort stellt eine große Herausforderung dar. Zum Lösen dieses vielschichtigen Problems im Rahmen eines zwischenbetrieblichen Stoffstrommanagements soll die hier vorgestellte Anwendung beitragen, in dem ein Vergleich von stofflichen Inputs und Outputs unterschiedlicher Unternehmen erfolgen soll. Die inhaltliche und visuelle Aufbereitung soll mit Hilfe von Sankey-Diagrammen, Kennzahlen und Tabellen erfolgen. Als Ergebnis sollte eine Auskunft darüber gegeben werden, in wieweit ein Unternehmen am Standort basierend auf dem Ist-Zustand mit anderen Unternehmen kooperieren kann. Dies soll die Arbeit des Standortentwicklers auch bei der Überzeugungsarbeit erleichtern.

Ein logischer Schritt nach Fertigstellung des fachlichen Konzeptes der Webanwendung liegt in der kommenden Entwicklung eines Prototyps der Software und den damit verbundenen Aufgaben. Dazu zählen beispielsweise Umsetzung der Oberfläche, die Integration der Funktionalitäten oder das Einbinden einer Stoffdatenbank in die Software. Die prototypische Entwicklung der Anwendung ist zu diesem Zeitpunkt bereits angelaufen. Der Fokus liegt dabei zurzeit in dem Einbinden der Sankey-Diagramme in die Anwendung. Im Verlauf eines sich anschließenden Projektes wird die Erfassung der Stoff- und Energiedaten in Zusammenarbeit mit dem Regionalmanagement Schöneweide und den Unternehmen am Standort im Vordergrund stehen. Gerade für die Erstellung des stofflichen und energetischen Ist-Zustandes ist der Kontakt zu interessierten Firmen herzustellen, die zur Schaffung der Datengrundlage

beitragen sollen, um mögliche Kooperationen sichtbar zu machen und Vergleichsdaten für zukünftige Szenarien zu haben.

## Literaturverzeichnis

- [BU12] Die Bundesregierung: Nationale Nachhaltigkeitsstrategie - Fortschrittsbericht 2012 [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Publikation/Bestellservice/2012-05-08-fortschrittsbericht-2012.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Publikation/Bestellservice/2012-05-08-fortschrittsbericht-2012.pdf?__blob=publicationFile). Abgerufen am: 10.05.2016.
- [Ch07] Chertow, M.: Uncovering industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 11(1), S. 11-30, 2007.
- [EF16] Effizienzagentur NRW (EFA): Ökobench. <http://www.oekobench.de/index.php/ueber-die-datenbank>. Abgerufen am: 08.05.2016.
- [EG97] Ehrenfeld, J.; Gertler, N.: Industrial Ecology in practice: the evolution of interdependence in Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology* 1(1), S. 67-79, 1997.
- [Gr10] Grant, GB., et al.: Information and Communication Technology for Industrial Symbiosis. *Journal for Industrial Ecology* 14(5), S. 740-753, 2010.
- [HB02] Heck, P.; Bemann, U.: *Praxishandbuch Stoffstrommanagement: Strategien – Umsetzung – Anwendung in Unternehmen, Kommunen, Behörden*. Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2002.
- [Hi95] Hilty, LM.: Betriebliche und überbetriebliche Umweltinformationssysteme als informationstechnische Infrastruktur für das Stoffstrommanagement. In (Schmidt, M.; Schorb, A., Hrsg.): *Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 193-205, 1995.
- [HIZ12] von Hauff, M.; Isenmann, R.; Müller-Christ, G.: *Industrial Ecology Management – Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbände*, Springer Gabler, Wiesbaden, 2012.
- [IC09] Isenmann, R.; Chernykh, K.: Environmental ICT applications for eco-industrial development. In (Wohlgemuth, V.; Page, B.; Voigt, K., Hrsg.): *Environmental Informatics and industrial environmental protection. 23rd international conference on informatics for environmental protection*, Shaker Verlag, Aachen, S. 231–242, 2009.
- [IF16] ifu Hamburg GmbH, Umberto. <http://www.umberto.de/de/>. abgerufen am: 21. 03. 2016.
- [Is13] Isenmann, R.: Beitrag betrieblicher Umweltinformatik für die Industrial Ecology – Analyse von BUIS-Software-Werkzeugen zur Unterstützung von Industriesymbiose. In (Gómez, JM.; Lang, C.; Wohlgemuth, V., Hrsg.): *IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 397-407, 2013.
- [Je92] Jelinski, LW. et al.: Industrial Ecology: Concepts and Approaches. *PNAS* 89(3), S. 793–797, 1992.

- [LG02] Lifset, R.; Graedel, TE.: Industrial Ecology: goals and definitions. In (Ayres, RU.; Ayres, L., Hrsg.): A handbook of industrial ecology. Edward Elgar Pub., Cheltenham, UK und Northampton, S. 3–15, 2002.
- [Ma15] Maclean, M.: D3 Tips and Tricks - Interactive Data Visualization in a Web Browser, 2015.
- [MJZ14] Massard, G.; Jacquat, O.; Zürcher, O.: International survey on ecoinnovation parks. Learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation. Federal Office for the Environment and the ERANET ECO-INNOVERA, Bern, 2014.
- [Mü12] Müller-Christ, G.: Vom Industrial Ecology Management zur Entwicklung nachhaltiger Gewerbegebiete. In (von Hauff, M.; Isenmann, R.; Müller-Christ, G., Hrsg.): Industrial Ecology Management – Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbände, Springer Gabler, Wiesbaden, S. 57-74, 2012.
- [Ra99] Rautenstrauch, C.: Betriebliche Umweltinformationssysteme - Grundlagen, Konzepte und Systeme, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1999.
- [Sc12] Schmidt, M.: Visualisierung von Energie- und Stoffströmen. In (von Hauff, M.; Isenmann, R.; Müller-Christ, G., Hrsg.): Industrial Ecology Management – Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbände, Springer Gabler, Wiesbaden, S.257-272, 2012.
- [SE15] SenStadtUm Berlin: Smart City-Strategie Berlin. [https://www.berlin-partner.de/fileadmin/user\\_upload/01\\_chefredaktion/02\\_pdf/02\\_navi/21/Strategie\\_Smart\\_City\\_Berlin.pdf](https://www.berlin-partner.de/fileadmin/user_upload/01_chefredaktion/02_pdf/02_navi/21/Strategie_Smart_City_Berlin.pdf). Abgerufen am: 09.05.2016
- [TH16] thinkstep GaBi. <http://www.gabi-software.com/deutsch/software/gabi-software/>. abgerufen am: 21. 03. 2016.
- [TW12] TU Wien. <http://www.stan2web.net/infos/about-stan>. abgerufen am: 21. 03.. 2016.
- [Vh12] Von Hauff, M.: Von der Ökologischen Ökonomie zur Industrial Ecology Science. In (von Hauff, M.; Isenmann, R.; Müller-Christ, G., Hrsg.): Industrial Ecology Management – Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbände, Springer Gabler, Wiesbaden, S. 31-42., 2012.
- [Wh94] White, RM.: Preface. In (Allenby, BR.; Richards, DJ, Hrsg): The greening of industrial ecosystems. National Academy Press, Washington D.C., 1994.