
Arbeitspapier: Qualitätsrichtlinien ECOINVENT 2000: Landnutzung und -umwandlung

Projekt	ECOINVENT 2000
Phase	Hauptprojekt Aufbauphase
Verfasser	Niels Jungbluth, Rolf Frischknecht
Datum	08.11.2001
Version	5.0
Status	Verabschiedet am 3.12.01
Revisionen	-
Datei	C:\My Documents\projekte\ecoinvent2000\Land use\Qualitaet_landuse-5.0.doc
Verteiler	Koordinationsgruppe der lokalen AdministratorInnen

0 Zweck

Dieses Dokument dient als Grundlage für die Erfassung und Dokumentation der Landnutzung für Prozesse (Einzelprozesse und Prozesssysteme). Damit wird die Qualität bereits bei der Entstehung neuer, für die zentrale Datenbank bestimmte Datensätze gesichert und die Aufwendungen nachträglicher Verbesserungen beim Einlagern in die Datenbank reduziert.

1 Referenzen

Dieses Arbeitspapier ergänzt die Qualitätsrichtlinien ECOINVENT 2000, Version 5.0 und ersetzt die dortigen Ausführungen zur Bilanzierung der Landnutzung. Für die Erarbeitung wurden die vorbereitenden Unterlagen zum Diskussionsforums Ökobilanzen vom 21.9.2001 (DF) und Ergebnisprotokolle der Workshops herangezogen (FRISCHKNECHT *et al.* 2001). Als Arbeitsgrundlagen für diesen Entwurf wurden ausserdem der Entwurf der SETAC Arbeitsgruppe Impact Assessment (LINDEJER *et al.* 2001), die Dissertation von (KÖLLNER 2001) und der CML Guide 2000 (GUINÉE *et al.* 2001a, b) verwendet.

2 Ziele

Die Qualitätsrichtlinien sollen sicherstellen, dass die vorhandenen Arbeitskapazitäten zur Bilanzierung der Landnutzung möglichst optimal genutzt werden. Dazu sind aufgrund des beschränkten Zeitbudgets für die Bilanzierung eine Reihe von Vereinfachungen notwendig. Trotzdem soll die erhobene Datenbasis möglichst viele Möglichkeiten zur Bewertung der Landnutzung offen halten. Ausserdem sollen alle vorhandenen Informationen so weit wie möglich in der Datenbank erfasst werden.

Zur Entwicklung entsprechender Bewertungsmethoden ist in der Regel die Verwendung von ergänzenden statistischen Daten notwendig. Im Rahmen der Sachbilanz sollen soweit möglich keine Bewertungsentscheide vorweggenommen werden.

Dieses Papier beschreibt die Qualitätsrichtlinien zur Erfassung von Landnutzung im Rahmen des Projektes ECOINVENT 2000. Folgende Ziele sollen damit erreicht werden:

- Festlegungen hinsichtlich der Definition von Nutzungsklassen für die Bilanzierung der Landnutzung.
- Formulieren einer einheitlichen Methodik zur Datenerfassung bei allen bilanzierten Prozessen.
- Identifizieren der Grenzen in der Datenerfassung (fehlende Informationen) und deren Konsequenzen (Vereinfachung der Erfassung oder Treffen von Annahmen).

3 Richtlinien

3.1 Umweltwirkungen der Flächennutzung und -umwandlung

Innerhalb der Ökobilanz-Fachwelt werden 3 bis 4 verschiedene Arten der Umweltwirkungen infolge Flächennutzung und -umwandlung unterschieden (LINDEJER *et al.* 2001). Es sind dies:

- erhöhter Wettbewerb um Landflächen zwischen Menschen (ökonomischer Wert),

- Beeinflussung der Biodiversität (Eigenwert der Natur),
- Beeinflussung der lebensunterstützenden Funktionen von Ökosystemen,
- Beeinflussung kultureller Werte

Die Definition der in einer Ökobilanz erfassten Landnutzungsklassen richtet sich nach den zu bewertenden Umweltwirkungen. Vorschläge zur Bewertung der Flächennutzung und -umwandlung fokussieren deshalb meist nur auf einen bis zwei der aufgeführten Umweltwirkungen. Die nachfolgend beschriebene Operationalisierung der Sachbilanz-Datenerhebung für ECOINVENT 2000 konzentriert sich in Anlehnung an den Entwurf des Berichts der SETAC Arbeitsgruppe Impact Assessment auf den zweiten und – soweit möglich - den dritten Aspekt. Für eine Bewertung nach dem ökonomischen Wert müsste in der Sachbilanz im Gegensatz hierzu z.B. der Quadratmeterpreis verschiedener Flächen in den Nutzungsklassen abgebildet sein.

3.2 Unterscheidung Flächennutzung und Flächenumwandlung

Viele menschliche Aktivitäten und Bauwerke (z.B. Kraftwerke, industrielle Produktionsanlagen, Nahrungsmittelproduktion und Rohstoffbereitstellung) sind auf die Nutzung einer bestimmten Fläche angewiesen. Hierbei können sie entweder eine bereits bestehende Anlage ersetzen (z.B. Industriebrachen) oder es werden Landflächen neu dieser Nutzung zugeführt (Überbauung von Landwirtschaftsland, Fluten eines Bergtales infolge der Errichtung eines Speicherkraftwerks).

Die SETAC Arbeitsgruppe und die Teilnehmer des DF vom 21.9.01 sind sich einig, dass eine Unterscheidung notwendig ist zwischen

- *Flächennutzung* (d.h. ein während 40 Jahren genutztes Kraftwerk verhindert, dass die Fläche, auf der es steht, sich in ihren natürlichen bzw. besseren Zustand in Hinblick auf die Schutzziele umwandeln kann), und
- *Flächenumwandlung* (d.h. für ein neu zu bauendes Montagewerk für Airbus-Flugzeuge werden Teile eines bisherigen Naturschutzgebietes zu überbauter Fläche oder im Rahmen einer aktiven Renaturierung wird eine Kiesgrube in eine Erholungslandschaft umgebaut).

Bei der *Flächennutzung* ist neben der Flächenausdehnung auch die Zeitdauer wichtig, die für die Herstellung einer bestimmten Menge von Produkten und Dienstleistungen benötigt wird. Deshalb wird die Flächennutzung in der Einheit Quadratmeter mal Jahre (m²a) angegeben.

Zeitlich klar begrenzte Änderungen des Flächenzustandes werden als *Flächennutzung* bilanziert (z.B. Bau einer unterirdischer Erdgaspipeline für die eine landwirtschaftliche Fläche für ein Jahr in eine Baugrube umgewandelt wird, diese Nutzung (Baugrube) wird über die Nutzungszeit der Pipeline abgeschrieben). Für diese Zeiten der Nutzung zur aktiven Umgestaltung einer Fläche wird die Kategorie „Nutzung, Baustelle“ eingeführt. Dieser Typ wird für alle Bautätigkeiten einschliesslich der Zeit der aktiven Renaturierung (s.u.) benutzt.

In weiten Gebieten der Schweiz hat eine *Flächenumwandlung* vom ursprünglichen Zustand aus bereits stattgefunden. So wurden einige Bergtäler mit deren spezifischen Flora und Fauna für die Wasserkraftnutzung geopfert. In den Agglomerationen wurden Agrarflächen der Industrieproduktion zugänglich gemacht. Letztlich wurden weite Teile der heute landwirtschaftlich genutzten Böden durch Rodungen dem Wald abgerungen. Eine eindeutige Definition des Urzustandes bzw. des Referenzflächenzustandes ist in der Regel nicht ohne subjektive Festlegungen möglich. Sie orientiert sich vielmehr an der Bewertungsperspektive.

Flächenumwandlung findet zu Beginn eines Produktionsprozesses (Bau einer Strasse, einer Fabrikationsstätte zur Herstellung von Flachglas, eines Kraftwerkes, etc.), fortlaufend während des Produktionsprozesses (z.B. Braunkohletagebau) und nach Abschluss menschlicher Tätigkeiten (durch Umnutzung, aktive Renaturierung oder natürliche Sukzession) statt.

Für den Einzelfall eines technischen Prozesses ist der Flächenzustand unmittelbar vor der aktuellen Flächennutzung bekannt. Im Rahmen von ECOINVENT 2000 werden jedoch in der Regel Durchschnittsbilanzen für ein Land erarbeitet in dem es eine Vielzahl von Produktionsstätten mit unterschiedlicher Vorgeschichte gibt. Die Bilanzierung der Flächengrösse basiert dabei oft auf Einzelbeispielen (z.B. Flächenbedarf KKW Leibstadt), die auf die Prozesse einer Gesamtregion (z.B. KKW Schweiz) hochgerechnet werden. Für eine differenzierte Betrachtung aller Produktionsstätten wären jedoch statische Daten für die entsprechende Flächennutzung und das entsprechende Land notwendig, die nicht immer vorhanden sind. Die genaue Bestimmung des Flächenzustandes unmittelbar vor einer in ECOINVENT 2000 bilanzierten Flächennutzung ist deshalb nicht immer einfach.

Die Flächenumwandlung wird für dieses Projekt in zwei Richtungen bilanziert:

1. Flächenumwandlung VON Nutzung X und
2. Flächenumwandlung ZU Nutzung X.

Als Flächenumwandlung zu Beginn des Produktionsprozesses wird der Ausgangszustand unmittelbar vor dieser Nutzung angegeben. Dieser Ausgangszustand, z.B. die „Umwandlung, von Wald“, wird in m² angegeben.

Ausserdem wird für alle Prozesse die Umwandlung zum angestrebten Zielzustand für die Nutzung angegeben. Das heisst z.B. für den Kiesabbau wird eine „Umwandlung, zu Ressourcenabbau“ in m² bilanziert.

In der Bilanzierung wird der Flächenverbrauch für die beiden Typen der Umwandlung (in m²) über die Zeit einer Periode der aktuell bilanzierten Nutzung abgeschrieben (also z.B. Lebensdauer des Gebäudes oder eines Kraftwerkes, ein Nutzungszyklus des Waldes, Zeit bis zum vollständigen Abbau eines Erzes). In Tab. 1 werden hierzu Vorgaben gemacht, wie lang die Nutzungsperiode normalerweise ist. In begründeten Einzelfällen kann und soll von diesen Vorgaben abgewichen werden.

Für eine aktive Renaturierung am Ende des Produktionsprozesses wird ein separater technischer Prozess in der Sachbilanz erfasst (z.B. „Renaturierung, Kiesabbau“ oder „renaturation, copper mine“) Dieser beinhaltet zum einen die technischen Aufwendungen für die Renaturierung (z.B. Saatgut, Einsatz von Baumaschinen). Ausserdem wird eine Flächenumwandlung zum Zielzustand (und wiederum der Ausgangszustand) in diese Sachbilanz aufgenommen (z.B. „Umwandlung, von Ressourcenabbau“ und „Umwandlung, zu Wiese“). Dieser Prozess kann vom Infrastrukturprozess der Produktion (z.B. "Renaturierung, Kraftwerk" mit der Einheit „unit“) oder vom Produktionsprozess selbst (dies v.a. bei Ressourcenabbau, wo die Flächenumwandlung während der Produktionsprozesse wie beispielsweise beim Braunkohleabbau stattfindet) nachgefragt werden.

Die Flächenumwandlung für eine Umnutzung wird dem folgenden Produktionsprozess angelastet und braucht deshalb nicht berücksichtigt werden. Für Flächen, bei denen zu einer zukünftigen Umwandlung nichts bekannt ist bzw. bei denen eine Änderung des Nutzungszustandes nicht absehbar ist (z.B. Strasse, Landwirtschaft) sowie Flächen, die der natürlichen Sukzession überlassen werden, wird die Flächenumwandlung am Ende des Produktionsprozesses nicht in der Sachbilanz erfasst, da dies rein spekulativ wäre.

In der Bilanzbewertung (Impact Assessment) können dann unterschiedliche Festlegungen zum Referenzzustand und zur Umwandlungs- bzw. natürlichen Renaturierungszeiten für verschiedene Regionen und Nutzungstypen getroffen werden. Ausserdem können dort auch Trends bei der Flächenumwandlung berücksichtigt werden. Die im Rahmen von ECOINVENT 2000 erfassten Sachbilanzdaten unterstützen diese Operationalisierung.

3.3 Regionale Differenzierung

Der Regionalisierung bei der Erfassung von Flächennutzungen wird entsprechend ihrer hohen Bedeutung für die Bewertung soweit wie möglich Rechnung getragen. Im Projekt ECOINVENT 2000 werden Sachbilanzen nur auf Länderebene erhoben. D.h. es gibt z.B. keine Bilanz für den Kiesabbau in Graubünden sondern nur eine Bilanz für den Kiesabbau in der Schweiz. Eine regionale Differenzierung erfolgt auf der Ebene der Prozesse, indem in der Datenbank für jeden einzelnen Prozess die geographische Zugehörigkeit angegeben wird (z.B. weltweit, Afrika, Westeuropa, Schweiz). Für eine weitere Untergliederung oder Regionalisierung werden keine entsprechenden Sachbilanzdaten erhoben.

Dadurch sind aber die Voraussetzungen gegeben, die Flächenumwandlung resp. -nutzung auch nach groben geographischen Gesichtspunkten auszuwerten. Es ist deshalb nicht notwendig, diese Information auf der Ebene der Umwelteinwirkung einzuführen und für jede Region und jede Flächenkategorie einen Eintrag einzuführen (z.B. " industrial area, built up part, CH", "industrial area, built up part, DE", etc.). Zum gegenwärtigen Stand ist eine Realisierung dieser Auswertungsmöglichkeit datenbankseitig allerdings noch nicht vorgesehen.

Für die Wirkungsabschätzung bedeutet dies, dass durchschnittliche Bewertungsfaktoren aus statistischen Daten zu Flächennutzungstypen und deren regionaler Verteilung in einem Land abgeleitet werden müssen. Diese Feinaufteilung kann im Rahmen von ECOINVENT 2000 nicht geleistet werden.

lung, zu Wald“ minus „Umwandlung, von Wald“ negativ ist, dann ist im Saldo durch den Produktionsprozess Waldfläche verloren gegangen.

Tab. 1: Nutzungsklassen für die Bilanzierung des Flächenverbrauchs auf der Basis der CORINE-Kategorisierung (BOSSARD et al. 2000) für Flächenbedeckungen. Für die Flächenumwandlung werden die gleichen Klassen allerdings mit der Bezeichnung „Umwandlung, zu“ bzw. „Umwandlung, von“ statt „Nutzung,“ benutzt. Bezeichnungen der Spalten gemäss Qualitätsrichtlinien ECOINVENT2000 (FRISCHKNECHT & JUNGLUTH 2001).

EnglishName	3702 Name	Eco Cat	EcoS ubCat	3781 Formula	3706 Unit	3505 Compartment	Bemerkungen	Nutzungsdauer
Occupation, indirectly affected	Nutzung, indirekt beeinflusst	resou	land	CORINE 0a	m2a	RI	z.B. durch Grundwasserabsenkung in der Umgebung	20
Occupation, urban, continuously built	Nutzung, Siedlung, zusammenhängend	resou	land	CORINE 111	m2a	RI	Städtische Siedlung, Bürogebäude	80
Occupation, urban, discontinuously built	Nutzung, Siedlung, unterbrochen	resou	land	CORINE 112	m2a	RI	Wohnsiedlungen, Bauernhöfe, Ställe, Treibhäuser, Silos	80
Occupation, industrial area	Nutzung, Industriereal	resou	land	CORINE 121	m2a	RI	Gesamtgelände z.B. einer Raffinerie mit Gebäude, Grünflächen und ungenutzte Flächen	50
Occupation, industrial area, built up	Nutzung, Industriereal, bebaut	resou	land	CORINE 121a	m2a	RI	Raffinerie, Hafen, Flughafen	50
Occupation, industrial area, vegetation	Nutzung, Industriereal, bepflanzt	resou	land	CORINE 121b	m2a	RI	Grünstreifen Fabrikgelände	50
Occupation, traffic area, road network	Nutzung, Verkehrsweg, Strasse	resou	land	CORINE 122a	m2a	RI	Strasse und Parkplätze, ohne Tankstellen, Gebäude für Unterhalt	100
Occupation, traffic area, road embankment	Nutzung, Verkehrsweg, Strassenbaute	resou	land	CORINE 122b	m2a	RI	Tankstellen, Gebäude für Unterhalt	50
Occupation, traffic area, rail network	Nutzung, Verkehrsweg, Schiene	resou	land	CORINE 122c	m2a	RI	Schiene, ohne Bahngelände, Werkhallen, etc.	100
Occupation, traffic area, rail embankment	Nutzung, Verkehrsweg, Bahngelände	resou	land	CORINE 122d	m2a	RI	Bahngelände, Werkhallen, etc.	50
Occupation, mineral extraction site	Nutzung, Ressourcenabbau	resou	land	CORINE 131	m2a	RI	z.B. Kohle Tagebau, Kieswerk, Kupfer Abbau	20
Occupation, dump site	Nutzung, Deponie	resou	land	CORINE 132	m2a	RI	Alle Arten von Oberirdischen Deponien, z.B. Reaktor-, Inertstoff-, oder Reststoffdeponie	10
Occupation, dump site, benthos	Nutzung, Deponie, Benthos	resou	land	CORINE 132a	m2a	RI	Für Deponierung von Bohrschlämmen	1
Occupation, construction site	Nutzung, Baustelle	resou	land	CORINE 133	m2a	RI	Baustelle einer unterirdischen Pipeline oder einer Strasse, Aktive Renaturierung einer Tagebauminne	nicht berücksichtigt
Occupation, arable	Nutzung, Ackerbau	resou	land	CORINE 21	m2a	RI	Ackerbau ohne nähere Angaben	1
Occupation, arable, non-irrigated	Nutzung, Ackerbau, unbewässert	resou	land	CORINE 211	m2a	RI	Ackerbau, nicht bewässert	1
Occupation, arable, non-irrigated, monotone-intensive	Nutzung, Ackerbau, unbewässert, monotonintensiv	resou	land	CORINE 211a	m2a	RI	Produktion von Getreide, Hackfrüchten, Gemüse, etc.	1
Occupation, arable, non-irrigated, diverse-intensive	Nutzung, Ackerbau, unbewässert, vielfältigintensiv	resou	land	CORINE 211b	m2a	RI	Produktion von Getreide, Hackfrüchten, Gemüse, etc.	1
Occupation, arable, non-irrigated, fallow	Nutzung, Ackerbau, unbewässert, Brache	resou	land	CORINE 211c	m2a	RI	Angebaute Brachen in Fruchtfolgen	1
Occupation, permanent crop	Nutzung, Dauerkultur	resou	land	CORINE 22	m2a	RI	Dauerkultur ohne nähere Angaben	20
Occupation, permanent crop, vine	Nutzung, Dauerkultur, Wein	resou	land	CORINE 221	m2a	RI	Weinbau	25
Occupation, permanent crop, vine, intensive	Nutzung, Dauerkultur, Wein, intensiv	resou	land	CORINE 221a	m2a	RI	Intensiver Weinbau	25
Occupation, permanent crop, vine, extensive	Nutzung, Dauerkultur, Wein, extensiv	resou	land	CORINE 221b	m2a	RI	Extensiver Weinbau	30
Occupation, permanent crop, fruit	Nutzung, Dauerkultur, Obst	resou	land	CORINE 222a	m2a	RI	Obstanbau	15
Occupation, permanent crop, fruit, intensive	Nutzung, Dauerkultur, Obst, intensiv	resou	land	CORINE 222a	m2a	RI	Intensiver Obstbau, z.B. Kirschen, Kokosnüsse	15
Occupation, permanent crop, fruit, extensive	Nutzung, Dauerkultur, Obst, extensiv	resou	land	CORINE 222b	m2a	RI	Extensiver Obstbau	20
Occupation, pasture and meadow	Nutzung, Wiesen und Weiden	resou	land	CORINE 231	m2a	RI	Grasland ohne nähere Informationen	30
Occupation, pasture and meadow, intensive	Nutzung, Wiesen und Weiden, intensiv	resou	land	CORINE 231a	m2a	RI	Intensive landwirtschaftliche Nutzung von Grasland mit häufiger Ernte, Düngung, etc.	20
Occupation, pasture and meadow, extensive	Nutzung, Wiesen und Weiden, extensiv	resou	land	CORINE 231b	m2a	RI	Extensive landwirtschaftliche Nutzung von Grasland mit wenig oder keiner Düngung	50
Occupation, heterogeneous, agricultural	Nutzung, heterogen, landwirtschaftlich	resou	land	CORINE 243a	m2a	RI	Landwirtschaftlich genutzte Fläche mit signifikanten Anteilen natürlicher Vegetation	100
Occupation, forest	Nutzung, Wald	resou	land	CORINE 31	m2a	RI	Wald ohne nähere Angaben	80
Occupation, forest, extensive	Nutzung, Wald, extensiv	resou	land	CORINE 31a	m2a	RI	Schutzwald, Bergwald in dem Brennholz produziert wird	100
Occupation, forest, intensive	Nutzung, Wald, intensiv	resou	land	CORINE 31b	m2a	RI	Allgemeine Produktion von Holz soweit nähere Angaben fehlen	80
Occupation, forest, intensive, normal	Nutzung, Wald, intensiv, normal forstlich bewirtschaftet	resou	land	CORINE 31b1	m2a	RI	Normale Bewirtschaftung in der Schweiz für Bau- und Konstruktionsholz, Palmen	80
Occupation, forest, intensive, clear-cutting	Nutzung, Wald, intensiv, Kahlschlag und künstliche Verjüngung	resou	land	CORINE 31b2	m2a	RI	Anbau von Holz z.B. für Papierherstellung in Skandinavien	60

3.6 Allokation

In einigen Fällen ist eine Allokation der Flächennutzung auf verschiedene technische Prozesse notwendig. So wird zum Beispiel die Strassenfläche sowohl für Güter- als auch für Personentransporte genutzt. Die

Allokation des Flächenverbrauchs liegt in der Kompetenz des Bilanzierenden und sollte sich dabei möglichst an den Auswirkungen der einzelnen Nutzungen auf die unter 3.1 genannten Umweltwirkungen orientieren.

Für das genannte Beispiel bedeutet dies die Einführung flächenspezifischer Allokationsfaktoren. Für den Bau und den Unterhalt der Infrastruktur Strasse wird die Allokation der Bauaufwendungen z.B. anhand der Strassenschäden durch verschiedene Benutzer durchgeführt. Für die Allokation der Flächennutzung sollte hingegen die zeitliche Beanspruchung durch verschiedene Fahrzeuge massgeblich sein. D.h. die Allokation erfolgt anhand der Anzahl Fahrzeuge aus der Kategorie Güter- bzw. Personenverkehr, die sich auf der Strasse aufhalten.

Die Flächenumwandlung wird nur auf einen Nutzungszyklus aufgeteilt (Vorgaben hierzu siehe Tab. 1). Für ein Kraftwerk bedeutet dies z.B., dass die Umwandlung der Gesamtfläche über 50 Jahre verteilt wird.

3.7 Zuordnung der Flächennutzung zu Infrastruktur und Betrieb

In der Datenbank ECOINVENT 2000 wird zwischen Infrastruktur und Produktionsprozessen unterschieden. Bei der Berechnung können Infrastrukturprozesse ausgeklammert werden. Die Flächennutzung kann beiden dieser Typen zugeordnet werden. So wird z.B. die Fläche eines Gewächshauses eher unter der Infrastruktur verbucht während die Fläche eines Freilandfeldes eher direkt beim Produktionsprozess eingeordnet wird. Land- und forstwirtschaftliche Flächen werden bei den Betriebsaufwendungen verbucht, sofern sie nicht von Gebäuden/Waldstrassen o.ä. belegt sind. Flächenbeanspruchung durch Waldstrassen, Gewächshäuser etc. werden bei den Infrastrukturaufwendungen verbucht.

Bei Ausschluss der Infrastruktur kann es somit zu Fehlinterpretationen kommen, wenn die Flächennutzung bewertet wird. Es sollen deshalb via QueryTool keine BEWERTETEN kumulierten Ergebnisse sondern nur die Eingabedaten und die kumulierten Ergebnisse der Sachbilanz abgerufen werden können, falls "OHNE Infrastruktur" selektiert wird. Beim Download von Daten OHNE Infrastruktur wird ausserdem eine Warnung mit folgendem Inhalt ausgegeben:

"Sie sind im Begriff Daten ohne Berücksichtigung der Infrastruktur herunterzuladen. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- Es können wesentliche/ergebnisrelevante Daten verloren gehen
- Der Inhalt der Datenbank ist in sich nicht mehr konsistent
- Auf eine Bewertung der Flächennutzung (auch innerhalb von teil- oder vollaggregierenden Methoden) ist zu verzichten."

3.8 Unsicherheiten

Unsicherheiten zur tatsächlich genutzten Fläche werden genauso wie Unsicherheiten zu anderen Einträgen ins Inventar erfasst. Bei unbekanntem Unsicherheiten werden die (noch zu formulierenden) allgemeinen Qualitätsrichtlinien zur Abschätzung von Unsicherheiten angewendet.

Zusätzliche Angaben zu Unsicherheiten, z.B. bezüglich der richtigen Einordnung des Nutzungszustandes, können nicht quantitativ erfasst und ausgewertet werden, obwohl bekannt ist, dass auch diese Unsicherheiten relevant sein können. So kann z.B. in der Sachbilanz angenommen werden, dass eine Raffinerie durchschnittlich 30% bepflanzte Grünfläche und 70% bebaute Fläche hat, aber unter Umständen wurde in der Bilanz übersehen, dass auch noch ein Regenrückhaltebecken, also eine Wasserfläche, dazu gehört oder dass ein Teil der bebauten Fläche eigentlich Parkplätze und nicht Gebäude sind. Qualitative Betrachtungen hierzu sollten im zugehörigen Bericht dokumentiert werden.

Die Dokumentation der Landnutzung in der Sachbilanz kann nur einen Teil der umweltrelevanten Einflüsse menschlichen Handelns zu diesem Thema abbilden. Die Landnutzungsinformationen müssen deshalb, soweit wie möglich, mit spezifischen Informationen zum Prozess ergänzt werden. Für landwirtschaftliche Bilanzen heisst das z.B., dass auch Informationen zum Pestizideintrag, zur Düngemittelanwendung, zur Art der Bodenbearbeitung, usw. soweit wie möglich im Inventar erfasst werden, um eine möglichst vollständige Bewertung des künstlichen Einflusses hinsichtlich der im Punkt 3.1 genannten Umweltwirkungen zu ermöglichen. Die Bilanzierung der Landnutzung kann diese Zusatzinformation nicht ersetzen. Eine Doppelzählung von Schäden durch die gleichzeitige Bewertung von Landnutzung und Zusatzinformation (z.B. Pestizideinsatz) muss durch die Bewertungsmethode ausgeschlossen werden.

3.9 Weitere Hinweise zur Bilanzierung

Eine Auswertung der Daten zur Landnutzung in den Ökoinventaren von Energiesystemen (FRISCHKNECHT *et al.* 1996) hat gezeigt, dass die Flächennutzung insgesamt eher überschätzt wurden. Neben standortspezifischen Daten sollten deshalb in einer Top-Down Abschätzung auch Gesamtbilanzen der Landnutzung als Bilanzierungsgrundlage herangezogen werden. D.h. es sollte überprüft werden ob z.B. die gesamte Flächennutzung für Kiesabbau in der Schweiz mit einer Hochrechnung der für spezifische Flächennutzung von Kiesabbau bestimmten Nutzungsfaktoren mal der Gesamtmenge produzierter Kies in der Schweiz übereinstimmt.

4 Beispiel

Das folgende Beispiel für einen Kiesabbau illustriert das Vorgehen bei der Flächenbilanzierung. Es sind folgende Daten vorhanden:

- 10000 m² Gesamtfläche
- Areal 20 Jahre genutzt.
- 1000 Tonnen Kies pro Jahr produziert.
- 2 Jahre Bauarbeiten zur Rekultivierung
- Dieserverbrauch beim Abbau (5000l/a) und für die Rekultivierung (1000l).

Die Sachbilanz für diesen Abbau wird in Tab. 2 gezeigt. Für die Flächennutzung wird die Gesamtfläche durch die Jahresproduktion geteilt. Für die Flächenumwandlung wird die Gesamtfläche durch die Gesamtproduktion über 20 Jahre geteilt ($10000\text{m}^2 / (20\text{a} * 1000000\text{ kg/a}) = 0.0005\text{ m}^2/\text{a}$). Auch die Aufwendungen zur Rekultivierung werden über die gesamte Lebensdauer abgeschrieben. Für die Bilanzierung der Holzproduktion aus dem so durch die Rekultivierung erzeugten Wald darf die „Umwandlung, von Ressourcenabbau“ nicht noch einmal bilanziert werden. Ausgangspunkt ist dort „Umwandlung, von Wald“.

Tab. 2 Beispiel für eine Sachbilanz des Kiesabbaus einschliesslich der Aufwendungen zur Rekultivierung.

			Kies, ab Abbau	Rekultivierung, Kiesabbau
			kg	m ²
Ressourcen Verbrauch	Nutzung, Ressourcenabbau	m ² a	0.01	
	Nutzung, Baustelle	m ² a		2
	Umwandlung, von unbekannt	m ²	0.0005	
	Umwandlung, zu Ressourcenabbau	m ²	0.0005	
	Umwandlung, von Ressourcenabbau	m ²		1
	Umwandlung, zu Wald	m ²		1
	...			
Technischer Input	Rekultivierung, Kiesabbau	m ²	0.0005	
	Diesel, in Baumaschine	l	0.005	0.1
	...			

5 Literatur

BOSSARD, M., FERANEC, J., OTAHEL, J. 2000: *CORINE land cover technical guide - Addendum 2000*. technical report No. 40, European Environment Agency (EEA), www.eea.eu.int, <http://etc.satellus.se/l&CLC2000/download.htm>, Copenhagen (DK).

- FRISCHKNECHT, R., BOLLENS, U., BOSSHART, S., CIOT, M., CISERI, L., DOKA, G., DONES, R., GANTNER, U., HISCHIER, R., MARTIN, A. 1996: *Ökoinventare von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz*. Auflage No. 3, Gruppe Energie - Stoffe - Umwelt (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich und Sektion Ganzheitliche Systemanalysen, Paul Scherrer Institut, Villigen, www.energieforschung.ch, Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern, CH.
- FRISCHKNECHT, R., GAILLARD, G., HISCHIER, R., KÖLLNER, T., LINDEIJER, E., MÜLLER-WENK, R., RICHTER, K., SPIELMANN, M. 2001: "Vorbereitende Unterlagen." In JUNGBLUTH, N., 14. *Diskussionsforum Ökobilanzen "Sachbilanzierung der Landnutzung im Hinblick auf aktuelle Bewertungsverfahren"*. Eidgenössische Technische Hochschule, http://www.uns.umnw.ethz.ch/events/df_lca/index.html, Zürich.
- FRISCHKNECHT, R. & JUNGBLUTH, N. 2001: *Qualitätsrichtlinien ECOINVENT 2000*. unveröffentlichtes Arbeitspapier No. 5.0, Zentrum für Ökoinventare im ETH-Bereich, Uster, CH.
- GUINÉE, J. B., (FINAL EDITOR), GORRÉE, M., HEIJUNGS, R., HUPPES, G., KLEIJN, R., DE KONING, A., VAN OERS, L., WEGENER SLEESWIJK, A., SUH, S., UDO DE HAES, H. A., DE BRUIJN, H., VAN DUIN, R., HUIJBREGTS, M. A. J., LINDEIJER, E., ROORDA, A. A. H., WEIDEMA, B. P. 2001a: *Life cycle assessment; An operational guide to the ISO standards; Part 3: Scientific Background*. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) and Centre of Environmental Science (CML), Den Haag and Leiden, The Netherlands.
- GUINÉE, J. B., (FINAL EDITOR), GORRÉE, M., HEIJUNGS, R., HUPPES, G., KLEIJN, R., DE KONING, A., VAN OERS, L., WEGENER SLEESWIJK, A., SUH, S., UDO DE HAES, H. A., DE BRUIJN, H., VAN DUIN, R., HUIJBREGTS, M. A. J., LINDEIJER, E., ROORDA, A. A. H., WEIDEMA, B. P. 2001b: *Life cycle assessment; An operational guide to the ISO standards; Parts 1 and 2*. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) and Centre of Environmental Science (CML), Den Haag and Leiden, The Netherlands.
- HISCHIER, R., BAITZ, M., BRETZ, R., FRISCHKNECHT, R., JUNGBLUTH, N., MARHEINEKE, T., MCKEOWN, P., OELE, M., OSSET, P., RENNER, I., SKONE, T., WESSMAN, H., DE BEAUFORT, A. S. H. 2001: "Guidelines for Consistent Reporting of Exchanges from/to Nature within Life Cycle Inventories (LCI)." In *Int. J. LCA* Vol. 6 (4): 192-198.
- KÖLLNER, T. 2001: *Land Use in Product Life Cycles and its Consequences for Ecosystem Quality*. Dissertation Nr. 2519, Difo-Druck GmbH, Bamberg, Universität St. Gallen, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften (HSG), 237 Seiten, St. Gallen.
- LINDEIJER, E. & ALFERS, A. 2001: "Summary of Step A of the Delfts Cluster Research Programme on Land Use in LCA." In *Int. J. LCA* Vol. 6 (3): 186.
- LINDEIJER, E., MÜLLER-WENK, R., STEEN, B., WITH WRITTEN CONTRIBUTIONS FROM, BAITZ, M., BROERS, J., FINNVEDEN, G., TEN HOUTEN, M., KÖLLNER, T., MAY, J., MILA I CANALS, L., RENNER, I., WEIDEMA, B. 2001: *Impact Assessment of resources and land use*. Draft SETAC WIA-2 taskforce on resources and land.