

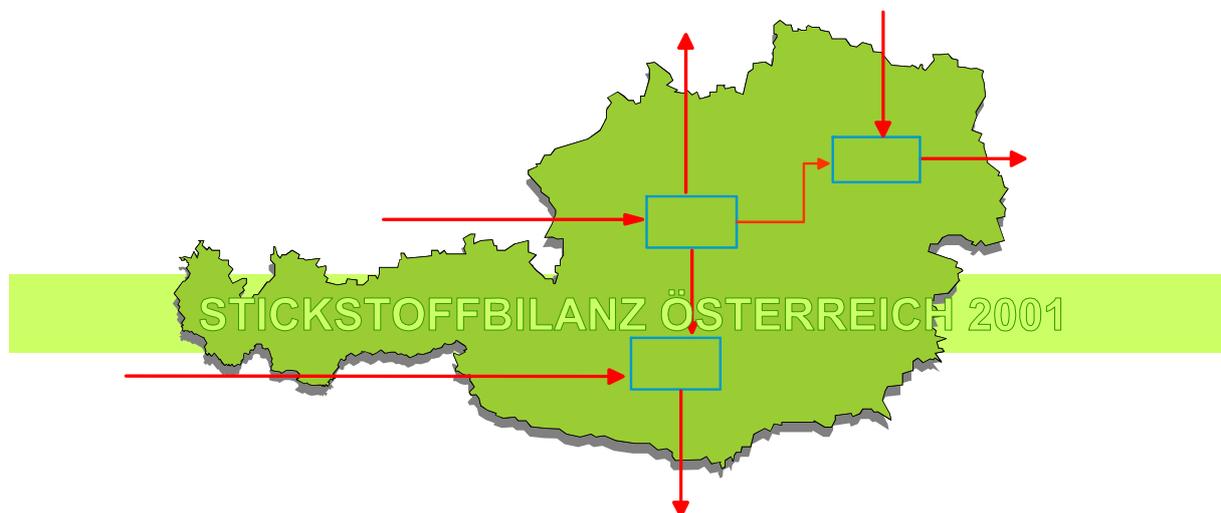
RRRRMMMAAAA

Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung

Ressourcen Management Agentur

„Stickstoffbilanz Österreich“ Beitrag der Abfallwirtschaft zum Stickstoffhaushalt Österreichs

Endbericht Projekt ABASG II - N



Richard Obernosterer & Iris Reiner

Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Villach, Dezember, 2003

Projektleitung:

Richard Obernosterer

Projektsachbearbeitung:

Iris Reiner

Grafische Gestaltung und Layout:

Iris Reiner , Andreas Jobst und & Peter Wallnöfer

Impressum:

Ressourcen Management Agentur (RMA)

Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung

Standort Wien

Argentinerstrasse 48 / 2. Stock

A-1040 Wien

Tel.: +43 (1) / 913 22 52-0

Fax: +43 (1) / 913 22 52-22

office@rma.at

Standort Kärnten

Europastrasse 8

A-9524 Villach

Tel: + 43 (4242) / 9003 3210

Fax: + 43 (4242) / 9003 3210

Kurzfassung

Der Fokus der Studie liegt auf den Fragen

- Wie groß ist der Beitrag der Abfallwirtschaft an der Stickstoffwirtschaft?
- Wo und wie groß sind die Potentiale an Stickstoff in den Gütern und Abfällen?
- Erfüllt die Abfallwirtschaft hinsichtlich der Bewirtschaftung der nährstoffhaltigen Abfälle die Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes?
- Welche Maßnahmen sind innerhalb, welche außerhalb der Abfallwirtschaft notwendig, um die Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG) zu erreichen?

Die Stickstoffwirtschaft Österreichs wird am Beispiel des Hauptnährstoff Stickstoff qualitativ und quantitativ beschrieben. Das Bezugsjahr für die Stickstoffbilanz Österreich ist das Jahr 2001. Die methodische Verknüpfung des Ressourcenpotentials mit der Schadstofffrage erfolgt anhand des Metalls Zink. Basis dafür ist die Zinkbilanz für das Jahr 1994.

Im Jahr 2001 werden in der Österreichischen Volkswirtschaft rund 1,5 Mio. t Stickstoff oder 188 kg Stickstoff pro Einwohner umgesetzt. Etwas mehr als ein Drittel wird in Produkten (hauptsächlich Mineraldünger und Harze) exportiert. Die jährlichen Stickstoffverluste im System Österreich sind hoch. 40 % werden in Form unterschiedlichster Verbindungen in die Umwelt emittiert. 35 % werden exportiert. Rund 1/4 werden als Koppelprodukte Ernterückstände und Wirtschaftsdünger im Kreis geführt oder verbleiben als Lagerzuwachs in Österreich.

Nur 5 % aller Inputgüter werden in der Abfallwirtschaft behandelt. Die Abfallwirtschaft behandelt 82 % der Stickstoffhaltigen Abfälle in geeigneten Prozessen. Die Ziele der Abfallwirtschaft werden dann erreicht, wenn Anlagen zur thermischen Verwertung Entstickungsanlagen haben und die stoffliche Verwertung bedarfsgerecht und gesetzeskonform erfolgt. Das Potential zur Ressourcenschonung ist aufgrund der im Vergleich zu Flüssen in der Volkswirtschaft geringen Stickstoffflüssen in der Abfallwirtschaft klein.

Die geeignete letzte Senke für Stickstoff in molekularer Form ist die Luft, die zu 78 Volumsprozent aus molekularem Stickstoff besteht.

Der Stickstoffhaushalt der Volkswirtschaft weist - an den Zielen des AWG gemessen - größeres Optimierungspotential als die Abfallwirtschaft auf. Die größten Potentiale Ressourcen zu schonen und Mensch und Umwelt zu schützen liegen im Bereich der land- und forstwirtschaftlichen Produktion und der Energieträger. Durch eine verbesserte Nutzung der Koppelprodukte; Ernterückstände (Stroh und der Äste) und Wirtschaftsdünger ließen sich fossile Energieträger und Stickstoffressourcen einsparen und Emissionen in die Luft und das Wasser verringern. Im Bereich der Energieträger sind zum Schutz von Mensch und Umwelt Anlagen mit Entstickungsanlagen auszustatten, damit der Stickstoff in molekularer Form als N_2 in die letzte Senke entlassen wird.

Für Zink ist die Abfall- und Abwasserwirtschaft in Ihrer Filterfunktion 5 mal wichtiger als für Stickstoff. ¼ aller Zinkflüsse gelangen in ihren Einflussbereich. Die Verknüpfung der Zink mit der Stickstoffbilanz zeigt, dass sich die größten Flüsse dieser beiden Bilanzen kaum überschneiden. Dies bedeutet, dass eine Änderung der Nährstoffflüsse die wesentlichen Zinkflüsse nicht verändert.

Durch die Gesamtbetrachtung des Systems „Österreich“ wurde ein übersichtliches Bild über die größten Flüsse und Lager; und damit jener Potentiale – die Schrauben, an denen gedreht werden kann- geliefert, um die Wirkung von Maßnahmen zu diskutieren. Für die Umsetzung von Szenarien und Maßnahmen müssen neben der übergeordneten Ebene auch regionale Gegebenheiten einbezogen und die chemischen Verbindungen von Stickstoff diskutiert werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6-1: Definition des Systems Stickstoffbilanz Österreich, 2001	40
Abbildung 7-1: Stickstoffflüsse des Subsystems „Urproduktion“	49
Abbildung 7-2: Stickstoffflüsse des Prozesses „Nahrungs- u. Futtermittelherstellung Abt 15“	54
Abbildung 7-3: Stickstoffflüsse des Prozesses „Be- und Verarbeitung von Holz (20)“	58
Abbildung 7-4: Stickstoffflüsse des Prozesses; „Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe (21, 22)“	62
Abbildung 7-5: Stickstoffflüsse des Prozesses „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“	66
Abbildung 7-6: Stickstoffflüsse des Prozesses „Dienstleistungsbetriebe - Ernährung“	70
Abbildung 7-7: Stickstoffflüsse des Prozesses „Privater Haushalt“	74
Abbildung 7-8: Stickstoffflüsse des Subsystems „Abfall- und Abwasserwirtschaft“	87
Abbildung 7-9: Stickstoffflüsse des Subsystems „Pedosphäre“	97
Abbildung 7-10: Stickstoffflüsse des Subsystems „Hydrosphäre“	101
Abbildung 8-1: Übersicht über die Stickstoffflüsse Österreichs	104
Abbildung 8-2: Stoffflussdiagramm der Stickstoffflüsse Österreichs	105
Abbildung 8-3: Verbleib der Stickstoffflüsse aus Versorgung und Konsum	107
Abbildung 8-4: Zusammensetzung der Importgüter	108
Abbildung 8-5: Zusammensetzung der importierten Produkte	108
Abbildung 8-6: Zusammensetzung der Produktionsgüter	108
Abbildung 8-7: Zusammensetzung der Exportgüter	109
Abbildung 8-8: Stickstoffflüsse in Koppelprodukten	109
Abbildung 8-9: Zusammensetzung der Konsumgüter des Privaten Haushaltes	109
Abbildung 8-10: Aufteilung der Flüsse in die Abfall- und Abwasserwirtschaft	110
Abbildung 8-11: Zusammensetzung der Stickstoffhaltigen Abfälle	110
Abbildung 8-12: Stickstoffflüsse in die Luft	110
Abbildung 8-13: Stickstoffflüsse in die Luft – Anteil der Abfall- und Abwasserwirtschaft an den Gesamtemissionen	111
Abbildung 8-14: Stickstoffflüsse in die Hydrosphäre	111
Abbildung 8-15: Vergleich der Stickstofflager	111
Abbildung 8-16: Übersicht der Zinkflüsse Österreichs [Quelle: Daxbeck et al., 1998]	112
Abbildung 8-17: Stoffflussdiagramm der Zinkflüsse Österreichs [Quelle: Daxbeck et al., 1998]	113
Abbildung 8-18: Verbleib der Zinkflüsse des Gesamtinputs	115
Abbildung 8-19: Zusammensetzung der Inputgüter der Abfall- und Abwasserwirtschaft	115
Abbildung 8-20: Verbleib der Inputgüter der Abfall- und Abwasserwirtschaft	115
Abbildung 8-21: Die Zinklager in Österreich	116
Abbildung 8-22: Die Lagerzuwächse in Österreich	116
Abbildung 8-23: Die wichtigsten Abfallgüter der Stickstoff- respektive Zinkbilanz	117
Abbildung 8-24: Stickstoffverteilung in der Abfallwirtschaft auf die Zielprozesse; Stand 2001	121
Abbildung 8-25: Verbleib von Stickstoff im Prozess Abwasserwirtschaft	123
Abbildung 8-26: Stickstoffverteilung in der Abwasserwirtschaft auf die Zielprozesse; Stand 2001	123
Abbildung 8-27: Güter der Stickstoffflüsse aus Versorgung und Konsum, die in die Luft emittiert werden.	125
Abbildung 8-28: Güter der Stickstoffflüsse aus Versorgung und Konsum, die in die Hydrosphäre emittiert werden.	125

Abbildung 8-29: Stickstoffverteilung des Prozesses Versorgung auf die Zielprozesse; Stand 2001	126
Abbildung 8-30: Stickstoffverteilung des Prozesses Konsum auf die Zielprozesse; Stand 2001	127
Abbildung 8-31: Güter bzw. Prozesse nach ihrem Potential die Schutzgüter Wasser und Luft zu belasten	132
Abbildung 8-32: Stoffflussdiagramm-Stickstoffemissionen in Form von molekularem Stickstoff und „anderen“ Stickstoffverbindungen	133
Abbildung 8-33: Stickstoff-Ressourcenpotentiale in Koppelprodukten	134
Abbildung 8-34: Vergleich der Transferkoeffizienten bei der Verwertung von Wirtschaftsdünger nach der konventionellen landwirtschaftlichen Praxis und der Vergärung und anschließenden stofflichen Verwertung der Gärrückstände.	139
Abbildung 8-35: Transferkoeffizienten bei der Verwertung von Wirtschaftsdünger durch Vergärung und anschließende thermische Verwertung der Gärrück- stände.	140
Abbildung 8-36: Vergleich des Stickstoffverbleibs der aktuellen Abwasserbewirt- schaftung mit dem Szenario „getrennte Sammlung und Verwertung der Fäkalien in den Privathaushalten“	142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1: Vorlage der Prozess- und Bilanztabellen (Bilanztabellen/Vorlage)	15
Tabelle 5-2: Gliederungsebenen der Wirtschaftstätigkeiten nach ÖNACE	16
Tabelle 5-3: Abschnitte der Primärproduktion	17
Tabelle 5-4: Unterabschnitte der Sachgüterproduktion – Abschnitt D	17
Tabelle 5-5: Unterabschnitte der Sachgüterproduktion D, die nicht berücksichtigt werden ...	18
Tabelle 5-6: Stickstoffkonzentrationen von ausgewählten Gütern der ÖNACE Unterabteilung DI-DM.....	18
Tabelle 5-7: Abschnitte, die den Bereich Abwasser- und Abfallwirtschaft umfassen.....	19
Tabelle 5-8: Abschnitte, die nicht auf Prozessebene beschrieben werden.....	19
Tabelle 5-9: Abschnitt, der die Privaten Haushalte umfasst.....	20
Tabelle 5-10: Stickstoffhaltige Güter bezogen auf die Abteilungen der ÖNACE- Klassifizierung	21
Tabelle 5-11: Import, Export, Produktion und Verwendung von pflanzlichen und tierischen Produkten in Österreich 2001 und damit verbundene Stickstoff- frachten (Prov. Bilanz/Nahrungsmittel).....	23
Tabelle 5-12: Produktion und Außenhandel von Handelsdüngern (Prov. Bilanz/HD).....	24
Tabelle 5-13: Mengen an in Österreich 2001 verwendeten Wirtschafts- und Handels- düngern sowie darin enthaltene Stickstofffrachten (Prov. Bilanz/WD u. HD)	24
Tabelle 5-14: Stickstoffkonzentration in Energieträgern [verschied. Autoren in Kroiss et al., 1998].....	25
Tabelle 5-15: Energieträgerverbrauch in Österreich 2001 und damit verbundene Stick- stofffrachten (Prov. Bilanz/Energieträger)	26
Tabelle 5-16: Stickstoffemissionen aus Energieträgern [UBA, 2001] (prov. Bilanz/ Energieträger).....	26
Tabelle 5-17: Stickstoffkonzentrationen verschiedener Böden, weltweit [Batjes, 1996] (Datentabelle 3/Baumaterialien).....	27
Tabelle 5-18: Güter – und Stickstoffflüsse in Baumaterialien und Bodenaushub (Daten- tabelle 3/Baumaterialien).....	27
Tabelle 5-19: Stickstoffkonzentrationen in Produkten der Chemischen Industrie (prov. Bilanz/chem. Industrie (2) [eigene Berechnungen].....	28
Tabelle 5-20: Handel und Produktion von Stickstoffhaltigen Erzeugnissen der chemischen Industrie (prov. Bilanz/chem. Industrie (2) [Statistik Austria, 2002/3, Statistik Austria 2001].....	28
Tabelle 5-21: Einsatz von Stickstoffhaltigen Harzen in der Holzverarbeitenden Industrie und damit verbundene Stickstofffrachten (prov. Bilanz/Harze)	31
Tabelle 5-22: Verbrauch und Lagerbestand an Kunststoffen in Österreich, sowie darin enthaltene Stickstofffrachten. (prov. Bilanz/Kunststoffe1).....	31
Tabelle 5-23: Stickstoffhaltige Kunststoffprodukte im Außenhandel (prov. Bilanz/Kunststoffe) [Statistik Austria, 2002/3].....	32
Tabelle 5-24: Stickstoffgehalte in textilen Materialien [verschiedene Autoren in Daxbeck et al., 1996, Berechnungen über Summenformeln] (prov. Bilanz/Bekleidung).....	32
Tabelle 5-25: Import, Export und Aufkommen von Textilien in Österreich 2001, sowie damit verbundene Stickstofffrachten (prov. Bilanz/Bekleidung)	33
Tabelle 5-26: Holzeinschlag und damit verbundene Stickstofffrachten in Österreich 2001 und damit verbundene Stickstofffrachten (prov. Bilanz/FW 2001) [BMLFUW, 2002, eigene Berechnungen].....	33

Tabelle 5-27: Übersicht über Güter- und Stickstoffflüsse der Holz- und Papierverarbeitenden Industrie (prov. Bilanz/Holzver. nach Branchen (2) [Zusammenstellung nach Austropapier, 2002, FV der Holzindustrie, Stoffberechnungen siehe Anhang Industrie].....	35
Tabelle 5-28: Stickstofffrachten in relevanten Abfallgruppen und Koppelprodukten (prov. Bilanz/Abfälle) [nach Fehring, 2003, Domenig, 2001 und Perz, 2001]	36
Tabelle 5-29: Stickstoffhaltige Inputgüter Österreichs, nach Stofffrachten geordnet (prov. Bilanz/prov. Bilanz kurz).....	37
Tabelle 7-1: Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Fläche Österreichs [BMLFUW, 2002]	41
Tabelle 7-2: Güter des Prozesses Pflanzenbau.....	42
Tabelle 7-3: Ernte der Landwirtschaft, 2001 [Statistik Austria, 2002] (Datentabelle 3/Ernte Pflanzenbau).....	43
Tabelle 7-4: Ernterückstände im Ackerbau 2001 [Statistik Austria, 2002, eigene Berechnung auf Basis des Korn:Stroh Verhältnis] (Prov. Bilanz/Ernterückstände).....	43
Tabelle 7-5: Güter- u. Stickstoffflüsse des Prozesses Pflanzenbau.....	44
Tabelle 7-6: Güter des Prozesses Tierhaltung.....	44
Tabelle 7-7: Einsatz von Futtermitteln in der Tierhaltung 2001 (Datentabelle 3/ Futtermittel) [BMLFUW, 2002]	45
Tabelle 7-8: Schlachtgewicht und Stickstofffrachten der Tierischen Produktion 2001 (Datentabelle 3/Versorgung tierische Produkte) [BMLFUW, 2002]	46
Tabelle 7-9: Tierbestand 2001 [Statistik Austria, 2002] (Datentabelle 3/Bestand Tiere).....	46
Tabelle 7-10: Güter- u. Stickstoffflüsse des Prozesses Tierhaltung.....	47
Tabelle 7-11: Güter des Prozesses Forstwirtschaft	47
Tabelle 7-12: Zusammensetzung von Laub- und Nadelbäumen (Prov. Bilanz/FW 2001) [nach Kaas, 1994].....	48
Tabelle 7-13: Holzeinschlag und Waldbestand 2001 (Datentabelle 3/FW 2001) [BMLFUW, 2002]	48
Tabelle 7-14: Güter- u. Stickstoffflüsse des Prozesses Forstwirtschaft	49
Tabelle 7-15: Güter des Prozesses Nahrungs- und Futtermittelherstellung	50
Tabelle 7-16: ÖNACE-Gruppen der Abteilung 15	51
Tabelle 7-17: Produktion der Nahrungsmittelindustrie laut Konjunkturerhebung des Statistischen Zentralamtes [Statistik Austria, 2002a] (Datentabelle 3/Prodcom 15).....	52
Tabelle 7-18: Außenhandel der Nahrungs- und Futtermittelindustrie (Datentabelle 3/Import/Export tier. u. pflanz.)	52
Tabelle 7-19: Abfälle der Nahrungsmittelindustrie (Datentabelle 3/Abfälle 15 kurz)	53
Tabelle 7-20: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Nahrungs- und Futtermittelherstellung.....	54
Tabelle 7-21: Güter des Prozesses Be- und Verarbeitung von Holz (20)	55
Tabelle 7-22: Wirtschaftsgruppen der Abt. 20.....	55
Tabelle 7-23: theoretischer Harzeinsatz in der Holzverarbeitenden Industrie (prov. Bilanz/Harze).....	56
Tabelle 7-24: berechnete Stickstoffgehalte von Melamin- und Harnstoffharz beschichteten Platten (prov. Bilanz/Platte).....	57
Tabelle 7-25: Berechnung des Stickstoffgehalts von Spanplatten	57
Tabelle 7-26: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Be- und Verarbeitung von Holz (20).....	58
Tabelle 7-27: Güter des Prozesses Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe (21,22).....	59

Tabelle 7-28: Wirtschaftsgruppen der Abteilungen 21 und 22	59
Tabelle 7-29: Anfall und Zusammensetzung der Holz- und Papierabfälle (Datentabelle 3/Abfälle 20, 21 lang).....	61
Tabelle 7-30: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe (21, 22).....	61
Tabelle 7-31: Güter des Prozesses „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“	63
Tabelle 7-32: Abfälle mit relevanten Stickstoffgehalten, die in Betrieben, außerhalb der ÖNACE-Abteilungen 15, 20 und 21 anfallen (Prov. Bilanz/Abfälle) [nach Domenig, 2001, Baurestmassen nach Stark et al., 2003]	64
Tabelle 7-33: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“	65
Tabelle 7-34: Güter des Prozesses „Dienstleistungsbetriebe Ernährung“	67
Tabelle 7-35: Strukturdaten des Beherbergungs- und Gaststättenwesens (Datentabelle 3/Abt. H) [Statistik Austria, 2003].....	67
Tabelle 7-36: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Dienstleistungsbetriebe - Ernährung.....	69
Tabelle 7-37: Güter des Prozesses Privater Haushalt (PHH)	71
Tabelle 7-38: Reisetätigkeit 2001 (Datentabelle 3/Abt H) [Statistik Austria, 2002/1]	71
Tabelle 7-39: Kennzahlen für den Verbrauch von Ge- und Verbrauchsgüter, Luft und dem Lager in Privathaushalten (Datentabelle 3/Pro-Kopf-Werte)	73
Tabelle 7-40: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Privater Haushalt	73
Tabelle 7-41: Güter des Prozesses Abwasserwirtschaft (ARA).....	75
Tabelle 7-42: Berechnung der Zulauffrachten im Abwasser von direkt einleitenden Industriebetrieben (Datentabelle 3/Abw)	76
Tabelle 7-43: Anteil der Stickstofffrachten im Kläranlagenzulauf der Direkteinleitenden Industriebetriebe, berechnet nach Kroiss [Kroiss et al., 1998] (Datentabelle 3/Abw).....	76
Tabelle 7-44: Verwertung und Entsorgung kommunaler und industrieller Klärschlämme, 2001 (Datentabelle 3/Abwasser)	77
Tabelle 7-45: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Abwasserwirtschaft (ARA).....	77
Tabelle 7-46: Güter des Prozesses Sammlung (SA)	78
Tabelle 7-47: Abfälle SIG [Domenig, 2001, Stark et al., 2003].....	79
Tabelle 7-48: Transferkoeffizienten der Abfallwirtschaftlichen Verfahren [Fehringer, 1997]	80
Tabelle 7-49: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Sammlung (SA)	80
Tabelle 7-50: Güter des Prozesses Biochemische Verfahren.....	81
Tabelle 7-51: Anlagen zur Altstoff- und Abfallverwertung [Perz, 2001].....	82
Tabelle 7-52: Inputgüter in die Betriebe der biochemischen Behandlung (Datentabelle 3/Abfallbehandlung).....	83
Tabelle 7-53: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Biochemische Verfahren	83
Tabelle 7-54: Güter des Prozesses Thermische Verfahren (V)	84
Tabelle 7-55: Inputgüter in Anlagen zur thermischen Verwertung (Datentabelle 3/Abfallbehandlung) [eigene Zuordnung]	84
Tabelle 7-56: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Thermische Verwertung (V).....	85
Tabelle 7-57: Güter des Prozesses Deponie (D)	85
Tabelle 7-58: Inputgüter in Deponien (Datentabelle 3/Abfallbehandlung) [eigene Zuordnung]	86
Tabelle 7-59: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Deponie (D)	87
Tabelle 7-60: Güter des Prozesses Landwirtschaftlicher Boden (LWB)	89
Tabelle 7-61: Stickstofflager im Oberboden (Datentabelle 3/Bodenlager) [nach Orthofer et al., 2001].....	89
Tabelle 7-62: Stickstofflager im Unterboden (Datentabelle 3/Bodenlager)	90

Tabelle 7-63: Übersicht Stickstoff im landwirtschaftlichen Boden (Datentabelle 3/Bodenlager) [eigenen Berechnungen].....	90
Tabelle 7-64: Stickstoffflüsse zwischen Pedosphäre, Wasser und Luft (Prov. Bilanz/Deposition).....	92
Tabelle 7-65: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Landwirtschaftlicher Boden (LWB)	93
Tabelle 7-66: Güter des Prozesses Forstwirtschaftlicher Boden (FWB)	93
Tabelle 7-67: Kennzahlen für Ein- bzw. Austräge in resp. aus der Umwelt in Bezug auf den Prozess forstwirtschaftlich genutzte Böden (Prov. Bilanz/Deposition)	94
Tabelle 7-68: Stickstofflager im forstwirtschaftlich genutzten Boden (Datentabelle 3/Bodenlager) [eigene Berechnungen nach Orthofer et al., 2001].....	94
Tabelle 7-69: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Forstwirtschaftlicher Boden (FWB)	94
Tabelle 7-70: Güter des Prozesses Sonstige Böden (SB)	95
Tabelle 7-71: Kennzahlen für Ein- bzw. Austräge in resp. aus der Umwelt in Bezug auf den Prozess sonstige Böden (Prov. Bilanz/Deposition) [verschiedene Autoren in Kaas, 1994].....	95
Tabelle 7-72: Stickstofflager in sonstigen Böden (Datentabelle 3/Bodenlager) [eigene Berechnungen nach Orthofer et al., 2001]	96
Tabelle 7-73: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Sonstige Böden	96
Tabelle 7-74: Güter des Prozesses Grundwasser (GW).....	98
Tabelle 7-75: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Grundwasser (GW).....	99
Tabelle 7-76: Güter des Prozesses Oberflächenwasser (OW)	99
Tabelle 7-77: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Oberflächenwasser (OW)	100
Tabelle 7-78: Vergleich der unterschiedlichen Ergebnisse von Zinkinputfrachten in die Abfallwirtschaft, bedingt durch die unterschiedliche Schwerpunktsetzung in der Systemdefinition	102
Tabelle 8-1: Vergleich der wichtigsten Abfallarten für die Stickstoff- bzw. Zinkflüsse (Datentabellen3/Abfälle BAWP(Zn) [eigene Berechnungen].....	118
Tabelle 8-2: Stickstoff- und Zinkfrachten in Gütern mit hohem Stickstoffressourcenpotential der Versorgung (Datentabellen3/Prov.Bilanz Zink).....	118
Tabelle 8-3: Stickstoff/Zink-Verhältniszahlen verschiedener Güter. Berechnet auf Basis der aktuellen Stoffbilanzen (Datentabellen3/Prov.Bilanz Zink).....	119
Tabelle 8-4: Ziele und Inhalte des Abfallwirtschaftsgesetz 2002	120
Tabelle 8-5: Herkunftsprozesse und – Güter der Stickstoffemissionen in die Luft.....	130
Tabelle 8-6: Herkunftsprozesse und –güter der Stickstoffemissionen in das Wasser	132
Tabelle 8-7: Ernterückstände in Land- und Forstwirtschaft, Stickstoffgehalte und Heizwert.....	135
Tabelle 8-8: potentielle Biogasmengen und Energiegehalte (Datentabelle 3/WD Szenario)	137
Tabelle 8-9: Aufteilung des Energetischen Endverbrauchs in Österreich, 2001 (Datentabelle 3/ WD Szenario).....	137
Tabelle 8-10: Basiswerte von Biogaspotenzialen.....	138
Tabelle 8-11: Ausgewählte Gaserträge aus Kofermenten von Stilllegungsflächen.....	138

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen der Prozessbezeichnungen

PB	Pflanzenbau
TH	Tierhaltung
FW	Forstwirtschaft
LW	Landwirtschaft
15	Nahrungs- u. Futtermittelherstellung
20	Be- und Verarbeitung von Holz
21, 22	Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe
SIG	Sonstige Industrie und Gewerbe
PHH	Privater Haushalt
ARA	Abwasserwirtschaft
AWS	Abfallwirtschaft
SA	Sammlung
V	Thermische Verfahren
D	Deponie
LWB	Landwirtschaftlicher Boden
FWB	Forstwirtschaftlicher Boden
SB	Sonstiger Boden
GW	Grundwasser
OW	Oberflächengewässer
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
Efm	Erntefestmeter
FS	Feuchtsubstanz
GWP	Global Warming Potential
HDPE	High Density Polyethylen
LDPE	Low Density Polyethylen
N	Stickstoff
N₂	molekularer Stickstoff
N₂O	Distickstoffoxid, Lachgas
NO_x	Stickoxide
NH₃	Ammoniak
NH₄	Ammonium
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
TS	Trockensubstanz
Vfm	Vorratsfestmeter
Zn	Zink

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XI
INHALTSVERZEICHNIS	XIII
1 EINLEITUNG	1
2 ZIELSETZUNG	3
3 FRAGESTELLUNG	5
4 METHODISCHES VORGEHEN	7
5 DEFINITION DES SYSTEMS „STICKSTOFFHAUSHALT ÖSTERREICH“	9
5.1 Systemgrenzen	9
5.2 Auswahl der Stoffe	10
5.2.1 Stickstoff	10
5.2.2 Schadstoffauswahl.....	10
5.3 Datenerhebung und -aufbereitung	13
5.3.1 Datenquellen.....	13
5.3.2 Abschätzung der Datenungenauigkeit.....	14
5.4 Auswahl der Güter und Prozesse - Provisorische Bilanz.....	16
5.4.1 Qualitative Identifikation von stickstoffhaltigen Güter	20
5.4.2 Quantitative Abschätzung der Güter.....	23
5.4.2.1 Nahrungsmittel- und Futtermittel.....	23
5.4.2.2 Düngemittel.....	24
5.4.2.3 Energieträger und daraus resultierende Emissionen.....	25
5.4.2.4 Baumaterialien, Abraum und Bodenaushub	27
5.4.2.5 Produkte der Chemischen Industrie.....	27
5.4.2.6 Kunststoffe.....	29
5.4.2.7 Textilien.....	32
5.4.2.8 Holz.....	33
5.4.2.9 Stickstoffhaltige Abfälle und Koppelprodukte.....	35
5.4.3 Ergebnisse der Provisorischen Bilanz	37
5.4.4 Folgerungen für die Prozessauswahl.....	38
6 DER GÜTER- UND STOFFHAUSHALT DER „STICKSTOFFBILANZ ÖSTERREICH“	39

6.1	Prozessauswahl	39
7	DATENERFASSUNG	41
7.1	Primärer Sektor - Urproduktion	41
7.1.1	Landwirtschaft.....	41
7.1.1.1	Pflanzenbau.....	42
7.1.1.2	Tierhaltung.....	44
7.1.2	Forstwirtschaft.....	47
7.1.3	Stoffflussdiagramm Urproduktion.....	49
7.2	Sekundärer Sektor - Industrie und Gewerbe.....	50
7.2.1	ÖNACE-Abteilung 15, Nahrungs- und Genussmittelherstellung (15).....	50
7.2.2	Stoffflussdiagramm Nahrungs- und Futtermittelherstellung (15).....	54
7.2.3	Be- und Verarbeitung von Holz (20)	55
7.2.4	Stoffflussdiagramm Be- und –verarbeitung von Holz (20)	58
7.2.5	Herstellung und Verarbeitung von Papier	59
7.2.6	Stoffflussdiagramm Herstellung und Verarbeitung von Papier (21, 22).....	62
7.2.7	Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG).....	63
7.2.8	Stoffflussdiagramm „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“.....	66
7.3	Tertiärer Sektor - Dienstleistung (DL)	67
7.3.1	Stoffflussdiagramm „Dienstleistungsbetriebe Ernährung“.....	70
7.4	Privater Haushalt.....	71
7.4.1	Stoffflussdiagramm „Privater Haushalt“	74
7.5	Abfall- und Abwasserwirtschaft	75
7.5.1	Abwasserwirtschaft.....	75
7.5.2	Abfallwirtschaft.....	78
7.5.2.1	Sammlung.....	78
7.5.2.2	Biochemische Verfahren.....	81
7.5.2.3	Thermische Abfallbehandlung	84
7.5.2.4	Deponie.....	85
7.5.3	Stoffflussdiagramm „Abfall- und Abwasserwirtschaft“.....	87
7.6	Pedosphäre.....	88
7.6.1	Landwirtschaftlich genutzter Boden (LWB).....	89
7.6.2	Forstwirtschaftlich genutzter Boden (FWB)	93
7.6.3	Sonstiger Boden (SB)	95

7.6.4	Stoffflussdiagramm „Pedosphäre“	97
7.7	Hydrosphäre.....	98
7.7.1	Grundwasser (GW).....	98
7.7.2	Oberflächengewässer (OW)	99
7.7.3	Stoffflussdiagramm „Hydrosphäre“	101
7.8	Zink	101
8	RESULTATE.....	103
8.1	Datenlage.....	103
8.2	Stickstoff in den Gütern und Abfällen (einschließlich dem Bestand im Boden) Österreichs.....	104
8.2.1	Stickstoffflüsse Österreich - Übersicht.....	104
8.2.2	Stickstoffflüsse.....	108
8.3	Zink in den Gütern und Abfällen (einschließlich dem Bestand im Boden) Österreichs.....	112
8.3.1	Zinkflüsse Österreich - Übersicht.....	112
8.3.2	Zinkflüsse Österreichs - Detailergebnisse	115
8.4	Gewichtung des Stickstoffpotentials und des Umweltbelastungspotentials von Abfällen und anderen Gütern	116
8.5	Bewertung der Zielerreichung nach AWG innerhalb und außerhalb der Abfallwirtschaft.....	120
8.5.1	Abfall- und Abwasserwirtschaft.....	120
8.5.1.1	Abfallwirtschaft.....	121
8.5.1.2	Abwasserwirtschaft.....	122
8.5.2	Versorgung und Konsum	124
8.5.3	Die Stickstofflager.....	128
8.6	Potentiale und Maßnahmen innerhalb und außerhalb der Abfallwirtschaft.....	129
8.6.1	Potentiale und Maßnahmen in der Abfallwirtschaft.....	129
8.6.2	Potentiale und Maßnahmen in der Abwasserwirtschaft.....	129
8.6.3	Potentiale und Maßnahmen in Versorgung und Konsum	130
8.7	Szenarien zur Umweltschonung und Ressourcennutzung	135
8.7.1	Szenario „Energieträgermix“.....	135
8.7.2	Szenario „Wirtschaftsdünger“	137
8.7.2.1	Vergärung	137
8.7.2.2	Thermische Verwertung in der Abfallwirtschaft.....	140
8.7.3	Szenario „getrennte Sammlung von Fäkalien aus dem Privaten Haushalt“.....	141

8.8 Gestaltung des „Nährstoffhaushalt Österreich“ - Prioritätensetzung für die zukünftige Abfallwirtschaft und die übrigen Sektoren?	143
9 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	147
10 SCHLUSSFOLGERUNGEN	151
11 AUSBLICK	153
12 LITERATURVERZEICHNIS	155

1 Einleitung

Bisher wurde die Nährstofffrage sektoriell (Landwirtschaft, Verkehrswesen, Ernährung, Abfallwirtschaft) untersucht. Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist dies nicht zielführend. Entscheidungen zur nachhaltigen Nährstoffbewirtschaftung müssen alle Sektoren in gleicher Weise umfassen, unabhängig ob sie dem Abfallregime oder anderen Bereichen zuzuordnen sind. Deshalb sollen zukünftig alle Quellen, Lager und Senken von Nährstoffen betrachtet werden.

Mit der Methode der Stoffflussanalyse werden alle Importe, Exporte, internen Flüsse und Lager der Stickstoffwirtschaft Österreichs auf Güterebene und auf Stoffebene am Beispiel des Nährstoffs Stickstoff erhoben und abgebildet. Aus dem Gesamtbild ist abzulesen, welche Flüsse der Stickstoffwirtschaft mengenmäßig bedeutend sind und welchen Beitrag die Nährstoffflüsse der Abfallwirtschaft an der gesamten Stickstoffwirtschaft heute leisten oder künftig leisten könnten.

Dabei wird diskutiert, wie effizient die Abfallwirtschaft im Hinblick auf die Ziele des AWG - Ressourcenschonung und Schutz des Menschen und der Umwelt - heute arbeitet, und ob eine Effizienzsteigerung in der Abfallwirtschaft möglich und sinnvoll wäre. Diese Prüfung bezüglich Ressourcenpotential und Schadstofffracht soll nicht nur für die „klassischen“ Abfälle durchgeführt werden, sondern für alle massenmäßig wichtigen nährstoffhaltigen Güter.

Es werden die größten Ressourcenpotentiale wie auch die größten Verluste an die Umwelt dargestellt werden. Der Beitrag der Nährstoffe in Abfällen wird beschrieben und gegenüber den anderen Potentialen gewichtet werden. Für die zukünftige Bewirtschaftung nährstoffreicher Abfälle werden erste Folgerungen gezogen werden.

Dabei wird auch die Frage der in den Abfällen enthaltenen Schadstoffe untersucht: Welche Schadstoffmengen können an die Umwelt übergeben werden, welche sind in langfristig sicheren letzten Senken (Reststoff-Deponien) unterzubringen.

Exemplarisch werden anhand eines Metalls die mit der Stickstoffwirtschaft korrelierenden Schadstoffflüsse beschrieben. Ein Metall wird als Indikatorelement ausgewählt, weil sowohl die Schadwirkungen für Lebewesen, wie auch das Verhalten in der Umwelt durch eine Vielzahl an Forschungsergebnissen gut dokumentiert ist und somit eine gute Datenbasis zu erwarten ist.

Eine Vielzahl anderer Schadstoffe, nicht nur Metalle, wie beispielsweise schwer abbaubare organische Verbindungen (POP's), endokrin wirksame Substanzen und andere mehr wären bei einer Bewertung mit einzubeziehen. Ziel dieser Studie ist jedoch nicht, unterschiedliche Güter und ihre Auswirkungen auf das Ökosystem aufgrund ihrer Schadwirkung miteinander zu vergleichen und zu bewerten, sondern den Blick dafür zu schärfen, dass ein System, das in der vorliegenden Studie die Region Österreich ist, als Gefüge vieler, miteinander in Beziehung stehender Parameter zu verstehen ist.

2 Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es aufzuzeigen, wo Nährstoffhaltige Güter anfallen, wie sie heute behandelt werden, und wo sie verbleiben. Für das System „Nährstoffhaushalt Österreich“ wird eine Nährstoffbilanz für Stickstoff unter Berücksichtigung aller wichtigen, diesen Nährstoff enthaltenden Güter und Abfälle erstellt.

Um ein Bild über den Beitrag der Abfallwirtschaft Österreichs an der Stickstoffwirtschaft gewinnen zu können, ist es nötig, neben den klassischen Gütern der Abfallwirtschaft alle anderen Nährstoff (Stickstoff-) relevanten Güter mitzuerfassen.

Anhand der Nährstoffbilanz wird das Ressourcenpotential der Abfälle und anderer nicht genutzter Güter abgeschätzt. Es gilt abzuschätzen, welches Nährstoffpotential sich in Abfällen befindet und in das Nährstoffsystem rückgeführt werden kann, und welche Konsequenzen durch die Nutzung des Nährstoffs hinsichtlich der Ziele des AWG zu erwarten sind. Dazu werden Frachten eines ausgewählten Schadstoffs, der in diesen Gütern und Abfällen enthalten ist, ermittelt.

Auf diesen Bilanzen können Strategien für eine zukünftige Bewirtschaftung der Nährstoffe basieren und der aktuelle resp. zukünftigen Beitrag der Abfallwirtschaft an der Stickstoffwirtschaft im Spiegel der Ziele des AWG diskutiert werden

Konkret bedeutet dies:

- a) für das System „Nährstoffhaushalt Österreich“ eine Nährstoffbilanz für das Indikatorelement Stickstoff mit allen wichtigen, diesen Nährstoff enthaltenden Gütern und Abfällen zu erstellen,
- b) anhand dieser Nährstoffbilanzen das Ressourcenpotential der Abfälle und anderer nicht genutzter Güter zu beurteilen,
- c) abzuschätzen, welche Mengen eines ausgewählten Schadstoffs in diesen Gütern und Abfällen enthalten sind,
- d) zu untersuchen, ob die derzeitige Bewirtschaftung der nährstoffhaltigen Abfälle die Ziele des AWG erfüllt, und
- e) Vorschläge zu erarbeiten, wie zukünftig das Nährstoffpotential der Abfälle optimal genutzt und dabei Schadstoffe effizient in langfristig sichere „letzte Senken“ gelenkt werden können.

3 Fragestellung

1. Wie wird das System „Nährstoffhaushalt Österreich definiert“? Welche Bereiche, Prozesse, Güter und Abfälle müssen mitberücksichtigt werden (Systemgrenzen)?
2. Wie bestimmt man die Flüsse und Lager an nährstoffhaltigen Gütern und Abfällen für Stickstoff und ausgewählte Schadstoffen im „Nährstoffhaushalt Österreich“?
3. Welche Schadstoffe eignen sich als Indikatoren für Umweltbelastungen?
4. Wie groß sind die Potentiale an Nähr- und Schadstoffen in den Gütern und Abfällen (einschließlich dem Bestand im Boden)?
5. Entspricht die heutige Bewirtschaftung der nährstoffhaltigen Abfälle den Zielen des AWG? Wenn nicht, wie müssen sie zukünftig verwertet und entsorgt werden damit die Ziele des AWG erfüllt werden?
6. Welche Maßnahmen sind außerhalb der Abfallwirtschaft notwendig, damit die Ziele des AWG erreicht werden können?
7. Welche Forderungen ergeben sich für die Gestaltung des „Nährstoffhaushaltes Österreich“ für die zukünftige Abfallwirtschaft und die übrigen Sektoren?

4 Methodisches Vorgehen

1. *Definition des Systems „Stickstoffwirtschaft Österreich“. Auswahl der Systemgrenzen, der Güter und der Prozesse, die zur vollständigen Beschreibung der Stickstoffwirtschaft Österreichs dienen.*

Grundlage für die Definition des Systems ist die Methodik der Stoffflussanalyse. Die Systemdefinition, ist der kreative Entwurfsvorgang, in dem für konkrete Fragestellungen die Struktur eines Systems (zeitliche und räumliche Grenzen, Prozesse, Güter und deren Verknüpfungen) festgelegt wird. Ein wesentlicher Einflussfaktor für die Systemdefinition ist die Datenlage. Die Verfügbarkeit und Qualität der Daten sind mitentscheidend für die Struktur und den Detaillierungsgrad des Systems. Dieser Arbeitsschritt kann iterativ sein, wenn Erkenntnisse aus der Sensitivitätsanalyse eine nachträgliche Anpassung des Systems nahe legen.

In diesem Arbeitsschritt erfolgt auch die Auswahl der zu untersuchenden wichtigsten Güter und Lager. Es sind dies v.a. die Roh- und Hilfsstoffe, die Produkte und die jeweils entstehenden Emissionen und Abfälle. Die Gliederung der Abfälle erfolgt gemäss AWG und wenn möglich gemäß European Waste Catalog (EWC). Für die Untersuchung der „Stickstoffwirtschaft Österreichs“ wird Stickstoff betrachtet. Mit Hilfe eines Literatur-Screenings werden mögliche Stoffe als Indikatoren für das Schadstoffpotential von Abfällen identifiziert. Die räumliche Systemgrenze ist die politische Grenze von Österreich. Die zeitliche Systemgrenze ist ein Jahr. Als Bezugsjahr wird jenes Jahr gewählt, für welches die aktuellsten Daten verfügbar sind

2. *Koordination mit dem Projekt „Güterhaushalt Österreich“*

Das vorliegende Projekt ist mit dem Projekt 1 – Güterhaushalt Österreich zu koordinieren. In entsprechenden Koordinationssitzungen sind die Systeme, dort wo notwendig, aufeinander abzustimmen und Daten auszutauschen.

Es ist weiters zu entscheiden, in welchem Projekt die relevanten Daten erfasst und dem jeweils anderen Projekt zur Verfügung gestellt werden.

3. *Abschätzung und Berechnung der Güterflüsse, der Stickstoffflüsse und der Schadstoffflüsse und Lager des „Nährstoffhaushaltes Österreich“ anhand von vorhandenem Zahlenmaterial (ÖSTAT, UBA, etc.) für das ausgewählte Bilanzjahr*

Abschätzung der Flüsse und Lager: Mittels einer groben Abschätzung werden die für den Nährstoffhaushalt Österreich wichtigsten nährstoffhaltigen Güterflüsse und Lager ermittelt. Damit ist die Grundlage geschaffen, den Nährstoff-Inputflüssen der einzelnen Prozesse die jeweiligen abfallwirtschaftlichen Outputflüsse des Systems „Stickstoffwirtschaft Österreich“ für ein möglichst aktuelles Jahr gegenüberzustellen. Es wird in diesem Projekt prioritär auf vorhandene Daten zurückgegriffen. Es werden keine eigenen Messungen durchgeführt.

4. *Auswahl von Indikatorschadstoffen und Beschreibung der Schadstoffflüsse und Lager des „Nährstoffhaushaltes Österreich“*

Stoffflüsse: Aus der Literatur werden die Gefahrenstoffe für den „Nährstoffhaushalt Österreich“ ermittelt. Für das Metall Zink existiert bereits eine Bilanz für Österreich, die als Basis herangezogen wird.

5. Feststellung des Ressourcenpotentials. Gewichtung des Nährstoffpotentials und des Umweltbelastungspotentials von Abfällen gegenüber anderen nährstoffhaltigen Gütern

Nach Erstellung der Nährstoffbilanz und Abschätzung der Lager werden die Ergebnisse bezüglich der Erreichung bzw. Nichterreichung der Ziele des AWG evaluiert und ausgewertet. Der Beitrag der Nährstoffe in den Abfällen wird beschrieben und gegenüber den anderen Nährstoffpotentials gewichtet. Es wird untersucht, welche Nährstoffressourcen effizient und welche schlecht genutzt werden und wo wesentliche Umweltbelastungen durch den untersuchten Schadstoff ent- bzw. bestehen.

Den Abschluss dieses Arbeitsschrittes bildet eine grobe Analyse bezüglich der notwendigen „Letzten Senken“ der nährstoffhaltigen Abfälle für die Abfallwirtschaft Österreichs. Unter einer „Letzten Senke“ wird ein Prozess verstanden, in dem ein Gut oder ein Stoff auf sehr lange Zeit (geologisch gesehen) verbleibt. Für alle bedeutenden Abfälle müssen die letzten Senken bekannt sein. Sind die bestehenden Senken nicht geeignet, muss der Stoffpfad umgelenkt werden, und eine geeignete letzte Senke gefunden werden. Eine natürliche letzte Senke (Sediment, Boden) kann als geeignet angenommen werden, wenn die geogenen Flüsse und Lager nicht maßgeblich verändert werden; das heißt, wenn die anthropogenen Flüsse nicht mehr wie 1-10% der natürlichen betragen. Für den Stickstoff stellt sich die Frage, ob der Boden prinzipiell eine Stickstoff-Senke darstellt. Mittlere Aufenthaltszeiten für Stickstoff in Böden liegen bei 30 bis max. 95 Jahren, was nach der üblichen Definition für eine letzte Senke zu kurz ist.

Die Ergebnisse der Defizitanalyse sind Ressourcenpotentiale, Umweltbelastungspotentiale und „Letzte Senken“, die die Grundlage für den Vorschlag zukünftiger Prioritäten abfallwirtschaftlicher Maßnahmen bilden. Ein weiteres Ergebnis ist die Formulierung offener Fragen und weiterer Forschungsaufgaben.

6. Vorschläge für eine zukünftige Verwertung und Entsorgung. Auflistung der nährstoffhaltigen Abfallflüsse nach ihrem Potential die Ziele des AWG zu erreichen

Aufgrund des Nährstoffhaushaltes Österreichs kann gezeigt werden, welche Bedeutung die einzelnen nährstoffhaltigen Abfallflüsse haben. Es werden die einzelnen Abfallflüsse bezüglich ihres Potentials, durch Maßnahmen innerhalb oder außerhalb der Abfallwirtschaft die Ziele des AWG zu erreichen, aufgelistet. Dabei sollen jene Abfallflüsse an oberster Stelle stehen, bei denen entweder aus Gründen der Ressourcenschonung oder des Umweltschutzes besonderer Handlungsbedarf gegeben ist.

7. Vorschläge für eine zukünftige Prioritätensetzung bei abfallwirtschaftlichen Maßnahmen, wobei aufgezeigt wird, welche Maßnahmen effizienter außerhalb der AWS getroffen werden müssen

Den Abschluss dieses Projektes bilden Vorschläge für eine zukünftige Prioritätensetzung bei abfallwirtschaftlichen Maßnahmen. Wobei aufgezeigt wird, welche Maßnahmen effizienter außerhalb der Abfallwirtschaft getroffen werden müssen. Dadurch wird auch die Bedeutung der Abfallwirtschaft für den Nährstoffhaushalt Österreichs aufgezeigt.

5 Definition des Systems „Stickstoffhaushalt Österreich“

Die Systemdefinition basiert auf Problemstellung, Zielen und Fragestellungen und legt den Untersuchungsrahmen der Studie fest. Sie dient dazu, die komplexe Wirklichkeit systematisch in Einheiten, Prozesse, zu zerlegen und Zusammenhänge zwischen den Prozessen abstrahiert in schematischer Form darzulegen. Ziel ist es ein Bild zu schaffen, das dem Adressaten komplexe Zusammenhänge in einfacher, übersichtlicher Weise vermittelt. Das methodische Vorgehen entspricht der Methodologie der Stoffflussanalyse. Die Stoffflussanalyse [Baccini & Brunner, 1991] beschreibt Input- und Outputflüsse, Lager und Lagerveränderungen der wichtigsten Güter und/oder Stoffe eines vordefinierten räumlichen Systems in einem definierten Zeitraum. Für das System gelten die physikalischen Grundgesetze der Massen- und Energieerhaltung. Unter dem Begriff „Gut/Güter“ versteht man handelbare Substanzen mit einem positiven oder negativen Handelswert, wie Ernteprodukte oder biogene Abfälle. Sie können aus einem oder mehreren Stoffen zusammengesetzt sein. Güterbilanzen sind eine gute Basis für die Berechnung der Stoffbilanzen. Der Begriff „Stoff“ ist definiert als chemisches Element, z.B. Stickstoff, oder eine chemisch Verbindung, z.B. PVC. Ein „Prozess“ ist definiert als Lager, ein Transport oder eine Transformation von Gütern, z.B. Landwirtschaft oder Müllverbrennungsanlage.

5.1 Systemgrenzen

Zeitliche Systemgrenze

Als Berechnungszeitraum wird das Kalenderjahr 2001 gewählt, da für den Großteil der periodische erhobenen Daten zu Projektbeginn für dieses Jahr die aktuellsten Ergebnisse vorlagen. Sind für dieses Jahr keine Daten erhältlich, muss auf älteres Zahlenmaterial zurückgegriffen werden.

Räumliche Systemgrenze

Räumlich entspricht das System „Stickstoffwirtschaft Österreich“ in den Flächendimensionen der politischen Grenze Österreichs. Die Gesamtfläche Österreichs beträgt 83.871 km². Sie setzt sich zusammen aus 34% landwirtschaftlich genutzter Fläche (landwirtschaftliche Nutzung, Garten und Weingarten.), 10,3% Alpe, 43% Wald, 1,7% Gewässer und aus 11 % sonstigen Flächen, das sind verbaute Flächen, Verkehrsflächen und Ödland [Statistik Austria, 2003]. Mit 272.000 ha nimmt die biologisch bewirtschaftete landwirtschaftliche Nutzfläche [Freyer, B, et al, 2001] rund 10% der gesamt landwirtschaftlich genutzten Fläche (Ackerland, Grünland, sonstige Kulturen, ohne Almen) ein.

In der dritten Dimension wird die Systemgrenze nach unten an der Grenze zur Lithosphäre gezogen. Die Schichtdicke der Pedosphäre wird mit einem Meter angenommen (siehe Kapitel Pedosphäre). Nach oben schließt das System mit der Bodenoberkante als Abgrenzung zur Atmosphäre ab. Die Hydrosphäre liegt innerhalb der Systemgrenzen.

Die Einwohnerzahl beträgt im Bilanzjahr 2001 8.033.926. [Statistik Austria, 2003]. Davon leben rund 5,3 Mio. Menschen in Stadtregionen, von denen wiederum 2,85 Mio. Menschen im Kernraum von Stadtregionen wohnen.

5.2 Auswahl der Stoffe

Der Fokus der vorliegenden Studie liegt auf der Beschreibung der Stickstoffwirtschaft mit dem Instrument der Stoffflussanalyse. Nach der Darstellung der Massenflüsse ist der nächste Schritt ein Bild über die in den Gütern enthaltenen Stoffflüsse zu skizzieren. Nährstoffe sind die Grundlage des Lebens. Die Hauptbausteine sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Daneben werden sieben Makronährstoffe (K, Ca, Mg, P, S, Na, Cl) und 13 Spurenelement (F, Si, Va, Cr, Cu, Co, Zn, Mn, Fe, Se, Mo, Sn, J) benötigt. Alle Lebewesen brauchen sie zum Aufbau der organischen Substanz und entnehmen sie ihrer Umwelt - dem Boden, dem Wasser oder der Luft.

5.2.1 Stickstoff

Der größte Teil des natürlichen Stickstoffkreislaufes wird gesteuert durch die Mineralisierung toter organischer Substanz und die Wiederaufnahme des so entstandenen Ammoniums oder Nitrats durch Pflanzen. Die wichtigste Stickstoffquelle ist die Atmosphäre mit einem Volumensanteil von 78% Stickstoff, aus der bestimmte Bakterien den an sich sehr reaktionsträgen Stickstoff fixieren und pflanzenverfügbar machen.

Mit der Entdeckung der Ammoniaksynthese und der daraus entstandenen Möglichkeit Stickstoff industriell zu fixieren, wurde der natürliche Stickstoffkreislauf aufgebrochen und der Einsatzbereich von Stickstoff über den Bereich der Pflanzenproduktion hinaus deutlich ausgeweitet.

Das anthropogene System heute zeigt einen hohen Nährstoffbedarf von guter Qualität, z.B. Mineraldünger, in landwirtschaftlich geprägten Regionen und einen hohen Nährstoffentsorgungsbedarf in Gütern mit schlechter Qualität, z.B. belastete Klärschlämme, in urbanen Ballungszentren.

Hinsichtlich der Ressourcenschonung besteht an Stickstoff kein Mangel. Molekularer Luftstickstoff ist allerdings sehr reaktionsträge, sodass die industrielle Gewinnung von Stickstoff aus der Luft, z.B. zur Herstellung von pflanzennutzbaren Stickstoffverbindungen (Dünger) sehr energieintensiv ist (zur Herstellung 1 t Dünger-Stickstoff werden ca. 42 GJ benötigt [Faist, 2000]).

Hinsichtlich der Umweltgefährdung birgt Stickstoff ein hohes Risikopotential, da es sich um ein sehr mobiles Element handelt, dass je nach Verbindung und physikalischen Bedingungen unkontrollierbar sowohl in flüssige als auch in gasförmige Verbindungen übergehen kann. Umweltprobleme, die daraus resultieren können sind bekannt als Nitratanreicherung im Grundwasser, Eutrophierung nährstoffarmer Ökosysteme (Moore) und Oberflächengewässer, Ammoniakabgasungen aus der Lagerung und Ausbringung von Düngemitteln und Emission stickstoffhaltiger Treibhausgase (NO_x , N_2O) bei der Düngung von Böden.

5.2.2 Schadstoffauswahl

Bei der Überlegung, Nährstoffe in biogenen Koppelprodukten oder Abfällen nachhaltig zu nutzen ist immer zu berücksichtigen, dass neben den Nährstoffen auch unerwünschte, die Umwelt belastende Stoffe enthalten sein können. Die Schadstofffrage ist daher in Überle-

gungen zur Rückführung nährstoffhaltiger Güter und Abfälle in den Nährstoffkreislauf mit einzubeziehen.

Eine Beschreibung oder gar Beurteilung aller Schadstoffe und Schadstofffrachten, die durch die Nährstoffnutzung biogener Materialien den Zielen des AWG Schutz von Mensch und Umwelt sowie Ressourcenschonung widersprechen, würde den Rahmen dieser Studie bei weitem sprengen und auch das Ziel der Studie verfehlen. Die Schadstoffbilanz wird durchgeführt um exemplarisch methodisch zu zeigen, wie eine Nährstoff- mit einer Schadstoffbilanz verknüpft werden kann. Damit können Systemzusammenhänge zwischen Ressourcen- und Schadstofffragen erkannt werden. Durch die Beschreibung eines exemplarisch ausgewählten Schadstoffs kann gezeigt werden, wie groß die Schadstofffrachten in den für die Stickstoffwirtschaft wichtigen Gütern sind. Es kann auch gezeigt werden, dass die Schadstoffe eines Gutes vielfach Pfade beschreiten, die nicht parallel zu den Nährstoffpfaden desselben Gutes laufen. Die Frage ist, ob sich aus den Ergebnissen der Nährstoff- bzw. Schadstoffbilanzen die abgeleiteten Schlussfolgerungen ergänzen oder widersprechen.

Die Schadstoffe können in organische und anorganische Schadstoffe eingeteilt werden. Die Auswahl der zu diskutierenden Schadstoffe orientiert sich in erster Linie an der Datenverfügbarkeit. Im Bereich der Schwermetalle wurden bereits erfolgreich Stoffbilanzen auf verschiedenen Ebenen durchgeführt. Für sie sprechen folgende Faktoren:

- sie sind relativ gut erforscht und haben eine gute Datenlage
- eine unkontrollierte Verbreitung in der Umwelt ist unerwünscht
- die Umweltmedien Wasser, Luft, Boden zeigen bereits teilweise erhöhte Konzentrationen
- es ist bekannt, dass ihre Lager im Boden unkontrolliert wachsen
- sie sind zum Teil bereits in geringsten Konzentrationen toxisch
- ihr Einsatz in der Anthroposphäre steigt, wodurch langfristig negative Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten sind, wenn ihre Stoffflüsse nicht gesteuert werden
- sie zeigen die Grenzen der Abfallwirtschaft in ihre Stoffflüsse eingreifen zu können

Neben den Metallen gibt es eine Vielzahl weiterer Substanzen, wie endokrine Substanzen, Hormone, organische Schadstoffe wie die Nonylphenole und viele andere mehr gibt, die bei Überlegungen, bestimmte abfallbürtige Nährstoffe zu nutzen, mitberücksichtigt werden müssen.

Für die vorliegende Studie wird Zink als Indikatorschadstoff ausgewählt, da für Zink mit der Studie „Stoffbuchhaltung Österreich“ [Daxbeck et al., 1998] eine gute Datenbasis für das definierte System Österreich vorliegt.

Zink ist ein essentielles Spurenelement mit einer Jahresweltproduktion im Jahr 2001 von 9,2 Mio. t [Wettig, E, 2001]. Der technisch und ökonomisch abbauwürdige Zinkvorrat wird auf 150 Mio. t geschätzt. Vorhandene, derzeit nicht gewinnbare Zinkvorräte werden auf 2000 Mio. t geschätzt [Coutalides, 2002]. Der Zinkkonsum in Europa wird mit 3,6-3,8 kg/E angegeben [ILZ, 2002]. Das Zinklager in der Anthroposphäre liegt wesentlich höher. Für Stockholm wurde es auf 39 kg/E berechnet [Sörme et al., 2001], Angaben für das Lager in Wien liegen zwischen 3 und 100 kg/E [Obnosterer et al., 1998, Daxbeck et al., 1996, Mösslinger, 1998].

Anwendungsgebiete von Zink sind der Korrosionsschutz für Eisen- und Stahlprodukte (47% des weltweiten Verbrauchs [ILZ, 2002]), Legierungen, z.B. Messing, Bronze oder Guss (19% des Weltweiten Verbrauchs [ILZ, 2002] und als Zinkzusatz z.B. in Autoreifen und anderen

Gummierzeugnissen, Pestizide, Düngemittel und Futtermittel. Die Umweltbeeinträchtigungen von Zink liegen in seinem dissipativen Verhalten. Durch Zinkkorrosionen finden ungezielt Einträge in die Umwelt statt, die letztendlich zu einem unkontrollierbaren Lagerzuwachs im Boden und den Gewässersedimenten führen. Bekannte Eintragspfade in die Umwelt sind Deposition, Wirtschaftsdünger, Abwasser, Klärschlamm, Kompost [Reiner et al, 1998].

5.3 Datenerhebung und -aufbereitung

5.3.1 Datenquellen

Für die Bilanzierung der Güter stehen folgende Datenquellen zur Verfügung:

Statistische Erhebungen

Statistisches Jahrbuch 2003 [Statistik Austria, 2003]: Das Statistische Jahrbuch Österreichs enthält als umfassendes Nachschlagewerk der amtlichen Statistik grundlegende nationale Informationen über die demographischen, sozialen und wirtschaftlichen Strukturen und Entwicklungen Österreichs. Der angeschlossene internationale Teil ermöglicht auf vielen Gebieten Vergleiche mit europäischen und außereuropäischen Staaten. Die tabellarischen Darstellungen werden in vielen Fällen durch Grafiken ergänzt, die einen raschen und anschaulichen Überblick über Verteilungen und Tendenzen erlauben.

Statistik der Landwirtschaft [Statistik Austria, 2002]: Die Landwirtschaftsstatistik informiert über Produktionsmengen von pflanzlichen (Wein, Obst, Feldfrüchte) und tierischen (Fleisch, Milch) Produkten, über Anbauflächen und Kulturverteilungen. Versorgungsbilanzen spiegeln den Weg von landwirtschaftlichen Produkten zur Nahrungsmittelbereitstellung wider. Die Mengeneinheit ist Tonnen oder Stück.

Konjunkturerhebung im produzierenden Bereich [Statistik Austria, 2001]: präsentiert die Jahresergebnisse der nationalen Güterproduktion der Abschnitte D – Sachgütererzeugung, E – Energie- und Wasserversorgung und F- Bauwesen. Meldepflichtig sind Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten, bzw. Unternehmen mit mehr als 10 Beschäftigten, soweit deren Produktion zu mehr als 90% der Österreichischen Güterproduktion beitragen. Die Produktion ist wertmäßig und mengenmäßig ausgewiesen. Die Einheiten der Produktionsmengen sind variabel (Stück, Tonnen, Liter, m² etc.).

Der Außenhandel Österreichs [Statistik Austria, 2002/3] präsentiert die Gesamtergebnisse des Außenhandels. Die Mengen sind wert- und gewichtsmäßig angegeben. Die Mengeneinheiten sind in 100 kg, bei einigen Waren auch in handelsüblichen Einheiten, wie Paar, Stück, Liter, m³ etc. angegeben. Sie erlaubt keine Zuordnung der Waren zur ÖNACE Gliederung. Die Güterbezeichnungen sind jedoch die Zusammensetzung betreffend - viel aufschlussreicher als in der Produktionsstatistik. So sind beispielsweise Melamin- und Harnstoffharze oder Textilien aus Polyamid explizit angeführt.

Verbrauchsausgaben Hauptergebnisse der Konsumerhebung 1999/2000. [Statistik Austria, 2002/2]: Die Konsumerhebung informiert – in nunmehr 5-jährigen Abständen – über Verbrauchsausgaben, Einkommen und Ausstattung der privaten Haushalte. Die Konsumerhebung 1999/2000 wurde von November 1999 bis Oktober 2000 durchgeführt. Jeweils zwei Wochen haben die Haushalte ihre Verbrauchsausgaben in einem Haushaltsbuch aufgezeichnet und zusätzlich Fragen zu den einzelnen Personen, der Wohnung und der Ausstattung beantwortet. Die Mitwirkung bei der Erhebung war freiwillig.

Weitere Informationen und viele Spezialerhebungen sind über die Statistik Austria auffindbar (<http://www.statistik.at/index.shtml>).

Fachverbände

Von den Fachverbänden werden Branchenberichte veröffentlicht, die Produktionsmengen und Art der Produkte, eingesetzte Rohstoffe, Abfallaufkommen etc. enthalten können. Für die Beschreibung der Stickstoffwirtschaft wurden die Branchenberichte der Holzbe- und –verarbeitenden Industrie <http://www.fpp.at/d/partner.htm>, <http://www.holzindustrie.at/>, <http://www.ppv.at/> und der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, sowie von Betrieben der chemischen Industrie verwendet.

Durch persönliche Gespräche mit Beschäftigten der betreffenden Branchen (Produktmanagement, Qualitätskontrolle, Marketing) wird versucht Informationslücken oder Unstimmigkeiten in der Datenerhebung zu ergänzen.

BAWP

Im Bereich der Abfallwirtschaft gibt der Bundesabfallwirtschaftsplan mit den ergänzenden Materialienbänden, sowie die Länderberichte im Bereich Abfallwirtschaft Auskunft über Menge und Art der Abfälle.

Wissenschaftliche Studien, eigene Annahmen und Berechnungen ergänzen die Datenerhebung.

5.3.2 Abschätzung der Datenungenauigkeit

Die Auswahl der Methode zur Abschätzung der Datenungenauigkeit erfolgte in Kooperation mit dem Teilprojekt Güterhaushalt Österreich [Daxbeck et al., 2003].

Güterebene

Jede Angabe von quantitativer Information unterliegt einer Schwankungsbreite, die Auskunft über die Zuverlässigkeit der Zahl gibt. In der vorliegenden Studie beruhen die angegebenen Zahlen auf amtlichen Statistiken, auf persönlichen Mitteilungen oder auf eigenen Annahmen und Berechnungen. Alle drei Arten von Quellen bergen Unsicherheiten, die es anzuführen gilt, wobei die exakte Unsicherheit unbekannt ist.

Um diese dennoch anzugeben, wird eine subjektive Abschätzung der Genauigkeit vorgenommen. Es wird abgeschätzt, ob das mögliche Intervall in einem Rahmen von plus/minus 10, 33, 50, 200 oder 1000% [Hedbrandt, 2001] liegt. Daraus wird auf einen Level von 1 – bis 5 geschlossen, und aus diesem berechnet sich die angegebene Bandbreite.

Die Levels sind wie folgt definiert [Hedbrandt, 2001]:

Level	Größe
1	X * / 1,1
2	X * / 1,33
3	X * / 2
4	X * / 4
5	X * / 10

Level 1 wird meist für Daten aus Messungen oder aus amtlichen Statistiken, die gut mit anderen Angaben übereinstimmen, verwendet.

Level 2 wird meist für Abschätzungen von ExpertInnen benutzt.

Level 3 wird meist für eigene Annahmen verwendet, für die weder amtliche Statistiken noch Expertenauskünfte zur Verfügung standen.

Stoffebene

Für die Stoffkonzentrationen von Gütern werden Bandbreiten angegeben. Die Stickstoffflüsse werden in der vorliegenden Arbeit berechnet, indem der erhobene Wert der Gütermenge mit den Bandbreiten der Konzentrationen multipliziert wird. Von der Multiplikation der Konzentrationen mit den sich aus den Unsicherheitsabschätzungen errechneten Bandbreiten der Gütermengen wird abgesehen, da sich bei den Stofffrachten so weite Bandbreiten ergeben würden, sodass deren Realitätsnähe nicht mehr abschätzbar ist.

Die Spalten in den Stoffbilanztabellen bedeuten:

„erhobener Wert“: Die Zahl, die aus der Datenquellen erhoben wurde.

„Bandbreite Güter“: Der Bereich, der sich aus der subjektiven Zuteilung des Unsicherheitslevel ergeben würde. Die Bandbreite soll zeigen in welchem Bereich die Menge schwanken könnte.

„Stofffrachten“: Die Verknüpfung des Wertes aus der Zelle erhobener Wert mit Bandbreiten von Stoffkonzentrationen aus der Literatur

„Unsicherheit“: das abgeschätzte Level der Datenunsicherheit auf Güter- und Stoffkonzentrationsebene

Tabelle 5-1: Vorlage der Prozess- und Bilanztabellen (Bilanztabellen/Vorlage)

PROZESS									
		Güter [t/a]			Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
Input	Her- kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level
Output	Her- kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel						
Lager	Her- kunft	LAGER	Ziel						

5.4 Auswahl der Güter und Prozesse - Provisorische Bilanz

Die Aufgaben von Güter- und Stoffbilanzen bestehen darin, komplexe Zusammenhänge in ein überschaubares System zu übertragen und die Flüsse und Lager des Systems so genau wie nötig abzuschätzen. Ein Schritt der Methodik der Stoffflussanalyse ist die Erstellung einer provisorischen Bilanz. Sie muss einen groben Überblick über ein die Güter-, Prozesse und Datenlage betreffend unbekanntes System verschaffen, der so „genau“ sein muss, dass die für eine Steuerung wichtigen Flüsse und Lager identifiziert werden können.

Das System wird in Abstimmung mit den parallel laufenden ABASG 2 Projekten [Daxbeck et al., 2003] in sieben Subsysteme eingeteilt, die die Produktion, den Konsum und den Verbleib der Güter beschreiben. Die ersten drei Subsysteme spiegeln die Volkswirtschaft mit der Primärproduktion, Industrie und Gewerbe und dem Dienstleistungsbereich wider. Das vierte Subsystem beschreibt den Güter- und Stoffumsatz im privaten Haushalt. Das fünfte Subsystem, die Abfallwirtschaft und die Abwasserwirtschaft, ist zwar dem Dienstleistungssektor zuzuordnen, wird aber der Aufgabenstellung gemäß als eigenes Subsystem beschrieben. Die Wechselwirkungen zwischen Anthroposphäre und Umwelt werden in den Subsystemen Pedosphäre und Hydrosphäre beschrieben.

Es wird versucht bestehende Nomenklaturen der Wirtschaft, der Abfallwirtschaft und der Ökologie, auf denen die offiziellen Datenerhebungen basieren, in die Stoffflusssystematik zu integrieren. Daher orientiert sich die Definition der Güter und Prozesse in erster Linie an zwei Instrumenten, die die Datenerfassung der Wirtschaft mittels ÖNACE –Codierung und die Datenerfassung in der Abfallwirtschaft mittels Bundesabfallwirtschaftsplan regeln.

Die ÖNACE kann als Branchengliederung bezeichnet werden. ÖNACE (1995) ist die in der Wirtschaftsstatistik anzuwendende österreichische Version der europäischen Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten (NACE Rev. 1), die gemäß Europäischer Ratsverordnung (VO (EWG) Nr. 3037/ 90) für alle Mitgliedstaaten verbindlich anzuwenden ist ("NACE" steht für Nomenclature générale des activités économiques dans les communautés européennes).

Sie umfasst alle Wirtschaftstätigkeiten und hat insgesamt 6 Gliederungsebenen:

Tabelle 5-2: Gliederungsebenen der Wirtschaftstätigkeiten nach ÖNACE

▶ 17 <u>ÖNACE-Abschnitte</u> (A - Q)
▶ 31 <u>ÖNACE-Unterabschnitte</u> (AA – QA)
▶ 60 <u>ÖNACE-Abteilungen</u> (01 – 99)
▶ 222 <u>ÖNACE-Gruppen</u> (01.1 – 99.0)
▶ 503 <u>ÖNACE-Klassen</u> (01.11 – 99.00)
▶ 718 <u>ÖNACE-Unterklassen</u> (01.11-00 – 99.00-00)

Tabelle 5-3: Abschnitte der Primärproduktion

Abschnitt	Wirtschaftstätigkeit
A	Land- und Forstwirtschaft
B	Fischerei und Fischzucht
C	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden

Die Abschnitte A, B und C beschreiben die Bereiche der Primärproduktion. Die Abschnitte A und B beinhalten die Produktion von land- und forstwirtschaftlichen Gütern, die durch ihre Zusammensetzung für die Stickstoffwirtschaft relevant sein können. Auch in bestehenden Stoffhaushaltsuntersuchungen für Stickstoff [Fleckseder et al., 1990, BUWAL, 1993, Kaas, 1994, Kroiss et al., 1998] wurden diese Bereiche untersucht. Die Fischerei und Fischzucht, Abteilung B wird aufgrund der geringen Güterflüsse nicht betrachtet.

Der Abschnitt C beschreibt die Gewinnung von Steinen und Erden sowie den Bergbau. Mineralien haben einen sehr geringen Stickstoffgehalt. Der durchschnittliche Stickstoffgehalt der Erdkruste liegt bei 20 mg/kg [Brunner & Stämpfli, 1991]. Bei der Gewinnung der Steine und Erden fällt Bodenaushub- und Bodenabraummaterial an. Der Stickstoffgehalt darin ist - bedingt durch das Vorhandensein organischen Materials - wesentlich höher. In der provisorischen Bilanz wird die Relevanz dieses Bereiches auf Basis von Daten des ABASG-II Parallelprojektes „Güter“ [Daxbeck et al., 2003] abgeschätzt.

Tabelle 5-4: Unterabschnitte der Sachgüterproduktion – Abschnitt D

Abschnitt	Wirtschaftstätigkeit
D	Sachgütererzeugung
Unterabschnitt	
DA	Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln und Getränken; Tabakverarbeitung
DB	Herstellung von Textilien, Textilwaren und Bekleidung
DC	Ledererzeugung und -verarbeitung, Herstellung von Schuhen
DD	Be- und Verarbeitung von Holz (ohne Herstellung von Möbeln)
DE	Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe, Verlagswesen, Druckerei und Vervielfältigung
DF	Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen
DG	Herstellung von Chemikalien und chemischen Erzeugnissen
DH	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
DN	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen; Rückgewinnung (Recycling)

Abschnitt D enthält die Sachgüterproduktion. Die Unterabschnitte DA-DH und DN (siehe Tabelle 5-4) werden auf ihre Relevanz hinsichtlich einer Stickstoffbilanz untersucht. Zumindest Teile ihrer Güterumsätze enthalten Stickstoff

Tabelle 5-5: Unterabschnitte der Sachgüterproduktion D, die nicht berücksichtigt werden

Unterabschnitt	Wirtschaftstätigkeit
DI	Herstellung und Bearbeitung von Glas, Herstellung von Waren aus Steinen und Erden
DJ	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen
DK	Maschinenbau
DL	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen; Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik
DM	Fahrzeugbau

Die Unterabschnitte DI-DM werden von einer Betrachtung ausgeschlossen, da sie einerseits aufgrund ihrer Ausgangsmaterialien für die Stickstoffbilanz als irrelevant bewertet werden und andererseits Stickstoffhaltige Komponenten enthalten können, z.B. Aminoplasten als Gehäuse im Maschinenbau, die –soweit möglich- bei der Produktion der Einzelkomponenten berücksichtigt werden. In Tabelle 5-6 sind die Konzentrationen einiger Güter dieser Branchen aufgelistet.

Tabelle 5-6: Stickstoffkonzentrationen von ausgewählten Gütern der ÖNACE Unterabteilungen DI-DM

Güter	N-Konzentrationen [ppm]		Quelle
	von	bis	
Glas	0	0	Kaas, 1994
mineralische Bestandteile	0	1.000	Daxbeck et al., 1996
Sand	0	20	Glenck et al., 1996
Beton	0	20	Daxbeck et al., 1996
Eisenmetalle	0	0	Kaas, 1994
Nichteisenmetalle	0	0	Kaas, 1994

Abschnitt	Wirtschaftstätigkeit
E	Energie- und Wasserversorgung
F	Bauwesen
H	Beherbergungs- und Gaststättenwesen

Die Abschnitte E-O sind systematisch dem Subsystem Dienstleistungen zuzuordnen. Stickstoffrelevante Güterflüsse könnten im Bereich der Energie- und Wasserversorgung (E), hier die Energieträger, dem Beherbergungs- und Gaststättenwesen (H) – biogene Abfälle - und eventuell im Abschnitt Bauwesen (F) – durch hohe Güterflüsse bedingt größere Mengen an Stickstoff- zu finden sein. Diese Abschnitte werden in der provisorischen Bilanz auf ihre Stickstoffrelevanz überprüft.

Tabelle 5-7: Abschnitte, die den Bereich Abwasser- und Abfallwirtschaft umfassen

Abschnitt	Wirtschaftstätigkeit
O	Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen
Abt.	
90	Abwasser- und Abfallbeseitigung und sonstige Entsorgung

Im Abschnitt O befindet sich die Abteilung 90 - Abwasser- und Abfallbeseitigung und sonstige Entsorgung. Aufgrund der Fragestellung – welchen Beitrag leistet die Abfallwirtschaft an der gesamten Stickstoffwirtschaft Österreichs – wird sie als eigenes Subsystem behandelt. Zur Beschreibung der Abfallwirtschaft existiert ein eigenes Instrument - der Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP). Er wird zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze des AWG vom Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft erlassen und veröffentlicht.

Tabelle 5-8: Abschnitte, die nicht auf Prozessebene beschrieben werden

Abschnitt	Wirtschaftstätigkeit
G	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern
I	Verkehr und Nachrichtenübermittlung
J	Kredit- und Versicherungswesen
K	Realitätenwesen, Vermietung beweglicher Sachen, Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistungen
L	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
M	Unterrichtswesen
N	Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen
Q	Exterritoriale Organisationen und Körperschaften

Für die Abschnitte G-N und Q wird eine provisorische Bilanzierung auf Abschnittsebene nicht erwogen. Werden in der provisorischen Bilanz Güter erhoben, die in diesen Bereich fallen, so werden sie im System in einem Prozess „sonstige Dienstleistungen“ besprochen und ausgewertet.

Der Abschnitt P beschreibt den Privaten Haushalt. Er wird als Subsystem geführt und listet den Güter- und Stoffumsatz der in Österreich lebenden Menschen im eigenen Haushalt auf.

Tabelle 5-9: Abschnitt, der die Privaten Haushalte umfasst

Abschnitt	Wirtschaftstätigkeit
P	Private Haushalte

Aus den Aufzeichnungen der beiden Instrumente ÖNACE und BAWP werden die Güter und Prozesse, die zur Beschreibung der Stickstoffwirtschaft Österreich von Interesse sind ausgewählt.

Im Gesamtsystem wird der Stellenwert der einzelnen Wirtschaftsbereiche zueinander ersichtlich. Die darunter liegenden Subsysteme beschreiben das System in jenem Detaillierungsgrad, der für eine Steuerung der Stickstoffflüsse im System notwendig wird.

Die natürlichen Prozesse Atmosphäre und Lithosphäre liegen außerhalb der Systemgrenzen. Nährstoffrelevanten Flüsse zu und von der Atmosphäre werden auf Stoffebene als Import- oder Exportflüsse berücksichtigt. Ein Beispiel dafür sind Depositionen, die in das System importiert werden.

Für die Erstellung der provisorischen Bilanz wird folgendermaßen vorgegangen:

1. Qualitative Identifikation von Gütern, die Stickstoff enthalten
2. Abschätzen der im ersten Schritt identifizierten Gütermengen
3. Verknüpfen der Gütermengen mit Stickstoffkonzentrationen
4. Auswahl der stickstoffrelevanten Güter und Prozesse für das System

5.4.1 Qualitative Identifikation von stickstoffhaltigen Güter

Stickstoff ist ein essentieller Nährstoff für Pflanzen und Tiere. Dementsprechend findet sich in allen Gütern pflanzlichen und tierischen Ursprungs Stickstoff. Dazu gehören pflanzliche und tierische Produkte aus der Landwirtschaft und Forstwirtschaft und Erzeugnisse daraus wie Papier, Nahrungsmittel, Holzprodukte etc sowie bei der Produktion und dem Konsum anfallende biogene Abfälle und Koppelprodukte (Nebenprodukte, die bei der Produktion eines Gutes unvermeidbar anfallen).

Stickstoff wird aber auch in der chemischen Industrie aus Luftstickstoff synthetisiert und in vielen Produkten, einerseits in der Funktion als Nährstoff zur Herstellung von mineralischen Düngemitteln, andererseits aber in anderen Funktionen, z.B. zur Herstellung von Kunstharzen (z.B. „Melaminharze“) oder Textilien (z.B. „Polyamid“), verwendet.

In der nachfolgenden Liste sind verschiedenste Stickstoffhaltige Güter den Wirtschaftstätigkeiten zugeordnet. Daraus ist ersichtlich, dass sehr viele Branchen mit Stickstoffhaltigen Gütern arbeiten.

Tabelle 5-10: Stickstoffhaltige Güter bezogen auf die Abteilungen der ÖNACE-Klassifizierung

ÖNACE- Ab- schnitt	ÖNACE- Abt.	Wirtschaftstätigkeit	Stickstoffhaltige Güter
A	1	Landwirtschaft, Jagd	pflanzl. und tierische Produkte, Futtermittel, Ernterückstände, Wirtschaftsdünger, Mineraldünger, Abgasung, Auswaschung, Erosion, Deposition
A	2	Forstwirtschaft	Holz, Deposition, Rückstände aus der Forstwirtschaft
B	5	Fischerei und Fischzucht	tierische Produkte
D	15	Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln und Getränken	pflanzliche und tierische Nahrungsmittel, Futtermittel, biogene Abfälle, Sautrank, Häute, Felle, Tierkörper
D	16	Tabakverarbeitung	Tabakerzeugnisse
D	17	Herstellung von Textilien und Textilwaren (ohne Bekleidung)	Garne und Gewebe aus Nylon-, oder Polyamid- oder Polyurethan- Polyakrylnitrilspinnfasern
D	18	Herstellung von Bekleidung	Bekleidung aus Nylon-, -Polyamid- Polyurethan- oder Polyakrylnitrilgewebe, Wolle, Baumwolle, Leder
D	19	Ledererzeugung und -verarbeitung	Produkte aus Leder
D	20	Be- und Verarbeitung von Holz (ohne Herstellung von Möbeln)	Holzplatten, -leisten etc., Spanplatten, Sägespäne, Rinde
D	21	Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe	Papiere, Pappe, Zellstoff, Holzstoff
D	22	Verlagswesen, Druckerei, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	Bücher, Kataloge etc.
D	24	Herstellung von Chemikalien und chemischen Erzeugnissen	Stickstoff, N-hältige Produkte wie Polyurethane, Harnstoff und -harze, Melamin und -harze, Aminoharzpressstoffe
D	25	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	Polyamide, Aminoplasten, Polyurethane, BUNA NB (Synthesekautschuk)
D	27	Metallerzeugung und -bearbeitung	Melaminharze auf industriell lackierten Metalloberflächen, z.B. für Autokarosserien
D	28	Herstellung von Metallerzeugnissen	Melaminharze auf industriell lackierten Metalloberflächen, z.B. für Autokarosserien
D	30	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	Aminoplasten als Gehäuse für Elektroartikel
D	31	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	Aminoplasten als Gehäuse für Elektroartikel
D	35	Sonstiger Fahrzeugbau	Melaminharze auf industriell lackierten Metalloberflächen, z.B. für Autokarosserien

ÖNACE- Ab- schnitt	ÖNACE- Abt.	Wirtschaftstätigkeit	Stickstoffhaltige Güter
D	36	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen	Aminoplasten, Polyurethane und Polyamide für Gebrauchsgegenstände
E	40	Energieversorgung	Energieträger, Emissionen
G	51	Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	Nahrungsmittel, biogene Abfälle
G	52	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und ohne Tankstellen); Reparatur von Gebrauchsgütern	Nahrungsmittel, biogene Abfälle
H	55	Beherbergungs- und Gaststättenwesen	Nahrungsmittel, biogene Abfälle, Saurtrank, Abwasser
I	60	Landverkehr; Transport in Rohrfernleitungen	Energieträger, Emissionen
I	61	Schifffahrt	Energieträger, Emissionen
I	62	Flugverkehr	Energieträger, Emissionen
O	90	Abwasser- und Abfallbeseitigung und sonstige Entsorgung	Abfälle, Abwasser
P	95	Private Haushalte	Nahrungsmittel, Melaminböden, Spanplatten, Bekleidung, Holz- und Papierprodukte, Gebrauchsgegenstände aus Stickstoffhaltigen Kunststoffen, Düngemittel, Energieträger

Für eine Abschätzung der wichtigen Stickstoffflüsse, die aufgrund ihrer Stickstofffrachten detailliert behandelt werden müssen, werden Gütergruppen gebildet, die für eine erste Abschätzung nicht den Prozessen zugeordnet werden.

Folgende Gütergruppen werden in der provisorischen Bilanz auf ihre Relevanz für das System Stickstoffwirtschaft untersucht:

1. Nahrungs- und Futtermittel
2. Düngemittel
3. Energieträger und daraus resultierende Emissionen
4. Baumaterialien und Bodenaushub
5. Produkte der chemischen Industrie
6. Kunststoffe
7. Textilien
8. Holz
9. Papier und Pappe
10. stickstoffhaltige Abfälle

5.4.2 Quantitative Abschätzung der Güter

5.4.2.1 Nahrungsmittel- und Futtermittel

Die Statistik der Landwirtschaft informiert über den Anbau und die Ernte von Feldfrüchten, den Obst- und Weinbau, den Viehbestand sowie über die Fleisch- und Milchproduktion, ergänzt durch Daten über das Jagdwesen. Darüber hinaus ermöglichen Versorgungsbilanzen die Gegenüberstellung von Aufkommen und Verwendung eines Erzeugnisses oder einer Erzeugnisgruppe unter Einbeziehung seiner Verarbeitungsprodukte [Statistik Austria, 2002]. Im Grünen Bericht [BMLFUW, 2002] sind darüber hinaus Angaben zum Verbrauch von Futtermitteln enthalten.

Die Mengen der industriellen Nahrungsmittelproduktion werden in der Konjunkturerhebung [Statistik Austria, 2001] aufgezeichnet.

Die Menge von Nahrungsmitteln, die zum Konsum zur Verfügung gestellt werden und die Menge, die tatsächlich konsumiert wird, wird in der Versorgungsbilanz [Statistik Austria, 2002] erhoben. Die Konsumerhebung [Statistik Austria, 2002/2] beschreibt den Konsum von Nahrungsmitteln im Privaten Haushalt.

Zahlen zu Importen und Exporten von landwirtschaftlichen Produkten, Nahrungs- und Futtermitteln werden dem Außenhandel Österreichs [Statistik Austria 2002/3] entnommen. Die Berechnung der Stickstoffflüsse erfolgt durch Verknüpfung mit Stoffkonzentrationen, die im Anhang Landwirtschaft, angeführt sind. Die Literaturquellen zu den Stoffkonzentrationen befinden sich auch dort.

Die Unsicherheit der Daten aus der Versorgungsbilanz werden im Unsicherheitslevel 1 und 2 angesiedelt. Import und Exportdaten liegen entgegen der vorne beschriebenen Methode im Unsicherheitsbereich 2, da ein Vergleich der Versorgungsbilanz mit der Außenhandelsstatistik zum Teil erhebliche Differenzen aufweist. Produktionsdaten werden ebenfalls dem Level 2 zugeordnet, da durch Geheimhaltungsverpflichtungen die Datenlage nicht vollständig ist.

Tabelle 5-11: Import, Export, Produktion und Verwendung von pflanzlichen und tierischen Produkten in Österreich 2001 und damit verbundene Stickstofffrachten (Prov. Bilanz/Nahrungsmittel)

	A	B	C	D	E	F
3		Gütermenge [t]	N [t]		Unsicherheit	Quellen
4		erhoben	von	bis	Level	
5	Inländische landwirtschaftliche Produktion	23.000.000	170.000	285.000	1	Versorgungsbilanz, Erntestatistik [Statistik Austria 2002]
6	Importe Nahrungsmittel	3.200.000	28.000	37.000	2	Versorgungsbilanz [Statistik Austria 2002], Außenhandelsbilanz [Statistik Austria 2002/3]
7	Produktion der Nahrungsmittelindustrie (15.1-15.8 ohne 15.7)	3.800.000	33.000	42.000	2	Konjunkturerhebung [Statistik Austria 2002a]
8	Verwendung landwirtschaftlicher Produkte als Futtermittel	14.000.000	87.000	179.000	2	Versorgungsbilanz [Statistik Austria 2002], grüner Bericht [BMLFUW, 2002]
9	Verwendung für industrielle Verarbeitung (außer Nahrungsmittel)	1.400.000	14.000	36.000	2	Versorgungsbilanz [Statistik Austria 2002]
10	Verwendung für Nahrungsmittel	7.000.000	78.000	86.000	1	Versorgungsbilanz [Statistik Austria 2002]
11	Nahrungsmittelkonsum, gesamt	4.000.000	33.000	42.000	1	Versorgungsbilanz [Statistik Austria 2002]
12	Export von Nahrungsmitteln	3.000.000	27.000	35.000	2	Versorgungsbilanz [Statistik Austria 2002], Außenhandelsbilanz [Statistik Austria 2002/3]

5.4.2.2 Düngemittel

Da Stickstoff ein essentieller Pflanzennährstoff ist, müssen die Stickstoffentzüge durch die Ernteprodukte dem Boden wieder nachgeliefert werden. Dies geschieht mittels Wirtschaftsdünger (im Biolandbau) resp. mit Wirtschaftsdünger und Mineraldünger in der konventionellen Landwirtschaft. Das Datenmaterial über den Mineraldüngereinsatz stammt aus dem Grünen Bericht [BMLFUW, 2002]. Import- und Exportdaten sind Auswertungen der Außenhandelsbilanz [Statistik Austria, 2002/3]. Die Angaben beziehen sich zum Teil direkt auf den Stickstoffgehalt, z. T. müssen Abschätzungen der Stickstoffkonzentration aus dem Handelsnamen getroffen werden, was zu Defiziten bei der Berechnung auf Güterebene führt. Der geringe Export ist wahrscheinlich auf eine Untererhebung aufgrund der Geheimhaltung zurückzuführen. Dies wird deshalb angenommen, weil die Summe die Stickstofffrachten aus inländischer Produktion und Import von Düngemitteln wesentlich höher als der Düngeaufwand [BMLFUW, 2002] ist. Die inländische Produktion bezieht sich auf Angaben des führenden Düngemittelherstellers in Österreich [Bultidis, 2003].

Tabelle 5-12: Produktion und Außenhandel von Handelsdüngern (Prov. Bilanz/HD)

	A	B	C	D
2	Handelsdünger	N [t/a]		Quelle
3		von	bis	
4	Import	95.958	117.084	Statistik Austria, 2003
5	Inländische Produktion	237.368	237.368	Bultidis, 2003
6	Einsatz in der inländischen LW	129.100	129.100	Grüner Bericht [BMLFUW, 2002]
7	Export	1.894	9.934	Statistik Austria, 2003

Der Wirtschaftsdüngeranfall wird über den Tierbestand mittels Faktoren [Reiner et al., 1996] berechnet. Bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger und in geringerem Ausmaß auch von Mineraldüngern entstehen Stickstoff-Verluste, die zwischen 5-20% betragen.

Tabelle 5-13: Mengen an in Österreich 2001 verwendeten Wirtschafts- und Handelsdüngern sowie darin enthaltene Stickstofffrachten (Prov. Bilanz/WD u. HD)

	A	B	C	D	E	F	G	H
26	Düngemittelanfall und -einsatz	Güter [t/a]		N [t/a]		Unsicherheit Level	Quelle	
27		GVE	von	bis	von			bis
28	Wirtschaftsdüngeranfall							
29	Rinder	1.524.511	17.243.397	25.980.180	103.667	125.010	1	eigene Berechnung nach Reiner et al., 1996
30	Geflügel	51.619	1.675.920	1.696.411	10.085	10.085	1	eigene Berechnung nach Reiner et al., 1996
31	Schweine	364.074	2.146.380	3.892.764	36.043	37.500	1	eigene Berechnung nach Reiner et al., 1996
32	Schafe und Ziegen	37.992	797.830	797.830	1.824	1.824	1	eigene Berechnung nach Reiner et al., 1996
33	Summe Wirtschaftsdünger	1.978.196	21.863.527	32.367.185	151.619	174.419		
34	Ammoniakverluste WD				54.561	54.561		
35	Mineraldünger		n.b.	n.b.	129.100	129.100	1	Grüner Bericht 2001 [BMLFUW, 2002]
36	Summe Düngemittel				335.280	358.080		

5.4.2.3 Energieträger und daraus resultierende Emissionen

Stickstoff kommt in geringen Mengen auch in Energieträgern vor. Bei den Verbrennungsprozessen wird Stickstoff aus den Energieträgern in Abhängigkeit der Prozesstechnik in verschiedenen chemischen Verbindungen in die Luft emittiert. An den Verbrennungsprozessen sind auch große Mengen Luftstickstoff beteiligt. Da der Luftstickstoff nur zu geringsten Teilen umgesetzt wird, bleibt dieser Fluss unberücksichtigt, es wird nur der Brennstoffbürtige Stickstoffanteil der Emissionen berechnet.

Tabelle 5-14: Stickstoffkonzentration in Energieträgern [verschied. Autoren in Kroiss et al., 1998]

Energieträger	N-Gehalte	
	von %	bis %
Steinkohle	1,2	1,4
Braunkohle	0,3	0,3
Koks	1,0	1,0
Erdöl	0,2	0,5
sonst. Raffinerieeinsatz	0,2	0,5
Benzin	0,5	0,5
Petroleum	0,5	0,5
Diesel	0,5	0,5
Gasöl für Heizzwecke	0,2	0,2
Heizöl	0,2	0,5
Flüssiggas	1,5	1,5
sonst. Produkte der Erdölverarbeitung	0,2	0,4
Naturgas	1,5	1,5
brennbare Abfälle	0,1	0,2
Brennholz	0,1	0,1
biogene Brenn- und Treibstoffe	0,1	1,0

Quelle:

N-Gehalte in Energieträgern: verschiedene Autoren in Kroiss et al., 1998

Grundsätzlich kann unterschieden werden zwischen Emissionen, die im Verkehr entstehen und Emissionen, die bei Verbrennungsprozessen zur sonstigen Energiebereitstellung (z.B. Energiebereitstellung für Raumwärme, industrielle Verbrennungsprozesse etc.) entstehen.

Die Abschätzung der Emissionen erfolgt auf Basis der Erfassung der Mengen an Energieträgern, die im betrachteten Zeitraum verwendet wurden, wie sie im Statistischen Jahrbuch Österreichs [Statistik Austria, 2003] publiziert werden, und der Verknüpfung dieser Mengen mit spezifischen Stickstoffgehalten.

Tabelle 5-15: Energieträgerverbrauch in Österreich 2001 und damit verbundene Stickstofffrachten (Prov. Bilanz/Energieträger)

	A	B	C	D
24	Energieträger	Brutto- Inlandsverbrauch	tN	
25		t/a	von	bis
26	Steinkohle	3.581.900	37.073	55.161
27	Braunkohle	846.800	1.905	2.329
28	Koks	1.067.033	9.603	11.737
29	Erdöl	8.958.762	16.126	49.273
30	sonst. Raffinerieeinsatz	612.786	1.103	3.370
31	Benzin	77.711	350	427
32	Petroleum	36.357	164	200
33	Diesel	2.264.684	10.191	12.456
34	Gasöl für Heizzwecke	674.548	1.214	1.484
35	Heizöl	296.143	533	1.629
36	Flüssiggas	146.111	1.973	2.411
37	sonst. Produkte der Erdölverarbeitung	140.690	253	619
38	Naturgas	6.532.933	88.195	107.793
39	brennbare Abfälle	1.346.300	1.212	2.962
40	Brennholz	4.479.600	2.822	4.928
41	biogene Brenn- und Treibstoffe	1.318.500	1.187	14.504
42	Summe	32.380.859	173.902	271.283

Das Unsicherheitslevel wird mit 1 bewertet, da die Datenquelle statistisches Zahlenmaterial ist.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden mit Stickstoffemissionen (Stickoxid- und Ammoniakemissionen), die von der Umweltbundesamt GmbH in den Österreichischen Umweltkontrollberichten publiziert werden, verglichen. Die aktuellsten Daten liegen für das Jahr 2001 vor. Die Emissionen werden von der UBA-GmbH den Bereichen Industrie, Verkehr, Kleinabnehmer und Landwirtschaft zugeordnet. Rund 60 % der emittierten Stickstoffmengen stammen aus dem Verkehr, ca. 20 % aus der Industrie, je rund 10 % von den Kleinabnehmern und der Landwirtschaft.

Tabelle 5-16: Stickstoffemissionen aus Energieträgern [UBA, 2001] (prov. Bilanz/Energieträger)

	A	B	C	D
47	Herkunft	t NOx-N	t NH3-N	t N
48	Verkehr	31.747	1.754	33.501
49	LKW > 3,5 t und Busse	15.093	0	15.093
50	PKW	8.327	0	8.327
51	Industrie	10.409	824	11.232
52	Kleinverbraucher	5.204	824	6.028
53	Summe Energieträger	52.043	3.401	55.445

Wenn man berücksichtigt, dass Teile der Brennstoffbürtigen Stickstoffemissionen als N₂ emittieren, wie z.B. Stickstoff aus Erdgas oder aus Entstickungsanlagen in Kraftwerken [Kroiss et al., 1998], so zeigt sich eine relativ gute Übereinstimmung der Daten.

5.4.2.4 Baumaterialien, Abraum und Bodenaushub

Auf Güterebene gehören die Baumaterialien zu den massenmässig wichtigsten Gütern in Österreich [Payer et al., 1996]. Im Parallelprojekt Güterhaushalt Österreich wurden die Baumaterialien Österreichs bilanziert [Daxbeck et al., 2003]. Obwohl das Ausgangsmaterial der mineralischen Baumaterialien, Sande, Kiese und Steine nahezu keinen Stickstoff enthält, könnte aufgrund der großen Masseflüsse Relevanz für die Stickstoffbilanz gegeben sein. Die Konzentrationen in den mineralischen Materialien werden mit 15-25 ppm angenommen, das entspricht den Stickstoffkonzentrationen der Erdkruste [Brunner und Stämpfli, 1991]. Beim Abbau von Steinen und beim Bau von neuer Infrastruktur werden auch große Mengen an Bodenmaterial bewegt. Das Bodenmaterial besteht aus organischen und anorganischen Bestandteilen. Dementsprechend muss der darin enthaltene Stickstoffgehalt wesentlich höher sein. Für die Stickstoffkonzentrationen von Bodenaushub wurde eine Bandbreite von Stickstoffkonzentrationen verschiedener Böden [Batjes, 1996] verwendet (Tabelle 5-14). Der Abraum in Steinbrüchen und Kiesgruben besteht zu höheren Anteilen aus mineralischen Materialien. Die Stickstoffkonzentration wurde entsprechend niedriger angesetzt.

Tabelle 5-17: Stickstoffkonzentrationen verschiedener Böden, weltweit [Batjes, 1996] (Datentabelle 3/Baumaterialien)

	A	B	C	D	E
15	N-Gehalte [ppm] verschiedener Böden	0-30 cm	0-50 cm	0-100 cm	50-100 cm
16		(Dichte von 4500t/ha)	(Dichte von 7500t/ha)	(Dichte von 15000t/ha)	(Dichte von 7500t/ha)
17	Rendzinen	2.333,3			
18	Gleye	1.666,7	1.293,3	893,3	493,3
19	Schwarzerden	1.577,8	1.306,7	1.006,7	706,7
20	Ranker	4.844,4			
21	Regosole	1.000,0	760,0	466,7	173,3
22	Parabraunerden	1.000,0	840,0	686,7	533,3

Tabelle 5-18: Güter – und Stickstoffflüsse in Baumaterialien und Bodenaushub (Datentabelle 3/Baumaterialien)

	A	B	C	D	E	F
1	Güter	Menge/Jahr	N-Konzentrationen [ppm]		t N	
2		t	von	bis	von	bis
3	Sand, Kies und Natursteine, Abbau und Import	108.000.000	15	25	1.620	2.700
4	Abraum in Steinbrüchen und Kiesgruben	9.000.000	800	1300	7.200	11.700
5	Bodenaushub durch Bautätigkeiten, Verbringung auf Baustellen	18.000.000	800	1300	14.400	23.400
6	Bodenaushub durch Bautätigkeiten, Verbringung auf Bodenaushubdeponien	2.000.000	800	1300	1.600	2.600
7	Baumaterialien, die im Bauwesen eingesetzt werden	98.000.000	15	25	1.470	2.450
8	Baurestmassen, die im Bauwesen anfallen	6.400.000	800	1300	5.120	8.320
9	Export von Sand, Kies, Natursteinen und Baumaterialien	5.550.000	15	25	83	139

5.4.2.5 Produkte der Chemischen Industrie

Die Produktion und der Außenhandel der chemischen Industrie werden aus der Konjunkturerhebung [Statistik Austria, 2001] und der Außenhandelsbilanz [Statistik Austria 2002/3] erhoben.

Der größte Stofffluss verläuft über die Gewinnung von Stickstoff aus Luftstickstoff und Erdgas und konzentriert sich auf einen Betrieb. Stickstoff wird zu einer Vielzahl weiterer Produkte verarbeitet, die in den Gütergruppen Düngemitteln, Kunststoffe, Textilien und Produkten der Holzverarbeitenden Industrie angeführt werden. Die wichtigsten Stickstoffhaltigen Produkte der Österreichischen chemischen Industrie sind die Pflanzennährstoffe und Harnstoff [Bultidis, 2003]. Die Stickstoffkonzentrationen (Tabelle 5-16) werden über Summenformeln abgeschätzt.

Tabelle 5-19: Stickstoffkonzentrationen in Produkten der Chemischen Industrie (prov. Bilanz/chem. Industrie (2) [eigene Berechnungen]

	C	D
24	N-Konzentrationen [%]	
25	Ammoniak	82
26	Ammoniumcarbonate	15
27	Ammoniumchlorid	30
28	andere Nitrate	23
29	Kaliumnitrat	15
30	Nitrite	30
31	Salpetersäure	22
32	Stickstoffoxide	46
33	acycl. Amide	10
34	acyclische Amide, Amine und ihre Salze und D	10
35	andere Verbindungen mit Stickstofffunktionen	10
36	Methylphenyldiisocyanatae	5
37	Polyurethane in Primärform	10

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick der Auswertung der Außenhandelsbilanz und der Konjunkturerhebung nach eindeutig identifizierbaren Gütern der chemischen Industrie, die Stickstoff enthalten.

Tabelle 5-20: Handel und Produktion von Stickstoffhaltigen Erzeugnissen der chemischen Industrie (prov. Bilanz/chem. Industrie (2) [Statistik Austria, 2002/3, Statistik Austria 2001]

	A	B	C	D	E	F	G
1	Außenhandel 2001 der Chemischen Industrie			Import	Export	Import	Export
2	Kapitel	Güter		Gütermenge [t/a]			t/a
3	28	anorganische Erzeugnisse	Ammoniak, in wässriger Lösung	1.796	3.224	1.472	2.644
4			Ammoniak, wasserfrei	4.688		3.844	0
5			Ammoniumcarbonate	797	14	119	2
6			Ammoniumchlorid	7.145	9	2.144	3
7			andere Nitrate	1.467	267	337	61
8			Kaliumnitrat	444	152	67	23
9			Nitrite	140	103	42	31
10			Salpetersäure, Nitriersäure	3.244		714	0
11			Stickstoffoxide	182	2.107	84	969
12			Stickstoff	5.842	5.576	5.842	5.576
13		Summe		25.742	11.451	14.664	9.308
14	29	organisch chemische Erzeugnisse					
15			acycl. Amide	4.954	2.027	495	203
16			Amine und ihre Salze und Derivate	9.072		907	0
17			andere Verbindungen mit Stickstofffunktionen	268		27	0
18			Methylphenyldiisocyanatae	5.049		252	0
19		Summe		19.342	2.027	1.682	203
20	Produktionsergebnisse Chemische Erzeugnisse			Gütermenge [t/a]			t/a
21	ÖPRODCOM	241160	Stickstoff	458.304		458.304	
22		24165670	Polyurethane in Primärform	9116		912	
23		Summe		467.420		459.216	

Weitere Güter mit hohem Stickstoffgehalt sind als Auftaumittel thematisiert. Es werden Harnstoff (46 % Stickstoff) und Ammonsulfat (21 % Stickstoff) zur Enteisung eingesetzt. Im Jahr 1982 wurde für Wien die „Verordnung betreffend die Einschränkung der Verwendung von bestimmten Auftaumitteln zur Vermeidung beziehungsweise Bekämpfung von Eis- und Schneeglätte“ erlassen. Danach dürfen auf allen für den öffentlichen Fahrzeug- oder Fußgängerverkehr bestimmten Verkehrsflächen, ausgenommen Autobahnen, Brücken und Stiegenanlagen, keine Auftaumittel verwendet werden, die Natrium oder Halogenide (Cl) enthalten. Ausnahmen sind für steile Fußgängerflächen möglich. Es bleibt dem Bürgermeister vorbehalten, diese Verordnung bei besonders kritischen Witterungsbedingungen außer Kraft zu setzen [Wresowar M. und Sieghardt M., 2000]. Für Wien und Graz wird angegeben, dass Ammonsulfat und Harnstoff (Leca-Tau) seit einigen Jahren in „größeren“ Mengen im Privaten Haushalt verwendet wird. Die Aufwandsmengen werden von den Herstellern je nach Produkt mit 15-30 g/m² angegeben [Fa., Zimmer, Fa. Leca in Wresowar M. und Sieghardt M., 2000]. Gesamtmengen für Österreich sind nicht bekannt. Für die provisorische Bilanz wurden eine Hochrechnung von Wien auf Österreich vorgenommen. Von der MA 48 wurde 1988/89 ca. 8.000 t Ammonsulfat eingesetzt. Rechnet man diesen Wert auf Österreich hoch, so erhält man eine Menge von 43.000 t Auftaumittel, mit einer Stickstofffracht von rund 9.000 t N. Diese Abschätzung stellt sicherlich die Obergrenze dar, da die Dichte an eisfrei zu haltender Fläche in Städten größer ist, als es dem Österreichischen Durchschnitt entspricht und auch in Österreich nicht flächendeckend Stickstoffhaltige Auftaumittel eingesetzt werden. Bei der Wahl der Auftaumittel ist jedoch die Nährstofffracht als Kriterium mit zu berücksichtigen.

5.4.2.6 Kunststoffe

Kunststoffe sind Stoffe, die aus fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdgas und Erdöl hergestellt werden. Durch ihre hervorragenden Werkstoffeigenschaften wie z.B. ihr niedriges spezifisches Gewicht, guter Verschleißwiderstand, hohe mechanische Festigkeit, ausgezeichnete elektrische Eigenschaften, gute Chemikalienbeständigkeit und andere mehr, werden sie heute nahezu ubiquitär eingesetzt [Fehringer et al., 1997]. Einige Kunststoffe enthalten auch beträchtliche Konzentrationen an Stickstoff. Dies sind:

- Polyamide [Schröter et al., 1988]: sie enthalten im Makromolekül eine ständig wiederkehrende Säureamidgruppierung (-CO-NH-). Der Stickstoffgehalt liegt bei der Herstellung durch Polymerisation von Laktamen bei 12,4 %, bei der Herstellung durch Polykondensation von Diaminen und Dikarbonsäuren bei 12,2 %. Sie werden verwendet als Armaturen, Behälter, Wasserhähne, Haushaltsgegenstände etc.
- Polyamidfaserstoffe (12,2 % N) werden verwendet für Damenstrümpfe, Bekleidung, Fallschirme, Seile, chirurgische Nähfäden, Dekostoffe, Teppiche etc. Handelsnamen sind u.a. Perlon und Nylon.
- Aminoplaste: sie entstehen durch Polykondensation von Methanal mit Melamin bzw. Dizyandiamid bzw. Harnstoff. Zu ihnen gehören die Melaminharze, die Harnstoffharze und die Dizyandiamidharze (DD). Der Stickstoffgehalt von Melamin (67 %) Dizyandiamid und Harnstoff (jeweils 47 % Stickstoff) ist entscheidend für den hohen Stickstoffgehalt der Aminoplasten, der zwischen 40 und 60 % liegt. Ihr Einsatz reicht von der Verwendung als Massivwerkstoff (Pressmasse) für elektrische Artikel und Haushaltsgegenstände über Schichtpressstoffe, z.B. für Tischplatten und Deckfolien, z.B. für künstliches Möbelfurnier, bis zu Schaumstoffen zur Schall- und Wärmedämmung (Harnstoffharze). Weiters können sie als Lackharze zur Beschichtung von Span- und Faserplatten in der Möbelindustrie, als Spezialharze zum Veredeln von Papier, Textilien und Leder, als Lackharze für industriell lackierte Metalloberflächen wie z.B. für Autokarosserien, Kühlschränke oder

Waschmaschinen, als Betonverflüssiger zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit von Beton, als Holzklebstoff oder als Flammschutzmittel für bestimmte Kunststoffe verwendet werden.

- Polyurethane: sie enthalten im Makromolekül ständig wiederkehrende Urethangruppen (-NH-CO-O). Sie werden hergestellt durch Polyaddition von Isocyanaten und Alkoholen. Der Stickstoffgehalt variiert in Abhängigkeit der Wertigkeiten der beteiligten Gruppen. Er wird auf Basis eigener Berechnungen mit max. 10 % angenommen. Sie werden als Weich- und Hartschäume (auch für selbsttragende Bauelemente) verwendet. Weitere Anwendungsformen sind feste oder gummielastische Werkstoffe z.B. für Sitzmöbel, Gießharze, Lackharze, Chemiefaserstoffe, Klebharze.
- Polyurethanfaserstoffe sind die wichtigsten elastischen Faserstoffe, die für elastische Textilien aller Art verwendet werden. Bekannter sind sie unter den Handelsnamen Elasthan oder Lycra.
- Synthesekautschuk – Buna NB: sind Mischpolymerisate aus Butadien und 25-35 % Acrylnitril. Rechnerisch ergibt sich dadurch ein Stickstoffgehalt in der Höhe von ca. 6 %. Synthesekautschuk deckt ca. 2/3 des gesamten Kautschukbedarfs der Welt.
- Polyakrylnitrilfaserstoffe: sind kochfeste, wetter-, licht-, verrottungs- und lösungsmittelfeste, schwerentflammbare Faserstoffe mit gutem Wärmerückhaltevermögen und geringer Wasseraufnahme. Sie werden durch Polymerisation von Acrylnitril hergestellt. Acrylnitril entsteht durch Ammoxidation von Propen mit Ammoniak und hat einen Stickstoffgehalt von 21 %. Der Stickstoffgehalt von Polyakrylnitrilfaserstoffen beträgt rund 26 %. Sie werden nahezu ausschließlich als Faser allein oder gemischt für Bekleidung (Strickwaren) und Raumtextilien, Decken, Seile, Segeltuch und ähnliches verwendet. Bekannte Handelsnamen sind Dralon oder Orlon.

Die Datenerhebung im Bereich der Stickstoffhaltigen Kunststoffe gestaltet sich schwierig. Die Stickstoffhaltigen Kunststoffe Harnstoff-, Melamin-, Aminoharze, Polyurethane, Polyamide und BUNA werden in der Außenhandelsstatistik als solche erkennbar geführt. Nicht enthalten sind die Erzeugnisse von Betrieben, die unter die Geheimhaltungsklausel fallen. Ein weiterer Teil von Stickstoffhaltigen Kunststoffen befindet sich wahrscheinlich in der laut Statistik nicht näher definierten Position „sonstige synthetische Produkte“.

Produktionsseitig sind in der Konjunkturerhebung lediglich die Polyurethane unter den chemischen Erzeugnissen als Stickstoffhaltige Kunststoffe ausgewiesen.

Melamin und Harnstoff als Ausgangsmaterialien für Kunstharze werden in Österreich von der Agro Linz produziert [Silgoner, 2003]. Die Agro Linz ist in Europa der größte Hersteller von Melamin. Aus der betriebsinternen Synthese von rund 500.000 t Ammoniak aus Luftstickstoff [Butidis, 2003] werden 2001 neben Pflanzendüngern 420.000 t Harnstoff hergestellt. Davon werden 320.000 t betriebsintern zur Produktion von Melamin verwendet. 30.000 t Harnstoff werden in Österreich zur Harzproduktion an die Holzbe- und -verarbeitende Industrie verkauft, rund 60.000 t Harnstoff werden exportiert. 10.000 t Harnstoff werden als Düngemittel in Österreich verkauft. Die Mengen an produzierten Melamin betragen laut Geschäftsbericht rund 130.000 t [Agro Linz, 2003]. Davon werden 80.000 t in Österreich und der Rest im Schwesterunternehmen in Italien produziert. Innerhalb Österreich werden 30.000-40.000 t Melamin abgesetzt, ca. 30% davon stammen aus dem Import. Von den 30.000-40.000 t Melamin gehen zwischen 80 und 90% in die Produktion von Leim- und Deckharzen in der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie. Weitere Anwendungsgebiete für Melamin sind die Automobilindustrie, wo Melamin in geringsten Konzentrationen (1-2 %, [Schwesig, 2003]) der obersten Lackschicht zur Erhöhung der Kratzfestigkeit eingesetzt wird und die Baustoffindust-

rie, in der Melamin als Betonverflüssiger (in Österreich rund 30-40 t /a) eingesetzt wird [Silgoner, 2003].

Tabelle 5-21: Einsatz von Stickstoffhaltigen Harzen in der Holzverarbeitenden Industrie und damit verbundene Stickstofffrachten (prov. Bilanz/Harze)

	A	B	C	D	E
13	Harzverwendung in der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie				
14		erhoben	N-Konzentration	tN/a	Quelle
15		t/a	%		
16	aus der inländischen Produktion				
17	Melamin für Deck- und Leimharze	25.000	67	16.675	Silgoner, 2003
18	Harnstoff für Deck- und Leimharze	30.000	46	13.800	Silgoner, 2004
19	Import von Melamin- und Harnstoffharzen				
20	Import von Melaminharzen	68.745	39	26.811	Außenhandelsstatistik, 2002
21	Import von Harnstoffharzen	133.371	23	30.675	Außenhandelsstatistik, 2002
22		257.116		87.961	

Die Kunststoffflüsse und Lager in Österreich wurden von [Fehringer et al., 1997] abgeschätzt. Die sehr detailliert erhobenen Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1992 und werden als Basis für eine Abschätzung der Stickstoffflüsse und -lager in Kunststoffen in Österreich verwendet. Da Stickstoffhaltige Kunststoffe nicht durchgängig ausgewiesen sind werden die Zahlen der Studie mit Zahlen aus der Kunststoffindustrie sowie mit Faktoren aus der Literatur ergänzt.

Im Jahr 1992 werden in Österreich rund 1 Mio. t Kunststoffe verbraucht. 59% davon waren als stickstofffreie Produkte Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol; PET und PVC deklariert. Die restlichen 41 % oder rund 400.000 t wurden als „sonstige“ Kunststoffe, wie Aminoplaste, Phenoplaste, Harze, technische Kunststoffe usw., mit undefinierter Zusammensetzung ausgewiesen. Die Berechnung der Stickstofffracht darin ist mit großer Unsicherheit behaftet. Aus der Position „sonstige „ werden die Melamin- und Harnstoffharze herausgenommen. Ihre Menge und Stofffracht wurde bereits oben besprochen. Als Differenz bleibt eine Menge für sonstige Kunststoffe in der Höhe von 135.000.t. Ihre Stickstofffrachten werden mit Bandbreiten für Stoffkonzentrationen in Polyamiden und Polyurethanen berechnet.

Tabelle 5-22: Verbrauch und Lagerbestand an Kunststoffen in Österreich, sowie darin enthaltene Stickstofffrachten. (prov. Bilanz/Kunststoffe1)

	A	B	C	D	E	F
1	Kunststoffverbrauch in Österreich	Verbrauch 1992 in [t]		N-Konzentration [ppm]		t N
2			von	bis	von	bis
3	LDPE	164.000	10	100	2	16
4	HDPE	85.000	10	100	1	9
5	PP	120.000	10	100	1	12
6	PS und Styrolpolymere	35.000	10	100	0	4
7	PET	28.000	10	100	0	3
8	PVC	133.000	10	100	1	13
9	sonstige ohne Melamin- und Harnstoffharze (Phenolharze, Aminoplasten, Polyurethane, Polyamide..)	135.000	50.000	70.000	6.750	9.450
10	Summe	700.000			6.756	9.507
11	Lager im Einsatz	7.100.000	1.500	2.500	10.650	17.750
12	Lagerzuwachs	431.000	1.500	2.500	647	1.078
13	Lager Deponie	9.700.000	1.500	2.500	14.550	24.250
14						
15	Quellen:					
16	Fehringer, 1997					
17	Stoffkonzentrationen: eigene Berechnungen bzw. eigene Annahmen					

Tabelle 5-23: Stickstoffhaltige Kunststoffprodukte im Außenhandel (prov. Bilanz/Kunststoffe) [Statistik Austria, 2002/3]

	B	C	D	E	F	G	H
	Der Außenhandel von Kunststoffen und Waren daraus		Import	Export	N [%]	Import	Export
			Gütermenge [t]			[tN]	
108		Harnstoffharze, Primärform	133.371	0	23	30.675	0
109		Melaminharze in Primärform	68.745	0	39	26.811	0
110		Aminoharzpressstoffe	7.033	21.617	20	1.407	4.323
111		andere Aminoharze in Primärform	1.203	139	20	241	28
112		Tafeln usw. aus Aminoharzen	584	4.655	20	117	931
113		Summe Harze	210.936	26.411		59.250	5.282
114		Tafeln aus Polyurethanen	2.325	3.935	16	372	630
115		Polyurethane in Primärform	15.349	3.001	16	2.456	480
116		Summe	17.674	6.936		2.828	1.110
117		Polyamid	22.937	1.484	12	2.752	178
118		Andere Polyamide	8.271	971	12	993	117
119		Tafeln Platten, Folien aus Polyamiden	1.270	0	12	152	0
120		Monofile aus Polyamiden	1.256	0	12	151	0
121		Summe	33.734	2.455		4.048	295
122		Acrylnitril Butadien Kautschuk	1.900	120	5	95	6
123		Acryl-Nitril Butadien Copolymere	20.870	2.485	5	1.043	124
124		Styrol Acrylnitril Copolymere	651	41	5	33	2
125		PolyN-acrylamid	250	39	5	13	2
126	Kautschuk und Waren daraus	Acrylnitril-Butadien Kautschuk (NBR)	1.809	40	5	90	2
127		Summe	25.480	2.725		1.274	136
130	Summe mit Melamin und Harnstoffharzen		287.824	38.527		67.400	6.823
131	Summe ohne Melamin und Harnstoffharze		85.708	38.527		9.914	6.823

5.4.2.7 Textilien

Ähnlich wie bei den Kunststoffen gibt es auch bei den Textilien Materialien, die Stickstoff in höheren Konzentrationen enthalten. Diese sind unter den Kunstfasern zu finden. Dabei handelt es sich um Nylon, Polyamid und Polyacryl [Schröter et al., 1988]. Daneben enthalten auch Naturfasern geringe Konzentrationen an Stickstoff.

Tabelle 5-24: Stickstoffgehalte in textilen Materialien [verschiedene Autoren in Daxbeck et al., 1996, Berechnungen über Summenformeln] (prov. Bilanz/Bekleidung)

	A	B
16	Faserstoffe	N-Gehalte
17		%
18	Wolle	< 0,1
19	Baumwolle	< 0,1
20	Nylon	12,0
21	Polyamid	12,0
22	Polyacryl	26,0

Während in der Außenhandelsstatistik die synthetischen Materialien aufgegliedert ausgewiesen sind, wird in der Konjunkturerhebung für den produzierenden Bereich lediglich der Begriff „Synthetische“ oder Chemiefasern als Überbegriff verwendet. Eine weitere Schwierigkeit zur Verwendung des statistischen Zahlenmaterials ist, dass die Bezugseinheit selten in kg angegeben ist, sondern häufig in m², lfm oder anderen Einheiten. Der Bekleidungsbereich wird generell in Stückerheiten geführt.

Die Auswertung der Außenhandelsbilanz nach Stickstoffhaltigen Faserstoffen wird in der folgenden Tabelle dargestellt. Bei diesen Mengen handelt es sich um Untergrenzen.

Tabelle 5-25: Import, Export und Aufkommen von Textilien in Österreich 2001, sowie damit verbundene Stickstofffrachten (prov. Bilanz/Bekleidung)

	A	B	C	D	E	F	G	H
8	Faserstoffe und Bekleidung	erhobene Menge t	Bandbreiten		t N		Level	Quelle
9			t		t			
10			von	bis	von	bis		
11	Import N-hältiger Fasern	38.596	25.859	51.332	3.103	6.160	2	Außenhandelsstatistik
12	Export N-hältiger Fasern	19.966	13.377	26.554	1.605	3.187	2	Außenhandelsstatistik
13	Differenz = Aufkommen	18.630	12.482	24.778	1.498	2.973		
14	Textilaufkommen	150.000	100.500	199.500	1.005	9.975	2	Daxbeck et al., 2003

5.4.2.8 Holz

Der Stickstoffgehalt von Holz ist mit 0,1 - 0,2% gering. Aufgrund der großen Massenströme von Holz könnte der damit verbundene Stickstofffluss aber relevant sein. Die Abschätzung der Forstwirtschaft erfolgt mittels Zahlen aus dem Grünen Bericht 2002 [BMLFUW, 2002].

Der Holzeinschlag lag im Jahr 2001 bei 13,5 Mio. Efm (Erntefestmester) oder 7-8 Mio. t Laub- und Nadelholz. Diese Menge beinhaltet nur die Stämme. Rund 8-12 Mio. t Wurzeln, Rinde, Äste und Belaubung der Bäume verbleiben im Wald und tragen zur Erhaltung des Ökosystems bei. Mit dem Holz verlassen 10 -17.000 t Stickstoff den Wald, während 45-90.000 t Stickstoff im Wald zur Remineralisierung verbleiben. Ca. ein Fünftel des eingeschlagenen Holzes oder 2,9 Mio. Efm, wird als Brennholz im Privaten Haushalt genutzt. Die verbleibenden 10,6 Mio. Efm werden in der Holzverarbeitenden Industrie weiterverarbeitet.

Tabelle 5-26: Holzeinschlag und damit verbundene Stickstofffrachten in Österreich 2001 und damit verbundene Stickstofffrachten (prov. Bilanz/FW 2001) [BMLFUW, 2002, eigene Berechnungen]

	B	C	D	E	F	G
79	Forstwirtschaft 2001	Gütermenge [t/a]		t N		Level
80		von	bis	von	bis	
81	Stämme inkl. Rinde	7.089.400	7.876.110	9.772	16.634	1
82	Biomasse, die im Wald verbleibt	8.484.635	11.871.952	44.175	89.116	1
83	Gesamteinschlag	15.574.035	19.748.062	53.947	105.750	1

Die Bandbreiten auf Güterebene ergeben sich aus den Bandbreiten der Baumzusammensetzung. Die Unsicherheit wird mit Stufe 1 bewertet, weil die Basis der Datenlage statistisches Zahlenmaterial ist.

Die Holzverarbeitende Industrie besteht aus den Bereichen Sägeindustrie, Papier- und Pappeindustrie, Plattenindustrie und den Bereichen Herstellung von Möbeln, Musikinstrumenten, Schmuck, Sportgeräte, Spielwaren und sonstige Erzeugnisse.

In der Konjunkturerhebung wird bei den Holzprodukte nicht näher auf ihre Bestandteile eingegangen. Großteils beziehen sich die Mengenangaben auf Stückzahlen. Somit ist die Auswertung der Produktionsstatistik für diesen Bereich mit hoher Unsicherheit und hohem Aufwand verbunden. Die Außenhandelsstatistik liefert zumindest wertvolle Hinweise auf die große Produktpalette dieses Bereiches.

Die Abschätzung dieses Bereiches erfolgte auf Basis von Zahlenmaterial, das vom Fachverband der Holzindustrie zur Verfügung gestellt wurde.

Die Sägeindustrie

In der Sägeindustrie werden im Jahr 2001 rund 8-10 Mio. t Holz, das zu gleichen Teilen aus der Forstwirtschaft und dem Import kommt, verarbeitet. In der Produktion der Sägeindustrie fallen 10,3 Mio. m³ Schnittholz und 6,4 Mio m³ Sägenebenprodukte [Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2002] an, die größtenteils in der Papier- und Plattenindustrie weiter verwendet werden.

Papierindustrie

Die Produkte der Papierindustrie sind Papier, Pappe, Zellstoff und Holzstoff. Der Stickstoffgehalt ihrer Produkte ist mit 0,1-0,2 % gering.

Im Jahr 2001 werden rund 6 Mio. t Produkte mit einer Stickstofffracht von 5.000-13.000 t erzeugt. Die Papierindustrie hat mit ca. 68 % der Gesamtproduktion einen hohen Exportabsatz. Der Inlandsverbrauch von Papier und Pappe liegt bei 1,9 Mio. t mit einer Stickstofffracht von 2.000 - 5.000 t N [Austropapier, 2003].

Plattenindustrie

Die Plattenindustrie ist gekennzeichnet von hohen Exportanteilen, die bei 80% der Produktion liegen. Für die Stickstoffbilanz interessant könnten Holzprodukte sein, die mit Stickstoffhaltigen Kunstharzen wie Melamin- oder Harnstoffharzen beschichtet bzw. gebunden werden. Melamin- und Harnstoffharze werden von der Plattenindustrie teils zugekauft, teils aber auch selbst aus Melamin oder Harnstoff und Formaldehyd synthetisiert. Die Beschichtungstechnologie ist und die Wahl der Harze hängt stark vom Produkt ab. Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass der Einsatz von Melamin im Vergleich zu Harnstoff mit der Hochwertigkeit der Produkte zunimmt. Die Harzschichtdicke beträgt bei beschichteten Platten ca. 230 g/m², aufgeteilt auf Dekorfläche und Gegenzug auf der Dekorunterseite. [Schwesig, 2003]. Fußböden erhalten zusätzlich noch eine dritte Lackschicht, mit einem Auftrag von 70-80 g/m². Der Bindemittelanteil bei herkömmlichen Platten liegt bei max. 10% [FPP, 2002]. Hochwertige Fußböden enthalten als Quellschutz bei Nässe zusätzlich 15 Gewichtsprozent Melaminharze. Weiters gibt es Spezialprodukte, wie Melaminplatten für Außenfassaden, die zusätzlich zu den Melaminharzbeschichtungen als Abschlusschicht eine Akrylharzschicht tragen. Für die provisorische Bilanz wurde die Stickstofffracht in Platten mit einer Stickstoffkonzentration von 3,5 bis 5,5 % Stickstoff errechnet. Durch den Einsatz von Melamin- und Harnstoffharzen dominiert der Stickstofffluss dieser Industriesparte die Holzverarbeitende Industrie.

Tabelle 5-27: Übersicht über Güter- und Stickstoffflüsse der Holz- und Papierverarbeitenden Industrie (prov. Bilanz/Holzver. nach Branchen (2) [Zusammenstellung nach Austropapier, 2002, FV der Holzindustrie, Stoffberechnungen siehe Anhang Industrie]

	A	B	C	D	E	F	G
2	Güter- und Stoffflüsse der Holzverarbeitung, 2001						
3	Sägeindustrie						
4	Gütermenge [t]		Level	N-Konzentration (%)		t N/a	
5				von	bis	von	bis
6	Import	7.502.346	1	0,1	0,2	6.752	16.355
7	Rohstoffeinsatz	8.784.000	1	0,1	0,2	7.906	19.149
8	Produktion	9.146.340	1	0,1	0,2	8.232	19.939
9	Inlandsabsatz	n.q.					
10	Export	4.928.683	1	0,1	0,2	4.436	10.745
11	Papierindustrie						
12	Gütermenge [t]					t N/a	
13	Import	2.043.865	1	0,1	0,2	1.839	4.456
14	Rohstoffeinsatz	8.200.300	1	0,1	0,2	7.380	17.877
15	Produktion	5.977.911	1	0,1	0,2	5.380	13.032
16	Inlandsabsatz	2.127.000	1	0,1	0,2	1.914	4.637
17	Export	4.069.000	1	0,1	0,2	3.662	8.870
18	Plattenindustrie						
19	Gütermenge [t]					t N/a	
20	Import	363.998	1	0,1	0,2	328	794
21	Rohstoffeinsatz	2.450.000	1	0,1	0,2	2.205	5.341
22	Produktion	1.844.500	1	3,5	5,5	58.102	110.578
23	Inlandsabsatz	n.q.				8.712	16.580
24	Export	1.567.928	1	3,5	5,5	49.390	93.997
25							
26	Summe Holzverarbeitung Österreich						
27	Gütermenge [t]					t N/a	
28	Import	9.910.209		0,1	0,2	8.919	21.604
29	Rohstoffeinsatz	19.434.300	1	0,1	0,2	17.491	42.367
30	Produktion	16.968.751	1	0,1	0,2	71.714	143.549
31	Inlandsabsatz						
32	Export	10.565.611	1	0,1	0,2	57.488	113.612

Die Datenunsicherheit wird aufgrund des sehr ausführlichen Datenmaterials mit Level 1 bewertet. Die Stofffrachten resultieren aus der Verknüpfung der erhobenen Daten mit der Bandbreite der Stoffkonzentrationen

5.4.2.9 Stickstoffhaltige Abfälle und Koppelprodukte

Basis der Datenerhebung der Abfallmengen ist der Bundesabfallwirtschaftsband mit den ergänzenden Materialienbänden, eine aktuelle Studie von [Fehringer, 2003], die Abfälle aus Industrie und Gewerbe branchenbezogen erfasst, sowie eigene Berechnungen auf Basis weiterführender Literatur.

Ein Koppelprodukt ist als Gut zu verstehen, das bei der Herstellung eines Produktes anfällt. Ein Beispiel ist der Anfall von Sägespänen bei der Produktion von Schnittholz oder der Anfall von Wirtschaftsdünger bei der Produktion tierischer Produkte. In der Landwirtschaft und in der Forstwirtschaft fallen als Koppelprodukte bei der Produktion von Ernteprodukten Ernterückstände an. Der Großteil der Ernterückstände verbleibt zur Remineralisierung auf den

Böden oder wird über den Weg der Tierhaltung mit dem Wirtschaftsdünger wieder in Böden eingebracht.

Bei der Produktion von Fleisch in der Tierhaltung fallen als Nebenprodukte Wirtschaftsdünger an, die in der Österreichischen Landwirtschaft zu Düngezwecken im Pflanzenbau untergebracht werden können. Wirtschaftsdüngern, die aufgrund zu geringer Lagerkapazitäten oder bei infektiösen Krankheiten entsorgt werden müssen, sind Abfallschlüsselnummern zugeordnet.

Diese Koppelprodukte werden den Abfällen gegenübergestellt. In nachfolgender Tabelle sind die Mengen und Stickstofffrachten der Abfälle Österreichs dargestellt. Für die Auswahl der Abfälle, die für die Stickstoffbilanz Österreichs relevant sein könnten, werden die Abfälle abgeschätzt, die bei der Produktion und dem Konsum der Güter, die in der provisorischen Bilanz beschrieben wurden, anfallen.

Nicht berücksichtigt werden Abfälle, die aufgrund ihrer Menge oder ihres geringen Stickstoffgehaltes für die Nährstoffdiskussion als irrelevant abgeschätzt werden. Dazu zählen:

- Abfälle mineralischen Ursprungs (ohne Metallabfälle)
- Metallabfälle
- andere Abfälle mineralischen Ursprungs sowie Abfälle von Veredelungsprozessen
- Oxide, Hydroxide, Salzabfälle
- Abfälle von Säuren, Laugen, Konzentraten
- Abfälle von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie von pharmazeutischen Erzeugnissen und Desinfektionsmitteln
- Abfälle von Mineralöl- und Kohleveredelungsprodukten
- andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseprodukte
- flüssige Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen
- Abfälle aus dem medizinischen Bereich

Tabelle 5-28: Stickstofffrachten in relevanten Abfallgruppen und Koppelprodukten (prov. Bilanz/Abfälle) [nach Fehring, 2003, Domenig, 2001 und Perz, 2001]

	A	B	C	D	E
20	Abfallgruppen, Zahlen gerundet	Gütermenge	t N		Quelle
21		t/a	von	bis	
22	Abfälle aus der Holz- und Papiererzeugung und dem Konsum	6.000.000	6.000	12.000	Domenig, 2001
23	Abfälle der Nahrungs- und Genussmittelherstellung und dem Konsum von Nahrungsmitteln, sowie Grünabfälle	3.400.000	23.800	34.000	Domenig, 2001
24	Kunststoff- und Gummiabfälle	700.000	700	7.000	Domenig, 2001
25	Abfälle aus der Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung	1.500.000	1.500	10.500	Domenig, 2001
26	Abfälle aus der Ledererzeugung und Verarbeitung	100.000	100	500	Domenig, 2001
27	Bodenaushub, der in Bodenaushubdeponien deponiert wird	2.000.000	2.200	2.800	Domenig, 2001
28	Hausmüll	1.300.000	1.300	9.100	Domenig, 2001
29	Abfälle von organ. Lösungsmitteln, Farben, Lacken, Klebstoffen und Harzen	46.000	46	230	Domenig, 2001
30	Textilabfälle	44.000	0	44	Domenig, 2001
31	Summe Abfälle	15.090.000	35.646	76.174	
32	Koppelprodukte, Zahlen gerundet	Gütermenge	tN		Quelle
33		t/a	von	bis	
34	Wirtschaftsdünger	27.000.000	145.000	150.000	eigene Berechnungen
35	Koppelprodukte der Forstwirtschaft	9.000.000	45.000	90.000	eigene Berechnungen
36	Ernterückstände des Ackerbaus	9.000.000	42.000	46.000	eigene Berechnungen
37	Bodenaushub	18.000.000	20.000	25.000	Daxbeck et al., 2003
38	Summe Koppelprodukte	45.000.000	232.000	286.000	

5.4.3 Ergebnisse der Provisorischen Bilanz

Drei Bereiche sind verantwortlich für mehr als 90% der Stickstoffflüsse in Österreich:

1. der Bereich Energiebereitstellung
2. der Bereich Ernährung
3. der Bereich Kunstharzanwendung

Die größten Stickstoffflüsse werden im Sektor Landwirtschaft bewegt. Sie sind mit der Produktion von Nahrungsmitteln verbunden und befinden sich in den Wirtschafts- und Mineraldüngern und den Produkten der Landwirtschaft.

Die wichtigsten Stickstoffhaltigen Produkte neben dem Nahrungsmittelsektor sind die Energieträger. Ihre Stickstofffrachten liegen in der Größenordnung der Stickstoffflüsse der Landwirtschaft.

Der Einsatz von Kunstharzen stellt einen weiteren großen Stickstoffinputfluss in Österreich dar. Kunstharzbeschichteten Span- und Faserplatten stellen bei den Produkten der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie die größten Stickstofffrachten.

Auf der Entsorgungs-/verwertungsseite sind die Stickstofffrachten in den Koppelprodukten der Produktion, die nicht als Abfälle definiert zwei bis dreimal höher als die der nach AWG definierten Abfällen. Hier dominieren die Wirtschaftsdünger.

Die größten Stickstofffrachten der Abfallwirtschaft liegen in den Papier- und Pappeabfälle und den Abfällen aus der Produktion und dem Konsum von Nahrungsmitteln. Zu beiden Abfallgruppen ist jedoch anzumerken, dass Teile dieser Abfälle, obwohl als solche im BAWP angeführt, auch zum Teil als Koppelprodukte verwendet werden.

Tabelle 5-29: Stickstoffhaltige Inputgüter Österreichs, nach Stofffrachten geordnet (prov. Bilanz/prov. Bilanz kurz)

	B	C	D	E	F	G
1	Anteil am Input	Gütergruppe	t Gut/a	MW	tN/a	
2					von	bis
3	> 10% des Input	Energieträgereinsatz	32.000.000	222.500	174.000	271.000
4	↑	Landwirtschaftliche Produktion und Import landwirtschaftlicher Erzeugnisse	27.000.000	220.000	160.000	280.000
5		Düngemiteileinsatz (ohne Wirtschaftsdünger)		130.000	130.000	130.000
6		Harzproduktion für Inlandsverwendung und Import	260.000	85.000	80.000	90.000
7	↓	Bodenaushub und Abraum	29.000.000	34.500	29.000	40.000
8		Import von Holz und Holzprodukten und Papier	10.000.000	15.000	10.000	20.000
9		Holzeinschlag der inländischen Forstwirtschaft	7.500.000	13.500	10.000	17.000
10	< 5% des Input	Kunststoffverbrauch (ohne Harze)	700.000	8.000	7.000	9.000
11	↓	Textilien Inlandsaufkommen	150.000	5.500	1.000	10.000
12		Abbau und Import von Sand, Kies und Steinen	108.000.000	2.500	2.000	3.000
13	< 1% des Input	stickstoffhaltige Auftaumittel	40.000	4.500	9.000	
14		Summe Input	214.650.000	741.000	612.000	870.000
15		10% des Input		74.100		
16		5% des Input		37.050		
17		1% des Input		7.410		

5.4.4 Folgerungen für die Prozessauswahl

Aus der provisorischen Bilanz ergibt sich die Bedeutung der einzelnen Bereiche für das Gesamtsystem. In der Sensitivitätsanalyse, dem methodischen Schritt der Stoffflussanalyse zwischen provisorischer Bilanz und Feinbilanz, werden die Güter bestimmt, die in der Feinbilanz nicht weiter berücksichtigt werden. Die Grenze wird bei Stoffflüssen kleiner 10% des Gesamtinputs gezogen [Eder et al, 2001]. Nicht weiter bilanziert werden die Bereiche Textilien, Kunststoffe (außer die Melamin- und Harnstoffharze), der Bergbau und das Bauwesen und die Auftaumittel, da ihre Stickstofffrachten unter 10 % am Gesamtinput liegen.

Die Holzwirtschaft ist in erster Linie durch den Einsatz von Melamin- und Harnstoffharzen für die Stickstoffwirtschaft interessant. Die Rohstoffeigenen Stickstofffrachten des eingesetzten Holzes liegen unter 5 % des Gesamtstickstoffinputs in das System. Dennoch wird die gesamte Holzwirtschaft von der Holzernte der Forstwirtschaft über die Holzbe- und -verarbeitung und der Papierverarbeitung über den Verbrauch bis zur Entsorgung der Abfälle bilanziert, weil große Massenflüsse bewegt werden und der Einsatz der Kunstharze hier berücksichtigt wird.

Im Bereich der Nahrungsmittelproduktion werden alle Prozesse von der Landwirtschaft über den industriellen Bereich der Verarbeitung, den Konsum –hier sowohl im Privaten Haushalt als auch in Gemeinschafts- und Individualverpflegung- bis zum Verbleib der Endprodukte betrachtet.

Die Gütergruppe der Energieträger wird nach Möglichkeit auf die Sektoren Industrie und Gewerbe und Privater Haushalt aufgeteilt.

6 Der Güter- und Stoffhaushalt der „Stickstoffbilanz Österreich“

6.1 Prozessauswahl

Das System wurde auf Basis der provisorischen Bilanz (Kapitel 5 – Systemdefinition) erstellt. Die zeitlichen und räumlichen Systemgrenzen sind analog der provisorischen Bilanz.

Die fünf Subsysteme

1. Urproduktion
2. Industrie & Gewerbe
3. Dienstleistung
4. Privater Haushalt
5. Abfall- & Abwasserwirtschaft

beschreiben die Anthroposphäre Österreichs. Sie sind innerhalb der Systemgrenzen mit den natürlichen Bereichen

6. Hydrosphäre und
7. Pedosphäre verknüpft.

Im Bereich Urproduktion werden die Landwirtschaft, als Sektor, der die Nahrungsmittelbereitstellung sichert und die Forstwirtschaft, die die Rohstoffe der Holzbe- und –verarbeitung liefert, als Prozesse bilanziert.

Im Sektor der Sachgütererzeugung wird die Nahrungs- und Futtermittelherstellung (15), Abteilung 15 der ÖNACE Codierung und die Holz be- und –verarbeitung, Abteilungen 20 und 21 und die Papierverarbeitung (22) als eigene Prozesse berechnet. Zusätzlich werden alle sonstigen, für den Nährstoffhaushalt Österreich relevanten Güter wie z.B. Energieträger oder Stickstoffhaltige Güter der chemischen Industrie in einem Sammelprozess mit der Bezeichnung „sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“ geführt.

Im Dienstleistungssektor werden die Dienstleistungsbetriebe berücksichtigt, die mit dem Nahrungsmittelkonsum außer Haus (Großküchen, Gasthäuser etc.) und der Nahrungsmittelbereitstellung für den privaten Haushalt zusammenhängen.

Im Prozess Privater Haushalt wird der Stickstoffumsatz im Privatbereich dargestellt.

Die Abfall- und Abwasserwirtschaft wird beschrieben durch den Prozess Sammlung, als Verteilungsprozess, in den Abfälle eingehen und von dort auf die nachfolgenden Verfahrensprozesse verteilt werden. Als Verfahrensprozesse werden die Prozesse biochemische Verfahren, und thermische Verfahren geführt. Der Prozess Deponie beschreibt das mittelfristige Lager der Reststoffe.

Die Abwasserwirtschaft wird durch den Prozess Abwasserreinigung beschrieben.

Innerhalb der Umwelt wird die Pedosphäre und die Hydrosphäre in Prozesse aufgeteilt. Böden stellen einerseits die Ressource zur Rohstoffproduktion dar, andererseits sind sie mögliche Verwertungspfade für biogene Abfälle oder Koppelprodukte. Der Bereich Pedosphäre wird aufgeteilt in landwirtschaftlich genutzte Böden, forstwirtschaftlich genutzte Böden und sonstige Böden.

Die Hydrosphäre wird beschrieben durch die Prozesse Oberflächengewässer und Grundwasser.

Die Güter und Prozesse werden im nachfolgenden Kapitel definiert und beschrieben.

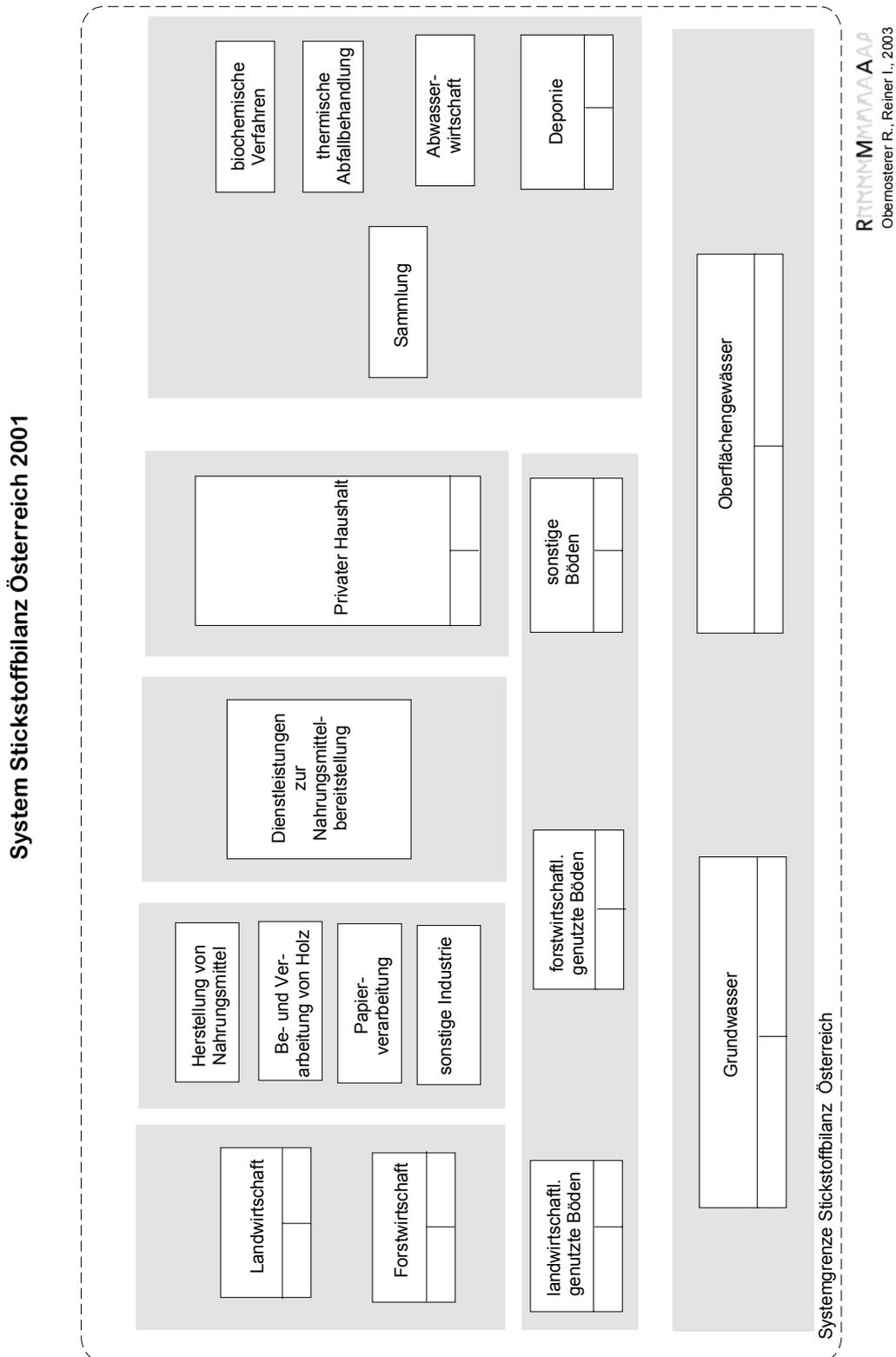


Abbildung 6-1: Definition des Systems Stickstoffbilanz Österreich, 2001

7 Datenerfassung

Die Beschreibung der Daten bezieht sich im folgenden hauptsächlich auf die Gütermengen. Die Berechnung der Stoffkonzentrationen ist im Anhang dokumentiert. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden in den anschließenden Kapitel miteinbezogen.

7.1 Primärer Sektor - Urproduktion

7.1.1 Landwirtschaft

Für die Stickstoffwirtschaft ist im Primären Sektor die Landwirtschaft der wichtigste Bereich. Sie wird nach der ÖNACE-Klassifizierung auf Ebene der Dreisteller in Pflanzenbau, Tierhaltung und gemischte Landwirtschaft, Jagd, sowie Erbringung von landwirtschaftlichen und gärtnerischen Dienstleistungen unterteilt. Die Jagd wird nicht weiter untersucht, da ihre Auswirkungen auf die Stickstoffwirtschaft aufgrund der kleinen Güterflüsse als gering eingeschätzt werden. Ebenso verhält es sich mit der Abteilung 5, Fischerei und Fischzucht.

Die Nährstoffflüsse der Landwirtschaft werden durch zwei Prozesse beschrieben, den Prozess Tierhaltung und den Prozess Pflanzenbau. Neben den Prozessen Tierhaltung und Pflanzenbau wird der landwirtschaftliche Boden als Prozess des Subsystems Pedosphäre bilanziert.

Die Österreichische Landwirtschaft ist kleinstrukturiert. Von den rund 217.000 landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaften 44 % weniger als 10 Hektar Kulturfläche. Die landwirtschaftliche Nutzfläche Österreichs umfasst 3,4 Mio. ha, das entspricht ca. 45 % der Gesamtfläche Österreichs. Davon werden 41 % als Ackerfläche genutzt, 27 % als Wirtschaftsgrünland, 30 % als extensives Grünland und 2 % für sonstige Kulturarten wie Wein-, Obst- und Hausgärten [BMLFUW, 2002].

Tabelle 7-1: Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Fläche Österreichs [BMLFUW, 2002]

Ackerland	1.379.955
Wein, Obst-, Hausgärten	96.178
Grünland, Düngewürdig (Wiesen und Kulturweiden)	980.894
Grünland, nicht Düngewürdig (Hutweiden, Almen, Bergmähder)	936.498
Düngungswürdige landwirtschaftliche Fläche	2.457.027
landwirtschaftlich genutzte Fläche Österreich, 2001	3.393.525

7.1.1.1 Pflanzenbau

Tabelle 7-2: Güter des Prozesses Pflanzenbau

PROZESS PFLANZENBAU (PB)				
ÖNACE-Gruppe 01.1, 01.3. Dieser Prozess umfasst den Ackerbau, den Gemüseanbau, den Obstbau, den Weinbau und die Grünlandwirtschaft. Outputgüter sind einerseits die geernteten pflanzlichen Produkte, die an die Industrie- und Gewerbebetriebe zur Nahrungsmittelbe- und -verarbeitung geliefert werden. Andererseits werden als Outputgüter die Ernterückstände, die auf den Feldern verbleiben dem Boden wieder zugeführt. Ein Teil der Ernteprodukte und der Ernterückstände wird in der Tierhaltung als Futtermittel bzw. Einstreu verwendet.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	LWB	Erntegüter	PB	stellen den Nährstoffentzug in den geernteten Ernteprodukten
	LWB	Ernterückstände	PB	stellen den Nährstoffentzug in den geernteten Ernterückständen
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	PB	Futter	TH	Pflanzliche Produkte, die als Futtermittel in der nationalen Tierhaltung verwendet werden.
	PB	pflanzliche Produkte, Nahrung	15	Pflanzliche Produkte, die in Betriebe der Nahrungsmittelverarbeitung gelangen
	PB	pflanzliche Produkte, sonst. Ind. Verwendung	SIG	Pflanzliche Produkte, die in Betriebe außerhalb der Nahrungsmittelverarbeitung weiterverarbeitet werden
	PB	Einstreu	TH	Ernterückstände, die in der Tierhaltung als Einstreu verwendet werden.
	PB	Ernterückstände	LWB	Ernterückstände, die nach der Ernte auf den Böden verbleiben und dort remineralisiert werden.
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		Saatgut
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

Im Pflanzenbau werden rund 22 Mio. t pflanzlicher Produkte geerntet [Statistik Austria, 2002]. Dabei fallen rund 9 Mio. t Ernterückstände an, von denen rund $\frac{1}{4}$ statistisch erfasst werden. Stroh wird in erster Linie als Einstreu in die Tierhaltung verwendet. Weitere Einsatzgebiete sind die Verwendung als Brennmaterial oder als Dämmmaterial.

Die Ernteprodukte setzen sich zusammen aus 42 % Grünfutter bzw. Heu, 21 % Getreide, 13% Silo- und Grünmais, und 12 % Zucker- und Futterrüben und 12 % sonstigen Produkten (Hülsenfrüchte, Gemüse, Wein, Ölf Früchte) [Statistik Austria, 2002] (siehe Anhang Landwirtschaft). Rund 3 % der geernteten pflanzlichen Produkte sind in der Versorgungsbilanz als Verluste angeführt. Diese Verluste ergeben sich aufgrund statistischen Unsicherheiten und sind am ehesten bei den Produktionsmengen anzusiedeln [Wildling, 2003]. Dementsprechend werden die Erntemengen um die Verluste bereinigt.

Rund 1 % der Ernteprodukte verbleibt im Pflanzenbau als Saatgut [Statistik Austria, 2002] und wird als Lager geführt. 68 % der Ernteprodukte verbleiben als Futtermittel in der Österreichischen Landwirtschaft (siehe Tierhaltung).

Rund 26% werden in Industrie und Gewerbe weiterverarbeitet. Nur rund 23 % der Ernteprodukte oder ca. 5 Mio. t. werden an die Nahrung- und Genussmittelindustrie (ÖNACE Abt. 15) geliefert, die restlichen 6 % werden in anderen Industriebranchen, z.B. zur Stärkeproduktion, eingesetzt.

Tabelle 7-3: Ernte der Landwirtschaft, 2001 [Statistik Austria, 2002] (Datentabelle 3/Ernte Pflanzenbau)

	A	B	C	D	E	F	
95	Gesamternte Landwirtschaft 2001	Gütermenge				N [t]	
96		erhoben	von	bis	von	bis	
97	Getreide	4.827.102	4.344.392	5.309.812	71.698	100.401	
98	Silo- und Grünmais (in Grünmasse)	3.035.496	2.731.946	3.339.046	4.553	10.624	
99	Grünfütter	9.431.227	8.488.104	10.374.350	132.973	158.513	
100	Zucker- und Futterrüben	2.816.824	2.535.142	3.098.506	4.247	5.720	
101	Erdäpfel	694.602	625.142	764.062	2.084	2.778	
102	Körnerleguminosen	119.876	107.888	131.864	3.836	5.275	
103	Ölfrüchte	212.837	191.553	234.121	6.768	7.494	
104	Gemüse	652.206	586.985	717.427	1.774	2.464	
105	Wein	253.060	227.754	278.366	1.518	3.037	
106	Obst	613.258	551.932	674.584	368	613	
107							
108	Verluste aufgrund statistischer Erhebungsunsicherheiten	565.672	509.105	622.239	2.974	4.806	
109	Summe	22.090.816	19.881.734	24.299.898	226.845	292.112	

Koppelprodukte der Erzeugung landwirtschaftlicher Ernteprodukte sind die Ernterückstände. Sie werden für den Ackerbau berechnet (Tabelle 6-2). Von 8,7 Mio. t anfallenden Ernterückständen werden rund 25 % statistisch erfasst. Es wird angenommen, dass es sich dabei um die Mindestmenge an als Einstreu in der Tierhaltung eingesetzten Ernterückständen handelt. Von den verbleibenden 75 % oder 6,5 Mio. t wird ein Teil innerbetrieblich als Einstreu verwendet. Zum Teil verbleibt das Stroh auch direkt auf den Feldern. Für die vorliegende Abschätzung wird angenommen, dass 25 % des gesamten Strohs als Einstreu in die Tierhaltung und von dort mit dem Wirtschaftsdünger wieder auf den Boden zurückgebracht wird und 75 % des Strohs nach der Ernteabfuhr auf dem Boden verbleiben (siehe Anhang Landwirtschaft).

Tabelle 7-4: Ernterückstände im Ackerbau 2001 [Statistik Austria, 2002, eigene Berechnung auf Basis des Korn:Stroh Verhältnis] (Prov. Bilanz/Ernterückstände)

	A	B	C	D
1	Ernterückstände 2001	Gütermenge		N[t]
2		t	von	bis
3	Getreide	4.827.113	29.254	29.755
4	Körnerleguminosen	119.879	1.558	2.038
5	Ölfrüchte	212.847	879	1.187
6	Zucker- und Futterrüben	2.816.825	6.379	9.152
7	Erdäpfel	694.603	4.168	4.168
8	Summe Ernterückstände	8.671.267	42.238	46.300
9	Statistisch für weitere Nutzung erhoben	2.228.971	10.253	14.711

Tabelle 7-5: Güter- u. Stickstoffflüsse des Prozesses Pflanzenbau

PROZESS PFLANZENBAU (PB)													
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level			
				erhobener Wert	von	bis	von	bis					
	LWB	Erntegüter	PB	22.090.816	226.845	292.112	19.881.734	24.299.898	1				
	LWB	Ernterückstände	PB	8.671.267	42.238	46.300	7.804.141	9.538.394	1				
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level			
				erhobener Wert	von	bis	von	bis					
				PB	Futter	TH	15.358.522	182.942	229.316		13.822.670	16.894.374	1
				PB	pflanzliche Produkte, Nahrung+FM	15	5.135.976	21.741	32.248		4.622.378	5.649.574	1
				PB	pflanzliche Produkte, sonst. Ind. Verwendung	SIG	1.411.784	20.245	27.386		1.270.606	1.552.962	1
				PB	Einstreu	TH	2.228.971	10.253	14.711		2.006.074	2.451.868	1
	PB	Ernterückstände	LWB	6.442.296	31.985	31.589	5.798.067	7.086.526	1				
Lager	LAGER												
				184.534	1.917	3.161	166.081	202.987					
				184.534	1.917	3.161	166.081	202.987					
	PB	SUMME INPUT		30.762.083	269.083	338.412	27.685.875	33.838.292					
	PB	SUMME OUTPUT		30.577.549	267.166	335.251	27.519.794	33.635.304					
		LAGERVERÄNDERUNG		184.534	1.917	3.161	166.081	202.987					

7.1.1.2 Tierhaltung

Tabelle 7-6: Güter des Prozesses Tierhaltung

PROZESS TIERHALTUNG (TH)												
<p>ÖNACE-Gruppe 01.2, 01.3. Inputseitig wird die Tierhaltung mit den Güterflüssen Futtermittel und Speiseabfällen, die aus dem sekundären und dem tertiären Sektor stammen, sowie den Ernterückständen, die als Einstreu verwendet werden, beschrieben. Als Outputgüter werden tierische Produkte an die Nahrungsmittelindustrie geliefert. Der in der Tierhaltung anfallende Wirtschaftsdünger, der für die Nährstoffwirtschaft wichtiges Gut ist, wird dem landwirtschaftlichen Boden zugeführt.</p>												
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter								
				15	Futtermittel	TH	Futtermittel, die in tierhaltenden Betrieben verfüttert werden.					
				PB	Einstreu	TH	Ernterückstände, die als Einstreu in der Tierhaltung verwendet werden.					
				PB	Futter	TH	Pflanzliche Produkte, die im Österreichischen Pflanzenbau erzeugt und als Futtermittel in der TH eingesetzt werden.					
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter								
				TH	tierische Produkte LW	15	Tierische Produkte, die an Industrie- und Gewerbebetriebe abgegeben werden.					
				TH	Tierische Fäkalien	SA	Tierische Fäkalien, die laut BAWP in der AWS verwertet oder entsorgt werden (SN 137).					
				TH	gasförmige Emissionen WD	E	Emissionen, die bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger auftreten. Wird nur auf stofflicher Ebene berechnet.					
				TH	Wirtschaftsdünger	LWB	Gülle, Mist und Jauche, die in der Tierhaltung anfallen und nach einer Zwischenlagerung auf den landwirtschaftlichen Böden aufgebracht werden. (SN 137)					
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter								
					LAGERINPUT							
					LAGEROUTPUT							
					LAGERVERÄNDERUNG							
					LAGERBESTAND		Tierbestand					

Die tierische Veredelungswirtschaft in Österreich ist geprägt durch natürliche Produktionsbedingungen und eine bäuerliche Besitzstruktur. Die Rinderhaltung und im Speziellen die Milchkuhhaltung ist zusammen mit der Haltung von Schafen, Ziegen und Pferden für viele Betriebe die einzige Nutzungsmöglichkeit des Grünlands in den exponierten Bergregionen.

Die Güter der Tierhaltung sind inputseitig Futtermittel und Einstreu und outputseitig tierische Produkte und der Wirtschaftsdünger, sowie Emissionen, die während der Düngerlagerung am Hof auftreten.

Von den verwendeten 17 Mio. t Futtermitteln stammen rund 90 % aus der heimischen Landwirtschaft. Aus dem Import stammen ungefähr 5 %, $\frac{3}{4}$ davon machen Ölkuchen und –schrote aus [BMLFUW, 2002]. Die Futtermittelproduktion in Industrie und Gewerbe betrug 2001 ca. 1 Mio. t. Rund 90 % der Futtermittel werden in der Landwirtschaft eingesetzt, die restlichen 10 % sind Heimtierfuttermittel für Hunde und Katzen [BMLFUW, 2002]. Futtermittel aus Industrie und Gewerbe, die als Sautrank direkt an die Landwirtschaft abgegeben werden, werden nicht erhoben. Hier mangelt es an Datenaufzeichnungen. Es bestehen regional funktionierende Systeme zur Sautrankverwertung. In Vorarlberg wurden im Jahr 2001 rund 4,3 Mio. l Sautrank gesammelt und in 19 Abkochanlagen verkocht und einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt. Das sind rund 86 % der in Vorarlberg anfallenden Speisereste [Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2002]. Als Reaktion auf Maul- und Klauenseuche sowie die Schweinepest wird jedoch vom Rat des Europäischen Parlaments eine Verordnung mit Hygienevorschriften für nicht den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (COM (2000) 574 und 2000/0259/COD) geplant, die ab dem Jahr 2005 eine Verfütterung von hygienisierten Küchen- und Speiseabfällen verbietet. Ab diesem Zeitpunkt sind bei Annahme dieser VO durch den Rat andere Verwertungs- bzw. Entsorgungswege zu suchen [VO des Europäischen Parlamentes]. Die aggregierte Zusammensetzung der Futtermittel befindet sich in Tabelle 6-3. Im Anhang Landwirtschaft sind die Detailinformationen zu Zusammensetzung und Stoffkonzentrationen angeführt.

Tabelle 7-7: Einsatz von Futtermitteln in der Tierhaltung 2001 (Datentabelle 3/ Futtermittel) [BMLFUW, 2002]

	A	B	C	D	E	F
52	Futtermittel 2001	t	Bandbreiten [t]		t N	
53		erhoben	von	bis	von	bis
54	Summe Pflanzliche Futtermittel	15.358.522	13.822.670	16.894.374	182.942	229.316
55	Rohmilcherzeugung und -verwendung	349.761	314.785	384.737	1.994	1.994
56	Summe industrielle und gewerbliche Mischfuttermittelproduktion 2001	1.029.000	926.100	1.131.900	21.599	23.574
57	Futtermittel Import	844.166	759.749	928.583	35.994	56.053
58	Futtermittel Export	379.877	341.889	417.865	6.458	11.016
59	Summe Futtermittel	17.201.572	15.481.415	18.921.729	236.071	299.921

Im Jahr 2001 werden rund 870.000 t Fleisch, 90.000 t Eier und 3,3 Mio. t Rohmilch erzeugt [Statistik Austria, 2002]. Da die Fleischproduktion in t Schlachtgewicht angegeben wird, werden 20 % Zugabe für Schlachtabfälle berechnet [Wilfing, 2003]. Rund 12 % der Rohmilch bleiben als Futtermittel in der Tierhaltung. Sie wird wohl in den Tabellen, nicht aber in der Bilanz der Tierhaltung ausgewiesen.

Die Stoffflüsse werden durch Verknüpfung mit Güterspezifischen Stoffkonzentrationen berechnet (siehe Anhang Landwirtschaft). Die Stickstofffracht in tierischen Produkten liegt mit rund 45.000 t N bei rund einem Drittel der Wirtschaftsdüngerfracht.

Tabelle 7-8: Schlachtgewicht und Stickstofffrachten der Tierischen Produktion 2001 (Datentabelle 3/Versorgung tierische Produkte) [BMLFUW, 2002]

	A	B	C	D	E
198	Tierische Produktion	Gewicht inkl.			
199		Schlachtgewicht	Schlachtabfälle	t N im Schlachtkörper	
200	Rind & Kalb	t	t	von	bis
201	Schwein	215.032	258.038	6.881	8.386
202	Schaf & Ziege	485.370	582.444	12.134	16.503
203	Pferd	8.533	10.240	273	299
204	Innereien	943	1.132	20	37
205	Sonstiges	46.574	55.889	792	1.397
206	Hühner	6.612	7.934	112	139
207	Truthühner	85.686	102.823	1.457	1.799
208	Enten	19.906	23.887	338	418
209	Gänse	185	222	3	4
210	Summe Fleisch	158	190	3	3
211	Hühnereier (t) 60g/St.	868.999	1.042.799	22.014	28.985
212	Rohmilcherzeugung	86.053	86.053	1.377	1.721
213	tierische Produktion	3.323.656	3.323.656	16.618	19.942
		4.278.708	4.452.508	40.009	50.648

Der Bestand an Tieren wird als Lager im Prozess Tierhaltung geführt.

Tabelle 7-9: Tierbestand 2001 [Statistik Austria, 2002] (Datentabelle 3/Bestand Tiere)

	A	B	C	D	E	F
54	Tierbestand 2001	Tieranzahl	GVE	t	t N	
55					von	bis
56	Rinder insgesamt	2.118.454	1.524.511	762.255	15.245	22.868
57	Hühner insgesamt	11.905.111	21.206	10.603	212	318
58	Truthühner	547.232	3.283	1.642	33	49
59	Sonstiges Geflügel	119.185	715	358	7	11
60	Schweine insgesamt	3.440.405	363.318	181.659	3.633	5.450
61	Schafe insgesamt	320.467	32.047	16.023	320	481
62	Ziegen insgesamt	59.452	5.945	2.973	59	89
63	Gesamtsumme	18.510.306	1.951.025	975.513	19.510	29.265

Bei Stallhaltung auf Festmistbasis werden als Einstreu meist Ernterückstände aus dem innerbetrieblichen Ackerbau verwendet. Eine genaue Abschätzung ist nicht möglich, da ein Teil des Stroh statistisch nicht erhoben wird. Hier wird jener Strohanteil in der Bilanz geführt, der in der Agrarstatistik ausgewiesen ist.

Wirtschaftsdünger ist für die Stickstoffwirtschaft ein wichtiges Gut, da sowohl die Anfallsmenge als auch die enthaltenen Nährstoffkonzentrationen hoch sind. Der Düngeranfall wird über den Tierbestand berechnet (siehe Anhang Landwirtschaft). Wirtschaftsdünger bestehen je nach Anfallsart aus 6 bis 22 % TS. Der Rest ist Wasser. In der Tierhaltung fallen zwischen 21 und 32 Mio. t. Wirtschaftsdünger mit einem TS Gehalt von 4-8 Mio. t an. Die Stickstofffracht in Wirtschaftsdüngern wurde über den Anfall pro Tier und über durchschnittliche Stickstoffkonzentrationen in Wirtschaftsdüngern berechnet. Sie ist mit rund 210.000 -230.000 t Stickstoff einer der größten Flüsse der Österreichischen Stickstoffwirtschaft. Wirtschaftsdünger fallen als Koppelprodukte in der Tierhaltung an und werden im Pflanzenbau als Dünger verwendet. Die Lagerung am Hof und die Aufbringung am Feld ist immer mit Ammoniak-

emissionen verknüpft. Bei einer herkömmlichen Bewirtschaftung von Stickstoff muss mit NH₃-Emissionen zwischen 2 und 3 % pro Großvieheinheit gerechnet werden. Die Berechnung der Ammoniakemissionen aus Wirtschaftsdünger ist im Anhang Landwirtschaft nachzulesen. Die berechneten Ammoniakemissionen in die Atmosphäre liegen bei 54.000 t N. 50-66% davon oder 27.000 - 37.000 t gehen im Stall verloren, 34-50 % der Ammoniakemissionen emittieren aus den landwirtschaftlichen Böden.

Zusätzlich fallen in der Tierhaltung Fäkalien in der Höhe von 300.000 t [Perz. 2001] an, die in die Abfallwirtschaft verbracht werden.

Tabelle 7-10: Güter- u. Stickstoffflüsse des Prozesses Tierhaltung

PROZESS TIERHALTUNG (TH)				Güter [t/a]	Stoffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level
		15	Futtermittel	TH	1.493.289	51.135	68.611	1.343.960	1.642.618
	PB	Einstreu	TH	2.228.971	10.253	14.711	2.006.074	2.451.868	1
	PB	Futter	TH	15.358.522	182.942	229.316	13.822.670	16.894.374	1
	I	Wasser	TH	12.857.082			9.031.080	16.683.083	3
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel						
	TH	tierische Produkte LW	15	4.452.508	42.131	53.407	4.007.257	4.897.759	1
	TH	Tierische Fäkalien	SA	370.000	1.850	3.700	333.000	407.000	1
	TH	gasförmige Emissionen WD	E		27.281	36.556			1
	TH	Wirtschaftsdünger TH	LWB	27.115.356	178.900	192.424	21.863.527	32.367.185	2
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel						
		LAGERINPUT							
		LAGEROUTPUT							
		LAGERVERÄNDERUNG							
		LAGERBESTAND		975.513	19.510	29.265	877.961	1.073.064	1
		SUMME INPUT		31.937.864	244.331	312.639	26.203.784	37.671.944	
	TH	SUMME OUTPUT		31.937.864	250.161	286.086	26.203.784	37.671.944	
		LAGERVERÄNDERUNG		0	-5.831	26.552	0	0	

7.1.2 Forstwirtschaft

Tabelle 7-11: Güter des Prozesses Forstwirtschaft

Forstwirtschaft (02)				
Dieser Prozess beschreibt den Holzeinschlag in Österreichischen Wäldern und die dabei anfallende Menge an Ernterückständen. Die Forstwirtschaft entspricht der ÖNACE abt. 02.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	FWB	Bäume	FW	Die Gesamte Baummasse der im Wald eingeschlagenen Bäume .
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	
	FW	Rückstand	FWB	Wurzeln, Äste, Rinde und Belaubung der geschlägerten Bäume
	FW	Brennholz	PHH	Anteil des Holzeinschlages, der als Energieträger verwendet wird.
	FW	Nutzholz (20)	20	Anteil des Einschlages, der als Nutzholz zur Weiterverarbeitung gelangt
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		Masse des Baumbestandes

Der Wald nimmt 47 % an der Österreichischen Fläche ein. Von den im Jahr 2001 zugewachsenen 22-27 Mio. t Holz werden zwischen 16 und 20 Mio. t gefällt [BMLFUW, 2002]. Rund 40 bis 60 % oder 8-12 Mio. t. davon sind Koppelprodukte wie Äste, Wurzeln, Rinde und Laub, die größtenteils im Wald verbleiben und remineralisiert werden. Zwischen 7 und 8 Mio. t Holz werden als Brenn- und Nutzholz verwendet und aus dem Wald entfernt.

Tabelle 7-12: Zusammensetzung von Laub- und Nadelbäumen (Prov. Bilanz/FW 2001) [nach Kaas, 1994]

	B	C	D	E	F	G
57	Zusammensetzung der Baummasse in %		Laubbaum		Nadelbaum	
58			von	bis	von	bis
59	Wurzeln		10	15	7	12
60	Äste (und Rinde)		30	40	25	35
61	Blätter/Nadeln		1,5	2	10	15
62	Nur Stamm		40	50	30	45
63	Nur Rinde des Stammes		10	10	10	10
64	Stamm (und Rinde)		50	60	40	45

Quelle: verschiedene Autoren in [Kaas, 1994]

Auf der Stoffebene ist das Verhältnis Ernterückstände zu gerntetem Nutzholz noch weiter.. 80 % der in den Bäumen gespeicherten Stickstofffracht verbleibt im Wald, nur rund 20 % wird mit dem Nutzholz aus dem Wald entfernt. Die Berechnung der Stofffrachten befindet sich im Anhang Forstwirtschaft. Die Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre werden beim forstwirtschaftlichen Boden berechnet.

Tabelle 7-13: Holzeinschlag und Waldbestand 2001 (Datentabelle 3/FW 2001) [BMLFUW, 2002]

	B	C	D	E	F
66	Forstwirtschaft 2001	t/a		t N/a	
67	19,7 Mio. Vfm	von	bis	von	bis
68	Gesamteinschlag = Output	15.574.035	19.748.062	53.947	105.750
69	davon				
70	Stämme	7.089.400	7.876.110	9.772	16.634
71	Rinde der Stämme	708.940	787.611		
72	Äste und Rinde	4.827.081	6.517.062	14.481	37.774
73	Wurzeln	1.411.592	2.277.118	9.881	19.213
74	Nadeln/Blätter	1.537.023	2.290.162	19.813	32.129
75	27,3 Mio. Vfm				
76	Gesamtzuwachs = Input	21.582.293	27.366.604	74.759	146.546
77	davon				
78	Stämme	9.824.397	10.914.609	13.542	23.051
79	Rinde der Stämme	982.440	1.091.461	0	0
80	Äste und Rinde	6.689.304	9.031.259	20.068	52.347
81	Wurzeln	1.956.165	3.155.599	13.693	26.625
82	Nadeln/Blätter	2.129.987	3.173.676	27.456	44.523
83	987,9 Mio. Vfm				
84	Baumbestand = Lager	780.994.395	990.310.198	2.705.286	5.303.046
85	Stämme	355.513.617	394.964.927	490.038	834.132
86	Rinde der Stämme	35.551.362	39.496.493		
87	Äste und Rinde	242.064.610	326.812.487	726.194	1.894.263
88	Wurzeln	70.787.373	114.191.086	495.512	963.487
89	Nadeln/Blätter	77.077.432	114.845.205	993.543	1.611.163

Quellen: BMLFUW, 2002; Berechnung im Anhang Forstwirtschaft

Tabelle 7-14: Güter- u. Stickstoffflüsse des Prozesses Forstwirtschaft

PROZESS FORSTWIRTSCHAFT									
			Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobener Wert	von	bis	von	bis	Unsicherheit	
FWB	Bäume	FW	24.474.449	74.759	146.546	21.582.293	27.366.604	2	
Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge						
FW	Rückstand	FW	10.178.294	44.175	89.116	8.484.635	11.871.952	2	
FW	Brennholz	PHH	1.444.300	1.857	3.160	1.358.500	1.530.100	2	
FW	Nutzholz (20)	20	6.038.455	7.915	13.473	5.730.900	6.346.010	2	
Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge						
	LAGERINPUT		6.813.400	20.812	40.797	6.008.257	7.618.542		
	LAGEROUTPUT		17.661.049	53.947	105.750	15.574.035	19.748.062		
	LAGERVERÄNDERUNG								
	LAGERBESTAND			2.705.286	5.303.046	780.994.395	990.310.198		
	SUMME INPUT		24.474.449	74.759	146.546	21.582.293	27.366.604		
FW	SUMME OUTPUT		17.661.049	53.947	105.750	15.574.035	19.748.062		
	LAGERVERÄNDERUNG		6.813.400	20.812	40.797	6.008.257	7.618.542		

7.1.3 Stoffflussdiagramm Urproduktion

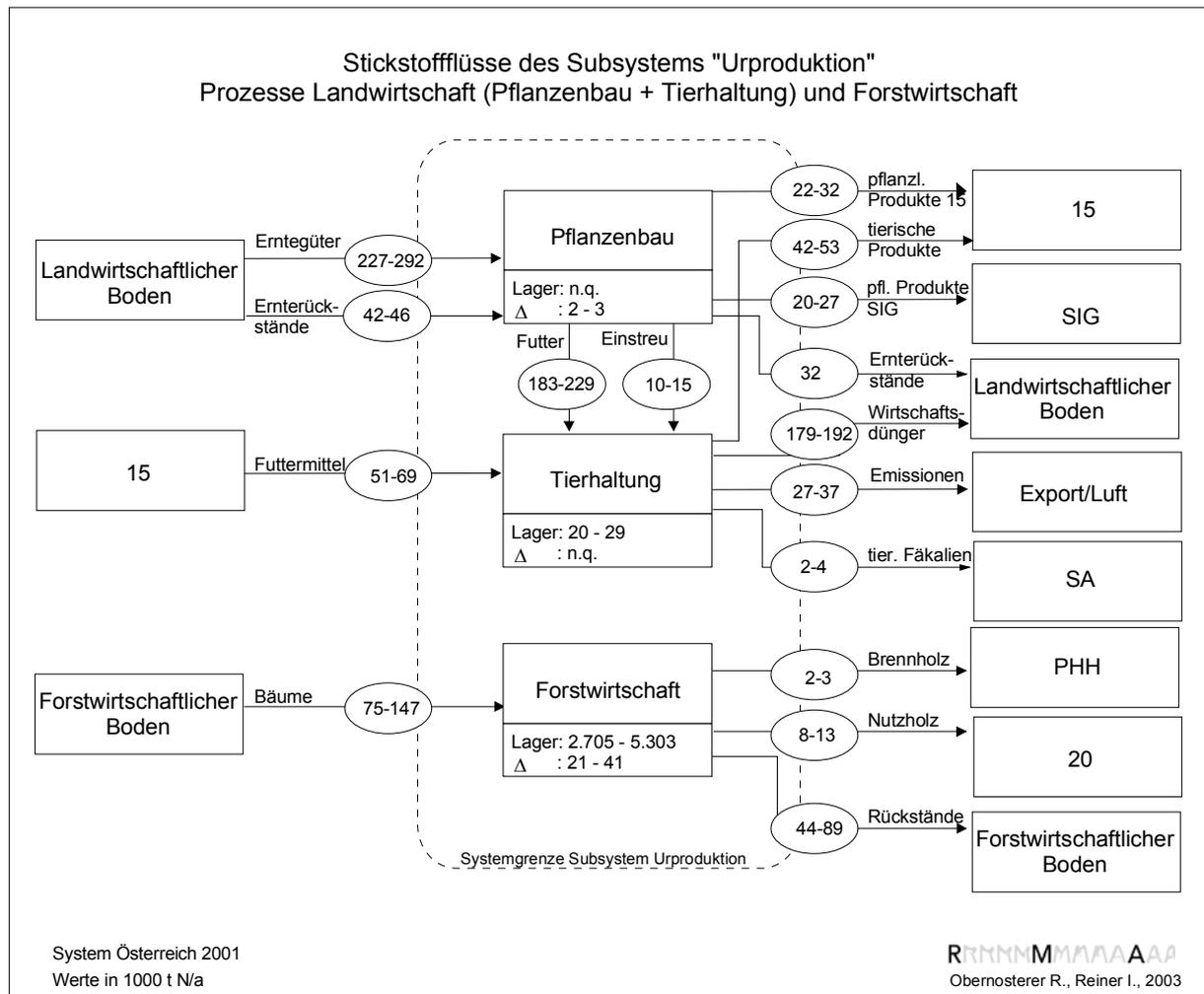


Abbildung 7-1: Stickstoffflüsse des Subsystems „Urproduktion“

7.2 Sekundärer Sektor - Industrie und Gewerbe

Die Sachgütererzeugung, Abschnitt D umfasst 22 ÖNACE Abteilungen [ÖSTAT, 1995]. Für die Stickstoffwirtschaft Österreichs werden die Abteilungen 15, Herstellung von Nahrungs- und Genussmittel und Getränken und die Abteilungen 20 und 21 Verarbeitung von Holz, Herstellung von Papier und Pappe (22) als wichtigste Branchen in eigenen Prozessen beschrieben. Relevante Flüsse aus anderen Branchen werden in einem Sammelprozess „sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“ angeführt.

7.2.1 ÖNACE-Abteilung 15, Nahrungs- und Genussmittelherstellung (15)

Tabelle 7-15: Güter des Prozesses Nahrungs- und Futtermittelherstellung

PROZESS Nahrungs- und Futtermittelherstellung (15)				
ÖNACE Abt. 15 Dieser Prozess umfasst die industriellen und gewerblichen Bereiche der Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	I	pflanzlicher und tierischer Produkte I	15	Tierische und pflanzliche Produkte, die importiert werden.
	TH	tierische Produkte LW	15	Tierische Produkte, die zur Weiterver- und -bearbeitung aus der inländischen Tierhaltung stammen.
	PB	pflanzliche Produkte LW	15	pflanzliche Produkte, die zur Weiterver- und -bearbeitung aus dem inländischen Pflanzenbau stammen.
	I	Futtermittel	15	importierte Futtermittel
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	15	Futtermittel	TH	Futtermittel, die an die heimische Tierhaltung geliefert werden.
	15	Export Nahrungsmittel	E	Nahrungsmittel, die exportiert werden
	15	Export Futtermittel	E	Futtermittel, die exportiert werden.
	15	Nahrungsmittel	DL	Nahrungsmittel, die in den Handel kommen und im Beherbergungs- und Gaststättenwesen oder im PHH konsumiert werden.
	15	biogene Abfälle 15	SA	biogene Abfälle, die getrennt gesammelt werden, aus der Nahrungsmittelproduktion (SN 11102, 11103, 11110, 11111, 11112),, Tierkörper (SN 134), Abfälle aus der Produktion pflanzlicher Öle (SN 12101), Abfälle aus der Produktion Tierischer Fette und Wachse (SN 123)
	15	Abwasser 15	ARA	Abwasser aus der Abt. 15
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

Die Nahrungs- Futtermittel- und Genussmittelherstellung steht im Jahr 2000 mit einem Wert der technischen Gesamtproduktion in der Höhe von rund 9 Mrd. € bei der Wertmäßigen Produktion nach Bauarbeiten, Energie und Dienstleistungen der Energieversorgung und Maschinen an vierter Stelle. Insgesamt waren mit Stand 31.12. 2002 1.378 Betriebe mit mehr als 10 Mitarbeitern meldepflichtig. Das sind 11,6 % aller Meldeeinheiten zu diesem Zeitpunkt. Die Abteilung 15 umfasst die folgenden neun Gruppen

Tabelle 7-16: ÖNACE-Gruppen der Abteilung 15

- 15.1 Schlachthäuser und Fleischverarbeitung
- 15.2 Fischverarbeitung
- 15.3 Obst- und Gemüseverarbeitung
- 15.4 Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten
- 15.5 Milchverarbeitung; Herstellung von Speiseeis
- 15.6 Mahl- und Schälmaschinen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen
- 15.7 Herstellung von Futtermitteln
- 15.8 Herstellung von sonstigen Nahrungs- und Genussmitteln
- 15.9 Getränkeherstellung

Für die Beschreibung der Stickstoffwirtschaft werden die ersten acht Gruppen berücksichtigt. Die Getränkeherstellung wird mit Ausnahme des Wasser in der Bilanzierung berücksichtigt, da der Wasserverbrauch dem Prozess SIG zugeordnet wurde und eine Aufspaltung auf die einzelnen Industriesparten nicht erfolgt. Für die Stickstoffbilanz der Nahrungs- und Genussmittelindustrie ist der Stofffluss aus dem Wasser ohnedies nicht relevant.

Aus der heimischen Landwirtschaft fließen rund 9,5 Mio. t Rohstoffe in Form von tierischen und pflanzlichen Produkten in die Herstellung von Nahrungsmitteln und Futtermitteln. Der Einsatz an Rohstoffen aus der Landwirtschaft wird berechnet auf Basis der Landwirtschaftsstatistik (siehe Tierhaltung und Pflanzenbau) [Statistik Österreich, 2002].

Zusätzlich werden rund 3,2 Mio. t pflanzliche und tierische Produkte sowie 800.000 t Futtermittel importiert [Statistik Austria, 2003].

Der Gesamtinput in die Nahrungs- und Futtermittelindustrie beträgt in Summe ca. 13,6 Mio. t. Auf der Outputseite stehen dieser Menge produzierte Nahrungsmittel, Futtermittel, Abwasser und biogene Abfälle gegenüber.

Die Produktionsmengen der Futtermittelindustrie werden aus dem grünen Bericht, 2001 [BMLFUW, 2002], übernommen, der mit den Zahlen für die Futtermittelproduktion aus der Konjunkturerhebung gut übereinstimmt [Statistik Austria, 2002a].

Die Produktionsmengen der Nahrungsmittelherstellung werden lt. Konjunkturerhebung [Statistik Austria, 2001] mit 4 Mio. t (ohne Futtermittel) angegeben. Diese Menge erscheint im Vergleich zu den eingesetzten Rohstoffen, aber auch zu den in der Außenhandelsbilanz ausgewiesenen Exporten zu gering. Allein der Export von Nahrungsmitteln (ohne Futtermittel) liegt bereits in der Höhe von 3 Mio. t, sodass für die Nahrungsmittelversorgung in Österreich lediglich 1 Mio. t heimischer Nahrungsmittel übrig wären.

Die Produktionsmengen werden daher zusätzlich auf andere Weise abgeschätzt. Grundlage für die Neuberechnung sind der Rohstoffeinsatz aus landwirtschaftlicher Produktion und der Import auf der Inputseite, und die anfallenden (gut dokumentierten) Abfälle [Fehring, et al. 2003] (siehe unten) und Exporte auf der Outputseite. Als Differenz wurde die theoretisch erzielte Produktionsmenge von Nahrungsmitteln für den heimischen Verbrauch bestimmt. Sie liegt in der Höhe von 7 Mio. t. Zusätzlich werden 3 Mio. t Nahrungsmittel importiert. Damit ist die theoretisch ermittelte Gesamtmenge an produzierten Nahrungsmitteln mehr als doppelt so hoch, wie die in der Konjunkturstatistik erhobene Menge.

Die Ausgangsdaten beider Berechnungsvarianten sind statistisch erhobene Daten. Da der Vergleich der Ergebnisse beider Berechnungsvarianten große Differenzen aufzeigt, muß angenommen werden, dass die Datenunsicherheit groß ist. Sie entgegen der methodisch anzunehmenden Stufe 1 mit Level 3 bewertet.

Tabelle 7-17: Produktion der Nahrungsmittelindustrie laut Konjunkturerhebung des Statistischen Zentralamtes [Statistik Austria, 2002a] (Datentabelle 3/Procom 15)

	C	D
60	produzierte Güter	t/a
61	Fleisch und Fleischwaren	581.185
62	Molkereierzeugnisse und Eier	1.658.641
63	Fische und Krebstiere	665
64	Getreide und Getreideerzeugnisse	820.820
65	Gemüse und Früchte	73.414
66	andere Nahrungsmittel	185.449
67	andere Waren	617.714
68	Tierfutter	1.099.770
69	Gesamt abgesetzte Produktion der Branche 15	5.037.658

Im Bezugsjahr 2001 wurden ca. 3,4 Mio. t Nahrungs- und Futtermittel exportiert. Der Außenhandel wird beschrieben auf Grundlage der Außenhandelsstatistik des Statistischen Jahrbuchs, 2003 [Statistik Austria, 2003].

Tabelle 7-18: Außenhandel der Nahrungs- und Futtermittelindustrie (Datentabelle 3/Import/Export tier. u. pflanz.)

	C	D	E	F	G	H	
122	Ausfuhr	Bandbreite				tN	
123		von		bis		bis	
124	Getreide	786.919	708.227	865.611	11.593	17.890	
125	Reis	501	451	551	6	6	
126	Hülsenfrüchte	6.552	5.897	7.207	105	288	
127	Ölsaaten	65.077	58.569	71.585	915	1.533	
128	pflanzliche Öle (Reinfett)	52.034	46.831	57.237	0	42	
129	Erdäpfel	57.940	52.146	63.734	174	232	
130	Zucker (Weißzuckerwert)	299.942	269.948	329.937	0	0	
131	Honig	0	0	0	0	0	
132	Gemüse	95.025	85.523	104.528	261	361	
133	Obst	129.761	116.785	142.737	78	132	
134	Bier	43.349	39.014	47.683	26	43	
135	Wein	30.803	27.722	33.883	0	0	
136	Fleisch	243.285	218.957	267.614	7.292	8.405	
137	Eier	951	856	1.046	15	15	
138	Milchprodukte	161.733	145.559	177.906	2.743	2.743	
139	Summe	1.973.871	1.776.484	2.171.258	23.210	31.691	
140	Tierische Produkte	405.969	365.372	446.566	10.051	11.163	
141	Pflanzliche Produkte	1.567.903	1.411.112	1.724.693	13.159	20.528	

Die verbleibende Menge für den heimischen Verbrauch liegt bei rund 4,3 Mio. t Nahrungsmitteln. Sie werden zum Großteil im Privaten Haushalt und zum Teil außer Haus, z.B. im Beherbergungs- und Gaststättenwesen verzehrt.

Die biogenen Abfälle bzw. Koppelprodukte werden von [Fehring, 2003] nach Branchen berechnet und mit dem Materialienband zum Bundesabfallwirtschaftsplan, 2001 [Perz, 2001] verglichen. Sie stimmen größtenteils mit den im BAWP angeführten Zahlen überein. Zum Teil ergaben sich Abweichungen, die plausibel erklärbar waren, so dass mit den Zahlen von Fehring weitergerechnet wird. In Summe werden rund 1,3 Mio. t an biogenen Abfällen identifiziert. Wobei Teile als Futtermittel abgegeben oder als Produkt weitergeführt werden können. Von der Differenz, die sich zu den Daten aus dem Materialienband zum Bundesabfallwirtschaftsplan ergeben wird angenommen, dass es sich um Koppelprodukte handelt. Da ihr Verbleib nicht geklärt werden kann werden sie über den Prozess Sammlung zur weiteren Verwertung in den Prozess SIG geführt.

Die Abwasserfracht aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie wird als prozentueller Anteil am Gesamtfluss von Industrie und Gewerbe geführt. In [Kroiss, 1998] wird mit einem Anteil der Abwässer der Nahrungsmittelindustrie von 87 % gerechnet. In der vorliegenden Studie wird mit einem Anteil von 60 % gerechnet, da auch in der Abwasserreinigung der hohe technische Standard zunimmt.

Die Stickstoffflüsse werden durch Multiplikation mit Stoffkonzentrationen berechnet (siehe Anhang Abfallwirtschaft).

Tabelle 7-19: Abfälle der Nahrungsmittelindustrie (Datentabelle 3/Abfälle 15 kurz)

	C	D	E	F	G	H	I	J
71	SN	Abfallbezeichnung	Masse [t/a]		t N		tN	
72			Fehring	BAWP	von	bis	von	bis
73	111	Abfälle aus der Nahrungsmittelproduktion	482.559	306.200	3.378	4.826	2.143	3.062
74		Abfälle aus der Genussmittelproduktion	187.402	231.240	2.651	4.176	1.569	2.241
75	117	Abfälle aus der Futtermittelproduktion	725	725	5	7	5	7
76	121	Abfälle aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Öle	176.500	85.025	1.228	1.765	701	1.382
77	125	Emulsionen und Gemische von pflanzlichen und tierischen Fettprodukten	19.000	19.020	19	95	23	115
78	134	Tierkörper	325.325	300.000	813	1.139	750	1.050
79	199	andere Abfälle aus der Verarbeitung und Veredelung tierischer und pflanzlicher Produkte	300.387	75.300	901	2.103	226	527
80		Summe biogene Abfälle 15	1.491.898	1.017.510	8.995	14.110	5.417	8.384

Tabelle 7-20: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Nahrungs- und Futtermittelherstellung

PROZESS Nahrungs- und Futtermittelherstellung, Abt 15 (ohne Getränkeherzeugung)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level
				erhöbener Wert	von	bis	von	bis		
Input	I	pflanzlicher und tierischer Produkte I	15	3.842.866	28.138	35.349	2.936.261	4.749.471	1	
	TH	tierische Produkte LW	15	4.452.508	42.131	53.407	4.007.257	4.897.759	1	
	PB	pflanzliche Produkte LW	15	5.135.976	21.741	32.248	4.622.378	5.649.574	1	
	I	Futtermittel	15	844.166	35.994	56.053	759.749	928.583	1	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	15	Futtermittel	TH	1.493.289	51.135	68.611	1.343.960	1.642.618	1	
	15	Export Nahrungsmittel	E	3.048.505	27.068	35.418	2.743.655	3.353.356	1	
	15	Export Futtermittel	E	379.877	2.659	3.799	341.889	417.865	1	
	15	Nahrungsmittel	DL	4.321.875	30.218	43.270	4.316.794	4.326.955	3	
	15	biogene Koppelprodukte	SIG	474.388	3.578	5.726	317.840	630.936	2	
	15	biogene Abfälle 15	SA	1.017.510	5.417	8.384	681.732	1.353.288	3	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT		14.275.516	128.005	177.057	12.325.646	16.225.386		
		LAGEROUTPUT		n.q.	128.005	177.057	9.745.869	11.725.018		
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.						
		LAGERBESTAND		n.q.						
	15	SUMME INPUT		n.q.						
	15	SUMME OUTPUT		n.q.						
	15	LAGERVERÄNDERUNG		n.q.						

7.2.2 Stoffflussdiagramm Nahrungs- und Futtermittelherstellung (15)

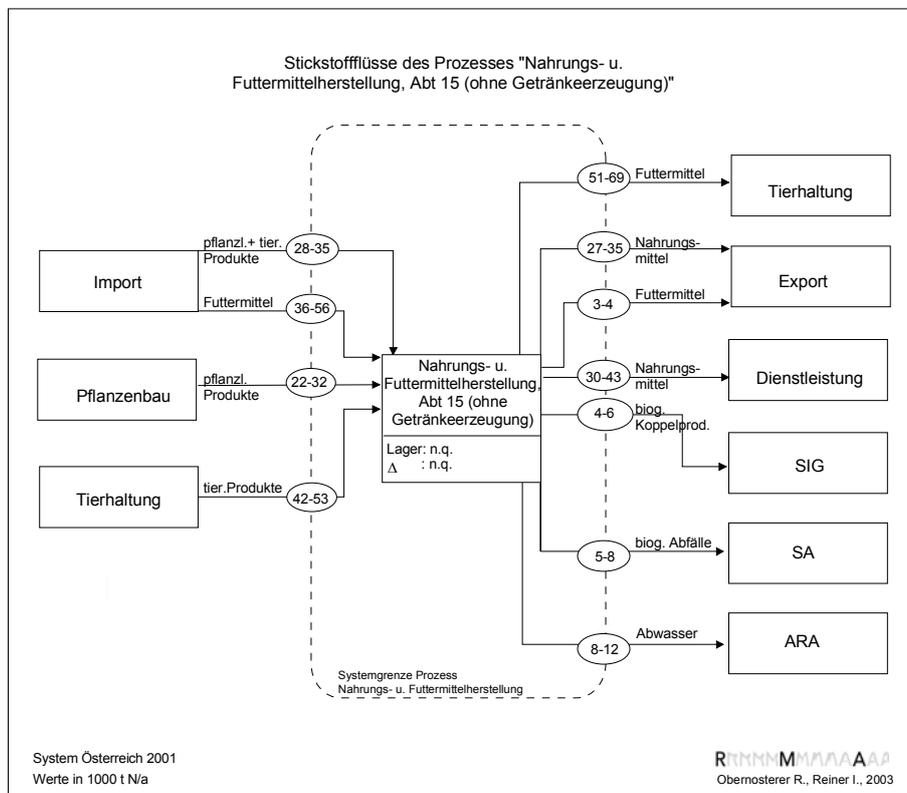


Abbildung 7-2: Stickstoffflüsse des Prozesses „Nahrungs- u. Futtermittelherstellung Abt 15“

7.2.3 Be- und Verarbeitung von Holz (20)

Tabelle 7-21: Güter des Prozesses Be- und Verarbeitung von Holz (20)

PROZESS BE- UND VERARBEITUNG VON HOLZ (20)				
Dieser Prozess umfasst die ÖNACE Gruppen "Säge- Hobel- und Holzimprägnierwerke (20.1)", "Furnier-, Sperrholz-, Holzfaserverplatten-, und Holzspanplattenwerke (20.2)", "Herstellung von Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz (20.3)", "Herstellung von Verpackungsmitteln und Lagerbehältern aus Holz (20.4)" und "Herstellung von Holzwaren a.n.g. sowie von Kork-, Flecht- und Korbwaren (20.5)". Zusätzlich umfasst der Prozess auch die Herstellung von Möbeln aus Holz, die der ÖNACE-Abteilung 36 zuzuschreiben sind.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	FW	Nutzholz (20)	20	Holz für Holzverarbeitung, Papierindustrie u. sonstige Verwendungen
	I	Holz	20	Import von Holz und Kork (SITC 24)
	I	Holzwaren	20	Import von Holz- und Korkwaren (SITC 63)
	SIG	N-hältige Kunstharze	20	Kunstharze auf N-Basis, die in der Plattenindustrie verwendet werden
Output	OUTPUT GÜTER		Beschreibung der Güter	
	20	Holz (EX)	E	Export von Holz und Kork (SITC 24)
	20	Holzwaren (EX)	E	Export von Holz- und Korkwaren (SITC 63)
	20	Holz (21)	21	Rohholz für die Papierindustrie
	20	Platten	SIG	MDF-, Sperrholz-, Spanplatten für den Inlandsgebrauch
	20	Sägenebenprodukte	SA	Abfälle der SN 17101-17103
	20	Spanplattenabfälle	SA	Abfälle der SN17115
	20	Schnittholz (51)	SIG	bearbeitetes Holz, Fenster, Türen, Holzhäuser, Verpackungen, Holzmöbel
Lager	LAGER		Beschreibung der Güter	
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
	LAGERBESTAND			

Die Weiterverarbeitung von Holz erfolgt in der Abteilung 20 – Be- und –verarbeitung von Holz (ohne Möbel). In der Sägeindustrie wird das Rohholz zugerichtet und an die Holzverarbeitenden Betriebe geliefert. Für die Stickstoffwirtschaft interessant ist in diesem Prozess vor allem die Gruppe 20.2, die Plattenindustrie.

Tabelle 7-22: Wirtschaftsgruppen der Abt. 20

- 20 Be- und Verarbeitung von Holz (ohne Herstellung von Möbeln)
- 20.1 Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke
- 20.2 Furnier-, Sperrholz-, Holzfaserverplatten-, und Holzspanplattenwerke
- 20.3 Herstellung von Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz
- 20.4 Herstellung von Verpackungsmitteln und Lagerbehältern aus Holz
- 20.5 Herstellung von Holzwaren a.n.g. sowie von Kork-, Flecht- und Korbwaren

Der Rohstoffeinsatz der Holzbe- und –verarbeitenden Industrie liegt bei 15 Mio. t Rohholz und Holzwaren. Rund 6 Mio. t Rohholz werden aus der heimischen Forstwirtschaft bezogen. 9 Mio. t Holz und Holzwaren werden importiert. Weiters werden in der Außenhandelsstatistik rund 700.000 t Halbfertigwaren wie Spanplatten oder Furniere als Importe ausgewiesen. [Statistik Austria, 2002/3].

Im Jahr 2001 wurden ca. 7 Mio. t be- und verarbeitete Holzprodukte exportiert. Davon sind 2 Mio. t bearbeitete Holzwaren, Furniere, Sperrholz und Spanplatten und rund 5 Mio. t einfach bearbeitetes Holz [Statistik Austria, 2002/3].

Bei der Produktion in Säge- und Plattenindustrie fallen laut [Fehring, 2003] ca. 4,6 Mio. t Sägenebenprodukte (Rinde, Schwarte, Spreisel, Sägemehl und Sägespäne) an. Vom [Fach-

verband der österreichischen Holzindustrie, 2002] wird eine Menge von 6,39 Mio. m³ Sägenebenprodukten angegeben, was gut mit der Abschätzung nach Fehringer übereinstimmt. Ein großer Teil davon wird innerbetrieblich oder innerhalb der Branche weiterverarbeitet. Rund 1,7 Mio. t werden allein in der Plattenindustrie eingesetzt. Rund 0,7 Mio. t werden exportiert. An die Papierbe- und -verarbeitende Industrie werden 3,2 Mio. t Rohholz und Sägenebenprodukte geliefert [Austropapier, 2003].

Rund 2,1 Mio. t. der Sägenebenprodukte werden als Koppelprodukte oder Abfälle dem Prozess Sammlung zugewiesen (Zusammenstellung siehe Anhang Abfallwirtschaft).

Da die Plattenindustrie Teil der in diesem Kapitel diskutierten ÖNACE Abteilung ist, wird hier der Einsatz von Stickstoffhaltigen Kunstharzen mitdiskutiert. Als Kunstharze werden in weiterer Folge ausschließlich Melamin- und Harnstoffharze gemeint, wohl wissend, dass dazu eine Fülle weiterer Verbindungen gehören, die aber für die Stickstoffbilanz nicht relevant sind.

Die Stoffflüsse wurden durch Multiplikation der Güterflüsse mit Stoffkonzentrationen berechnet.

Melamin und Harnstoff als Ausgangsmaterialien für Kunstharze werden in Österreich von einem Unternehmen produziert. Rund 80-90% des inländisch produzierten Melamins werden für die Beschichtung oder als Bindemittel in der Plattenindustrie verwendet [Silgoner, 2003].

Aus Melamin und Harnstoff werden unter Verwendung von Formaldehyd Melamin- und Harnstoffharze synthetisiert. Das passiert in diversen Betrieben der chemischen Industrie in Österreich, stellvertretend sei die Krems Chemie genannt, zum Teil synthetisieren aber auch die Betriebe der Plattenindustrie die Harze in den eigenen Betrieben. Ein weiterer Teil der Harze wird importiert. Die Menge an in Österreich verwendeten Harzen und die Stickstofffrachten daraus wurde bereits im Kapitel Kunststoffe beschrieben, sei hier zu Erinnerung aber noch einmal erwähnt.

Tabelle 7-23: theoretischer Harzeinsatz in der Holzverarbeitenden Industrie (prov. Bilanz/Harze)

	A	B	C	D	E
13	Harzverwendung in der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie				
14		erhoben	N-Konzentration	tN/a	Quelle
15		t/a	%		
16	aus der inländischen Produktion				
17	Melamin für Deck- und Leimharze	25.000	67	16.675	Silgoner, 2003
18	Harnstoff für Deck- und Leimharze	30.000	46	13.800	Silgoner, 2004
19	Import von Melamin- und Harnstoffharzen				
20	Import von Melaminharzen	68.745	39	26.811	Außenhandelsstatistik, 2002
21	Import von Harnstoffharzen	133.371	23	30.675	Außenhandelsstatistik, 2002
22		257.116		87.961	

Rund 80 % der inländischen Plattenproduktion ist Kunstharzbeschichtet [Trixner, 2003]. Zwischen 1-3 Gew.% der Platte können für Beschichtungen angenommen werden [Trixner, 2003]. Die Stickstoffkonzentration in Melaminharzen wird auf 39 % (eigene Berechnung nach Molverhältnis Formaldehyd zu Melamin bzw. Harnstoff nach [Schwesig, 2003]), die in Harnstoffharzen auf 23 % berechnet [Schwesig, 2003]. Zusätzlich wird für die Platte ein natürlicher Stickstoffgehalt von 0,1-0,2 % aus dem Holz angenommen. Platten enthalten auch Bindemittel, die ebenfalls zum Einsatzbereich von Melamin- und Harnstoffharzen gehören.

[FPP, 2002] gibt dafür einen Anteil von max. 10 % der Platten an. In der nachfolgenden Tabelle ist die Berechnung der Stickstofffrachten in den Deckschichten der Platten nachzuvollziehen.

Tabelle 7-24: berechnete Stickstoffgehalte von Melamin- und Harnstoffharz beschichteten Platten (prov. Bilanz/Platte)

	C	D	E	F	G
18	Berechnung Harzbedarf für Deckschicht N-Fracht darin, nach Schwesig, 2003				
19		von	bis	Einheit	
20	Harzeinsatz				
21	beschichtete Platte Dekorfläche	100		g/m ²	
22	beschichtete Platte Gegenzug	130		g/m ²	
23	Fußböden - Oberfläche	300		g/m ²	
24	im Plattenkörper hochwertiger Böden	15		Gew%	
25	Produktion Inland, berechnet auf 19 mm Platten (1 m ³ =52,6 m ²)	52,63	Umrechnungsfaktor von m ³ auf m ²		
26	Gesamtproduktion [m ²]	94.049.810		m ²	
27	Anteil Harzbeschichtete Platten (80%)	75.239.848			
28	Harzbedarf (230 g/m ²) [t]	17.305		t	
29	Harzbedarf (300 g/m ²) [t]	22.572		t	
30	N-Konz im Harz 23-39% [tN]	3.980	8.803	tN	

Unter Berücksichtigung der Bindemittel und des natürlichen Hintergrundgehaltes des Ausgangsmaterial errechnet sich eine Stickstofffracht in den beschichteten Platten der Österreichischen Produktion zwischen 43.000 und 75.000 t Stickstoff in 94 Mio. m² Platten.

Tabelle 7-25: Berechnung des Stickstoffgehalts von Spanplatten

	C	D	E	F	G	H
12	Berechnung N-Gehalt in Spanplatten, 90% Holz, 10% Bindemittel Harze					
13		t Gut	N-Konzentration in %		tN	
14	Produktion Inland (90% Spanplatten), natürlicher N-Gehalt	1.614.700	0,1	0,2	1.615	3.229
15	10% Bindemittel, Harnstoff- oder Melaminharze	161470	23	39	37.138	62.973
16	Beschichtung, Harnstoff- oder Melaminharze				3.980	8.803
17	Summe N-Gehalt in beschichteten Platten	1.614.700	2,6	4,6	42.733	75.006

Laut Auskunft der Plattenindustrie und pers. Information vom Fachverband der Holzindustrie [Handl, 2003] werden 80% der Plattenproduktion exportiert. Der Inlandsabsatz liegt somit bei nur knapp 19 Mio. m² oder 323.000t Platten, das sind umgerechnet auf einen Einwohner rund 2,4 m² oder 40 kg Platten/E.a. Bei einer durchschnittlichen Verweilzeit von zehn Jahren beträgt das Lager rund 3.200.000 t mit einem Stickstoffgehalt 80.000 bis 150.000 t.

Durch Import von Kunstharzen und die Produktion von Harnstoff als Basis für Melamin stehen in Österreich 90.000 t Stickstoff in Form von Kunstharzen zur Verfügung. Das entspricht ungefähr der berechneten Stickstoffmenge in Platten.

Die Menge der Spanplattenabfälle aus der Plattenindustrie wird von [Fehringer, 2003] auf 240.000t geschätzt. Diese Menge liegt um 60.000 t über der im BAWP angeführten Menge. Die Berechnung der Abfälle der Plattenindustrie bilanziert aus eingesetzten Rohstoffen und erzeugten Produkten ergibt wesentlich höheren Anfall von Abfallprodukten. Er liegt in der Höhe von 800.000 t. Hinsichtlich des hohen Stickstoffgehaltes von Spanplatten (Berechnungen siehe unten) könnte die Klärung dieser Unsicherheit von Bedeutung sein.

Die Stickstofffracht in den Harzen dominiert die Holzverarbeitung. In 1 % der Inputgüter befinden sich 66 % der Stofffracht.

Tabelle 7-26: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Be- und Verarbeitung von Holz (20)

PROZESS BE- UND VERARBEITUNG VON HOLZ (20)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
				erhobene Menge	von	bis	von	bis		
Input	FW	Nutzholz (20)	20	6.038.455	7.915	13.473	5.434.610	6.642.301	1	
	I	Holz SITC 24	20	8.436.295	8.436	16.873	7.592.666	9.279.925	1	
	I	Holzwaren SITC 63	20	725.535	4.102	13.831	652.982	798.089	1	
	SIG	N-hältige Kunstharze	20	178.775	41.118	71.776	119.779	237.771	2	
Output		OUTPUT GÜTER	Ziel							
	20	Holz (EX)	E	5.031.234	5.031	10.062	4.528.111	5.534.357	1	
	20	Holzwaren (EX)	E	1.928.397	36.490	66.696	1.735.557	2.121.237	1	
	20	Holz (21)	21	3.211.800	3.212	6.424	2.890.620	3.532.980	1	
	20	Platten	SIG	322.940	8.547	9.573	290.646	355.234	1	
	20	Sägebrenprodukte	SA	2.098.581	2.099	4.197	1.888.723	2.308.439	1	
	20	Spanplattenabfälle	SA	240.236	7.207	9.609	216.212	264.260	1	
	20	Schnittholz	SIG	2.545.872	2.546	5.092	1.272.936	3.818.808	3	
Lager		LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT		15.379.060	61.572	115.953	13.800.036	16.958.084		
		LAGEROUTPUT		15.379.060	65.131	111.654	12.822.805	17.935.315		
		LAGERVERÄNDERUNG		0	-3.559	4.300	977.231	-977.231		
		LAGERBESTAND		n.q.						
	20	SUMME INPUT		15.379.060	61.572	115.953	13.800.036	16.958.084		
		SUMME OUTPUT		15.379.060	65.131	111.654	12.822.805	17.935.315		
		LAGERVERÄNDERUNG		0	-3.559	4.300	977.231	-977.231		

7.2.4 Stoffflussdiagramm Be- und -verarbeitung von Holz (20)

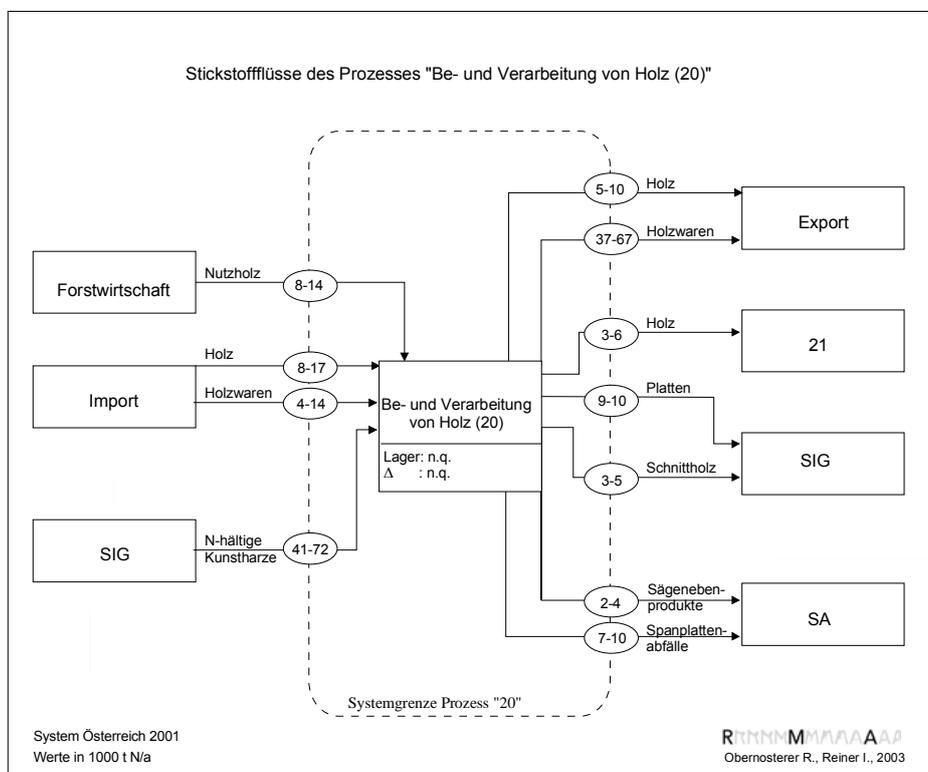


Abbildung 7-3: Stickstoffflüsse des Prozesses „Be- und Verarbeitung von Holz (20)“

7.2.5 Herstellung und Verarbeitung von Papier

Tabelle 7-27: Güter des Prozesses Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe (21,22)

PROZESS HERSTELLUNG UND VERARBEITUNG VON PAPIER UND PAPPE (21,22)				
ÖNACE Abt. 21, 22.1,22.2. Dieser Prozess umfasst die Herstellung und Verarbeitung von Papier, sowie die das Verlagswesen und die Druckerei.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	I	Import Rohholz & SNP	21	Import von Rohholz und Sägenebenprodukten
	I	Zell- und Holzstoff	21	Import von Zell- und Holzstoff
	I	Altpapier	21	Import von Altpapier
	20	Rohholz	21	Rohholz aus der Holzbe- und -verarbeitung
	SIG	Holz- und Zellstoff	21	
	21	Altpapier	21	Altpapier, dass nicht aus dem Import stammt
	I	Düngemittel	21	importierte Düngemittel zur inländischen Verwendung
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	
	21	Papier, Pappe, FSK	PHH	Papier, Pappe und Faltschachtelkarton für den Inlandsabsatz
	21	Holz- und Zellstoff	SIG	Holz- und Zellstoff für den Inlandsabsatz
	21	Sortierrückstände	SA	Abfälle der SN 18101, 18401, 18407, 18408,
	21	Rinde	SA	Holzreststoffe, v.a. Rinde, die bei der Produktion anfallen
	21	sonst. Abfälle	SA	Aschen, Schlacken und Abwasserschlämme
	21	Holz- und Zellstoff E	E	Holz- und Zellstoff, die exportiert werden
	21	Altpapier E	E	Altpapier, das exportiert wird
21	Papier, Pappe, FSK E	E	Papier, Pappe und Faltschachtelkarton, die exportiert werden.	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

In diesem Bereich werden die Prozesse zur Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe (Abteilungen 21 und 22 (ohne 22.3) beschrieben.

Tabelle 7-28: Wirtschaftsgruppen der Abteilungen 21 und 22

- 21 Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe
- 22 Verlagswesen, Druckerei, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern
- 21.1 Herstellung von Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe
- 21.2 Papier-, Karton- und Pappeverarbeitung
- 22.1 Verlagswesen
- 22.2 Druckerei

Die Produktion von Papier, Pappe und Waren daraus steht im Jahr 2000 mit einem Wert der technischen Gesamtproduktion in der Höhe von rund 4,5 Mrd. € bei der Wertmäßigen Produktion an achter Stelle. Gemeinsam mit Holz- Korb- und Flechtwaren (ohne Möbel) liegt der Produktionswert in der gleichen Höhe wie der der Nahrungs- und Genussmittelindustrie (4. Stelle). Bei den wichtigsten Produktionsgütern liegt Schnittholz an sechster Stelle, wobei die ersten fünf Plätze belegt sind von Erlösen, die aus der Erbringung von Dienstleistungen (Erlöse aus Handel, Errichtung von Wohnungen, elektrische Energie) stammen.

Insgesamt waren mit Stand 31.12. 2002 758 Betriebe mit mehr als 10 Mitarbeitern meldepflichtig. Das sind 6,3 % aller Meldeeinheiten.

Die Rohstoffe zur Erzeugung und Verarbeitung von Papier, Pappe und Faltschachtelkarton sind Holz und Altpapier [Austropapier,2003]. Im Bilanzjahr wurden 6,9 Mio. fm Holz (entspricht ca. 4,1 Mio. t bei einer angenommenen Dichte von 600 kg/fm), 1,4 Mio. t Papierzellstoff, 0,38 Mio. t Holzstoff und 1,89 Mio. t. Altpapier verarbeitet [Austropapier, 2003]. Diese Rohstoffe stammen zu 85 % aus heimischer Produktion. Rund 15 % werden importiert. Zusätzlich werden 1,3 Mio. t Papier, Pappe und Faltschachtelkarton importiert [Statistik Austria,2003].

Die Papierindustrie Österreichs produziert rund 4,3 Mio. t Papier, Pappe und Faltschachtelkarton, sowie 1,8 Mio. t Holz- und Zellstoff [Austropapier, 2003]. Von 9,3 Mio. t Produkten aus inländischer Produktion und dem Import werden 45 %, nämlich 3,7 Mio. t. (oder 97 % des Exports) Papier, Pappe und Faltschachtelkarton und 0,3 Mio. t Zell- und Holzstoff, sowie 0,2 Mio. t Altpapier exportiert [<http://www.ppv.at/>].

Der Inlandsabsatz aus Eigenproduktion beträgt rund 700.000 t Papier und ungefähr 1,4 Mio. t Zell- und Holzstoff. Gemeinsam mit dem Import werden rund 2,3 Mio. t Papierprodukte innerhalb der Grenzen abgegeben [Austropapier, 2003].

Der Anfall an Holz- und Papierkoppelprodukten bzw. Abfällen wird von [Fehringer, 2003] auf 601.000 t geschätzt. Welcher Anteil davon verwertet wird und welcher tatsächlich als Abfall behandelt wird geht nicht hervor und ist auch mithilfe des BAWP nicht abzuschätzen. Es wird die Annahme getroffen, dass lediglich die Menge als Abfälle in der Abfallwirtschaft behandelt wird, die im BAWP quantifiziert ist. Dabei handelt es sich um ca. 145.000 t oder ein Viertel der Rückstände aus der Produktion und Verarbeitung von Papier.

Zusätzlich fallen rund 750.000 t Abfälle als Schlämme und Aschen, die als sonstiges Abfälle in der Bilanz geführt werden, an. Für die Diskussion der Nährstoffnutzung im Anschluss an die Datenerhebung werden alle Abfälle und Koppelprodukte dem Prozess Sammlung zugeführt und weitere Verwertungswege dort diskutiert.

Tabelle 7-29: Anfall und Zusammensetzung der Holz- und Papierabfälle (Datentabelle 3/Abfälle 20, 21 lang)

Abfälle aus der Herstellung von Papier und Pappe, Verlagswesen, Druckerei, und Vervielfältigung								
		Fehringer, 2003			BAWP, 2002			
63	SN		t	tN von	t N bis	t	tN von	t N bis
66	17101	Rinde	345.881	1.038	1.902			
67	17102	Schwarte, Spreisel	92.235	92	350			
68	18101	Rückstände (Äste und Spuckstoffe)	48.738	49	97	43.800	44	88
69	18102	Rückstände aus der Chemikalienrückgewinnung der Zellstoffherstellung	22.500	23	45	22.500	23	45
70	184	Abfälle aus der Zelluloseverarbeitung						
71	18401	Spuckstoffe ohne Altpapieraufbereitung	9.570	30	30	8.600	27	27
72	18407	Rückstände aus der Altpapieraufbereitung	55.637	56	278	50.000	50	250
73	18408	Abfälle aus der Zellulose regeneratfaserherstellung	22.255	22	45	20.000	100	100
74	187	Papier- und Pappeabfälle	43.338			17.000	18	36
75	18701	Schnitt- und Stanzabfälle	26.338	1	3	1.300	1	3
76	18702	Papier und Pappe beschichtet		8	14	7.000	7	14
77		Summe Holz- und Papierabfälle und Koppelprodukte	688.992	1.318	2.764	170.200	269	562

Die Stoffflüsse werden durch Verknüpfung mit Güterspezifischen Stoffkonzentrationen [Kaas, 1994] errechnet.

Tabelle 7-30: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe (21, 22)

PROZESS HERSTELLUNG UND VERARBEITUNG VON PAPIER UND PAPPE (21,22)									
		Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit	
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobene Menge	von	bis	von	bis	Level
	I	Import Rohholz & SNP	21	941.400	941	1.883	630.738	1.252.062	2
	I	Zell- und Holzstoff	21	613.865	614	1.228	411.290	816.440	2
	I	Altpapier	21	841.396	841	1.683	757.256	925.536	1
	I	Papier, Pappe, FSK	21	1.323.000	1.323	2.646	1.190.700	1.455.300	1
	20	Rohholz	21	3.211.800	3.212	6.424	2.890.620	3.532.980	1
	SIG	Holz- und Zellstoff	21	1.197.135	1.197	2.394	1.077.422	1.316.849	1
	SIG	Altpapier	21	1.048.604	1.049	2.097	943.744	1.153.464	1
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel						
	21	Papier, Pappe, FSK	PHH	2.255.000	2.255	4.510	2.029.500	2.480.500	1
	21	Holz- und Zellstoff	SIG	1.396.000	1.396	2.792	1.256.400	1.535.600	1
	21	Sortierrückstände	SA	271.773	272	544	244.596	298.950	1
	21	Rinde	SA	345.881	346	692	311.293	380.469	1
	21	Abwasserschlämme	SA	745.400	1.491	1.864	670.860	819.940	1
	21	Holz- und Zellstoff E	E	343.000	343	686	308.700	377.300	1
	21	Altpapier E	E	225.511	226	451	202.960	248.062	1
	21	Papier, Pappe, FSK E	E	3.726.000	3.726	7.452	3.353.400	4.098.600	1
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel						
		LAGERINPUT							
		LAGEROUTPUT							
		LAGERVERÄNDERUNG							
		LAGERBESTAND		n.q.					
		SUMME INPUT		9.177.200	9.177	18.354	7.901.769	10.452.631	
	21	SUMME OUTPUT		9.308.565	10.054	18.990	8.377.709	10.239.422	
		LAGERVERÄNDERUNG		-131.365	-877	-635	-475.939	213.209	

7.2.6 Stoffflussdiagramm Herstellung und Verarbeitung von Papier (21, 22)

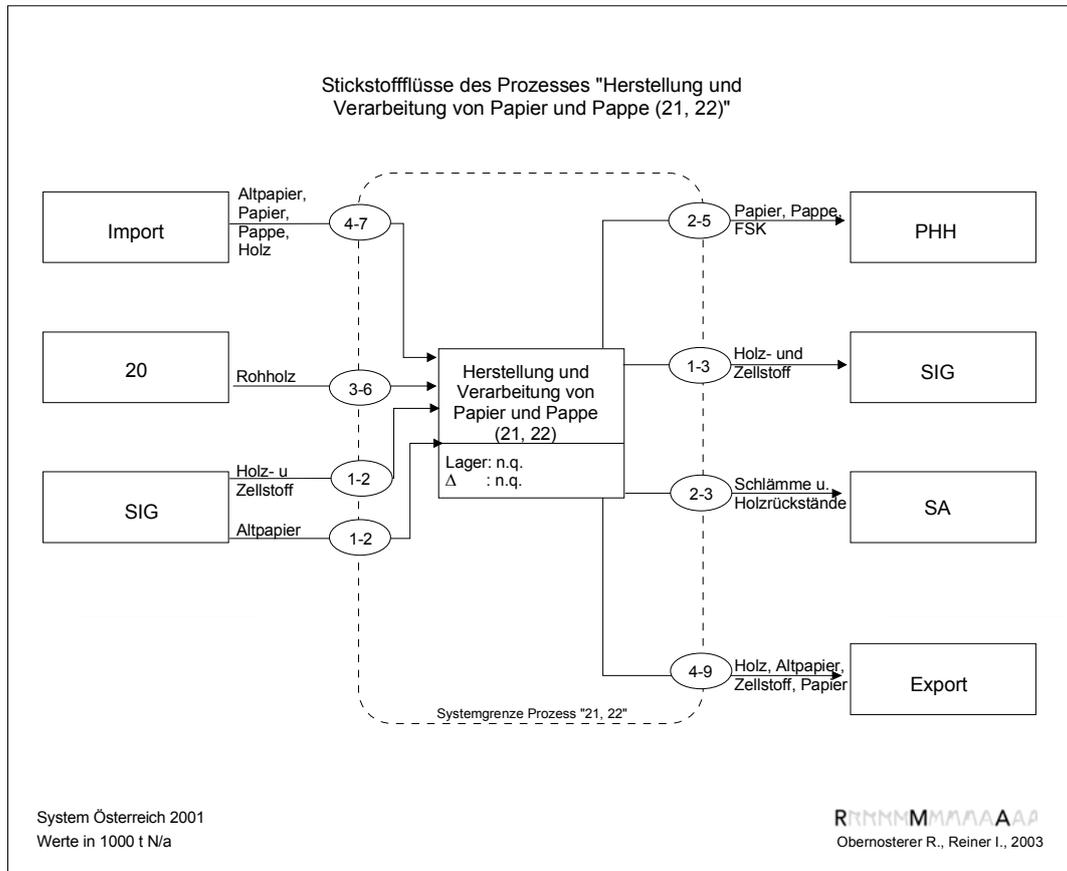


Abbildung 7-4: Stickstoffflüsse des Prozesses; „Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe (21, 22)“

7.2.7 Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)

Tabelle 7-31: Güter des Prozesses „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“

PROZESS Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)				
Dieser Prozess umfasst die industriellen und gewerblichen Bereiche zur Herstellung und dem Import von N-hältigen Gütern				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	I	Energieträger	SIG	Energieträger, die in Industrie und Gewerbe verwendet werden.
	I	Ammoniak aus Luft	SIG	aus Luft synthetisierter Ammoniak
	PB	pflanzliche Produkte, sonst. Ind. Verwendung	SIG	Pflanzliche Produkte, die in Betriebe außerhalb der Nahrungsmittelverarbeitung weiterverarbeitet werden
	20	Platten	SIG	MDF-, Sperrholz-, Spanplatten für den Inlandsgebrauch
	20	Schnittholz (51)	SIG	bearbeitetes Holz, Fenster, Türen, Holzhäuser, Verpackungen, Holzmöbel
	21	Holz- und Zellstoff	SIG	Holz- und Zellstoff für den Inlandsabsatz
	SA	Baurestmassen	SIG	Baurestmassen, die nicht in der Abfallwirtschaft behandelt werden
	I	organische und anorganische Erzeugnisse	SIG	Stickstoffhaltige Importe der Chemischen Industrie
	GW	Trink- und Brauchwasser	SIG	Trink- und Brauchwasser für Industrie und Gewerbe aus Grundwasservorrätern
OW	Brauchwasser	SIG	in Industrie und Gewerbe verwendetes Brauchwasser aus Oberflächengewässern	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	SIG	N-hältige Kunstharze	20	Kunstharze auf N-Basis, die in der Plattenindustrie verwendet werden
	SIG	Altpapier	21	Altpapier, das in der Papierverarbeitung eingesetzt wird und nicht aus dem Import stammt
	SIG	Melamin und Harnstoff für Harze	E	N-hältige Grundstoffe für die Harzerzeugung, die exportiert werden
	SIG	Mineraldünger	LWB	Mineraldünger, die in der österr. Landwirtschaft abgesetzt werden
	SIG	Mineraldünger	E	Mineraldünger, die exportiert werden
	SIG	Abluft	E	aus dem Gebrauch der Energieträger resultierende Abluft, als Stickstofffracht angegeben.
	SIG	Bodenaushub	SA	Bodenaushub, der auf Bodenaushubdeponien abgelagert wird
	SIG	Holz- und Zellstoff	21	
	SIG	Abfälle	SA	Abfälle von Industrie und Gewerbe, außer Holz- und Nahrungsmittelabfälle
	SIG	Abwasser	ARA	Abwässer aus direkt einleitenden Industriebetrieben und von Industriebetrieben, die in kommunale Abwasserreinigungsanlagen einleiten.
	SIG	organische und anorganische Erzeugnisse	E	N-hältige Güter der chemischen Industrie, die exportiert werden
	SIG	Gebrauchsgüter	PHH	langlebige Güter, die im Privathaushalt verwendet werden
SIG	Verbrauchsgüter	PHH	kurzlebige Güter, die im Privathaushalt verwendet werden.	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		Bau- und Netzwerke

Der Prozess „sonstige Industrie und Gewerbe“ ist ein Sammelprozess, der alle für die Stickstoffwirtschaft wichtigen Güter führt, die nicht der Nahrungsmittelherstellung oder der Holz- und Papierverarbeitung zugeordnet werden können. Hierher fallen z.B. Bereiche der chemischen Industrie oder die Energieträger, die der Industrie als gesamtes, aber nicht den einzelnen Abteilungen zugeordnet werden.

Der Energieträgereinsatz der Industrie wird gesamthaft dem Prozess SIG zugeteilt. Eine Aufteilung auf die Prozesse 15, 20, 21 und 22 konnte in diesem Projektumfang nicht getroffen werden. Als Datenbasis dienen Erhebungen der [Statistik Austria, 2003]. Die Erhebungen befinden sich im Anhang Industrie. Die Stoffgehalte werden durch Verknüpfung mit spezifischen Stoffkonzentrationen berechnet (siehe Anhang Industrie).

Ein hinsichtlich der Stickstoffbilanz interessanter Produktionsbereich ist die Synthese von Ammoniak aus Luftstickstoff. Aus Luft wird in einem Österreichischen Betrieb rund 450.000 t Ammoniak synthetisiert. Davon werden 65 % in der Pflanzennährstoffherzeugung und 35 %

zur Produktion von Harnstoff verwendet. Vom Harnstoff gehen lediglich knapp 2 % in die Düngemittelproduktion, der Großteil wird zur Erzeugung von Basisprodukten der Stickstoffhaltigen Kunstharze, z.B. Melamin verwendet.

Der Einsatz von Platten und Schnittholz, Holz- und Zellstoff aus Österreichischer Produktion, der nicht exportiert wird, wird dem Prozess SIG zugeführt, da eine genauere Zuteilung im Rahmen der Studie nicht möglich ist. Dasselbe gilt für die Differenz von Papier- und Holzabfälle, die aufgrund von Literaturangaben bzw. eigenen Berechnungen anfallen, deren Masse jedoch in den Materialienbänden zum BAWP geringer angeführt sind. Für diese Güter wird angenommen, dass sie als Koppelprodukte weiterverwendet werden.

Der Wassereinsatz und Abwasseranfall der gesamten Industrie mit Ausnahme der Nahrungs- und Genussmittelindustrie wird in diesem Prozess beschrieben. Der Abwasseranfall der Nahrungs- und Genussmittelindustrie wird nur auf Basis der Stofffrachten beschrieben. Eine Zuteilung auf die Prozesse 20 und 21 erfolgt im Rahmen dieser Studie nicht.

Auf der Outputseite werden die Güter Stickstoffhaltige Kunstharze für den Inländischen Gebrauch und den Export sowie die Düngemittel aus inländischer Produktion geführt.

Emissionsseitig werden die gasförmigen Emissionen, die aus der Verwendung von Energieträgern resultieren berücksichtigt. Die Stickstofffrachten in den Emissionen ergeben sich aus den Stickstoffgehalten der Energieträger. Umgesetzter Luftstickstoff wird nicht berücksichtigt.

Bei den Abfällen aus dem Prozess SIG handelt es sich um alle Stickstoffhaltigen Abfälle, die nicht den ÖNACE-Abteilungen 15, 20, 21 und 22 zugeordnet werden können. Die Daten stammen aus dem Materialienband zum Bundesabfallwirtschaftsplan, 2001 [Perz, 2001], die Abschätzung der Baurestmassen stammt aus [Stark et al., 2003].

Tabelle 7-32: Abfälle mit relevanten Stickstoffgehalten, die in Betrieben, außerhalb der ÖNACE-Abteilungen 15, 20 und 21 anfallen (Prov. Bilanz/Abfälle) [nach Domenig, 2001, Baurestmassen nach Stark et al., 2003]

	A	B	C	D
41	Abfälle SIG	Gütermenge tN		
42		t/a	von	bis
43	Häute- und Lederabfälle	148.220	5.010	7.555
44	Kunststoff- und Gummiabfälle	574.000	7.854	12.785
45	Bodenaushub, der in Bodenaushubdeponien deponiert wird	2.000.000	2.200	2.800
46	Abfälle von organ. Lösungsmitteln, Farben, Lacken, Klebstoffen und Harzen	45.963	114	268
47	Textilabfälle	44.000	44	1.750
48	Holz- und Papierabfälle	1.425.479	2.286	3.525
49	Baurestmassen	5.000.000	2.890	2.890
50	Summe	9.237.662	20.398	31.573

Die Abschätzung des Lagers bezieht sich auf den Bestand von Bauwerken und wird aus dem Teilprojekt Bauwerk Österreich [Stark et al., 2003] übernommen. Das Lager von Produktionsgütern, die über ein Bilanzjahr hinaus in einem Betrieb verbleiben, wird nicht abgeschätzt.

Der Lagerzuwachs bezieht sich ebenfalls auf die Bauwerke in Österreich. Stark gibt einen Lagerzuwachs in der Höhe von 2-3 % des Lagers an [Stark et al., 2003].

Tabelle 7-33: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“

PROZESS Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)											
				Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit	
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level		
	I				Energieträger	SIG	21.047.558	133.309		160.304	18.942.802
I	Ammoniak aus Luft	SIG	448.000	368.928	368.928	403.200	492.800	1			
J	Luftstickstoff	SIG	n.q.	89.376	89.376			1			
PB	pflanzliche Produkte, sonst. Ind. Verwendung	SIG	1.411.784	20.245	27.386	1.270.606	1.552.962	1			
20	Platten	SIG	322.940	8.547	9.573	290.646	355.234	1			
20	Schnittholz	SIG	2.545.872	2.546	5.092	1.272.936	3.818.808	3			
15	biogene Koppelprodukte	SIG	474.388	3.578	5.726	317.840	630.936	2			
I	Düngemittel	SIG	n.q.	95.958	117.084			1			
21	Holz- und Zellstoff	SIG	1.396.000	1.396	2.792	1.256.400	1.535.600	1			
SA	Baurestmassen	SIG	4.000.000	2.312	2.312	2.680.000	5.320.000	2			
I	organ. und anorgan. Erzeugnissen	SIG	45.084	16.346	16.346	22.542	67.627	3			
GW	Brauchwasser	SIG	500.000.000	500	1.500	450.000.000	550.000.000	1			
OW	Brauchwasser	SIG	900.000.000	1.620	2.120	810.000.000	990.000.000	1			
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel								
	SIG			N-hältige Kunstharze	20	178.775	41.118	71.776	119.779	237.771	2
SIG	Melamin und Harnstoff für Harze	E	240.000	121.868	124.414	160.800	319.200	2			
SIG	Abluft	E	20.837.083	133.309	160.304	13.960.845	27.713.320	1			
SIG	Holz- und Zellstoff	21	1.197.135	1.197	2.394	1.077.422	1.316.849	1			
SIG	Abfälle	SA	7.237.662	18.198	28.773	4.849.234	9.626.090	2			
SIG	Altpapier	21	1.048.604	1.049	2.097	943.744	1.153.464	1			
SIG	Bodenaushub	SA	2.000.000	2.200	2.800	1.800.000	2.200.000	1			
SIG	Abwasser	ARA	406.019.054	5.286	7.900	365.417.148	446.620.959	1			
SIG	Mineraldünger	E	n.q.	328.415	349.541			1			
SIG	Mineraldünger	LWB	720.000	129.100	129.100	648.000	792.000	1			
SIG	organ. und anorgan. Erzeugnissen	E	13.478	9.511	9.511	9.030	17.926	2			
SIG	Gebrauchsgüter	PHH	1.255.500	29.726	48.204	841.185	1.669.815	2			
SIG	Verbrauchsgüter	PHH	1.952.100	4.820	8.034	1.307.907	2.596.293	2			
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel								
				LAGERINPUT							
				LAGEROUTPUT							
				LAGERVERÄNDERUNG		80.000.000	19.824	19.824	53.600.000	106.400.000	2
				LAGERBESTAND		3.050.000.000	675.910	675.910	2.043.500.000	4.056.500.000	2
	SIG	SUMME INPUT		n.q.							
	SIG	SUMME OUTPUT		n.q.							
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.							

7.2.8 Stoffflussdiagramm „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“

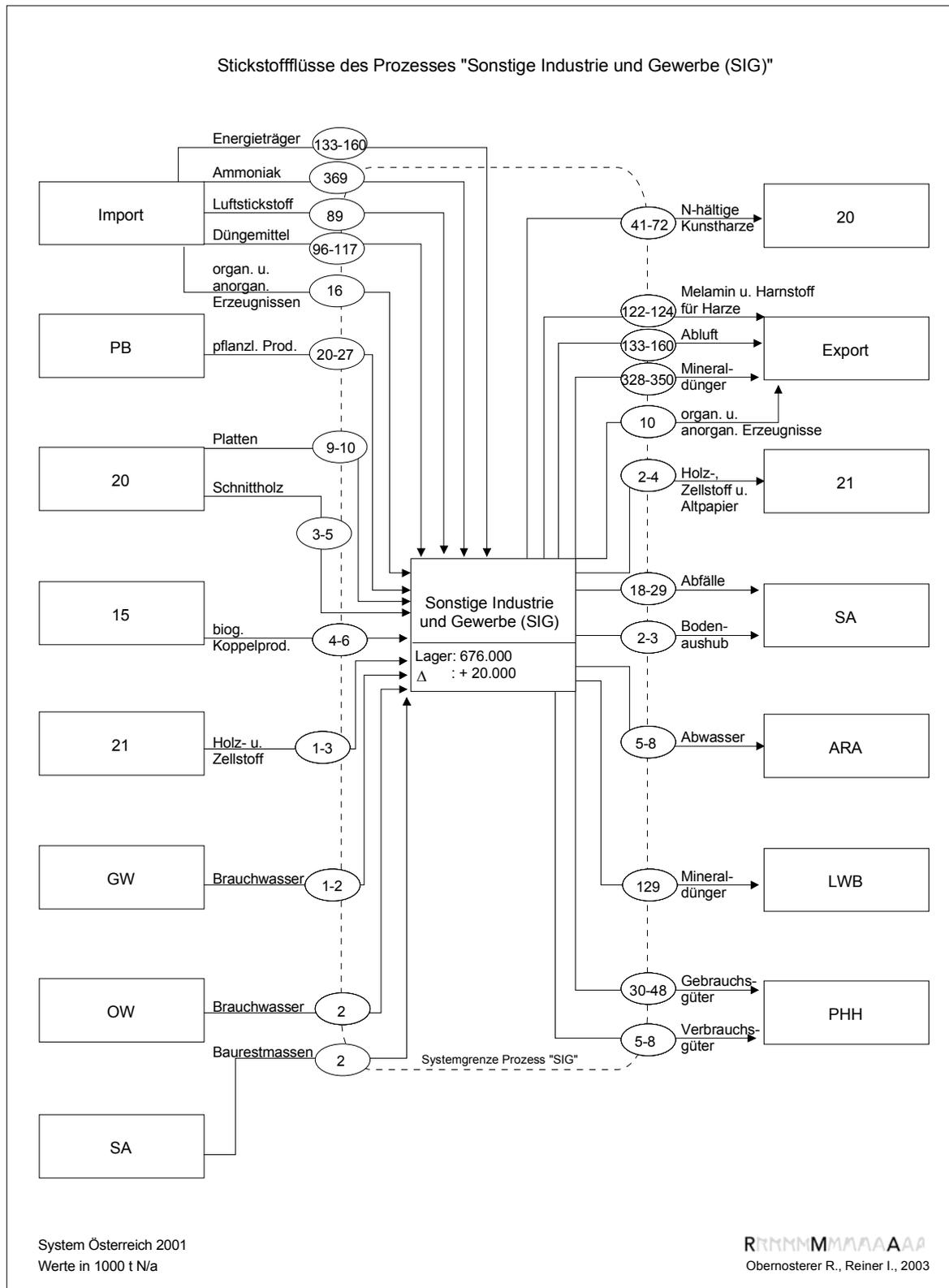


Abbildung 7-5: Stickstoffflüsse des Prozesses „Sonstige Industrie und Gewerbe (SIG)“

7.3 Tertiärer Sektor - Dienstleistung (DL)

Dem Sektor Dienstleistung sind 29 der 50 ÖNACE Abteilungen zugewiesen. Im hier beschriebenen Prozess werden die Flüsse bilanziert, die mit der Ernährung außer Haus verbunden sind. Dazu zählen der Handel und der Konsum von Nahrungsmitteln außer Haus, wie auch der durch die Ernährung bedingte Abwasser- und Abfallanfall. Hier sind v.a. die Betriebe des Beherbergungs- und Gaststättenwesens (Abt. 55), interessant.

Die Abfall- und Abwasserbeseitigung (Abt. 90), ebenfalls Teil des Dienstleistungssektor, wird der Fragestellung des Projektes entsprechend als eigener Sektor beschrieben.

Tabelle 7-34: Güter des Prozesses „Dienstleistungsbetriebe Ernährung“

PROZESS Dienstleistungsbetriebe Ernährung				
Dieser Prozess beschreibt die Nahrungsaufnahme und den Stoffwechsel der Menschen außer Haus. Hierzu gehören die ÖNACE- Abt. 55 das Beherbergungs- und Gaststättenwesen, aber auch Büros, Schulen und der Handel.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	15	Nahrungsmittel DL	DL	Nahrungsmittel, die aus der Nahrungsmittelindustrie zur Nahrungsmittelbereitstellung in Dienstleistungsbetrieben gelangen.
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	DL	Nahrungsmittel PHH	PHH	Nahrungsmittel, die zur Ernährung im Privaten Haushalt bestimmt sind
	DL	biogene Abfälle DL	SA	Küchen- und Kantinenabfälle (SN91202)
	DL	biogene Abfälle komm. DL	SA	Anteil an biogenen Abfällen von Dienstleistungsbetrieben in der Biotonne
	DL	Abwasser DL	ARA	Abwasseranteil aus Dienstleistungsbetrieben
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		wird nicht abgeschätzt
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

Das Beherbergungs- und Gaststättenwesen zählt im Jahr 2000 39.000 Betriebe mit rund 210.000 Beschäftigten und einem Umsatzerlös von 10 Mrd. Euro [Statistik Austria, 2003]. 69 % der Unternehmen beschäftigen 1-4 Personen.

Tabelle 7-35: Strukturdaten des Beherbergungs- und Gaststättenwesens (Datentabelle 3/Abt. H) [Statistik Austria, 2003]

	A	B	C	D	E	F	G
1		Unternehmen	Beschäftigte	Umsatzerlös [1000 €]	% uelle Verteilung		
2	Hotels, Gasthöfe, Pensionen, Hotels garni	13.828	98.851	4.923.659	36	47	51
3	Restaurants, Gasthäuser, Cafehäuser	20.724	97.079	4.169.769	54	46	43
4	sonstige (Kantinen, Caterer, Jugendherbergen und Schutzhütten, Campingplätze)	3.581	15.965	653.524	9	8	7
5	Gesamtes Beherbergungs- und Gaststättenwesen	38.133	211.895	9.746.952	100	100	100

Insgesamt wurden 2001 115 Mio. Übernachtungen verbucht. 27 % waren Übernachtungen von Personen aus Österreich. 73 % oder rund 84 Mio. der inländischen Übernachtungen tätigten Ausländer.

Im selben Jahr verbrachten 4,2 Mio. Österreicher Urlaub im Ausland. 44 % der Auslandsreisenden verbrachten zwischen 5 und 7 Tagen, 40 % zwischen 8-14 Tagen und 10 % zwi-

schen 15-21 Tagen im Ausland. Daraus ergibt sich Aufenthalt von rund 43 Mio. Tagen im Ausland.

Zieht man die Zahl der Auslandsübernachtungen von der Zahl der Inlandsübernachtungen ab, so bleibt ein Überschuss von 41 Mio. Übernachtungen in Österreich. Für die Berechnung des Stoffumsatzes im Bereich Ernährung bedeutet dies, dass in Österreich auf das Jahr 2001 bezogen um rund 112.000 (8,14 Mio. statt 8,03 Mio. Menschen) Menschen mehr versorgt werden müssen.

Die Versorgung dieser Menschen findet im Beherbergungs- und Gaststättenwesen statt. Zusätzlich werden dort die Menschen mit Nahrungsmitteln versorgt, die auf Inlandsurlaub sind (31 Mio. Übernachtungen oder 85.000 Personen/a).

Aus der Reisetätigkeit entsteht so ein Nahrungsmittelversorgungsbedarf im Beherbergungs- und Gaststättenwesen von 200.000 Personen/a. Bezogen auf die durchschnittliche Stickstofffracht ins Abwasser zwischen 3,7 und 4,4 kg N pro Person und Jahr ergibt sich durch Auslandsurlauber eine Abwasserfracht im Beherbergungs- und Gaststättenwesen in der Höhe von ungefähr 500 t N.

Zusätzlich versorgt das Beherbergungs- und Gaststättenwesen auch Menschen, die sich nicht auf Urlaub in Österreich befinden. Zur Außer Haus Verpflegung gehören die Gemeinschaftsverpflegung in schulischen Einrichtungen, Betriebskantinen oder Anstaltskantinen und die Individualverpflegung in Gaststätten, Kaffeehäusern oder Restaurants. In [Payer et al., 1996] ist für das Jahr 1992 angegeben, dass durch Gemeinschaftsverpflegung an Werktagen täglich zwischen 1,6 und 1,8 Mio. Menschen, sowie an Wochenenden zwischen 0,8 und 0,9 Mio. Menschen auswärts verpflegt werden, wobei durch das Außer Haus Essen 30-50 % der Tagesbedarf der täglichen Verpflegung konsumiert werden.

Für eine erste Annäherung wird der Außer Haus Konsum über die Stickstofffracht im Abwasser berechnet.

Die tägliche Stickstoff-Abwasserfracht liegt zwischen 10 und 12 g N/E [Kroiss et al., 1998]. Über diesen Transferkoeffizienten wird unter Berücksichtigung des Anfalls an biogenen Abfällen [BAWP, 2001] auf die notwendige Stickstofffracht in Nahrungsmitteln, die zur Ernährung aller in Österreich lebenden Menschen nötig sind, zurückgerechnet. Die Summe der Stickstofffrachten im Abwasser und in den biogenen Abfällen muss der Summe der Stickstofffrachten der eingekauften Nahrungsmitteln entsprechen.

Aus der Konsumerhebung ist bekannt, welche Nahrungsmittelmengen im privaten Haushalt - also zu Hause - konsumiert werden (vgl. Prozess PHH). Durch die Verknüpfung mit der Stickstoffkonzentration errechnet sich so die Stickstofffracht in zu Hause konsumierten Nahrungsmitteln.

Die Differenz aus Abwasserfracht plus biogenen Abfällen minus der Stickstofffracht in zu Hause konsumierten Nahrungsmitteln ergibt die Stickstoffmenge, die sich in Nahrungsmitteln, die außer Haus konsumiert werden müssen, befinden muss.

Die Bandbreite, die sich aus der oben beschriebenen Berechnung ergibt, liegt zwischen 0,8 und 1,4 Mio. t Nahrungsmitteln, die „außer Haus“ konsumiert werden.

Berechnet man den Außer Haus Konsum von Nahrungsmitteln als Differenz aus Nahrungsmittelinput aus der Nahrungsmittelindustrie und dem Nahrungsmittelkonsum im Privaten

Haushalt, der in der Konsumerhebung erhoben wird, so ergibt sich eine Menge von rund 500.000 t.

Für den Konsum von Nahrungsmitteln „außer Haus“ existieren keine statistisch erhobenen Zahlen. Die Eingangsdaten zur Abschätzung dieses Bereichs sind sehr weich, wodurch sich die Unsicherheit erklären lässt.

Laut BAWP 2001 und Fehringer, 2003 fallen im Beherbergungs- und Gaststättenwesen 60.000 t Küchen- und Kantinenabfälle (SN 91202) an. Kleinere Betriebe entsorgen die biogenen Abfälle über die getrennte Biotonnensammlung.

Für die Aufteilung der biogenen Abfälle aus der „Biotonne“ auf Haushalte und Dienstleistungsbetriebe wird angenommen, dass 3/5 in den Privathaushalten anfallen und 2/5 den Dienstleistungsbetrieben zuzuordnen sind.

Tabelle 7-36: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Dienstleistungsbetriebe - Ernährung

PROZESS Dienstleistungsbetriebe - Ernährung										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level
				erhobener Wert	von	bis	von	bis		
	15	Nahrungsmittel	DL	4.321.875	30.218	43.270	4.316.794	4.326.955	3	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	DL	Nahrungsmittel PHH	PHH	3.842.866	28.138	35.349	2.936.261	4.749.471	2	
	DL	biogene Abfälle DL	SA	60.000	420	600	54.000	66.000	1	
	DL	biogene Abfälle komm. DL	SA	199.600	1.397	1.996	133.732	265.468	2	
	DL	Abwasser DL	ARA	n.q.	1.648	3.119			2	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT								
		LAGEROUTPUT								
		LAGERVERÄNDERUNG								
		LAGERBESTAND			n.q.					
	DL	SUMME INPUT		4.321.875	30.218	43.270				
	DL	SUMME OUTPUT		n.q.	31.603	41.064				
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.	-1.385	2.205				

7.3.1 Stoffflussdiagramm „Dienstleistungsbetriebe Ernährung“

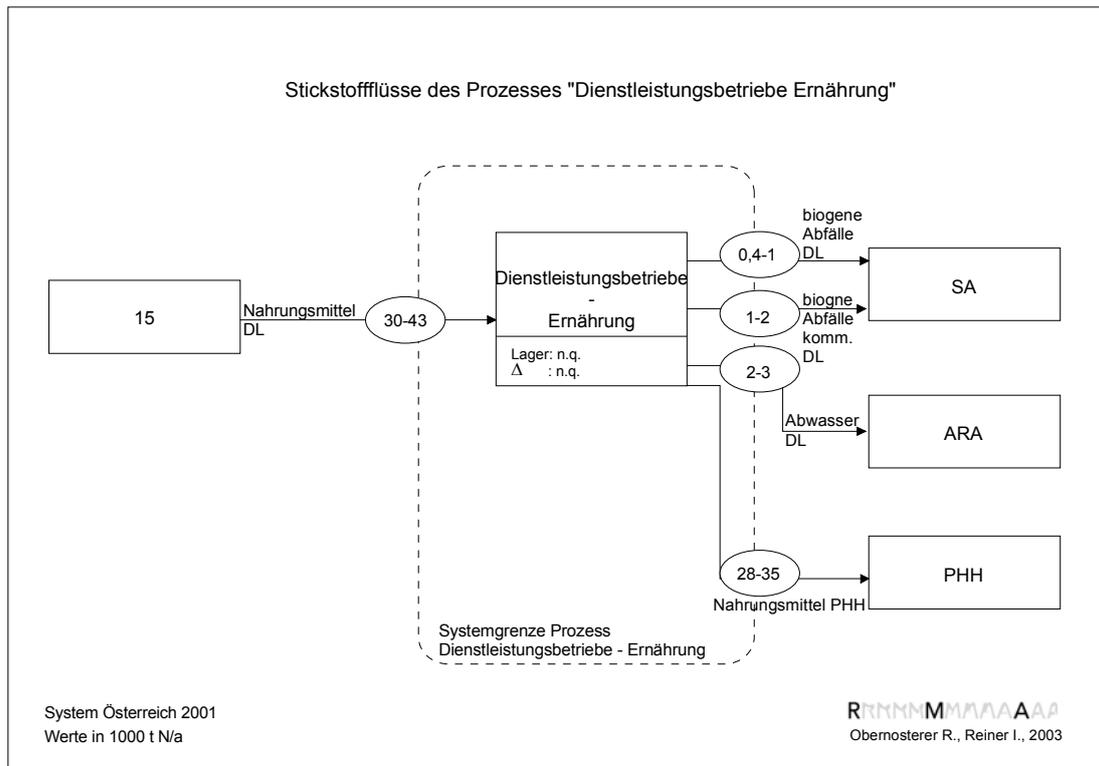


Abbildung 7-6: Stickstoffflüsse des Prozesses „Dienstleistungsbetriebe - Ernährung“

7.4 Privater Haushalt

Tabelle 7-37: Güter des Prozesses Privater Haushalt (PHH)

PROZESS PRIVATER HAUSHALT (PHH)				
ÖNACE Gruppe 95. Private Haushalte Österreichs				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	DL	Nahrungsmittel PHH	PHH	Nahrungsmittel, die im privaten Haushalt konsumiert werden.
	GW	Trinkwasser	PHH	Wasser, das im privaten Haushalt verwendet werden.
	SB	Grünschnitt	PHH	Grünschnitt und andere Gartenabfälle, die in der Eigenkompostierung im Privaten Haushalt kompostiert werden.
	FW	Brennholz	PHH	Anteil an Brennholz, der direkt der Forstwirtschaft entnommen wird.
	I	Energieträger	PHH	Energieträger, die im PHH verwendet werden
	SIG	Gebrauchsgüter	PHH	langlebige Konsumgüter, die im PHH verwendet werden
	SIG	Verbrauchsgüter	PHH	kurzlebige Güter, die im PHH verwendet werden.
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	PHH	biogene Abfälle, getrennt gesammelt PHH	SA	50% der biogenen Abfälle, die als Biomüll durch die getrennte Sammlung entsorgt werden.
	PHH	Grünschnitt EK	SB	Der Anteil biogener Abfälle, der als Rasenschnitt etc. im PHH anfällt und in der Eigenkompostierung verwertet wird.
	PHH	Restmüll PHH	SA	100% der Hausmülls und der hausmüllähnlichen Abfälle
	PHH	Altpapier, Papier, Pappe	SA	Altpapier, dass in Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen gesammelt wird. Wird zu 100% dem PHH zugeordnet
	PHH	Abwasser PHH	ARA	Abwässer der Haushalte, die an eine Kanalisation angeschlossen sind und in Kläranlagen gereinigt werden.
	PHH	Fäkalschlamm Senkgrubeneinhalte +	LWB	Abwässer, der Haushalte, die in Hauskläranlagen oder Senkgruben entsorgt werden
	PHH	Abluft	E	Emissionen, die aus dem Einsatz von Energieträgern stammen
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		Langlebige Konsumgüter, Baumaterialien
		LAGERINPUT		Neuprodukte
		LAGEROUTPUT		Altprodukte
		LAGERVERÄNDERUNG		Differenz Lagerinput minus Lageroutput

In Österreich lebten im Jahr 2001 8,1 Mio. Menschen [Statistik Austria, 2003].

Die Abschätzung der konsumierten Nahrungsmittel im privaten Haushalt erfolgt unter Berücksichtigung der Urlaube (6,9 Mio. Menschen waren im Jahr 2001 auf Urlaub) und basiert auf dem Stickstoffgehalt in menschlichen Ausscheidungsprodukten unter Berücksichtigung der im Privaten Haushalt konsumierten Lebensmittel.

2001 verbrachten Österreicher 74 Mio. Urlaubstage, an denen sie Nahrungsmittel außer Haus konsumierten [Statistik Austria, 2002/1]. Das entspricht umgerechnet 203.000 Personen, die sich in diesem Jahr außer Haus ernähren.

Tabelle 7-38: Reisetätigkeit 2001 (Datentabelle 3/Abt H) [Statistik Austria, 2002/1]

	B	C	D	E	F	G	H
7	Reisedauer	%	Auslands-reisende Österreicher	durchschnittl. Tagesanzahl	Anzahl der Urlaubstage im Ausland	Anzahl der Urlaubstage im Inland	
8	5-7 Tage	45	1.872.160	6	11.232.957		
9	8-14 Tage	40	1.661.805	11	18.279.850		
10	15-21 Tage	10	433.331	18	7.799.963		
11	> 21 Tage	6	239.805	25	5.995.118		
12		100	4.207.100		43.307.887	31.000.000	

Zusätzlich ist der Anteil an Nahrungsmitteln abzuschätzen, der außer Haus konsumiert wird, ohne auf Urlaub zu sein. Dazu zählt v.a. das Mittagessen in Kantinen oder Restaurants während der Arbeitswoche von Menschen, deren Weg zwischen Wohnort und Arbeitsstätte weit ist (Pendler).

Der Nahrungsmittelverbrauch im privaten Haushalt wird durch die Konsumerhebung [Statistik Austria, 2002/2] ermittelt. Die Konsumerhebung basiert auf monatlichen Haushaltsbuchführungen von 7.000 Haushalten in Österreich. Die Ergebnisse daraus werden auf alle Haushalte hochgerechnet. Der Konsum von Nahrungsmitteln im Privaten Haushalt wird vom Statistischen Zentralamt mit ca. 3 Mio. t angegeben (Anhang Privater Haushalt). Kroiss et al., 1998 errechnet einen Lebensmittelverbrauch von 4,5 Mio. t. In Folge wird mit dieser Bandbreite weitergerechnet.

Die Wasserentnahme für den PHH wird mit nach Kroiss [Kroiss et al., 1998] mit 550 Mio. m³ geschätzt.

Die Abwasserfracht wird berechnet als Differenz der Stickstofffrachten in den Nahrungsmitteln abzüglich der Frachten in den biogenen Abfällen (nur Vegetabilien ohne Strauch- und Rasenschnitt) und den Senkgrubenschlämmen. Die Abwassermenge errechnet sich durch die anfallende Abwassermenge in privaten Haushalten, die an eine Kanalisation angeschlossen sind plus den Lebensmitteln abzüglich der biogenen Abfälle.

Zusätzlich zu den Nahrungsmitteln werden im Privathaushalt kurzlebige Verbrauchsgüter, wie Verpackungen, Wasch- und Reinigungsmittel sowie langlebige Gebrauchsgüter, wie Einrichtungsgegenstände berücksichtigt. Kaas [Kaas, 1994] gibt für den Einsatz von Gebrauchsgütern Werte von 3,7-6 kg Stickstoff/E.a an. Für Verbrauchsgüter werden die Stickstoffflüsse in der Höhe von 0,6-1 kg Stickstoff/E.a [Lampert et al., 1997] angenommen.

Auf der Abfallseite werden im Prozess Privater Haushalt die Güter biogene Abfälle aus der getrennten Sammlung, der Hausmüll, Altpapier, Papier und Pappe und der biogene Abfall, der im Privathaushalt selbst kompostiert wird erhoben.

Bei den Biotonneabfällen wird eine Aufteilung der erhobenen Mengen [Perz, 2001] auf Privathaushalt und Dienstleistungssektor im Verhältnis 3:2 vorgenommen. Laut Domenig [Domenig, 2001] fallen rund 500.000 t getrennt gesammelte biogene Abfälle an. 300.000 t werden dem Privathaushalt zugeordnet.

Der Hausmüll und die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle sowie das Altpapier werden zu 100 % den Privathaushalten zugeordnet. Der Massenfluss beträgt 1,3 Mio. t.

Die biogenen Abfälle, die im Privathaushalt selbst kompostiert werden, werden im BAWP mit 500.000 t abgeschätzt. Sie werden dem Prozess „sonstige Böden“ zugeführt.

Die Stofffrachten der Abluft entsprechen den Stofffrachten der Energieträger. Der Massenfluss wurde mit 99 % der Energieträgermasse berechnet. Der an der Verbrennung beteiligte Luftstickstoff wird nicht berücksichtigt.

Lager:

Das Lager im Privaten Haushalt wird nach Kass [Kaas, 1994] auf 47-64 kg Stickstoff/E.a geschätzt. Daraus ergibt sich eine Gesamtsumme von ca. 400.000 t Stickstoff in 9 Mio. t Gütern.

Tabelle 7-39: Kennzahlen für den Verbrauch von Ge- und Verbrauchsgüter, Luft und dem Lager in Privathaushalten (Datentabelle 3/Pro-Kopf-Werte)

	A	B	C	D	E	F	G
1	kg Gut/E.a		t/Ö.a	kgN/E.a		tN/Ö.a	
2			von	bis	von	bis	
3	Nahrungsmittel	770	6.186.123	4	5,5	32.136	44.187
4	Verbrauchsgüter	241	1.936.176	0,6	1	4.820	8.034
5	Gebrauchsgüter	155	1.245.259	3,7	6	29.726	48.204
6	Lager PHH	1.130	9.078.336	47	64	377.595	514.171

Quelle: Kaas, 1994

Tabelle 7-40: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Privater Haushalt

PROZESS PHH									
				Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter	Unsicherheit
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level
		DL	Nahrungsmittel PHH	PHH	3.842.866	28.138	35.349	2.936.261	4.749.471
	SB	Grünschnitt	PHH	500.000	2.500	2.500	335.000	665.000	2
	SIG	Verbrauchsgüter	PHH	1.952.100	4.820	8.034	1.307.907	2.596.293	2
	SIG	Gebrauchsgüter	PHH	1.255.500	29.726	48.204	841.185	1.669.815	2
	GW	Wasser	PHH	550.000.000	550	1.650	495.000.000	605.000.000	1
	FW	Brennholz	FW	1.444.300	1.857	3.160	1.358.500	1.530.100	2
	I	Energieträger	PHH	9.889.001	69.925	83.157	7.541.601	9.347.801	1
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel						
	PHH	biogene Abfälle, getrennt gesammel	SA	299.400	2.096	2.994	200.598	398.202	2
	PHH	Grünschnitt EK	SB	500.000	2.500	2.500	335.000	665.000	2
	PHH	Restmüll PHH	SA	1.315.000	1.315	9.205	881.050	1.748.950	2
	PHH	Altpapier, Papier, Pappe	SA	540.000	540	1.080	486.000	594.000	1
	PHH	Abwasser PHH	ARA	487.075.617	21.640	29.879	326.340.663	647.810.570	2
	PHH	Fäkalschlamm Senkgrubeninhalte + Hauskläranlagen	ARA	976.341	9.081	12.109	878.707	1.073.975	1
	PHH	Abluft	E	9.790.111	69.925	83.157	6.559.374	13.020.847	2
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel						
		LAGERINPUT							
		LAGEROUTPUT							
		LAGERVERÄNDERUNG							
		LAGERBESTAND		9.784.800	524.880	662.580	6.555.816	13.013.784	2
		SUMME INPUT		568.883.767	137.516	182.054	509.320.453	625.558.480	
	PHH	SUMME OUTPUT		500.496.468	107.098	140.923	335.681.392	665.311.545	
		LAGERVERÄNDERUNG		68.387.298	30.418	41.131	173.639.061	-39.753.065	

7.4.1 Stoffflussdiagramm „Privater Haushalt“

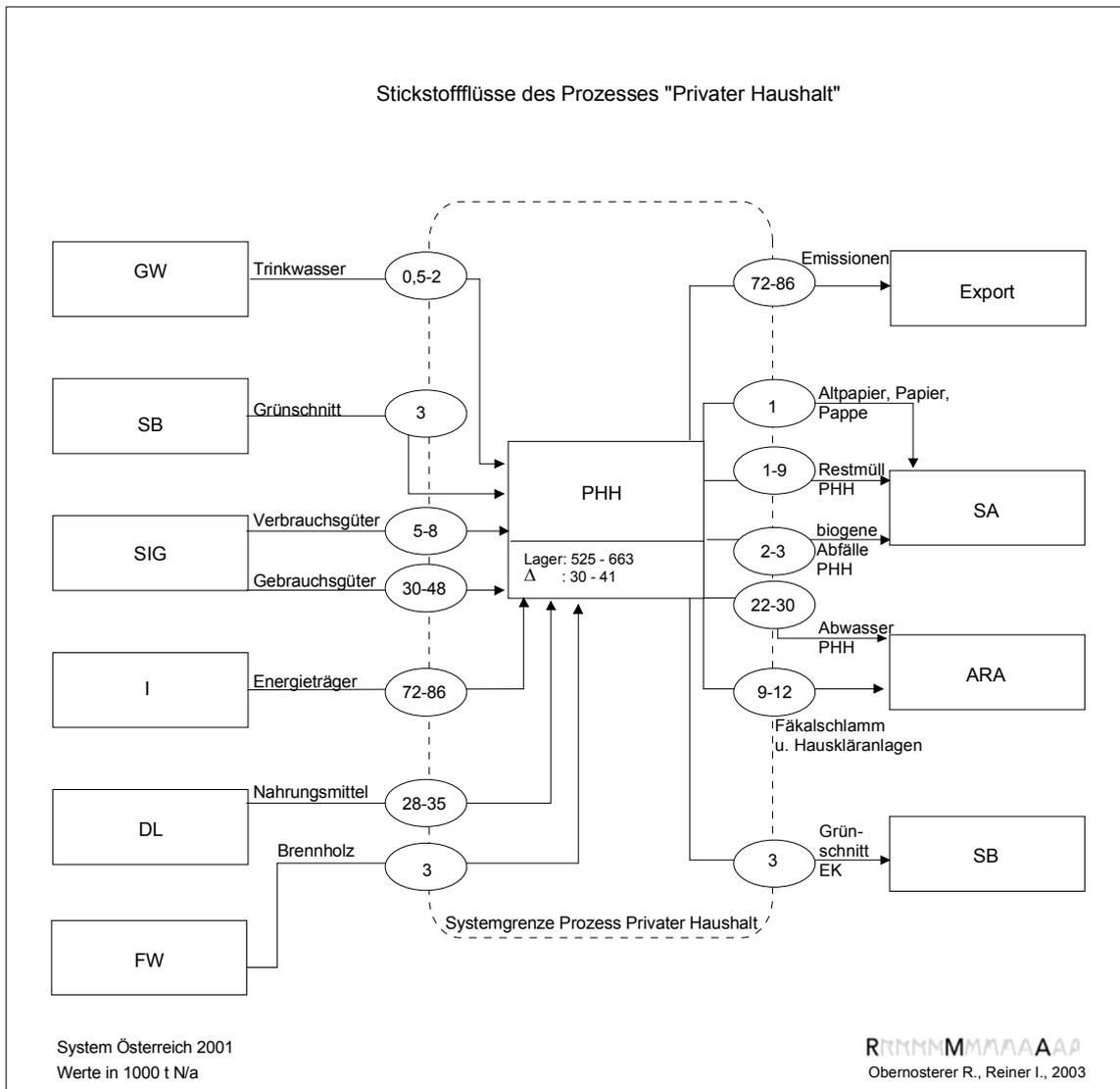


Abbildung 7-7: Stickstoffflüsse des Prozesses „Privater Haushalt“

7.5 Abfall- und Abwasserwirtschaft

7.5.1 Abwasserwirtschaft

Tabelle 7-41: Güter des Prozesses Abwasserwirtschaft (ARA)

PROZESS ABWASSERWIRTSCHAFT (ARA)				
ÖNACE Unterklasse 90.00-04. Dieser Prozess beinhaltet die Reinigung von Abwässern aus Privathaushalten, Industrie- und Gewerbebetrieben in kommunalen und betrieblichen Abwasserreinigungsanlagen. Zusätzlich werden auch Abwässer aus Privaten Haushalten, die nicht an eine öffentliche Abwasserreinigungsanlage angeschlossen sind hier mitbetrachtet.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	PHH	Abwasser PHH	ARA	Abwässer der Haushalte, die an eine Kanalisation angeschlossen sind und in Kläranlagen gereinigt werden.
	PHH	Abwasser S	ARA	Abwässer, der Haushalte, die in Hauskläranlagen oder Senkgruben entsorgt werden
	SIG	Abwasser 15 + SIG	ARA	Abwässer aus direkteinleitenden Industriebetrieben und von Industriebetrieben, die in kommunale Abwasserreinigungsanlagen einleiten.
	DL	Abwasser DL	ARA	Abwässer von Betrieben die in kommunale Abwasserreinigungsanlagen einleiten
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	ARA	Regenüberlauf	OW	ungereinigtes Abwasser, das bei Starkregenereignissen in den Vorfluter
	ARA	Fäkalschlamm Senkgrubenhalt	LWB	Abwässer, der Haushalte, die in Hauskläranlagen oder Senkgruben entsorgt
	ARA	Ablauf in den Vorfluter	OW	gereinigtes Abwasser, das in den Vorfluter geleitet wird.
	ARA	gasförmige N-Verluste	E	Denitrifikation
	ARA	Sickerwasseraustritt Kanal	SB	Sickerwasserverluste aus dem Kanal
	ARA	Klärschlamm LWB	LWB	Klärschlammanteil, der einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt wird
	ARA	Klärschlamm D	D	Klärschlammanteil, der deponiert wird
	ARA	Klärschlamm V	V	Klärschlammanteil, der thermisch verwertet wird
ARA	Klärschlamm SB	SB	Klärschlamm der im Landschaftsbau oder sonstigen Böden ausgebracht wird.	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

Die Abwasserwirtschaft beschreibt die Behandlung von Abwässern aus den Privathaushalten, den Gewerbe- und den Industriebetrieben. Im Jahr 2001 betrug der Anschlussgrad der häuslichen Abwässer an eine Kanalisation und Abwasserreinigungsanlage 86 % [BMLFUW, 2002a].

Einträge in die Abwasserwirtschaft

Insgesamt werden im betrachteten Jahr rund 1.000 Mio. m³ Abwasser mit einer Stickstofffracht in der Höhe von 42.000 -52.000 t N kommunalen Kläranlagen zur Reinigung zugeleitet [BMLFUW, 2002a]. Aus Privathaushalten stammen ca. 28.000 t N oder knapp 64 %. 36 % der Fracht können indirekt einleitenden Industrie- und Gewerbebetrieben zugeteilt werden.

Die Stickstofffracht im Kläranlagenzulauf von betriebseigenen Kläranlagen der direkt einleitenden Industriebetriebe ist im Gewässerschutzbericht 2002 nicht ausgewiesen. Sie wird mittels Transferkoeffizient nach [Kroiss et al., 1998] und Stickstofffrachten im Kläranlagenablauf, die im Gewässerschutzbericht 2002 ausgewiesen sind, berechnet. Die ermittelte Stickstofffracht im Kläranlagenzulauf liegt so bei 2.400 t Stickstoff.

Tabelle 7-42: Berechnung der Zulaufmengen im Abwasser von direkt einleitenden Industriebetrieben (Datentabelle 3/Abw)

	A	B	C	D
24	Berechnung der Zulaufmengen im Abwasser von Direkteinleitern		tN	%
25	Berechnung lt. Kroiss für das Jahr 1995	Zulauf	5.856	
26		Ablauf	2.140	37
27				
28	Berechnung lt. Gewässerschutzbericht 2002	Ablauf	892	37
29	berechnet nach Kroiss et al., 1998 für 2001	Zulauf	2.441	

Eine Aufteilung auf die einzelnen Branchen erfolgte im Rahmen der vorliegenden Studie nur für die Nahrungs- und Genussmittelindustrie. Kroiss [Kroiss et al., 1998] beziffert den Stickstoffanteil der Lebensmittelbranche am Kläranlagenzulauf der Gesamtmenge der Direkteinleiter für 1995 mit ca. 600 t N oder 10 %. Bei einer anteilmäßigen Umlegung auf die berechnete Zulaufmenge für das Jahr 2001 ergäbe sich ein Wert in der Höhe von 255 t N aus der Nahrungsmittelindustrie. Für Indirekteinleitende Betriebe der Nahrungs- und Genussmittelindustrie liegt der Anteil nach Kroiss [Kroiss, 1998] bei ca. 85 % aller indirekt einleitenden Industriebetriebe. Für die vorliegende Berechnung wird ein Anteil von 60 % angenommen.

Tabelle 7-43: Anteil der Stickstoffmengen im Kläranlagenzulauf der Direkteinleitenden Industriebetriebe, berechnet nach Kroiss [Kroiss et al., 1998] (Datentabelle 3/Abw)

	A	B	C	D	E	F	G
32		laut Kroiss et al., 1998				berechnet für Frachten laut Gewässerschutzbericht 2002	
33						Zulauf in t N/a	Ablauf in tN/a
34	Branchen	Zulauf in t N/a	% Anteil	Ablauf in tN/a	% Anteil	Zulauf in t N/a	Ablauf in tN/a
35	Papier- und Zellstoff	<		<			
36	Lebensmittelindustrie (Zucker, Stärke, Obstverwertung)	611	10	119	6	255	50
37	Chemische Industrie (Zitronensäure, Biochemie, Dünger)	4.735	81	1.871	87	1.974	780
38	Sonstige Industrie (TKV, Leder)	510	9	150	7	213	63
39	Summe	5.856	100	2.140	100	2.441	892

Rund 14 % der Privathaushalte entsorgen ihre Abwässer über Hauskläranlagen oder Senkgruben. Die enthaltene Stickstoffmenge in der Höhe von 4.000 -5.000 t N wird dem landwirtschaftlichen Boden zugerechnet.

Austräge aus der Abwasserwirtschaft

Im Jahr 2001 wurden 1.068 Mio. m³ gereinigtes Abwasser aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen mit einer Stickstoffmenge in der Höhe von 14.000 t in die Vorfluter eingeleitet [BMLFUW, 2002a]. Zusätzlich werden rund 900 t Stickstoff mittels gereinigtem Abwasser aus Direkteinleitern in die Vorfluter eingeleitet. Mehr als 96 % davon gelangen in das Einzugsgebiet der Donau, rund 3 % in das Einzugsgebiet des Rheins bzw. 1 % in das Einzugsgebiet der Elbe.

In Summe fallen 2001 rund 1,3 Mio. t Klärschlamm an. 42% davon werden einer thermischen Verwertung zugeführt, 10 % wurden in der Landwirtschaft verwertet, 12 % werden deponiert und 35 % wurden einer „sonstigen“ Verwertung zugeführt (Tabelle 6-23) [BMLFUW, 2002a].

Tabelle 7-44: Verwertung und Entsorgung kommunaler und industrieller Klärschlämme, 2001 (Datentabelle 3/Abwasser)

	A	B	C	D
86	Verwertung und Entsorgung von Klärschlamm	%-Anteil	t FS (30%WG)	t TS
87	Verwertung und Entsorgung von KS			
88	thermische Behandlung	42	562.983	168.895
89	lw. Kompostierung	10	138.689	41.607
90	Deponie	12	157.225	47.168
91	sonst. Behandlung (Landschaftsbau, Bauzuschlagsstoff, Zwischenlagerung, Aufbereitung)	35	470.436	141.131
92	Summe		1.329.333	398.800
93			t N	
94	Verwertung und Entsorgung von KS	t TS	von	bis
95	thermische Behandlung	151.544	4.546	6.062
96	lw. Kompostierung	67.796	2.034	2.712
97	Deponie	99.700	2.991	3.988
98	sonst. Behandlung (Landschaftsbau, Bauzuschlagsstoff,	79.760	2.393	3.190
99	Summe		11.964	15.952

Die Stickstofffracht aus dem Regenüberlauf wird in Anlehnung an [Hamm, 1991] in [Kroiss et al. 1998] mit 5-10 % der Zulauffracht kommunaler Abwasserreinigungsanlagen beziffert. Sie beträgt ca. 3.000 t N.

Die Sickerwasserverluste aus dem Kanal werden mit max. 2 % der Zulauffrachten zu den kommunalen Kläranlagen abgeschätzt [Kroiss et al., 1998].

Tabelle 7-45: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Abwasserwirtschaft (ARA)

PROZESS ABWASSERWIRTSCHAFT (ARA)				Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter	Unsicherheit	
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level	
				PHH	Abwasser PHH	ARA	456.452.528	21.640	29.879	410.807.275
PHH	Fäkalschlamm Senkgrubeninhalte + Hauskläranlagen	ARA	976.341	9.081	12.109	878.707	1.073.975	1		
SIG	Abwasser 15+SIG	ARA	406.019.054	13.216	19.750	365.417.148	446.620.959	1		
DL	Abwasser DL	ARA	335.333	3.119	1.648	301.800	368.866	1		
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
				ARA	Regenüberlauf	OW	46.688.123	2.213	4.427	42.019.310
ARA	Fäkalschlamm Senkgrubeninhalt und sonst. Abwasser	LWB	976.341	9.081	12.109	878.707	1.073.975	1		
ARA	Ablauf in den Vorfluter	OW	796.114.210	15.787	15.787	716.502.789	875.725.631	1		
ARA	gasförmige N-Verluste	E	n.q.	7.125	14.225			1		
ARA	Sickerwasseraustritt Kanal	SB	18.675.249	885	885	16.807.724	20.542.774	1		
ARA	Klärschlamm LWB	LWB	138.689	1.248	1.664	124.820	152.558	1		
ARA	Klärschlamm D	D	157.225	1.415	1.887	141.503	172.948	1		
ARA	Klärschlamm V	V	562.983	5.067	6.756	506.685	619.281	1		
ARA	Klärschlamm SB	SB	470.436	4.234	5.645	423.392	517.480	1		
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
				LAGERINPUT						
				LAGEROUTPUT						
				LAGERVERÄNDERUNG						
				LAGERBESTAND						
ARA	SUMME INPUT		863.783.256	47.057	63.385	777.404.930	950.161.581			
ARA	SUMME OUTPUT		863.783.256	47.057	63.385	777.404.930	950.161.581			
	LAGERVERÄNDERUNG		0	0	0	0	0			

7.5.2 Abfallwirtschaft

7.5.2.1 Sammlung

Tabelle 7-46: Güter des Prozesses Sammlung (SA)

PROZESS SAMMLUNG (SA)				
Dieser Prozess umfasst sowohl die kommunale (ÖNACE- Ukl. 90.00-01) wie auch die private Abfallsammlung. In diesen Prozess werden auch Koppelprodukte, deren Verbleib nicht eindeutig bekannt ist geführt.				
Input	Her- kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	15	biogene Abfälle	SA	biogene Abfälle aus der Nahrungs- und Genußmittelproduktion, die nicht kommunal gesammelt werden (SN 11102, 11103, 11110, 11111, 11112, 11404, 11407, 11413, 11415, 11416, 11418, 11419, 11421, 11423, 11701, 11702, 12101, 12102, 123, 12501, 134, 19904, 19905)
	SIG	Abfälle	SA	Abfälle von Industrie und Gewerbe, außer Holz- und Nahrungsmittelabfälle
	SIG	Bodenaushub	SA	Bodenaushub, der auf Bodenaushubdeponien abgelagert wird
	DL	biogene Abfälle DL	SA	biogene Abfälle, die nicht kommunal gesammelt werden aus Dienstleistungsbranchen. Küchen- und Kantinenabfälle (SN91202), Abmähgut (SN 94901)
	20	Sägenebenprodukte	SA	Abfälle der SN 17101-17103
	20	Spanplattenabfälle	SA	Abfälle der SN17115
	21	sonst. Abfälle	SA	Aschen, Schlacken und Abwasserschlämme
	21	Sortierrückstände	SA	Abfälle der SN 18101, 18401, 18407, 18408,
	21	Rinde	SA	Holzreststoffe, v.a. Rinde, die bei der Produktion anfallen
	DL	biogene Abfälle komm. DL	SA	Anteil an biogenen Abfällen von Dienstleistungsbetrieben in der Biotonne
	DL	Restmüll DL	SA	Restmüll von Dienstleistungsbetrieben
	PHH	biogene Abfälle komm. PHH	SA	kommunal, getrennt gesammelte biogene Abfälle des Privathaushaltes
	PHH	Restmüll PHH	SA	Restmüll von Privathaushalten
	TH	tierische Fäkalien	SA	Tierische Fäkalien, die laut BAWP in der AWS verwertet oder entsorgt werden. SN 137.
	SB	Grünabfälle	SA	Schnittgut aus pflanzlichen Materialien
Output	Her- kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	SA	biogene Abfälle BCV	BCV	Anteil der biogenen Abfälle aus I+G, DL und PHH, der einer kommunalen Kompostierung zugeführt wird.
	SA	Restmüll BCV	BCV	Restmüll, der mechanisch biologischen Behandlungsanlagen zugeführt wird
	SA	Restmüll Haushalte D	D	Restmüll und haushaltsähnlicher Abfall, der deponiert wird.
	SA	Restmüll SIG D	D	Anteil der Abfälle aus SIG, der deponiert wird.
	SA	Bodenaushub	D	Bodenaushub, der auf Bodenaushubdeponien abgelagert wird
	SA	Baurestmassen	SIG	Baurestmassen, die nicht in der AWS behandelt werden, sondern in SIG rückgeführt werden
	SA	Restmüll Haushalte V	V	Restmüll und Haushaltsähnlicher Abfall, der verbrannt wird.
	SA	Restmüll SIG V	V	Anteil der Abfälle aus SIG, der verbrannt wird
	SA	Holz- und Papierabfälle V	V	Holzabfälle oder Nebenprodukte der Holzverwertung, die thermisch verwertet werden
	SA	tierische Fäkalien	V	Tierische Fäkalien, die laut BAWP in der AWS verwertet oder entsorgt werden. SN 137.
Lager	Her- kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

In den Prozess Sammlung werden alle stickstoffhaltigen Güter geführt, die entweder als Abfälle oder als Koppelprodukte mit ungewissem Verbleib anfallen. Aus der Sammlung werden die Güter entweder in die abfallwirtschaftlichen Prozesse biomechanische Verfahren, thermische Verwertung oder Deponie geleitet, oder, wenn es sich um Koppelprodukte handelt, in den Prozess Sonstige Industrie- und Gewerbebetriebe retourniert.

Die Beschreibung der Inputgüter erfolgt bei den jeweiligen Herkunftsprozessen.

Laut BAWP fallen in Österreich 4,02 Mio. t Holzabfälle aus der Holzbe- und -verarbeitung und der Papierbe- und -verarbeitung an. Aus Industrie und Gewerbe werden zusätzlich 230.000 t Holzemballagen und Holzabfälle (SN 17201) getrennt gesammelt.

Die Verwertungswege dieser Mengen sind in den Materialienbänden zum BAWP nicht ausgewiesen. Mögliche Verwertungswege sind stofflich als Einstreumaterial, als Zuschlagsstoff bei Umsetzungsprozessen oder thermisch zur Energienutzung. Es wird angenommen, dass zur Ausnutzung des hohen energetischen Potentials 100 % thermisch verwertet werden.

Bei den Zellulose-, Papier- und Pappeabfällen wird vom BAWP eine Menge in der Höhe von 1,41 Mio. t erfasst. 700.000 t davon werden als Altpapier, Papier und Pappe (SN 18718) in Industrie und Gewerbe getrennt gesammelt, 540.000 t in den Privathaushalten. 1 Mio. t werden als Rohstoff in der Papierverarbeitenden Industrie eingesetzt, für die restlichen 0,4 Mio. t wird eine thermische Verwertung angenommen.

Von den rund 49 Mio. t gesammelten Abfällen wird ein beträchtlicher Massenanteil in innerbetrieblichen Anlagen verwertet bzw. behandelt [Perz, 2001]. Ihre Zusammensetzung ist im Anhang Abfallwirtschaft beschrieben.

Von den Stickstoffrelevanten Abfällen außer den Baurestmassen aus dem Prozess SIG wird angenommen, dass 80 % der Abfälle ohne Bodenaushub thermisch verwertet werden, die restlichen 20 % und der Bodenaushub deponiert werden. Für die Baurestmassen wird nach [Stark et al, 2003] angenommen, dass eine Mio. t Baurestmassen deponiert und 4 Mio. t in den Prozess SIG zurückgeführt werden. Die Zusammensetzung dieses Gutes ist in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 7-47: Abfälle SIG [Domenig, 2001, Stark et al., 2003]

	A	B	C	D
41	Abfälle SIG	Gütermenge tN		
42		t/a	von	bis
43	Häute- und Lederabfälle	148.220	5.010	7.555
44	Kunststoff- und Gummiabfälle	574.000	7.854	12.785
45	Bodenaushub, der in Bodenaushubdeponien deponiert wird	2.000.000	2.200	2.800
46	Abfälle von organ. Lösungsmitteln, Farben, Lacken, Klebstoffen und Harzen	45.963	114	268
47	Textilabfälle	44.000	44	1.750
48	Holz- und Papierabfälle	1.425.479	2.286	3.525
49	Baurestmassen	5.000.000	2.890	2.890
50	Summe	9.237.662	20.398	31.573
51				
52	in thermische Verwertung	1.790.130	12.246	20.706
53	auf Deponie	3.447.532	5.840	8.555
54	auf Deponie ohne Bodenaushub	1.447.532	3.640	5.755
55	Rückführung in Prozess Sonstige Industrie und Gewerbe	4.000.000	2.312	2.312

Aus der Sammlung werden die Abfälle in den Prozessen Biochemische Verfahren, thermische Verfahren und Deponie weiterbehandelt bzw. endgültig abgelagert. Die Masse und Stoffflüsse in diesen abfallwirtschaftlichen Prozessen sind in der Literatur gut untersucht und mittels Transferkoeffizienten beschrieben. Zur Berechnung des Verbleibs der Güter- und

Stoffflüsse der Abfallwirtschaft werden die in [Fehring, 1997] beschriebenen Transferkoeffizienten herangezogen.

Tabelle 7-48: Transferkoeffizienten der Abfallwirtschaftlichen Verfahren [Fehring, 1997]

	A	B	C	D	E	F	G
66	Transferkoeffizienten	feste Rückstände		flüssige Rückstände		gasförmige Rückstände	
67		Güterebene	N	Güterebene	N	Güterebene	N
68	MVA	0,28	0,02	0,00	0,00	0,71	0,98
69	MBA	0,64 - 0,69	>0,99	0,00	0,00	0,31-0,36	<0,01
70	Deponie Reaktorphase	0,90	0,94	0,01	0,06	0,10	0,00
71	Deponie Ausklangphase	0,96	0,99	0,05	0,01	0,00	0,00
72	Deponie - Restmüll	0,86	0,93	0,05	0,07	0,10	0,00
73	Quelle: Fehring, 1997, ASTRA						

Tabelle 7-49: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Sammlung (SA)

PROZESS SAMMLUNG (SA)			Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobene Menge	von	bis	von	bis	Level
		15	biogene Abfälle	SA	1.017.510	5.417	8.384	681.732	1.353.288
	SIG	Abfälle	SA	7.237.662	18.198	28.773	4.849.234	9.626.090	2
	SIG	Bodenaushub	SA	2.000.000	2.200	2.800	1.800.000	2.200.000	1
	20	Sägenebenprodukte	SA	2.098.581	2.099	4.197	1.888.723	2.308.439	1
	20	Spanplattenabfälle	SA	240.236	7.207	9.609	216.212	264.260	1
	21	Abwasserschlämme	SA	745.400	1.491	1.864	670.860	819.940	1
	21	Sortierückstände	SA	271.773	272	544	244.596	298.950	1
	21	Rinde	SA	345.881	346	692	311.293	380.469	1
	DL	biogene Abfälle DL	SA	60.000	420	600	54.000	66.000	1
	DL	biogene Abfälle komm. DL	SA	199.600	1.397	1.996	133.732	265.468	2
	PHH	biogene Abfälle komm. PHH	SA	299.400	2.096	2.994	200.598	398.202	2
	PHH	Restmüll PHH	SA	1.315.000	1.315	9.205	881.050	1.748.950	2
	TH	tierische Fäkalien	SA	370.000	1.850	3.700	333.000	407.000	1
	SB	Grünabfälle	SA	1.140.000	1.140	7.980	1.026.000	1.254.000	1
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel						
	SA	biogene Abfälle BCV	BCV	2.716.510	10.470	21.954	2.096.062	3.336.958	1
	SA	Restmüll BCV	BCV	195.300	195	1.367	175.770	214.830	1
	SA	Restmüll Haushalte D	D	664.500	774	5.747	598.050	730.950	1
	SA	Restmüll SIG D	D	1.447.532	3.640	5.755	2.413.273	4.481.792	2
	SA	Bodenaushub	D	2.000.000	2.200	2.800	1.800.000	2.200.000	1
	SA	Baurestmassen	SIG	4.000.000	2.312	2.312	2.680.000	5.320.000	2
	SA	Restmüll Haushalte V	V	455.700	456	3.190	410.130	501.270	1
	SA	Restmüll SIG V	V	1.790.130	12.246	20.706	1.199.387	2.380.872	2
	SA	Holz- und Papierabfälle V	V	3.701.871	11.414	16.905	3.331.684	4.072.058	1
	SA	tierische Fäkalien	V	370.000	1.850	3.700	333.000	407.000	1
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel						
		LAGERINPUT							
		LAGEROUTPUT							
		LAGERVERÄNDERUNG							
		LAGERBESTAND		n.g.					
	SA	SUMME INPUT		17.341.043	45.447	83.337	13.291.029	21.391.057	
		SUMME OUTPUT		17.341.543	45.557	84.436	15.037.355	23.645.731	
		LAGERVERÄNDERUNG		-500	-110	-1.099	-1.746.326	-2.254.674	

7.5.2.2 Biochemische Verfahren

Tabelle 7-50: Güter des Prozesses Biochemische Verfahren

PROZESS Biochemische Verfahren				
ÖNACE- Ukl. 90.00-02. Die mechanisch biologische Behandlung von Abfällen und biogenen Koppelprodukten				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	SA	biogene Abfälle BCV	BCV	Anteil der biogenen Abfälle aus I+G, DL und PHH, der einer kommunalen Kompostierung zugeführt wird.
	SA	Restmüll BCV	BCV	Restmüll, der mechanisch biologischen Behandlungsanlagen zugeführt wird
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	BCV	Kompost und Gärgut SB	LWB	Endprodukt der kommunalen Kompostierung, das als Dünger oder Bodenhilfsstoff auf Böden aufgebracht wird.
	BCV	Rückstände Restmüll	D	Störstoffe und Rückstände bei biochemischen Verfahren, die der Deponie zugeführt werden.
	BCV	Abgas	E	gasförmige Emissionen, die bei biochemischen Verfahren auftreten. Werden nur auf Stoffebene berechnet.
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

Im Prozess biochemische Verfahren werden alle Verfahren subsumiert, in denen Abfälle vorbehandelt werden, mit dem Ziel Qualität der eingesetzten Güter zu erreichen, die eine weitere Verwertung oder Endlagerung ermöglichen. Es wird zwischen gewerblichen und kommunalen Betriebe nicht unterschieden.

Die mechanisch biologische Vorbehandlung ist einerseits ein der Deponierung vorgeschaltetes Verfahren mit dem Ziel aus Restmüll biologisch stabile Abfälle mit geringem Heizwert zu erzeugen. Andererseits kann sie als Verfahren zur Trockenstabilisierung von Abfällen mit dem Ziel heizwertreiche Abfälle (Trockenstabilate) zur energetischen Verwertung zu erzeugen eingesetzt werden.

Die Kompostierung ist ein biotechnologisches Verfahren, bei dem organisches Material aerob umgesetzt wird. Dieser Prozess umfasst die Verwertung biogener Abfälle aus allen Bereichen der Wirtschaft in kommunalen, landwirtschaftlichen und gewerblichen Kompostieranlagen. ÖNACE- Ukl. 90.00-02. Es wird angenommen, dass derzeit 50% der Komposte landwirtschaftlich verwertet werden und 50 % der Komposte im Prozess sonstige Böden untergebracht werden. Die Eigenkompostierung der Privathaushalte verarbeitet zusätzlich rund 500.000 t biogene Abfälle [Domenig, 2001]. Sie werden in der Bilanz in den Prozessen PHH und sonstige Böden berücksichtigt.

Die Vergärung ist ein Verfahren, bei dem organische Materialien anaerob umgesetzt werden. Die dabei entstehenden Gase werden zur Energiegewinnung verwendet.

Vererdungsverfahren stellen aus mineralischen und organischen Abfällen bzw. Materialien bewuchsfähige Materialien her [Rolland, 2001]. Als Inputmaterialien werden beispielsweise Sande, Tone, Friedhofsabfälle, Strauchschnitt, Sägespäne, Papierfaserschlämme, Klärschlamm, Grünschnitt und Altholz, Restmüll und Materialien aus Altlastendeponien eingesetzt. So wurde 1999 aus der Altlast Bergerdeponie rund 180.000 t Material vererdet bzw. zur Vererdung bereitgehalten und auf der Deponie Langes Feld aufgebracht [Schlögl, 1999 in Rolland, 2001]. Derzeit werden Erden zur Abdeckung von Deponien eingesetzt. Ein Bedarf

an Erden im Strassen- Landschafts- und Bergbau ist nach einer Erhebung von [Kümmel, 2001] nicht gegeben.

Die Herstellung von Erden aus Abfällen ist ein Abfallbehandlungsverfahren, das in den nächsten Jahren per Verordnung geregelt werden soll. Im Vorfeld der Erarbeitung einer "Erdenverordnung" wurden bereits zahlreiche Studien durchgeführt, um die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen für die Regelung der Herstellung von Erden aus Abfällen zu erarbeiten, und der Gefahr zu begegnen, dass ungeeignete Abfälle entgegen den Zielen und Grundsätzen des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG) nicht mehr der für sie geeigneten, umweltgerechten Abfallbehandlung unterzogen werden, sondern einer Erdenherstellung zugeführt werden.

Der Einsatz von Erden aus potentiell schadstoffbelasteten Abfällen, wie Restmüll oder restmüllähnlichen Abfällen ist auch für das Einsatzgebiet Deponierekultivierung abzulehnen [Roland, 2001]. Die Mengen an derzeit eingesetzten Erden konnte nicht erhoben werden.

Verwertungs- und –behandlungsanlagen

In 12 Anlagen werden 194.000 t Restmüll mechanisch biologisch vorbehandelt. Insgesamt steht eine Kapazität von 390.000 t zur Behandlung von Restmüll, Klärschlamm u.a. Abfällen zu Verfügung. In 526 Anlagen steht eine Kapazität von 1,1 Mio. t für die aerobe Behandlung von getrennt gesammelten biogenen Abfällen aus Haushalten und dem kommunalen Bereich (Friedhofsabfälle, Parkabfälle etc.) zur Verfügung.

Altstoffverwertungsanlagen

In 38 Anlagen können mindestens 2 Mio. t Altstoffe, z.B., Papier und Glas jährlich verwertet werden. Betrachtet werden die Kompostierung, die Vergärung und die mechanisch biologische Behandlung.

Tabelle 7-51: Anlagen zur Altstoff- und Abfallverwertung [Perz, 2001]

Anlagentyp	Verwertete Fraktionen	Minstdurchsatz in t/a (1999)
Altstoffverwertungsanlagen	Papier, Pappe, Kartonagen, Glas, Metalle, Kunststoffe, Verbundstoffe	2 Mio.
biotechnische Anlagen	Klärschlamm, Restmüll	390.000
	biogene Abfälle	1,1 Mio.

Die biogenen Abfälle, die über die „Biotonne“ getrennt gesammelt werden und aus dem privaten Haushalt und den haushaltsähnlichen Einrichtungen, die dem Prozess Dienstleistung zugeordnet sind, stammen, werden in biochemischen Verfahren behandelt. Zusätzlich wird die Annahme getroffen, dass die biogenen Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie, sowie die Küchen- und Kantinenabfälle (ÖNORMSN 91202) aus Dienstleistungsbetrieben und die Grünabfälle (ÖNORMSN 917 - Friedhofsabfälle, Garten- und Parkabfälle und Abmähgut) im Prozess biochemische Verfahren verwertet werden. Es stehen dafür Anlagen mit einer Mindestkapazität von 1,1 Mio. t zur Verfügung.

Tabelle 7-52: Inputgüter in die Betriebe der biochemischen Behandlung (Datentabelle 3/Abfallbehandlung)

	A	B	C	D	E	F
35	Biochemische Verfahren	t/a	tN/a		Bandbreite	
36	biogene Abfälle DL	60.000	420	600	54.000	66.000
37	biogene Abfälle "Biotonne" PHH	299.400	2.096	2.994	200.598	398.202
38	biogene Abfälle 15	1.017.510	5.417	8.384	681.732	1.353.288
39	biogene Abfälle "Biotonne" DL	199.600	1.397	1.996	133.732	265.468
40	Grünabfälle	1.140.000	1.140	7.980	1.026.000	1.254.000
41	Restmüll BCV	195.300	195	1.367	175.770	214.830
42	Summe	2.911.810	10.666	23.322	2.271.832	3.551.788

Quelle: Perz, 2001, eigene Zuordnung

Als Outputgüter fallen Komposte aus der aeroben Behandlung, Gärgut aus der anaeroben Behandlung, Rückstände aus der mechanisch-biologischen Behandlung von Restmüll, sowie gasförmige Emissionen an.

Die Mengen werden sowohl auf Güter- wie auch auf Stoffebene über Transferkoeffizienten berechnet. Aus 100 % Inputmaterial entstehen bei der Kompostierung/Vergärung zwischen 60-70 % Endprodukte [Raninger, 1995, Glenck, 1995, Fehringer, 1997], in denen 99% des Stickstoffgehalts der Inputgüter enthalten sind [Fehringer, 1997].

Der Verbleib der festen Rückstände aus der mechanisch-biologischen Behandlung von Restmüll wird deponiert. Für Komposte und Gärgut wird angenommen, dass sie auf landwirtschaftliche Böden verbracht werden.

Tabelle 7-53: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Biochemische Verfahren

PROZESS Biochemische Verfahren			Güter [t/a]	Stofffrachten [t N/a]	Bandbreite Güter	Unsicherheit			
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	erhobene Menge	von	bis	von	bis	Level
		SA	biogene Abfälle BCV	BCV	2.716.510	10.470	21.954	2.096.062	3.336.958
	SA	Restmüll BCV	BCV	195.300	195	1.367	175.770	214.830	1
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel						
	BCV	Kompost, Gärgut LWB	LWB	926.293	5.254	11.414	750.386	1.102.199	2
	BCV	Kompost, Gärgut SB	SB	926.293	5.254	11.414	750.386	1.102.199	2
	BCV	Rückstände Restmüll	D	67.769	37	355	47.458	88.080	1
	BCV	Abgas	E	991.456	107	233	704.268	1.278.644	1
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel						
		LAGERINPUT							
		LAGEROUTPUT							
		LAGERVERÄNDERUNG							
		LAGERBESTAND			n.q.				
		SUMME INPUT		2.911.810	10.666	23.322	2.271.832	3.551.788	
	BCV	SUMME OUTPUT		2.911.810	10.652	23.417	2.252.497	3.571.123	
		LAGERVERÄNDERUNG		0	14	-96	19.335	-19.335	

7.5.2.3 Thermische Abfallbehandlung

Tabelle 7-54: Güter des Prozesses Thermische Verfahren (V)

PROZESS Thermische Verfahren (V)				
ÖNACE- Ukl. 90.00-02. Die Abfallverbrennung ist ein thermisches Verfahren mit dem Ziel endlagerfähige Rückstände zu erzeugen. Dieser Prozess umfasst die Verbrennungsprozesse in innerbetrieblichen und kommunalen Anlagen.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
		SA	Restmüll V	V
	SA	Restmüll SIG V		Anteil an Abfällen aus SIG, der verbrannt wird.
	SA	tierische Fäkalien	V	Tierische Fäkalien, die laut BAWP in der AWS verwertet oder entsorgt werden. SN 137.
	SA	Holz- und Papierabfälle	V	Holz- und Papierabfälle aus der Holzver- und -bearbeitenden Industrie
	ARA	Klärschlamm	V	Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen, der der thermischen Verwertung zugeführt wird.
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	V	feste Rückstände	D	Feste Rückstände aus der Verbrennung, die anschließend deponiert werden müssen.
	V	Abgas	E	Emissionen, die bei der Verbrennung auftreten. Werden nur auf stofflicher Ebene betrachtet.
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

Zur thermischen Verwertung und Behandlung stehen derzeit 188 Anlagen mit einer Mindestkapazität von 2,7 Mio. t in Betrieb. 135 Betriebe verbrennen nur Abfälle, die innerhalb des eigenen Betriebes anfallen. Die restlichen 53 Betriebe verfügen über eine Kapazität von 1,9 Mio. t. Sie sind z.T. öffentlich zugänglich oder übernehmen Abfälle von ausgewählten Dritten.

Tabelle 7-55: Inputgüter in Anlagen zur thermischen Verwertung (Datentabelle 3/Abfallbehandlung) [eigene Zuordnung]

	A	B	C	D	E	F
45	thermische Verwertung	t/a	tN/a		Bandbreite	
46	Restmüllanteil	455.700	456	3.190	410.130	501.270
47	Sägenebenprodukte	2.098.581	2.099	4.197	1.888.723	2.308.439
48	Spanplattenabfälle	240.236	7.207	9.609	216.212	264.260
49	sonst. Abfälle der Abt. 20, 21	745.400	1.491	1.864	670.860	819.940
50	Sortierrückstände	271.773	272	544	244.596	298.950
51	Rinde	345.881	346	692	311.293	380.469
52	tierische Fäkalien	370.000	1.850	3.700	333.000	407.000
53	Klärschlamm	562.983	5.067	6.756	506.685	619.281
54	Restmüll SIG V	1.790.130	12.246	20.706	1.199.387	2.380.872
55	Summe	6.880.684	31.033	51.257	5.780.885	7.980.482

Die Produkte der thermischen Verwertungsanlagen werden über Transferkoeffizienten ermittelt. Der TK für Hausmüll [Fehringer et al., 1997] beträgt auf Güterebene 28 % in die festen Rückstände und 72 % in die gasförmigen Emissionen. Für die Produkte und Abfälle der Holz- und Papierverarbeitenden Industrie wird mit einem Transferkoeffizient von 2-5 % in die

festen Rückstände gerechnet. Der Rest geht als Emissionen in die Luft. Stickstoff geht zu 100 % in die gasförmige Phase über.

Die Rückstände aus der thermischen Verwertung werden der Deponie zugeführt.

Tabelle 7-56: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Thermische Verwertung (V)

PROZESS Thermische Verwertung (V)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level
				erhobene Menge	von	bis	von	bis		
Input	SA	Restmüll Haushalte V	V	455.700	456	3.190	410.130	501.270	1	
	SA	Restmüll SIG V	V	1.790.130	12.246	20.706	1.199.387	2.380.872	2	
	SA	tierische Fäkalien	V	370.000	1.850	3.700	333.000	407.000	1	
	SA	Holz- und Papierabfälle	V	3.701.871	11.414	16.905	3.331.684	4.072.058	1	
	ARA	Klärschlamm	V	562.983	5.067	6.756	506.685	619.281	1	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	V	festе Rückstände	D	1.947.233	621	1.025	1.635.991	2.258.476	1	
	V	Abgas	E	4.905.927	30.412	50.232	4.121.771	5.690.084	1	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT								
		LAGEROUTPUT								
		LAGERVERÄNDERUNG								
		LAGERBESTAND		n.q.						
	V	SUMME INPUT		6.880.684	31.033	51.257	5.780.885	7.980.482		
	V	SUMME OUTPUT		6.853.161	31.033	51.257	5.757.762	7.948.560		
		LAGERVERÄNDERUNG		27.523	0	0	23.124	31.922		

7.5.2.4 Deponie

Tabelle 7-57: Güter des Prozesses Deponie (D)

PROZESS DEPONIE (D)								
ÖNACE- Ukl. 90.00-02. Dieser Prozess beschreibt die Abfallmengen der Stickstoffwirtschaft, die deponiert werden.								
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter				
					SA	Restmüll Haushalte D	D	Restmüll und haushaltsähnlicher Abfall, der deponiert wird.
SA	Restmüll SIG D	D	Anteil der Abfälle aus SIG, der deponiert wird.					
V	festе Rückstände	D	Feste Rückstände aus der Verbrennung, die anschließend deponiert werden müssen. Wird nur auf stofflicher Ebene berechnet.					
BCV	Rückstände Restmüll	D	Störstoffe und Rückstände der biochemischen Verfahren, die der Deponie zugeführt werden.					
ARA	Klärschlamm D	D	Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen, der ohne weitere Vorbehandlung deponiert wird.					
Out	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter				
					D	Abgas D	E	Emissionen, die während der Lagerung von Abfällen auf den Deponien auftreten. Wird nur auf stofflicher Ebene berechnet.
D	Sickerwasser D	SB	flüssige Emissionen, die während der Lagerung von Abfällen auf den Deponien auftreten. Wird nur auf stofflicher Ebene berechnet.					
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter				
						LAGERINPUT		
						LAGEROUTPUT		
						LAGERVERÄNDERUNG		
						LAGERBESTAND		verfülltes Deponievolumen

Zurzeit stehen 53 Deponien zur Ablagerung von Restmüll und Sperrmüll mit einem freien Volumen von 30 Mio. m³ zur Verfügung. Im Jahr 1999 wurden 900.000 t Restmüll und Sperr-

müll unbehandelt abgelagert. Zusätzlich wurden rund 400.000 t vorbehandelte Abfälle aus biologischen und thermischen Anlagen deponiert. Die gesamte, von Deponiebetreibern gemeldete abgelagerte Abfallmenge beträgt 5,8 Mio. t [Perz, 2001].

Die deponierte Abfallmenge setzt sich zusammen aus 665.000 t Restmüll, 200.000 t Sperrmüll (der in der Stickstoffbilanz nicht berücksichtigt wird) sowie 446.000 t Rückständen aus thermischen und biochemischen Behandlungsverfahren sowie 4,2 Mio. t „anderen“ Abfällen, die nicht näher qualifiziert sind und 160.000 t Klärschlamm..

Daneben werden 752 Bodenaushub- und Baurestmassendeponien betrieben.

Die im Prozess Deponie als Inputgüter geführten Güter „Restmüll D“ aus PHH und SIG setzen sich aus den Abfällen zusammen, die für die Stickstoffwirtschaft relevant sind, und deponiert werden. Sie werden dominiert von 2.000.000 t Bodenaushub, der deponiert wird.

Die Stickstoffverluste über Sickerwasser betragen nach [Döberl, 2002] 3-5 % vom Input. Gasförmige Verluste treten laut Fehring [Fehring, 1997], nicht auf.

Das Lager kann im Rahmen dieser Arbeit nur in oberflächlichem Ausmaß abgeschätzt werden. Das Lager in Hausmülldeponien wird von [Lunzer, 1998] für das Jahr 1995 mit 43 Mio. m³ beziffert. Bezogen auf eine durchschnittliche Dichte von 1 – 1,5 t /m³ [Brunner et al., 2001, Daxbeck et al., 1996] ergibt sich eine Masse von 43 bis 65 Mio. t abgelagerter Abfälle. Mit den abgelagerten Mengen von 1995 bis 2000 ergibt sich ein Lager in Hausmülldeponien in der Höhe von 50 bis 72 Mio. t. Zusätzlich liegen Abfälle in Altlasten. Um welche Menge oder Volumina es sich handelt wurde bis dato für Österreich noch nicht abgeschätzt [Müller, 2003]. Die Menge an Hausmüllähnlichen Abfällen in Altlasten wird grob abgeschätzt, indem eine jährlich angenommene zu deponierende Menge an Hausmüll- und hausmüllähnlichen Abfällen in der Höhe von 1,3- 1,7 Mio. t/a auf die letzten 60 Jahre hochgerechnet wird. 60 Jahre deshalb, weil 1940 die Produktion von Massenkunststoffen begann. Von der resultierenden Menge von 72 bis 102 Mio. t wird die Summe der Abfälle, die in Hausmülldeponien (50-72 Mio. t) lagern, abgezogen. Das resultierende Ergebnis für die Abfallmasse in Altlasten stellt mit 22 – bis 30 Mio. t sicher eine Untergrenze dar. In [Daxbeck et al., 1997] wird die Masse an Altlasten in der Stadt Wien allein auf 30 Mio. t geschätzt.

Tabelle 7-58: Inputgüter in Deponien (Datentabelle 3/Abfallbehandlung) [eigene Zuordnung]

	A	B	C	D	E	F
59	Deponie	t/a	tN/a		Bandbreite	
60	Restmüllanteil	664.500	774	5.747	598.050	730.950
61	Rückstände aus den biochemischen und thermischen Verfahren	446.000	446	3.122	401.400	490.600
62	Abfälle SIG	3.447.532	5.840	8.555	2.839.234	5.636.090
63	Klärschlamm	157.225	1.415	1.887	141.503	172.948
64	Summe	4.715.257	8.475	19.310	3.980.186	7.030.588

Tabelle 7-59: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Deponie (D)

PROZESS Deponie (D)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level
				erhobene Menge	von	bis	von	bis		
Input	SA	Restmüll Haushalte D	D	664.500	774	5.747	598.050	730.950	1	
	SA	Restmüll SIG D	D	1.447.532	3.640	5.755	1.013.273	1.881.792	2	
	SA	Bodenaushub	D	2.000.000	2.200	2.800	1.800.000	2.200.000	1	
	V	festе Rückstände	D	1.947.233	621	1.025	1.635.991	2.258.476	1	
	BCV	Rückstände Restmüll	D	67.769	37	355	47.458	88.080	1	
	ARA	Klärschlamm D	D	157.225	1.415	1.887	141.503	172.948	1	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	D	Sickerwasser D	SB	31.421	521	1.054	26.181	36.661	1	
	D	Abgas	E	733.225	0	0	523.627	733.225	1	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT								
		LAGEROUTPUT								
		LAGERVERÄNDERUNG		5.519.614	8.165	16.514	4.686.465	6.562.360		
		LAGERBESTAND		87.000.000	360.000	510.000	72.000.000	102.000.000	3	
		SUMME INPUT		6.284.260	8.686	17.568	5.236.274	7.332.246		
D		SUMME OUTPUT		764.646	521	1.054	549.809	769.886		
		LAGERVERÄNDERUNG		5.519.614	8.165	16.514	4.686.465	6.562.360		

7.5.3 Stoffflussdiagramm „Abfall- und Abwasserwirtschaft“

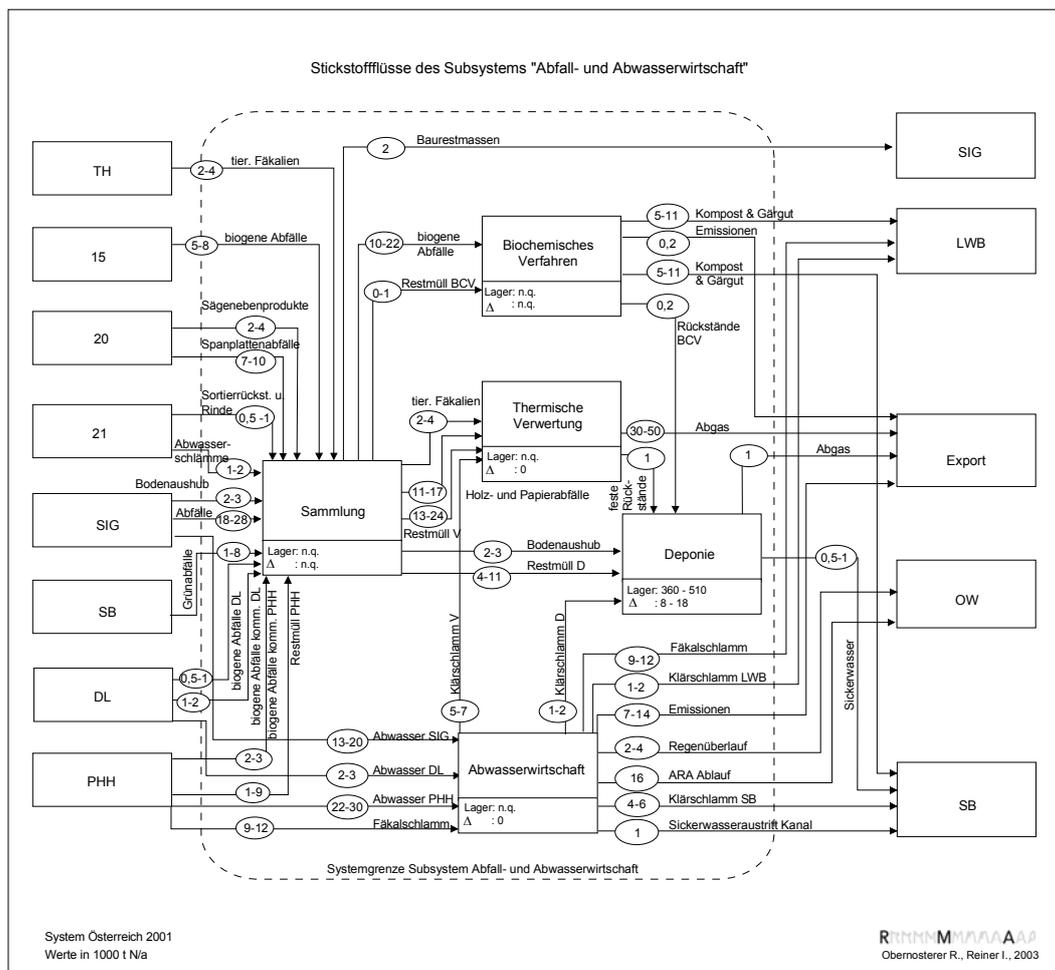


Abbildung 7-8: Stickstoffflüsse des Subsystems „Abfall- und Abwasserwirtschaft“

7.6 Pedosphäre

Die Pedosphäre ist ein Grenzphänomen von Bio- Hydro- Atmo-, Litho- und Anthroposphäre. Sie ist ein komplexes System, das in der vertikalen Dimension durch Horizonte und Horizontkombinationen klassifiziert werden kann.

O-Horizont: Humusaufgabe, ist die oberste Schicht des Bodens. Besteht zu >30 % aus Humus. Wird durch die Bearbeitung landwirtschaftlicher Böden in den Oberboden eingearbeitet. Beträgt im forstwirtschaftlich genutzten Boden wenige cm.

A-Horizont: Oberboden, mit Humus angereichert, Hauptwurzelraum der Pflanzen Die Schichtdicke reicht in landwirtschaftlich genutzten Böden von wenigen cm z.B. bei Braunerden bis zu 50 cm bei Schwarzerden. Die Humusgehalte liegen bei Ackerböden zwischen 1,5-4 %, unter Dauergrünland und Wald finden sich Humusgehalte bis 15 %.

B-Horizont: Unterboden, Anreicherung mit Verwitterungsprodukten und/oder Veränderung des Ausgangsmaterials. Kann in lw. genutzten Braunerdeböden von 10-50 cm Tiefe liegen.

C-Horizont: Untergrund, Ausgangsmaterial der Bodenbildung, weitgehend unverändert. Beginnt in Schwarz- und Braunerdeböden bei ca. 60 cm und reicht bis zur Lithosphäre. Die Schichtdicke ist regional sehr unterschiedlich.

In der landwirtschaftlichen Praxis verwendet man den Begriff Oberboden für die ständig bearbeitete Krume (15-35 cm bei Ackerböden) bzw. den stark durchwurzelten Horizont des Grünlandes (7-10 cm).

In der horizontal- geographischen Ausdehnung wird deutlich, dass die Bodendecke ein Kontinuum ist, das bei Bedarf nur in quasi homogene Bodenareale differenziert werden kann [Blume, 1992]. Aus administrativen Gründen kann in dieser Dimension die Einteilung der Böden nach Nutzungsformen erfolgen.

In der Pedosphäre finden permanent dynamische Abläufe zwischen mineralischen und organischen Komponenten, Temperatur, Niederschlägen, Bodenorganismen, chemischen Substanzen und Wasser statt.

Die wichtigste natürliche Stickstoffquelle ist die Atmosphäre, aus der Bakterien Stickstoff fixieren und pflanzenverfügbar machen können. Die organischen Bestandteile (Humus) haben eine große Bedeutung für die Nährstoffbindung und damit die Fruchtbarkeit des Bodens. Der größte Teil des Stickstoffs im natürlichen Stickstoffkreislaufes zirkuliert durch Mineralisierung toter organischer Substanz und Wiederaufnahme durch die Pflanzen. Die industrielle Fixierung von Stickstoff (Verbrennung, Düngerherstellung usw.) liegt bereits etwa in der Höhe der natürlichen Fixierung.

Stickstoff ist nur zu sehr geringen Teilen nativ, d.h. nur ein kleiner Teil des Stickstoffs stammt aus den Ausgangsgesteinen der Böden. Der Anteil des an Tonmineralen stabil fixierten Ammonium-Stickstoffs liegt zwischen 0,07 % bei sandigen Böden und reicht bis 0,9 % bei tonreichen Böden [Scheffer, Schachtschabel, 1992].

7.6.1 Landwirtschaftlich genutzter Boden (LWB)

Tabelle 7-60: Güter des Prozesses Landwirtschaftlicher Boden (LWB)

PROZESS LANDWIRTSCHAFTLICHER BODEN (LWB)				
Kein ÖNACE-Code. Dieser Prozess umfasst den landwirtschaftlich genutzten Boden bis in eine Tiefe von 1 m.				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	ARA	Fäkalschlamm Senkgrubeninhalt und sonst. Abwasser	LWB	Annahme, dass Abwasser aus dem Privaten Haushalt, das durch "sonstige Verbringung" entsorgt wird, auf den landwirtschaftlichen Boden ausgebracht wird. Direkt auf den Boden aufgebracht Senkgrubeninhalt aus den Privaten Haushalten
	PB	Ernterückstände	LWB	Pflanzliche Koppelprodukte des Ackerbaus, die nach der Ernte am Boden verbleiben
	ARA	Klärschlamm ARA	LWB	Direkt auf den Boden aufgebracht Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen.
	BCV	Kompost	LWB	Direkt auf den Boden aufgebracht Kompost aus Kompostieranlagen
	SIG	Mineraldünger	LWB	in der LW verwendeter Handelsdünger
	I	N-Fixierung	LWB	Es wird angenommen, dass das bei der landwirtschaftlichen Kompostierung auftretende Sickerwasser im landwirtschaftlichen Boden versickert.
	TH	Wirtschaftsdünger	LWB	Direkt auf den Boden aufgebracht Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung
	GW	Wasser	LWB	Wasser, das zur Beregnung im landwirtschaftlichen Pflanzenbau verwendet wird.
	I	Deposition	LWB	Importe von partikulären oder gelösten N-Verbindungen aus der Atmosphäre. Werden nur auf stofflicher Ebene berechnet.
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	LWB	Erntegüter	PB	pflanzlichen Ernteprodukte und Ernterückstände, die in der Österreichischen Landwirtschaft, dem Obstbau, dem Gartenbau und dem Weinbau erzeugt werden.
	LWB	Erosion und Gewässereintrag	OW	Abtrag von Nährstoffen von der Bodenoberfläche, die in einem Gewässer münden
	LWB	gasförmige Emissionen	E	Denitrifikationsprodukte und Abgasungen aus der Düngeraufbringung, die in die Luft emittieren
	LWB	Auswaschung	GW	Stickstofffrachten, die aus dem landwirtschaftlich genutzten Boden ins Grundwasser ausgewaschen werden.
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		Summe an Stickstoff in der definierten Bodenschicht

Für die Abschätzung des Nährstofflagers der Pedosphäre Österreichs wird der Nährstoffgehalt des Oberbodens und hier die Schicht 0-50 cm berechnet. Auch Bodenproben werden in diesem Bereich gezogen, weil hier sich die Hauptmenge der Nährstoffe (> 95% des gesamten Bodenstickstoffs) befindet. Dafür gibt es in den Bodenzustandsinventuren der Bundesländer eine gute Datenbasis in Österreich [Orthofer et al, 2001].

Tabelle 7-61: Stickstofflager im Oberboden (Datentabelle 3/Bodenlager) [nach Orthofer et al., 2001]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3	Lager im Oberboden	ha	% an Gesamtfläche	% an oder der genutzten Fläche	(tN/ha 0-20cm)	(tN/ha 0-50 cm)	(tN/ha 0-50 cm)	ppm (0-20 cm)	ppm (20-50 cm)	tN (0-20 cm)	tN (20-50 cm)	tN (0-50cm)
4	Landnutzung (1999)		18,6	41,2	4,67	2,43	7,1	1.556,7	490,9	6.515,930	3.390,516	9.906,445
5	Ackerland	1.395.274	12,1	26,8	6,24	3,57	9,81	2.080,0	721,2	5.676,865	3.247,822	8.924,687
6	Wirtschaftsgrünland	909.754	13,4	29,7	5,56	2,59	8,15	1.853,3	523,2	5.599,131	2.608,228	8.207,360
7	extensives Grünland	1.007.038	0,7	1,5	4,35	3,49	7,84	1.450,0	705,1	222,781	178,737	401,518
8	Weingärten	51.214	0,2	0,5	6,2	3,8	10	2.066,7	767,7	107,830	66,090	173,920
9	Obstgärten	17.392	0,1	0,2	5,65	4,55	10,2	1.883,3	919,2	37,250	29,998	67,249
10	Hausgärten	6.593	0,0	0,0	4,05	1,93	5,98	1.350,0	389,9	6,269	2,988	9,257
11	Baumschulen	1.548	0,5	1,2	7,09	4,69	11,78	2.363,3	947,5	282,019	186,554	468,573
12	nicht mehr genutztes Grünland	39.777								18.448,076	9.710,932	28.159,008
13	Summe Lager im Oberboden											

Der Unterboden variiert in seiner Mächtigkeit von Standort zu Standort. Für die vorliegende Studie wird die Schichtdicke von 50-100 cm Tiefe gewählt, da die Finanzbodenschätzung und die Bodenkartierung auf 1 m Bodenbohrtiefe beruht [Gerzabek, 2003]. Der Stickstoffge-

halt des Unterbodens setzt sich zusammen aus einem stabilen Anteil von an Tonmineralen fixierten Ammonium Ionen und einem mobilen Anteil an Stickstoffverlagerungen aus dem Oberboden. Auswaschung, mikrobielle Vorgänge, wie die Denitrifikation, und Verdünnungsvorgänge finden auch im Unterboden statt und hängen von der Anlieferung aus dem Oberboden ab. Die Verweilzeit von Stickstoff in mobilen Verbindungen im Unterboden ist u.a. abhängig vom Bodengefüge, von der Sickerwassermenge, vom pH-Wert und anderen Faktoren. Durch Verlagerungen aus dem Oberboden können beträchtliche Mengen an Stickstoff auch im Unterboden gemessen werden. Die Abschätzung des Lagers im Unterboden erfolgte mittels eines Schätzwertes der durchschnittlichen N-Konzentration (0,07 %) in 50-100 cm Bodentiefe kombiniert mit den österreichischen Landnutzungsdaten und geschätzten Bodendichten. Dieser Durchschnittswert der N-Konzentration wurde von Batjes [Batjes, 1996] aus Daten der Weltbodenkarte ermittelt, er stellt also für Österreich nur einen groben Anhaltspunkt dar. Nach dieser Abschätzung erreicht das Lager im Unterboden (50-100 cm) ungefähr die selbe Größenordnung wie das N-Lager des Oberbodens (0-50 cm). Im Vergleich dazu ist das natürliche Stickstofflager, das stabil an Tonminerale gebunden ist, um drei Größenordnungen kleiner.

Tabelle 7-62: Stickstofflager im Unterboden (Datentabelle 3/Bodenlager)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
20	Lager im Unterboden						NH4+-N an Tonmineralen fixiert		N Verlagerung aus dem Oberboden		N im Unterboden	
21	Landnutzung (1999)	ha	Bodenmasse (50-100 cm) [t/ha]	Bodenmasse [t]	%N (50-100 cm)		t N (50-100 cm)		t N (50-100 cm)		t N (50-100 cm)	
22	Ackerland	1.395.274	5450	7.604.243.300	0,007	0,09	532.297	6.843.819	304.867	551.133	532.297	7.394.952
23	Wirtschaftsgrünland	909.754	4650	4.230.356.100	0,007	0,09	296.125	3.807.320	249.727	1.014.376	296.125	4.821.696
24	extensives Grünland	1.007.038	2600	2.618.298.800	0,007	0,09	183.281	2.356.469	420.942	2.980.832	183.281	5.337.301
25	Weingärten	51.214	5450	279.116.300	0,007	0,09	19.538	251.205	11.190	20.230	19.538	271.434
26	Obstgärten	17.392	4650	80.872.800	0,007	0,09	5.661	72.786	4.774	19.392	5.661	92.178
27	Hausgärten	6.593	6650	43.843.850	0,007	0,09	3.069	39.459	887	4.516	3.069	34.943
28	Baumschulen	1.548	2800	4.024.800	0,007	0,09	282	3.822	647	4.582	282	8.204
29	nicht mehr genutztes Grünland	39.777	4650	184.963.050	0,007	0,09	12.947	166.467	10.919	44.351	12.947	210.818
30	Summe Lager im Unterboden	3.428.590					1.053.200	13.541.147	1.003.954	4.630.380	1.053.200	18.171.527

Im vorliegenden System wird der Unterboden als black box und Durchflussreaktor für Flüsse aus dem Oberboden bzw. Grundwasser betrachtet. Für relevante Stickstoffflüsse des Bodens wie z.B. Auswaschung oder Ausgasung infolge Denitrifikation wird angenommen, dass sie den Unterboden durchfließen, ohne an Masse zu verlieren. Da Stickstoff im Unterboden langfristig nicht akkumuliert erscheint diese Vorgangsweise als zulässig.

Das Gesamtlager des landwirtschaftlichen Bodens wird berechnet durch Addition des Lagers aus Oberboden und Unterboden. Es liegt für die landwirtschaftlich genutzten Böden zwischen 30 und 46 Mio. t Stickstoff.

Tabelle 7-63: Übersicht Stickstoff im landwirtschaftlichen Boden (Datentabelle 3/Bodenlager) [eigenen Berechnungen]

	A	B	C	D
89			tN	
90	Landwirtschaftlich genutzter Boden	MW	von	bis
91	Oberboden		28.159.008	28.159.008
92	Unterboden		1.053.200	18.171.527
93	Summe Bodenlager LW		29.212.209	46.330.535

In Österreich werden 2001 rund 720.000 t mineralische Düngemittel abgesetzt. Rund 90 % stammen aus inländischer Produktion mit einem Gesamtproduktionsvolumen von 1,3 Mio. t [BMLFUW, 2001]. Der Reinstickstoffgehalt liegt bei 129.000 t. Zusätzlich werden rund. 320.000 t Kalk in der Landwirtschaft als Düngemittel eingesetzt. Die Gesamtausgaben für den Einsatz mineralischer Düngemittel beträgt 2001 127 Mio. Euro.

Mit Wirtschaftsdünger aus der heimischen Tierhaltung werden rund 150.000 t Stickstoff auf die landwirtschaftlichen Böden eingetragen. Die Stickstoffeinträge durch Handels- und Wirtschaftsdünger sind die größten Inputflüsse in den landwirtschaftlich genutzten Boden.

Mittels Erntegütern werden dem Boden zwischen 170.000 und 280.000 t Stickstoff entzogen. Die große Bandbreite ergibt sich durch Datenunsicherheiten im Bereich der Grünlandwirtschaft. Rund 20 % dieser Menge befinden sich in den Ernterückständen, die am Feld verbleiben, bzw. wieder rückgeführt werden.

Stoffeinträge aus der Abwasserwirtschaft sind mit 5.000-7.000 t /a im Vergleich dazu gering. 15 % des Eintrages finden in Form von unmittelbar nicht beeinflussbarer Deposition statt.

Von einem Stickstoffeintrag von rund 400.000 t N/a werden zwischen 170.000 und 280.000 t Stickstoff von pflanzlichen Produkten aufgenommen. Der Rest steht kurz- oder mittelfristig aufgrund der chemischen Mobilität von Stickstoff für Verluste in die Umwelt zur Verfügung, da die Tatsache gesichert scheint, dass ein Überschuss an Stickstoff im Boden langfristig nicht akkumulieren kann. Da im vorliegenden Projekt nicht auf regionale Unterschiede eingegangen werden kann, werden die Verluste mittels Ergebnissen aus der Feldforschung abgeschätzt.

Denitrifikationsverluste finden in anaeroben Bereichen des Bodens statt und steigen mit zunehmenden Düngungsniveau. Für Ackerland werden daher höhere Werte angenommen, als für nicht düngungswürdige landwirtschaftlich genutzte Flächen [Kaas, 1994].

Die Auswaschungsraten von Stickstoff hängen von dem Düngungsniveau, dem Düngzeitpunkt, dem Porenwasser und vielen anderen Faktoren ab. Die Auswaschungen im Ackerbau sind - bedingt durch die offene Krume - höher, als in der Grünlandwirtschaft.

Ammoniakabgasungen gibt es sowohl aus Wirtschafts- als auch aus mineralischen Handelsdüngern. Aus Handelsdüngern betragen die Verluste zwischen 1 und 3% des Stickstoffgehalts, aus Wirtschaftsdüngern geht etwa die Hälfte der Emissionen bei der Lagerung am Betrieb und bei der Ausbringung auf den Boden verloren.

Unter Erosion versteht man den Abtrag von Bodenpartikeln auf umliegende Flächen. Ein Großteil des erodierten Materials gelangt nicht in Gewässer. Rund 7-20% der Erosionsfracht werden als Gewässereintrag in Oberflächengewässer berücksichtigt.

Tabelle 7-64: Stickstoffflüsse zwischen Pedosphäre, Wasser und Luft (Prov. Bilanz/Deposition)

	A	B	C	D
31	Denitrifikation		kg N/ha	
32		ha	von	bis
33	düngewürdige landwirtschaftliche Fläche	2.457.027	20,0	25,0
34	nicht düngewürdige lw. Fläche	936.498	2,0	5,0
35	Auswaschung		kg N/ha	
36		ha	von	bis
37	düngewürdige landwirtschaftliche Fläche	1.476.133	20,0	25,0
38	Grünland, düngewürdig	980.894	5,0	5,0
39	nicht düngewürdige lw. Fläche	936.498	3,0	5,0
40	Erosion		kg N/ha	
41	nur 7-20% erreicht ein Gewässer	ha	von	bis
42	düngewürdige landwirtschaftliche Fläche	1.476.133	7,0	22,0
43	Grünland und nicht düngewürdige lw. Fläche	1.917.392	0,0	1,3
44	Gewässereintrag		kg N/ha	
45		ha	von	bis
46	düngewürdige landwirtschaftliche Fläche	1.476.133	1,0	4,4
47	Grünland und nicht düngewürdige lw. Fläche	1.917.392	0,0	0,8
48				
49	N-Fixierung		kg N/ha	
50		ha	von	bis
51	Körnererbsen	38.567	52,0	150,0
52	Pferdebohnen	2.789	95,0	180,0
53	Sojabohnen	20.329	40	80
54	Klee, Luzerne	66.091	250,0	250,0
55	Deposition		kg N/ha	
56		ha	von	bis
57	düngewürdige landwirtschaftliche Fläche	3.393.525	16,0	20,0

Quelle: verschiedene Autoren in [Kroiss et al., 1998]

Ohne Berücksichtigung der Verluste in die Umwelt zeigt sich, dass das Stickstofflager in den landwirtschaftlichen Böden innerhalb eines Jahres wächst. Langfristig muss aufgrund des Chemismus von Stickstoff jedoch davon ausgegangen werden, dass der Stickstoffpool im Boden nicht anwächst, sondern Überschüsse in die Umwelt verloren gehen. Diese Tatsache ist keine neue Erkenntnis. Stickstoffeutrophierungen im Grund- und Oberflächenwasser sowie im Forst sind bereits seit vielen Jahren ein existentes und bekanntes Problem.

Tabelle 7-65: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Landwirtschaftlicher Boden (LWB)

PROZESS LANDWIRTSCHAFTLICHER BODEN (LWB)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level
				erhobener Wert	von	bis	von	bis		
Input	ARA	Fäkalschlamm Senkgrubeninhalt und sonst. Abwasser	LWB	976.341	9.081	12.109	878.707	1.073.975	1	
	PB	Ernterückstände	LWB	6.442.296	31.985	31.589	5.798.067	7.086.526	1	
	ARA	Klärschlamm ARA	LWB	138.689	1.248	1.664	124.820	152.558	1	
	BCV	Kompost und Gärgut	LWB	926.293	5.254	11.414	750.386	1.102.199	2	
	SIG	Mineraldünger	LWB	720.000	129.100	129.100			1	
	TH	Wirtschaftsdünger	LWB	27.115.356	178.900	192.424	21.863.527	32.367.185	2	
	I	N-Fixierung	LWB	n.q.	21.064	32.401			2	
	GW	Wasser	LWB	250.000.000	1.125	2.000				
	I	Deposition	LWB	n.q.	54.296	67.871			1	
	Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel						
LWB		Erntegüter	PB	30.762.083	269.083	338.412	27.685.875	33.838.292	1	
LWB		gasförmige Emissionen	E	n.q.	106.299	123.580			2	
LWB		Erosion und Gewässereintrag	OW	n.q.	2.199	15.022			2	
LWB		Auswaschung	GW	n.q.	37.237	46.490			2	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT		n.q.	432.053	480.572				
		LAGEROUTPUT		n.q.	414.818	523.505				
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.	17.235	-42.933				
		LAGERBESTAND		n.q.	29.212.209	46.330.535			2	
		SUMME INPUT		n.q.	432.053	480.572				
LWB		SUMME OUTPUT		n.q.	414.818	523.505				
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.	17.235	-42.933				

7.6.2 Forstwirtschaftlich genutzter Boden (FWB)

Tabelle 7-66: Güter des Prozesses Forstwirtschaftlicher Boden (FWB)

PROZESS FORSTWIRTSCHAFTLICHER BODEN (FWB)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
I	Deposition	FWB	N-Eintrag aus trockenen und nassen atmosphärischen Niederschlägen	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	FWB	Bäume	FW	Gesamtschlag der Holzernte, inkl. Ernterückständen
	FWB	gasförmige Emissionen	E	N-Verluste durch Denitrifikation
	FWB	Erosion und Gewässereintrag	OW	N-Verluste mittels Bodenabtrag und Eintrag in Oberflächengewässer
	FWB	Auswaschung	GW	N-Verluste durch Auswaschung aus forstwirtschaftlich genutzten Böden ins Grundwasser
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		Gesamtstickstoff in definierter Bodenschicht

Die forstwirtschaftlich genutzte Fläche Österreichs beträgt rund 3,3 Mio. ha. Das sind 47 % der Gesamtfläche Österreichs. Im Jahr 2001 wurden 24 Mio. t Bäume geerntet. Inkludiert in dieser Menge sind neben den 13,5 Mio. Erntefestmeter Holz auch Äste, Rinde, Wurzeln und Belaubung.

Als Inputgüter werden die Ernterückstände, die im Wald verbleiben gesondert ausgewiesen um Zahlen für eine spätere Diskussion der Nährstoffnutzung zur Verfügung zu haben.

Werte für Deposition, Denitrifikation, Auswaschung und Erosion werden aus der Literatur entnommen. Dabei handelt es sich um Bandbreiten. Auf regionale Unterschiede kann im Rahmen der Studie keine Rücksicht genommen werden.

Tabelle 7-67: Kennzahlen für Ein- bzw. Austräge in resp. aus der Umwelt in Bezug auf den Prozess forstwirtschaftlich genutzte Böden (Prov. Bilanz/Deposition)

	A	B	C	D	E
66	kg N/ha		kt N		
67	von	bis	von	bis	
68	Ferntransport	0,0	0,2	0,0	0,7
69	Gewässereintrag	0,0	0,8	0,0	2,6
70	Erosion	0,0	1,3	0,0	4,2
71	Auswaschung	3,0	10,0	9,8	32,6
72	Denitrifikation	2,0	5,0	6,5	16,3
73	Deposition	19,0	23,0	61,9	75,0

Quellen: verschiedene Autoren in [Kroiss et al., 1998]

Das Bodenlager im Forstwirtschaftlich genutzten Boden wird analog dem landwirtschaftlichen Boden berechnet (Anhang Pedosphäre).

Tabelle 7-68: Stickstofflager im forstwirtschaftlich genutzten Boden (Datentabelle 3/Bodenlager) [eigene Berechnungen nach Orthofer et al., 2001]

	A	B	C	D
94	tN			
95	Forstwirtschaftlich genutzter Boden	MW	von	bis
96	Oberboden	24.941.303	16.953.565	32.929.040
97	Unterboden	9.617.888	1.956.181	17.279.595
98	Summe Bodenlager FW	34.559.191	18.909.746	50.208.635

Tabelle 7-69: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Forstwirtschaftlicher Boden (FWB)

PROZESS FORSTWIRTSCHAFTLICHER BODEN (FWB)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit Level
				erhobener Wert	von	bis	von	bis		
Input	FW	Ernterückstände	FWB	10.178.294	44.175	89.116	8.484.635	11.871.952	1	
	I	Deposition	FWB	n.q.	54.296	67.871			1	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	FWB	Bäume	FW	24.474.449	74.759	146.546	21.582.293	27.366.604	1	
	FWB	gasförmige Emissionen	E	n.q.	6.521	16.302			2	
	FWB	Erosion und Gewässereintrag	OW	n.q.	0	3.456			2	
Lager	FWB	Auswaschung	GW	n.q.	9.781	32.603			2	
	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT								
		LAGEROUTPUT								
		LAGERVERÄNDERUNG								
		LAGERBESTAND			18.909.746	50.208.635			2	
		SUMME INPUT		n.q.	98.471	156.986	n.q.	n.q.		
	FWB	SUMME OUTPUT		n.q.	91.060	198.907	n.q.	n.q.		
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.	7.411	-41.920	n.q.	n.q.		

7.6.3 Sonstiger Boden (SB)

Tabelle 7-70: Güter des Prozesses Sonstige Böden (SB)

PROZESS Sonstige Böden BODEN (SB)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	
	PHH	Grünschnitt	SB	Rasen- und Strauchschnitt aus Gärten der Privathaushalte
	BMV	Kompost	SB	Kompost aus kommunalen und betrieblichen Kompostierungsanlagen
	ARA	Klärschlamm SB	SB	Klärschlamm, der einer sonstigen Verwendung zugeführt wird
	I	Deposition	SB	atmosphärischer N-Eintrag
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	
	SB	Grünabfälle	SA	Schnittgut aus pflanzlichen Materialien
	SB	Gartenabfälle	PHH	Grünschnitt und andere Gartenabfälle, die in der Eigenkompostierung im Privaten Haushalt kompostiert werden.
	SB	gasförmige Emissionen	E	N-Verluste durch Denitrifikation
	SB	Erosion und Gewässereintrag	OW	N-Verluste mittels Bodenabtrag und Eintrag in Oberflächengewässer
	SB	Auswaschung	GW	N-Verluste durch Auswaschung aus sonstigen Böden
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		Gesamtstickstoff in definierter Bodenschicht
		SUMME INPUT		
	SB	SUMME OUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		

Der Prozess sonstige Böden umfasst die Fläche Österreichs, die nicht land- oder forstwirtschaftlich genutzt ist. Dazu zählen sowohl die Hausgärten und Außenanlagen der Privathaushalte, die Verkehrsfläche oder Brachflächen. Die Gesamtfläche beträgt ca. 900.000 ha.

Bei den Inputgütern werden Kompost und Klärschlamm, deren Verbleib nicht genauer bekannt ist und der Grünschnitt aus dem Privathaushalt berücksichtigt.

Als Outputgüter werden die Grünabfälle, die im Materialienband zum BAWP [Perz, 2001] erhoben wurden, sowie die Gartenabfälle der Privathaushalte einbezogen. Stoffflüsse in und aus der Umwelt erfolgen durch die Güter Deposition, Auswaschung, Denitrifikation und Erosion. Sie werden anhand von Kennzahlen aus der Literatur abgeschätzt [Kroiss et al., 1998]

Tabelle 7-71: Kennzahlen für Ein- bzw. Austräge in resp. aus der Umwelt in Bezug auf den Prozess sonstige Böden (Prov. Bilanz/Deposition) [verschiedene Autoren in Kaas, 1994]

	A	B	C	D	E
75	kg N/ha		kt N		
76	von	bis	von	bis	
77	Deposition	16,0	20,0	13,9	17,4
78	Denitrifikation	2,0	5,0	1,7	4,3
79	Auswaschung	3,0	5,0	2,6	4,3
80	Erosion	0,0	1,3	0,0	1,1
81	Fertransport	0,0	0,2	0,0	0,2
82	Gewässereintrag	0,0	0,8	0,0	0,7

Die Berechnung des Bodenlagers erfolgt analog dem land- und forstwirtschaftlichen Boden.

Tabelle 7-72: Stickstofflager in sonstigen Böden (Datentabelle 3/Bodenlager) [eigene Berechnungen nach Orthofer et al., 2001]

	A	B	C	D
99		tN		
100	Sonstige Böden	MW	von	bis
101	Oberboden	6.643.329	4.515.727	8.770.931
102	Unterboden	2.561.807	521.045	4.602.568
103	Summe Bodenlager sonstige Böden	9.205.135	5.036.772	13.373.499

Tabelle 7-73: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Sonstige Böden

PROZESS Sonstige Böden (SB)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
				erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level	
Input	PHH	Grünschnitt	SB	500.000	2.500	2.500	335.000	665.000	2	
	BCV	Kompost	SB	926.293	5.254	11.414	750.386	1.102.199	2	
	ARA	Klärschlamm SB	SB	470.436	4.234	5.645	423.392	517.480	1	
	I	Deposition	SB	n.q.	13.895	17.368			1	
	D	Sickerwasser Deponie	SB	n.q.	521	1.054				
	ARA	Sickerwasser Kanal	SB	18.675.249	885	885	16.807.724	20.542.774	1	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	SB	Grünabfälle	SA	1.140.000	1.140	7.980	1.026.000	1.254.000	1	
	SB	Gartenabfälle	PHH	500.000	2.500	2.500	335.000	665.000	2	
	SB	gasförmige Emissionen	E	n.q.	1.737	4.342			2	
	SB	Erosion und Gewässereintrag	OW	n.q.	0	921			2	
	SB	Auswaschung	GW	n.q.	2.605	4.342			2	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT			16.395	19.868				
		LAGEROUTPUT								
		LAGERVERÄNDERUNG								
		LAGERBESTAND			5.036.772	13.373.499			2	
		SUMME INPUT		n.q.	25.883	36.928	n.q.	n.q.		
	SB	SUMME OUTPUT		n.q.	7.982	20.085	n.q.	n.q.		
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.	17.901	16.843	n.q.	n.q.		

7.6.4 Stoffflussdiagramm „Pedosphäre“

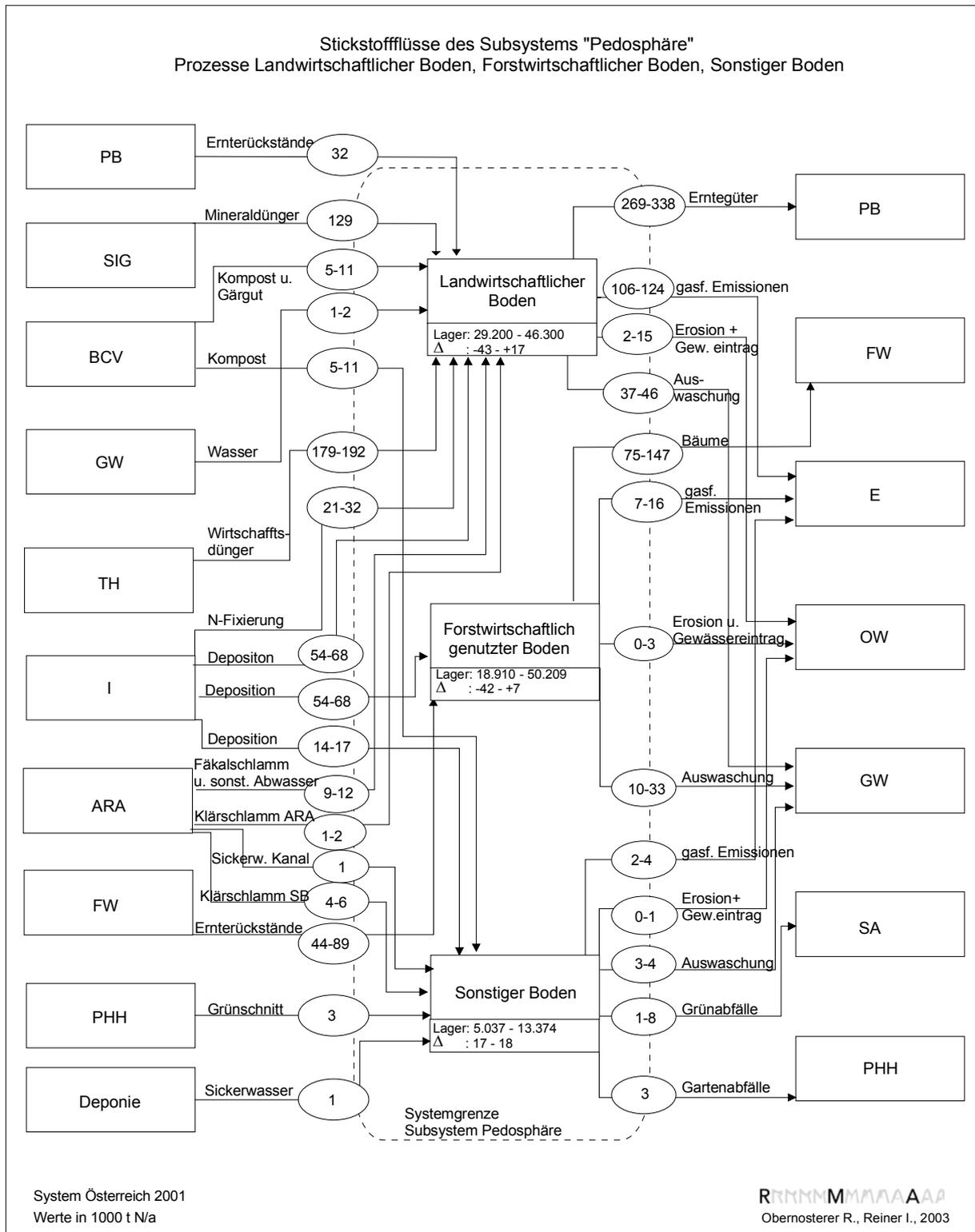


Abbildung 7-9: Stickstoffflüsse des Subsystems „Pedosphäre“

7.7 Hydrosphäre

7.7.1 Grundwasser (GW)

Tabelle 7-74: Güter des Prozesses Grundwasser (GW)

PROZESS Grundwasser (GW)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	FWB	Auswaschung Forst	GW	Stickstoffeinträge aus forstwirtschaftlichen Böden
	LWB	Auswaschung Landwirtschaft	GW	Stickstoffeinträge aus landwirtschaftlichen Böden
	SB	Auswaschung sonstige Böden	GW	Stickstoffeinträge aus sonstig genutzten Böden
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	
	GW	Trinkwasser	PHH	Trinkwasser zur Versorgung der privaten Haushalte
	GW	Wasser	LWB	Wasser zur Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen
	GW	Brauchwasser	SIG	Brauchwasser für Industrie und Gewerbe, ohne Kühlwasser
	GW	Denitrifikation	E	
	GW	Grundwasser	OW	Grundwasser, das in Oberflächengewässer infiltriert.
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		Gesamtstickstoff im Grundwasserkörper
		SUMME INPUT		
	GW	SUMME OUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		

Die Inputgüter sind bei den jeweiligen Herkunftsprozessen beschrieben

Der Verbrauch und die Zuteilung des geförderten Grundwassers sowie des Lagers basiert auf Zahlen in Kroiss [Kroiss et al., 1998]. Für die Stickstoffbilanz sind diese Flüsse eher unbedeutend. Die Stickstoffflüsse wurden durch Multiplikation mit durchschnittlichen Stickstoffkonzentrationen zwischen 1-3 mg N/l Grundwasser, bzw. 1,8 mg N/l Oberflächenwasser berechnet. Kühlwasser ist in den Mengen nicht enthalten und wird in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Die Beschreibung der Auswaschung aus Böden erfolgt nur auf Stoffebene und ist bei den Herkunftsprozessen beschrieben.

Die Denitrifikationsraten werden nach Kroiss et al., 1998 mit 10-30 % des Inputs berechnet. Kroiss [Kroiss et al., 1998] geht davon aus, dass es keine Änderung des Stickstofflagers im Grundwasser gibt. Sie berechnen die Exfiltration des Grundwasserstickstoff in das Oberflächenwasser über die Bilanzierung. Umgelegt auf die vorliegende Bilanz ergibt sich nach dieser Berechnungsart ein Stickstofffluss in der Höhe von 50.000-60.000 t vom Grundwasser in die Oberflächengewässer.

Tabelle 7-75: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Grundwasser (GW)

PROZESS Grundwasser (GW)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
				erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level	
Input	FWB	Auswaschung Forst	GW	n.q.	9.781	32.603			2	
	LWB	Auswaschung Landwirtschaft	GW	n.q.	37.237	46.490			2	
	SB	Auswaschung sonstige Böden	GW	n.q.	2.605	4.342			2	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	GW	Trinkwasser	PHH	550.000.000	550	1.650			1	
	GW	Wasser	LWB	250.000.000	1.125	2.000			1	
	GW	Brauchwasser	SIG	500.000.000	500	1.500			1	
	GW	Denitrifikation	E	n.q.	82	2.019			2	
	GW	Grundwasser	OW	n.q.	48.000	60.000			2	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT								
		LAGEROUTPUT								
		LAGERVERÄNDERUNG								
		LAGERBESTAND		n.q.	30.000	120.000	n.q.	n.q.		
		SUMME INPUT		n.q.	49.623	83.435	n.q.	n.q.		
	GW	SUMME OUTPUT		n.q.	50.257	67.169	n.q.	n.q.		
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.	-634	16.266	n.q.	n.q.		
		I minus O ohne Denitrifikation, davon 10% = Denitrifikation			820	20190				

7.7.2 Oberflächengewässer (OW)

Tabelle 7-76: Güter des Prozesses Oberflächenwasser (OW)

PROZESS Oberflächenwasser (OW)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
ARA	gereinigtes Abwasser	OW	gereinigtes Abwasser des Kläranlagenablaufes	
LWB	Erosion und Gewässereintrag	OW	Abtrag von Nährstoffen von der Bodenoberfläche landwirtschaftlich genutzter Böden, die in einem Gewässer münden	
FWB	Erosion und Gewässereintrag	OW	Abtrag von Nährstoffen von der Bodenoberfläche sonstiger Böden, die in einem Gewässer münden	
SB	Erosion und Gewässereintrag	OW	Abtrag von Nährstoffen von der Bodenoberfläche forstwirtschaftlich genutzter Böden, die in einem Gewässer münden	
GW	Grundwasser	OW	Infiltration von Grundwasser in die Oberflächengewässer	
I	Zuflüsse von Oberflächengewässern	OW	Nährstofffrachten in zufließenden Oberflächengewässern	
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	OW	Denitrifikation	E	Stickstofffrachten, die aus Oberflächengewässern in die Luft emittieren
	OW	Abflüsse	E	Nährstofffrachten in abfließenden Oberflächengewässern
OW	Brauchwasser	SIG	Wasser aus Oberflächengewässern, das in Industrie und Gewerbe als Brauchwasser verwendet wird.	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERINPUT		
		LAGEROUTPUT		
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND		

Die Inputgüter werden bei den Herkunftsprozessen beschrieben.

Die Datenerhebung basiert auf der Abschätzung des Prozesses Oberflächenwasser von Kroiss [Kroiss et al., 1998].

Die Denitrifikation wurde mit max.6.000 t Stickstoff geschätzt.

Industrie und Gewerbe verbrauchen rund 900 Mio. m³ Oberflächenwasser mit einer Konz. von 1,8 mg N/l Wasser als Brauchwasser.

Die Abflüsse der Österreichischen Oberflächengewässer transportieren nahezu doppelt soviel Stickstoff aus Österreich, als in den Zuflüssen nach Österreich enthalten ist.

Die Abschätzung des Stickstofflagers im Wasser der Oberflächengewässer Österreichs erfolgt auf Anfrage an der TU Wien, Institut für Wassergüte. [Lampert, 2003] schätzt das Lager im Wasser von Oberflächengewässer auf 3 % der Jahresfracht. Einheitliche Abschätzungen für das Lager in den Sedimenten und Stauräumen existieren nicht.

Tabelle 7-77: Güter- und Stickstoffflüsse des Prozesses Oberflächenwasser (OW)

PROZESS Oberflächenwasser (OW)										
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Güter [t/a]		Stofffrachten [t N/a]		Bandbreite Güter		Unsicherheit
				erhobener Wert	von	bis	von	bis	Level	
Input	ARA	gereinigtes Abwasser	OW	n.q.	15.787	15.787				1
	ARA	Regenüberlauf	OW	46.688.123	2.213	4.427	42.019.310	51.356.935		1
	LWB	Erosion und Gewässereintrag LWB	OW	n.q.	2.199	15.022				2
	FWB	Erosion und Gewässereintrag FWB	OW	n.q.	0	3.456				2
	SB	Erosion und Gewässereintrag SB	OW	n.q.	0	921				2
	I	Zuflüsse von OW	OW	n.q.	90.000	100.000				2
	GW	Grundwasser	OW	n.q.	48.000	60.000				2
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel							
	OW	Denitrifikation	E	n.q.	0	6.000				2
	OW	Brauchwasser	SIG	900.000.000	1.620	2.120				2
	OW	Abflüsse OW	E	n.q.	180.000	200.000				2
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel							
		LAGERINPUT								
		LAGEROUTPUT								
		LAGERVERÄNDERUNG								
		LAGERBESTAND		n.q.	5.400	6.000				2
		SUMME INPUT		n.q.	158.200	199.613	n.q.	n.q.		
	OW	SUMME OUTPUT		n.q.	181.620	208.120	n.q.	n.q.		
		LAGERVERÄNDERUNG		n.q.	-23.420	-8.507	n.q.	n.q.		

7.7.3 Stoffflussdiagramm „Hydrosphäre“

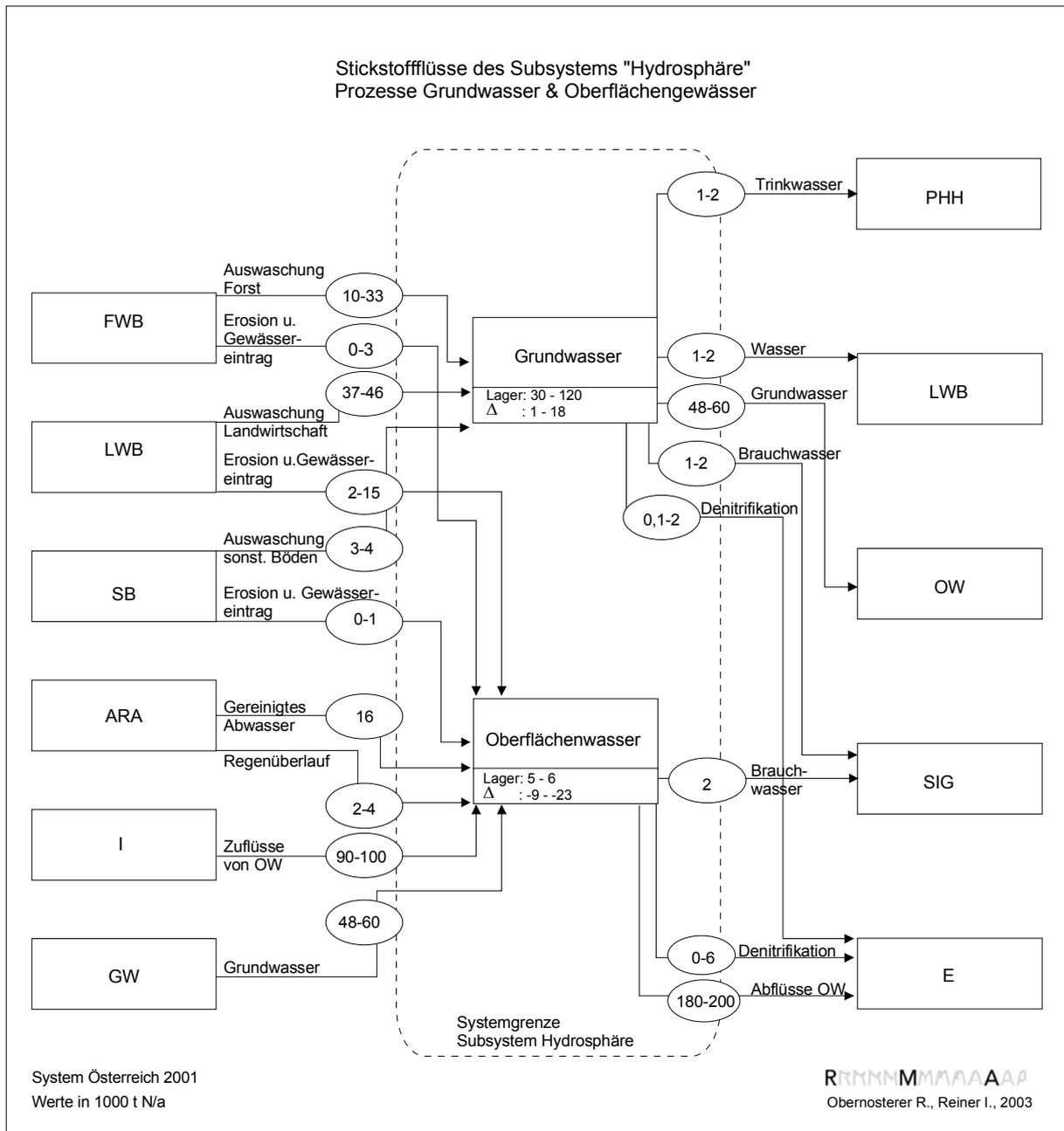


Abbildung 7-10: Stickstoffflüsse des Subsystems „Hydrosphäre“

7.8 Zink

Der Focus dieser Studie liegt auf der Darstellung der Stickstoffflüsse Österreichs innerhalb und außerhalb der Abfallwirtschaft. Die Einbeziehung von Schadstoffen dient zur Diskussion des Themas „Nährstoffnutzung versus Schadstoffbelastung“. Es soll exemplarisch gezeigt werden, wie das Instrument der Stoffflussanalyse für die Frage Ressourcennutzung mit einer Schadstoffbilanz verknüpft werden kann.

Es wurden die Abfälle und Güter mit dem größten Ressourcenpotential der Stickstoffbilanz verglichen mit ihrem Schadstoffpotential. Umgekehrt wurde das Ressourcenpotential in den wichtigsten Gütern und Abfällen der Schadstoffbilanz abgeschätzt.

Mit den für die Stickstoffbilanz wichtigen Gütern lässt sich keine vollständige Schadstoffbilanz für Österreich berechnen. Dies zeigt anschaulich das folgende Beispiel.

Die in den für die Stickstoffbilanz Österreich wichtigen Gütern enthaltene Zinkfracht, die in die Abfallwirtschaft gelangt, liegt bei rund 8.000 t Zink. Vergleicht man diese Fracht mit den von [Daxbeck et al., 1997] erhobenen Werten der Zinkbilanz Österreich, die einen Zinkinput in die Abfallwirtschaft in der Höhe von rund 34.000 t Zink angeben, so sieht man, dass mit den nährstoffrelevanten Gütern in diesem Prozess lediglich $\frac{1}{4}$ des gesamten Zinkflusses erfasst werden kann.

Tabelle 7-78: Vergleich der unterschiedlichen Ergebnisse von Zinkinputfrachten in die Abfallwirtschaft, bedingt durch die unterschiedliche Schwerpunktsetzung in der Systemdefinition

Verteilung des abfallbürtigen Zinks in die Umwelt	t Zn/a (MW)	%
Systemgrenze Zinkbilanz Österreich		
Luft	400	1
Wasser	325	1
Deponie	28.450	83
Wertstoffe	5.200	15
Summe Zn-Bilanz Österreich	34.375	100

Systemgrenze Nährstoffbilanz Österreich		
Luft	1	0
Wasser	2	0
Deponie	6.516	78
Wertstoffe	1.792	22
Summe Zn in nährstoffrelevanten Gütern	8.311	100

Für die Diskussion der Schadstofffrage wird demnach die Zinkbilanz Österreich [Daxbeck et al., 1997] herangezogen.

Es wird überprüft,

- ob die wichtigsten Flüsse der Stickstoffbilanz auch eine Relevanz für die Zinkstoffbilanz haben,
- wie groß die Zinkfrachten in den wichtigsten Gütern mit hohem Ressourcenpotential der Stickstoffbilanz sind und
- welche Rolle die Zinkfrachten in den Szenarien spielen.

8 Resultate

8.1 Datenlage

Für die Berechnung der Stickstoffflüsse wurde Datenmaterial aus offiziellen Statistiken, Forschungsergebnissen und persönlichen Auskünften von Experten herangezogen. Eigene Messungen wurden nicht gemacht, wohl aber eigene Interviews, Abschätzungen und Berechnungen auf Basis von o.g. Datenmaterial.

Die Unsicherheit der Datenlage wird durch die Angabe der Bandbreiten in den Prozesstabellen wiedergegeben.

Eine Vielzahl an Aufzeichnungen existieren für den Produktionssektor, den Import und den Export. Eine gute, über andere Studien bereits abgesicherte Datenlage stellen die Begleitbände des BAWP zur Abfallerhebung dar. Sehr detaillierte Informationen stehen auch im Bereich der land- und forstwirtschaftlichen Produktion zur Verfügung.

Große Bandbreiten sind dort anzutreffen, wo eine große Inhomogenität des zu betrachtenden Gutes besteht. Ein Beispiel dafür ist der Boden. Die Zusammensetzung des Bodens wird bestimmt von einer Vielzahl von chemischen und physikalischen und biologischen Faktoren. Seine für das Stickstofflager bedeutende Mächtigkeit kann zwischen wenigen Zentimetern und vielen Meter liegen. In Abhängigkeit der Zusammensetzung des Bodens und einer Reihe weiterer Faktoren wie Hangneigung, Temperatur, Niederschlagshöhe und Zeitpunkt variieren auch die Denitrifikationsmengen und die Mengen, die über Auswaschung und Erosion aus dem Boden ausgetragen werden. In dieser Studie musste das Bodenlager für ganz Österreich mit einer sehr vereinfachten Annahme abgeschätzt werden. Die Mengen für Denitrifikation, Auswaschung und Erosion spiegeln nicht die tatsächliche Situation auf einzelnen Schlägen im betrachteten Zeitraum, sondern wurden über durchschnittliche Werte aus der Bodenforschung berechnet. Die Lagerveränderungen der Böden, die sich durch die auf diesen Grundlagen basierenden Berechnungen ergeben schwanken deshalb innerhalb weiter Bandbreiten. Die sich daraus ableitenden Aussagen sind aber grundsätzlich für Stickstoff korrekt: Langfristig wird das Stickstofflager im Boden nicht aufgebaut. In Abhängigkeit verschiedener Faktoren wird ein Stickstoffüberschuss, der sich aus der Bewirtschaft ergibt, in die Luft und das Wasser ausgetragen.

Ähnlich ist die Datenqualität im Bereich Wasser. Auf der Versorgungsseite ist sie als gut einzustufen, im „Umweltbereich“ gibt es wiederum hohe Schwankungsbreiten. Die Datenlage bezüglich des Stickstofflagers in den Sedimenten der Oberflächengewässer und Staustufen ist gering.

Für die gesamte Datenauswertung werden die Bandbreiten mitberücksichtigt. Es zeigt sich, dass der Trend der Ergebnisse und damit die wesentlichen Schlussfolgerungen für die gestellten Ziele und Fragestellungen gleich bleibt, unabhängig davon, ob man mit den Minima-, Maxima oder den Mittelwerten rechnet. In der weiteren Diskussion der Ergebnisse werden nur mehr die Mittelwerte der Bandbreiten diskutiert.

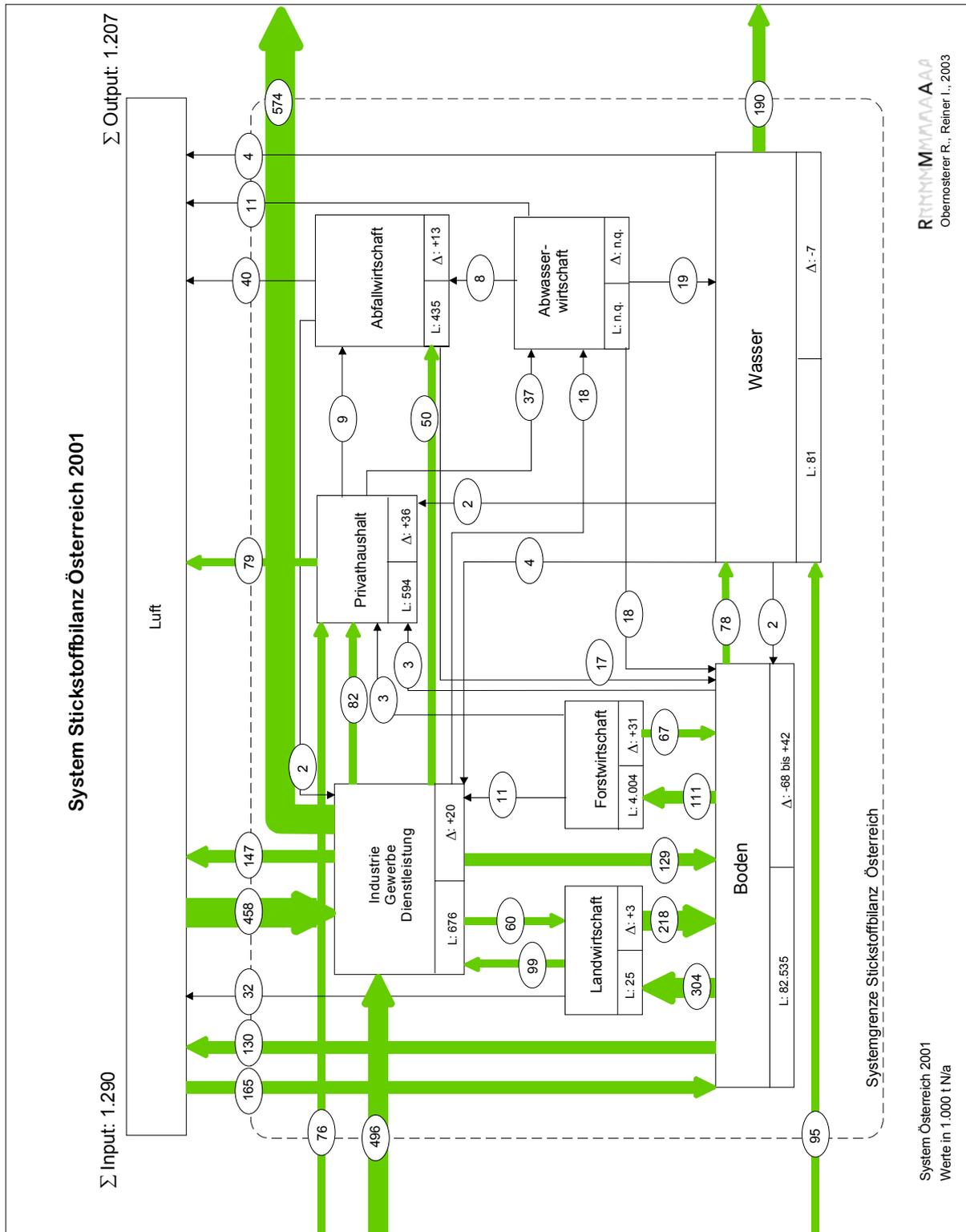


Abbildung 8-2: Stoffflussdiagramm der Stickstoffflüsse Österreichs

Im betrachteten Bilanzjahr werden in Österreich 1,5 Mio. t (185 kg/E.a) Stickstoff umgesetzt.

Der Gesamtinput setzt sich aus folgenden Güter(gruppen) zusammen:

- 80 % oder 1,2 Mio. t (144 kg/E.a) Stickstoff stammen aus dem Import von Gütern (Produkte, Wasser und Luft),
- 2 % (5 kg Stickstoff/E.a) sind zu Wertstoffen wiederverwertete Abfälle und
- 18 % (34 kg Stickstoff/E.a) sind Koppelprodukte, die in Produktionskreisläufen eingebunden sind.

Der Verbleib der in diesen Gütern enthaltenen Stickstofffrachten setzt sich zusammen aus:

- 37 % oder 570.000 t (70 kg/E.a) Stickstoff, die als Warengüter exportiert werden.
- 33 % oder 496.000 t (62 kg/E.a) Stickstoff werden als Abgas aus den Bereichen Produktion (Industrie und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft) und Konsum (Privater Haushalt), der Abfall- und Abwasserwirtschaft und der Hydrosphäre in die Luft emittiert.
- 6 % der Inputfracht oder 97.000 t (12 kg/E.a) Stickstoff werden in die Hydrosphäre (Grund- und Oberflächenwässer) emittiert. (20.000 t (2,5 kg/E.a) Stickstoff stammen davon aus der Abwasserwirtschaft, der Rest aus Land- und Forstwirtschaft).
- 4 % (8 kg Stickstoff /E.a) der Inputgüter verbleiben innerhalb der Systemgrenzen als Lagerzuwachs im Privaten Haushalt, dem Sektor Produktion und Versorgung und den Deponien
- 18 % (34 kg/E.a) befinden sich in Koppelprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft.
- 2 % (5 kg/E.a) sind in rückgeführten Gütern der Abfallwirtschaft zu finden.

117.000 t (14,4 kg/E.a) Stickstoff, das sind 8 % aller Stickstoff-Inputflüsse gelangen in die Abfall- und Abwasserwirtschaft. Bezieht man die Stickstoffflüsse, die in die Abfall- und Abwasserwirtschaft gehen nur auf die Outputflüsse, die in die Luft und das Wasser gelangen (Output ohne exportierte Warengüter und in Österreich eingesetzte Konsumgüter), so beträgt ihr Anteil 24 %. Das bedeutet, dass 76% der Stickstofffrachten in Gütern, die keine Exportgüter oder Konsumgüter darstellen, an der Abfallwirtschaft vorbei in die Umwelt gelangen.

Von den 117.000 t Stickstoff, die in die Abwasser- und Abfallwirtschaft gelangen, werden 55.000 t Stickstoff in der Abwasserwirtschaft und 45.000 t Stickstoff in der Abfallwirtschaft behandelt.

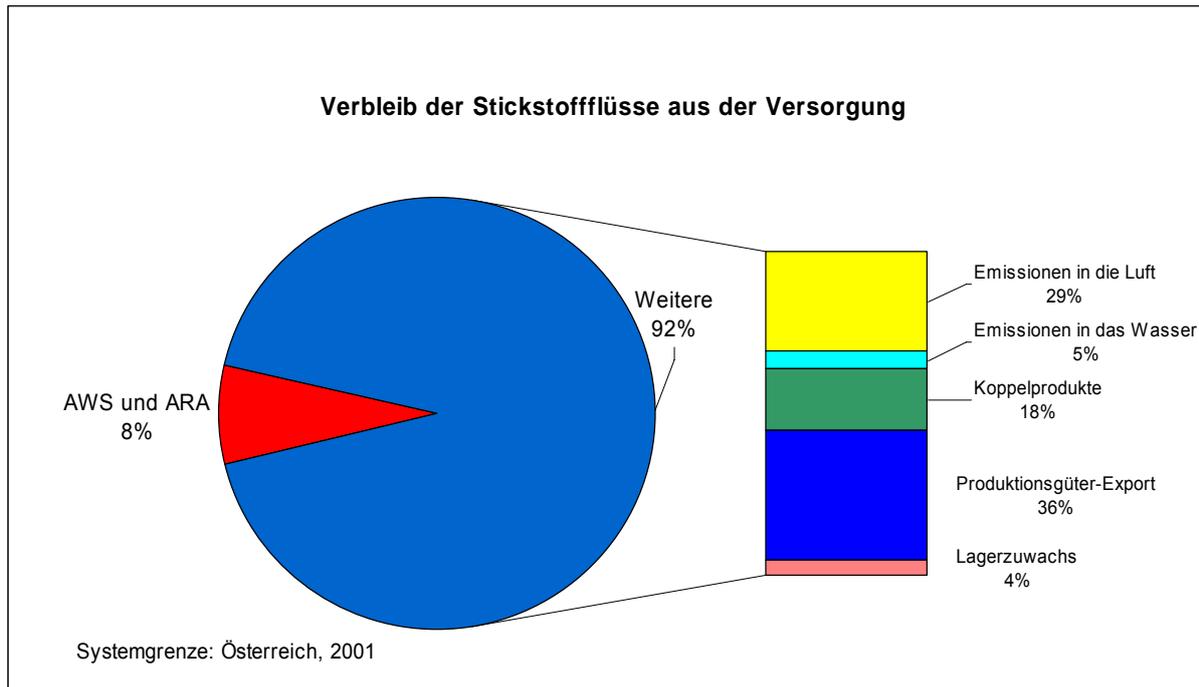


Abbildung 8-3: Verbleib der Stickstoffflüsse aus Versorgung und Konsum

Das Stickstofflager im Privaten Haushalt befindet sich mit rund 590.000 t (73 kg/E.a) Stickstoff in derselben Größenordnung wie das Stickstofflager in Deponien. Das mit Abstand größte Stickstofflager befindet sich in den Böden. Es liegt mit 82 Mio. t (10.124 kg/E.a) Stickstoff zwei Größenordnungen über den Lagern in Deponie und Privathaushalten. Das Lager in der Hydrosphäre (im Wasserkörper) ist viel geringer. Es beträgt rund 80.000 t (10 kg/E.a) Stickstoff.

Im Privathaushalt (33.000 t/a oder 4 kg Stickstoff/E.a), dem Sektor Versorgung und Produktion (19.000 t oder 2,3 kg Stickstoff/E.a) und der Abfallwirtschaft (15.000 t oder 1,9 kg Stickstoff /E.a) werden Stickstofflager aufgebaut. In anthropogen genutzten Böden kann Stickstoff langfristig nicht aufgebaut werden. In Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse kann das Bodenlager kurzfristig auf- oder abgebaut werden.

8.2.2 Stickstoffflüsse

Details befinden sich im Anhang.

Importe

Σ: 1.168 Mio. t Stickstoff (144 kg/E.a)
 95.000 t (11,7 kg/E.a) Stickstoff kommen mit dem Wasser von Flüssen nach Österreich. Das sind 6 % des gesamten Stickstoffflusses der Versorgung.

Rund die Hälfte des Imports stammt aus der Luft. Ca. 10 % stammen aus atmosphärischer Deposition, die nicht unmittelbar beeinflussbar, sondern als Spiegel der Emissionssituation im In- und benachbarten Ausland zu sehen ist und rund 40 % des Gesamtimports ist Luftstickstoff, der in der Chemischen Industrie zu Harnstoff und anderen Stickstoffhaltigen Produkten verarbeitet wird.

40 % des importierten Stickstoffs befinden sich in importierten Warengütern. Die importierten Güter setzen sich zusammen aus 50 % Energieträger, 23 % Mineraldünger, 17 % tierischer und pflanzlicher Produkte, 6 % Holz- und Papier sowie 4 % Produkten der organischen und anorganischen Chemie.

Güter des Produktionssektors

Σ 499.000 t Stickstoff (62 kg/E.a)
 34 % oder 0,5 Mio. t des Stickstoffs der Produktion befinden sich in stickstoffhaltigen Produkten, die in Österreich verwendet werden. Die Gütergruppe mit der größten Stickstofffracht sind die Energieträger. Sie beinhalten 225.000 t Stickstoff. An nächster Stelle stehen die Mineraldünger mit rund 130.000 t Stickstoff. In pflanzlichen und tierischen Produkten der Landwirtschaft für den heimischen Gebrauch befinden sich zwischen 130.000 t N. Davon sind rund 48 % in Futtermittel, 29 % in Nahrungsmittel und 23 % in Produkten für den Non-Food Bereich enthalten. In Holz und Papierwaren für den inländischen Gebrauch befinden sich 19 % des Stickstoffumsatzes der Produktion, oder 19.000 t N.

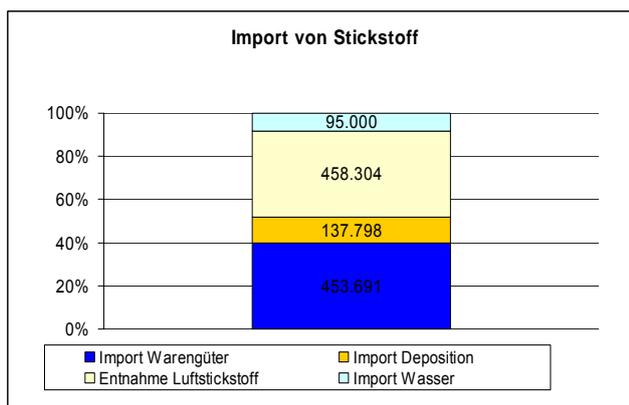


Abbildung 8-4: Zusammensetzung der Importgüter

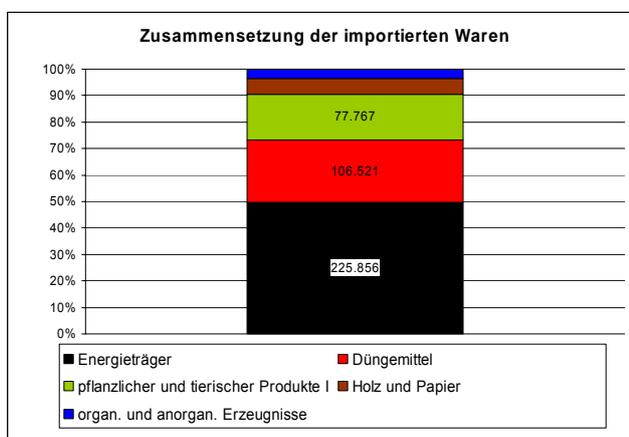


Abbildung 8-5: Zusammensetzung der importierten Produkte

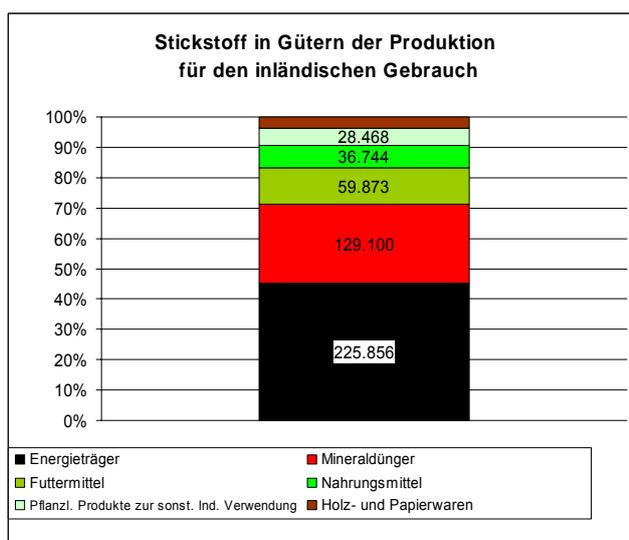


Abbildung 8-6: Zusammensetzung der Produktionsgüter

Exporte

Σ 572.000 t Stickstoff (71 kg/E.a)

38 % oder knapp 0,6 Mio. t (70 kg/E.a) Stickstoff werden in Gütern exportiert. Die größte Stickstofffracht (rund 340.000 t) wird durch Mineraldünger exportiert.

In Harzen und anderen Chemikalien werden rund 132.000 t Stickstoff exportiert. In Holz- und Papierexporten befinden sich rund 66.000 t und in Nahrungs- und Futtermittelexporten 35.000 t N.

Koppelprodukte

Σ 329.000 t Stickstoff (41 kg/E.a)

Koppelprodukte sind Güter, die bei der Produktion eines Produktes unvermeidbar anfallen. Hier werden die Ernterückstände der Forstwirtschaft und der Pflanzenbaus und der Wirtschaftsdünger der Tierhaltung berücksichtigt. Sie werden im Kreislauf geführt. Für die Abschätzung des Nährstoff- und Schadstoffpotentials werden sie als eigener Fluss dargestellt. Die Koppelprodukte machen mit den Lagerungsverlusten 329.000 t (41kg/E.a) Stickstoff aus. Bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger und Handelsdünger treten gasförmige Verluste auf. Abzüglich derer befindet sich die Fracht in Koppelprodukten in der Höhe von 274.000 t (34 kg/E.a) Stickstoff oder rund 18 % des Stickstoffinputs in die Versorgung.

60 % der Koppelprodukte sind Wirtschaftsdünger, 24 % die Ernterückstände der Forstwirtschaft. und 16 % Ernterückstände der landwirtschaftlichen Produktion.

Güter in Privathaushalten

Σ 156.000 t Stickstoff (19 kg/E.a)

In den inländischen Konsum gehen rund 11 % oder 156.000 t des Stickstoffumsatzes der Produktion. Den größten Teil machen mit 50 % die im Privathaushalt eingesetzten Energieträger aus. Nahrungsmittel inkl. kurzlebiger Verbrauchsgüter und langlebige Gebrauchsgüter machen je 25 % aus.

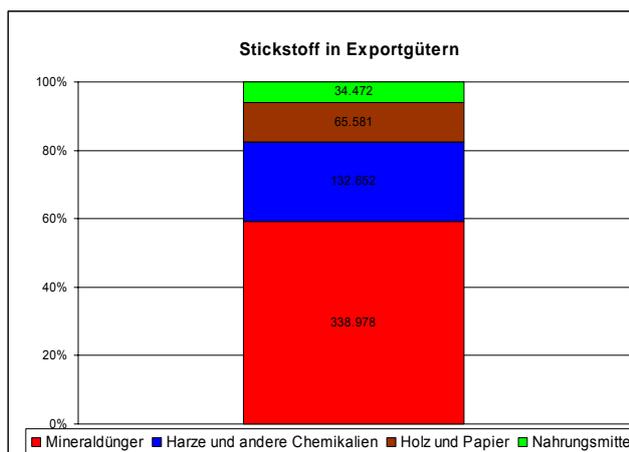


Abbildung 8-7: Zusammensetzung der Exportgüter

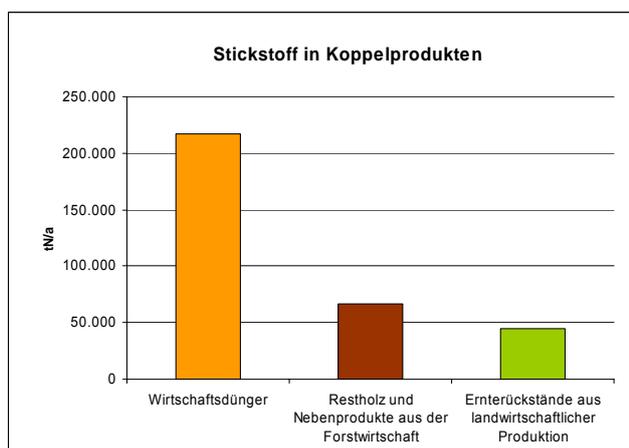


Abbildung 8-8: Stickstoffflüsse in Koppelprodukten

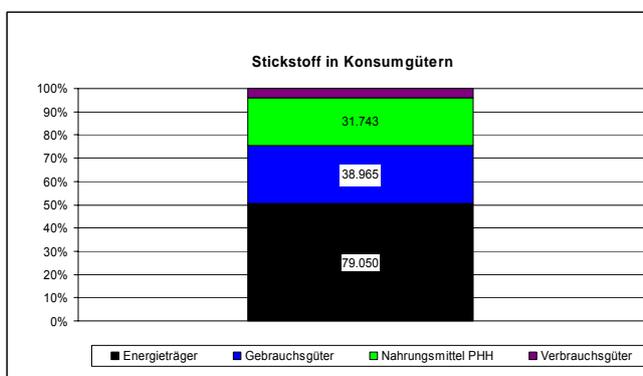


Abbildung 8-9: Zusammensetzung der Konsumgüter des Privaten Haushaltes

Flüsse in die Abfall- und Abwasserwirtschaft

Σ 117.000 t Stickstoff (14,4 kg/E.a)

In die Abfall- und Abwasserwirtschaft gelangen rund 117.000 t N, d.s. sind 9 % des gesamten Stickstoffeinsatzes der Versorgung. 47 % werden in der Abwasserreinigung, 53 % in der Abfallwirtschaft weiterbehandelt.

Der Stickstofffluss in Abwässer aus dem Versorgungssektor liegt bei 19.000 t N (2,3 kg/E.a). Aus dem Konsum gelangen 26.000 t N (3,2 kg/E.a) über Abwasser und 11.000 t N (1,4 kg/E.a) über Fäkal-schlamm aus Sickergruben und Hauskläranlagen in die Abwasserwirtschaft. Der Stickstofffluss in Abfällen aus dem Produktionssektor beträgt rund 63.000 t N (7,8 kg/E.a) oder 4 % des Stoffumsatzes des Produktionssektor. Die Holzabfälle enthalten aufgrund der großen Massenflüsse mit rd. 27.000 t N die größte Stickstofffracht. Gemeinsam mit den Kunststoff- und Gummiabfällen, den Abfällen aus Nahrungs- und Genussmittelindustrie, den Häute- und Lederabfällen und den Abfällen aus der Tierhaltung machen sie fast 90 % der Gesamtabfallfracht aus. Aus dem Konsum gelangen weitere 9.000 t N in Abfällen in die Abfallwirtschaft.

Emissionen in die Luft

Σ 496.000 t Stickstoff (61 kg/E.a)

In Summe werden 496.000 t Stickstoff von Österreich in die Luft emittiert. Aus dem Produktionssektor werden rund 366.000 t (45 kg/E.a) Stickstoff emittiert. Die Emissionen stammen zu gleichen Teilen aus dem Einsatz von Energieträgern in Industrie und Gewerbe und den Stickstoffverlusten, die mit der landwirtschaftlichen Produktion einhergehen. Einen kleinen Anteil an den Emissionen nehmen jene aus Waldböden ein. Aus dem Privaten Haushalt emittieren ca. 80.000 t N (10 kg/E.a). Sie stammen zu 100 % aus Energieträgern. Der Beitrag der Abfall- und Abwasserwirtschaft an den Stickstoffemissionen liegt mit rund 51.000 t N (6,3 kg/E.a) bei

ca. 10 % der gesamten Stickstoffemissionen in die Luft aus Österreich.

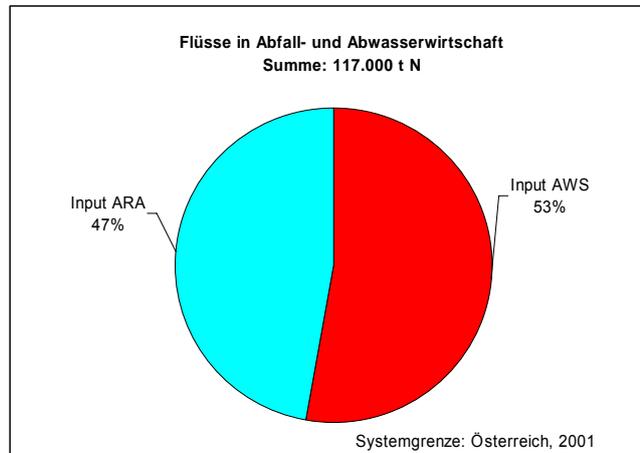


Abbildung 8-10: Aufteilung der Flüsse in die Abfall- und Abwasserwirtschaft

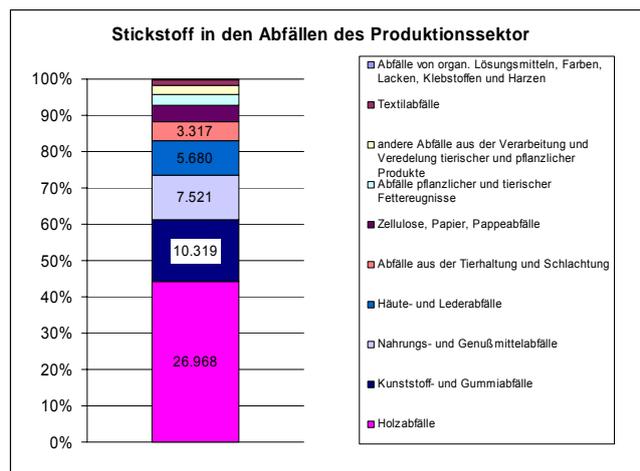


Abbildung 8-11: Zusammensetzung der Stickstoffhaltigen Abfälle

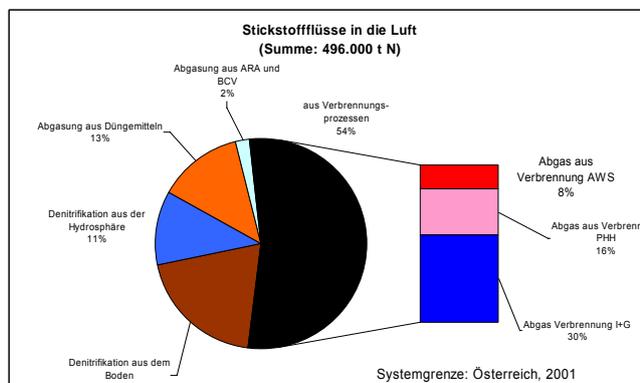


Abbildung 8-12: Stickstoffflüsse in die Luft

Emissionen in die Hydrosphäre
Σ 98.000 t Stickstoff (12 kg/E.a)

Der Stickstoffeintrag in die Hydrosphäre beträgt rund 98.000 t Stickstoff/a. 79 % davon machen Einträge aus der Auswaschung und Erosion von Böden aus, rund 52 % stammen davon aus landwirtschaftlich genutzten Böden. Rund 21 % der Einträge stammen aus der Abfall- und Abwasserwirtschaft, 76 % davon macht das gereinigte Wasser aus dem Kläranlagenablauf aus.

Die Stickstofflager
Σ 88.000.000 t Stickstoff (10.864 kg/E.a)

Das größte Stickstofflager befindet sich in der Pedosphäre. Es liegt mit rund 82 Mio. t (10.123 kg/E) Stickstoff zwei Größenordnungen über den Lagern der Antroposphäre. Die Summe der anthropogenen Lager in den Bau – und Netzwerken, den Privathaushalten und der Deponie liegen mit rund 1,7 Mio. t (210 kg/E) Stickstoff bei knapp 2 % des Stickstofflagers im Boden. Die Stickstofflager im Wasser liegen bei 80.000 t (10 kg/E) Stickstoff. Das Stickstofflager im Wald beträgt 4 Mio. t (494 kg/E) Stickstoff. Das Lager in der Tierhaltung 25.000 t (3 kg/E) Stickstoff.

Der Lagerzuwachs im Privathaushalt und in der Abfallwirtschaft beträgt 68.000 t (8,4 kg/E.a) Stickstoff. Das sind 0,08 % des gesamten Stickstofflagers in Österreich.

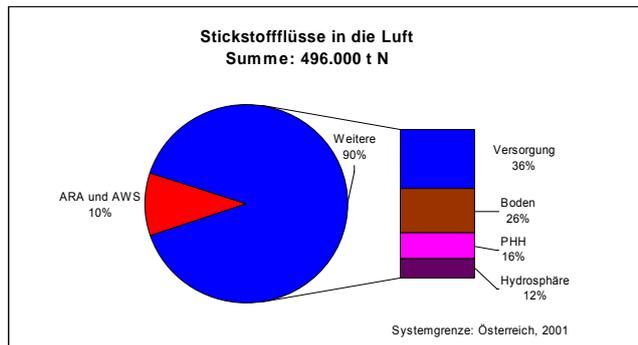


Abbildung 8-13: Stickstoffflüsse in die Luft – Anteil der Abfall- und Abwasserwirtschaft an den Gesamtemissionen

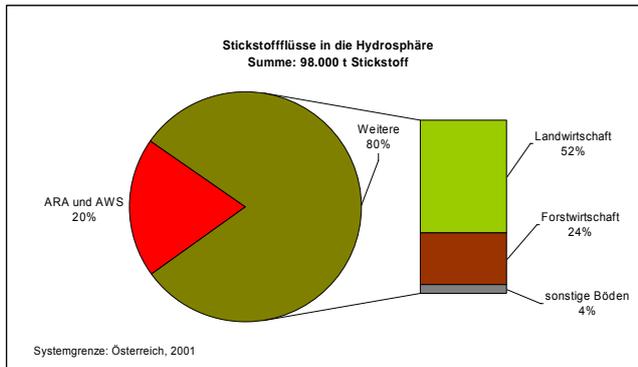


Abbildung 8-14: Stickstoffflüsse in die Hydrosphäre

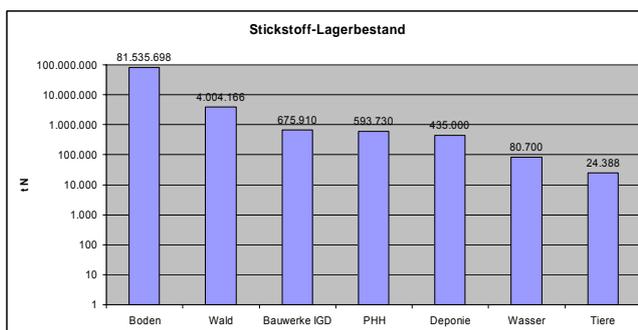


Abbildung 8-15: Vergleich der Stickstofflager

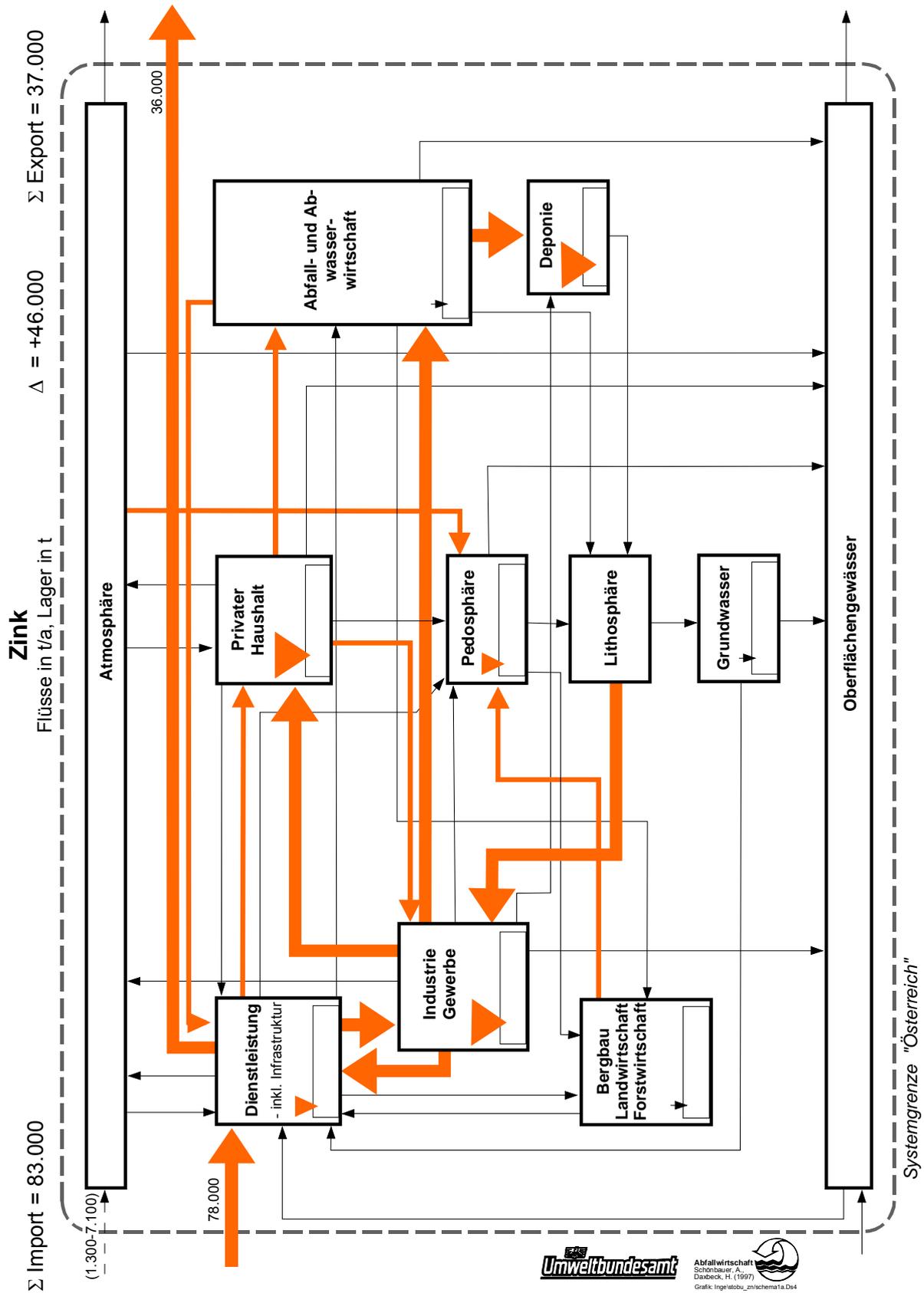


Abbildung 8-17: Stoffflussdiagramm der Zinkflüsse Österreichs [Quelle: Daxbeck et al., 1998]

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Zink-Stoffflussanalyse [Daxbeck et al., 1998] wiedergegeben. Die Studie bezieht sich auf die nationale Ebene von Österreich. Das Bilanzjahr ist das Jahr 1994. Die Einwohnerzahl betrug 1994 8.030.000 Einwohner.

Der jährliche Import von Zink beträgt 83.000 Tonnen (10,4 kg/E.a). Er ist damit mehr als doppelt so hoch wie der Export mit 32.000 Tonnen (4 kg/E.a). In Österreich besteht heute ein vom Menschen geschaffenes "Lager" an Zink von etwa 3 Mio. Tonnen (375 kg/E); es wächst pro Jahr um rund 1,5 %. Die größten "Lager" sind die Infrastruktur (Verkehrsnetze), der private Haushalt (Gebäude) sowie, mit stark wachsender Tendenz, die Deponien.

Den größten Beitrag zum österreichischen Zinkfluss liefern die Branchen, die Metallwaren für das Bauwesen und für die Fahrzeugindustrie produzieren respektive veredeln.

Die Abfallwirtschaft ist wichtig für den Zinkhaushalt Österreichs: Einerseits werden etwa 5.000 Tonnen (0,6 kg/E.a) Zink aus Filterstäuben rezirkuliert. Andererseits werden insgesamt etwa 25.000 (3,1 kg/E.a) Tonnen Zink mit dem Restmüll und mit Baurestmassen deponiert.

Die über die Abwasserwirtschaft transportierte Menge ist eine Größenordnung kleiner.

Trotz Umweltschutzmaßnahmen gelangen jährlich einige tausend Tonnen (= 10 % des nationalen Imports) an Zink in die österreichische Umwelt.

Der größte Zinkfluss besteht in der atmosphärischen Deposition auf den Boden. Anhand einer Bilanzrechnung kann die Hypothese aufgestellt werden, dass dieses Zink vorwiegend über die Luft nach Österreich importiert wird.

Die durch Korrosion von verzinkten Oberflächen entstehenden Flüsse betragen gegen 1.000 Tonnen (0,1 kg/E.a). Diese werden mit den klassischen Umweltschutzmaßnahmen nicht erfasst.

Durch die diffusen Zinkemissionen wird im Boden ein neues Zinklager aufgebaut.

In der Stadt wird die Zunahme dieses Lagers naturgemäß v. a. durch flächenhafte Emissionen des Verkehrs und des Bauwesens bewirkt.

In landwirtschaftlich genutzten Gebieten dominiert der Beitrag der Atmosphäre, aber auch die anderen Quellen (Dünger, Klärschlamm) sind dort von Bedeutung.

65 % des Zinkinputs bleiben als Lagerzuwachs in Österreich. Die Lager wachsen zu je einem Drittel in den Privaten Haushalten, in Deponien und im Versorgungssektor. Das Bodenkörper, ein Teil des Versorgungssektors wächst jährlich um 6.000 t (0,8 kg/E.a) Zink.

8.3.2 Zinkflüsse Österreichs - Detailergebnisse

Flüsse aus Produktion & Versorgung Σ 122.000 t Zink (15,3 kg/E.a)

Der Gesamtzinkumsatz in Österreich beträgt 122.000 t Zink. 25 % oder 30.000 t Zn (3,8 kg/E.a) werden in der Abfall- und Abwasserwirtschaft behandelt. Dieselbe Menge befindet sich in Gütern, die exportiert werden. 43 % des Gesamtinputs verbleiben in Lagern des Privathaushaltes 26.000 t Zn (3,2 kg/E.a) und der Versorgung 22.000 t Zn (2,8 kg/E.a) in Lagern von Industrie, Dienstleistungsbetrieben und Gewerbe, 60.000 t Zn (7,5 kg/E.a) in Böden.

Nur weniger als 1 % des Zinkinputs oder 1.000 t Zink verlassen Österreich in Form von gasförmigen Emissionen. Österreich ist für Zink ein Nettoimporteur, denn rund das fünffache des Exports wird in Form von Depositionen importiert.

Der Zinkfluss in das Wasser ist kleiner als 1 % des Gesamtinputs.

Flüsse in die Abfall- und Abwasserwirtschaft

Σ 31.000 t Zink (4 kg/E.a)

In die Abfall- und Abwasserwirtschaft Österreichs gelangen 1994 31.000 t Zink. 71 % stammen aus Baurestmassen, 17 % aus Abfällen aus den Privathaushalten, wobei davon rund jeweils die Hälfte des Zinkinputs aus getrennt gesammelten Abfällen und aus Hausmüll stammen. 9 % oder rund 3.000 t Zn stammen aus Abfällen aus Industrie und Gewerbe und nur 3 % werden in Abwässern in die Abwasserwirtschaft eingetragen.

Der Verbleib der Abfall- und Abwasserbürtigen Zinkfrachten teilt sich wie folgt auf:

83 % oder 25.000 t Zn (3,1 kg/E.a) werden deponiert. 15 % werden als Wertstoffe in die Versorgung rückgeführt und jeweils 1 % oder 300 t Zink werden in die Luft und das Wasser emittiert.

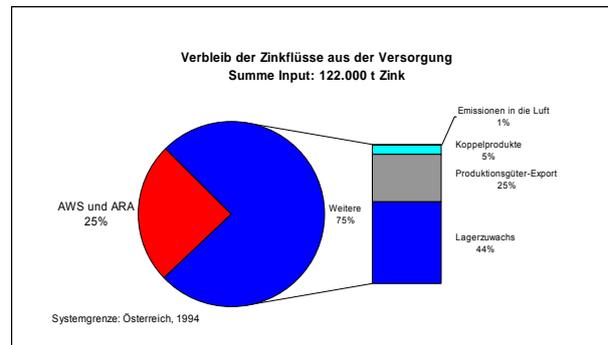


Abbildung 8-18: Verbleib der Zinkflüsse des Gesamtinputs

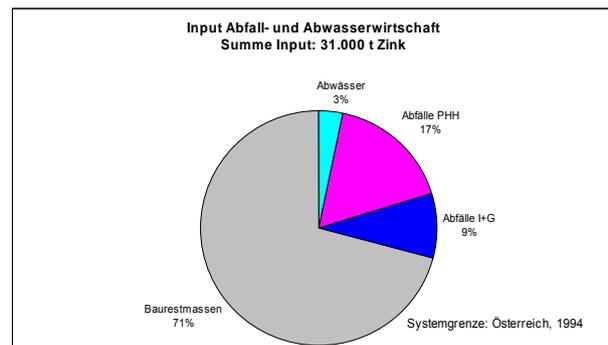


Abbildung 8-19: Zusammensetzung der Inputgüter der Abfall- und Abwasserwirtschaft

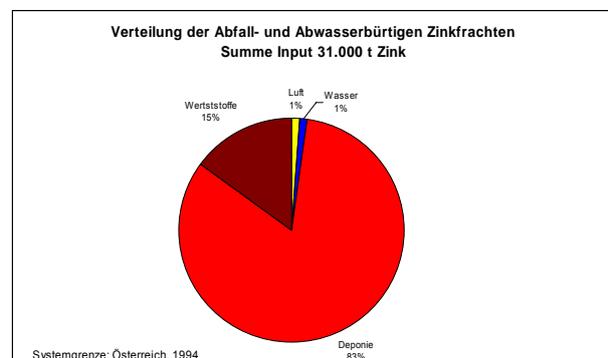


Abbildung 8-20: Verbleib der Inputgüter der Abfall- und Abwasserwirtschaft

Die Zinklager

Σ 3,3 Mio. t Zink (407 kg/E.a)

Zink hat als Schwermetall die Tendenz, sich in fester Form abzulagern. Zink kommt natürlich im Boden vor. Das Lager in Boden (ein Meter Schichtdicke) beträgt mit 290.000 t (36 kg/E) Zink allerdings nur 9 % des gesamten abgeschätzten Lagers Österreich aus. Die größten Lager wurden in Form von Infrastruktur in Industrie, Gewerbe und Dienstleistung identifiziert. Sie machen mit 2 Mio. t (250 kg/E) Zink 60 % des Gesamtlagers in Österreich aus. In den Privathaushalten sind weitere 580.000 t Zink gelagert. Bereits 460.000 t (58 kg/E) Zink sind in Deponien abgelagert.

Die Lagerveränderungen

Σ + 79.000 t (9,8 kg/E.a) Zink

In allen Bereichen sind die Lager weiter im Wachsen begriffen.

Ein Teil der Lagerzuwächse passiert ungewollt durch diffuse Immissionen, wie z.B. die Deposition einen Beitrag zum Lagerzuwachs im Boden leistet.

Ein großer Teil der Zuwächse sind jedoch aktiv durch Bautätigkeiten bestimmt.

Zink ist sowohl ein essentielles Spurenelement als auch ein Schadstoff. Durch den häufigen Einsatz von Zink in verschiedensten Anwendungen tritt dieses Element ubiquitär auf. In den letzten Jahren wurden zunehmend hohe Zinkkonzentrationen in Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern gefunden. Mit Hilfe von Stoffflussanalysen musste erkannt werden, dass die Haupteintragspfade diffuse Verluste in die Umwelt sind. Hier eine einzige Schraube zu finden, an der wirksam geregelt werden kann, und wo rasch Erfolge erzielt werden können, ist schwer möglich, da es nicht einen einzigen Verursacher gibt, sondern eine ganze Verursacherkette. Gemeinsam mit langfristigen Maßnahmen, die den sorgsam Einsatz von Zink in der Volkswirtschaft regulieren, kann die Abfallwirtschaft mit Maßnahmen helfen Zink gezielt auszuschleusen und als Wertstoff nutzbar zu machen.

8.4 Gewichtung des Stickstoffpotentials und des Umweltbelastungspotentials von Abfällen und anderen Gütern

Ein Vergleich der für das Stickstoffpotential wichtigsten Abfallgüter und der für das Zinkpotential wichtigsten Abfallgüter der Abfallwirtschaft zeigt, dass in den Abfallgütern, die mehr als 90 % der Stickstofffracht in Abfällen beinhalten lediglich knapp 40 % der Zinkfrachten enthalten sind. Umgekehrt bedeutet dies, dass die großen Zinkfrachten nicht in Abfällen enthalten sind, die von der Menge her großes Stickstoff-Ressourcenpotential tragen.



Abbildung 8-21: Die Zinklager in Österreich

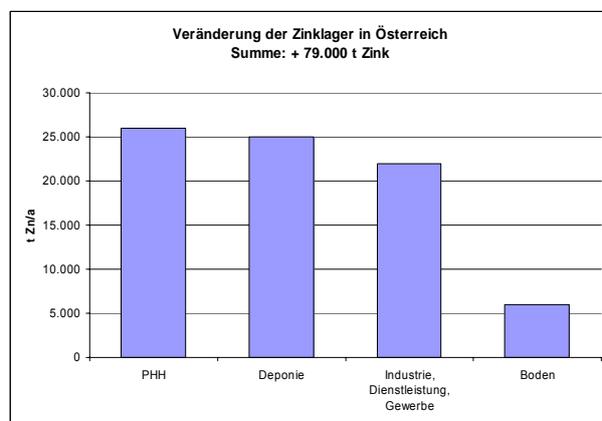


Abbildung 8-22: Die Lagerzuwächse in Österreich

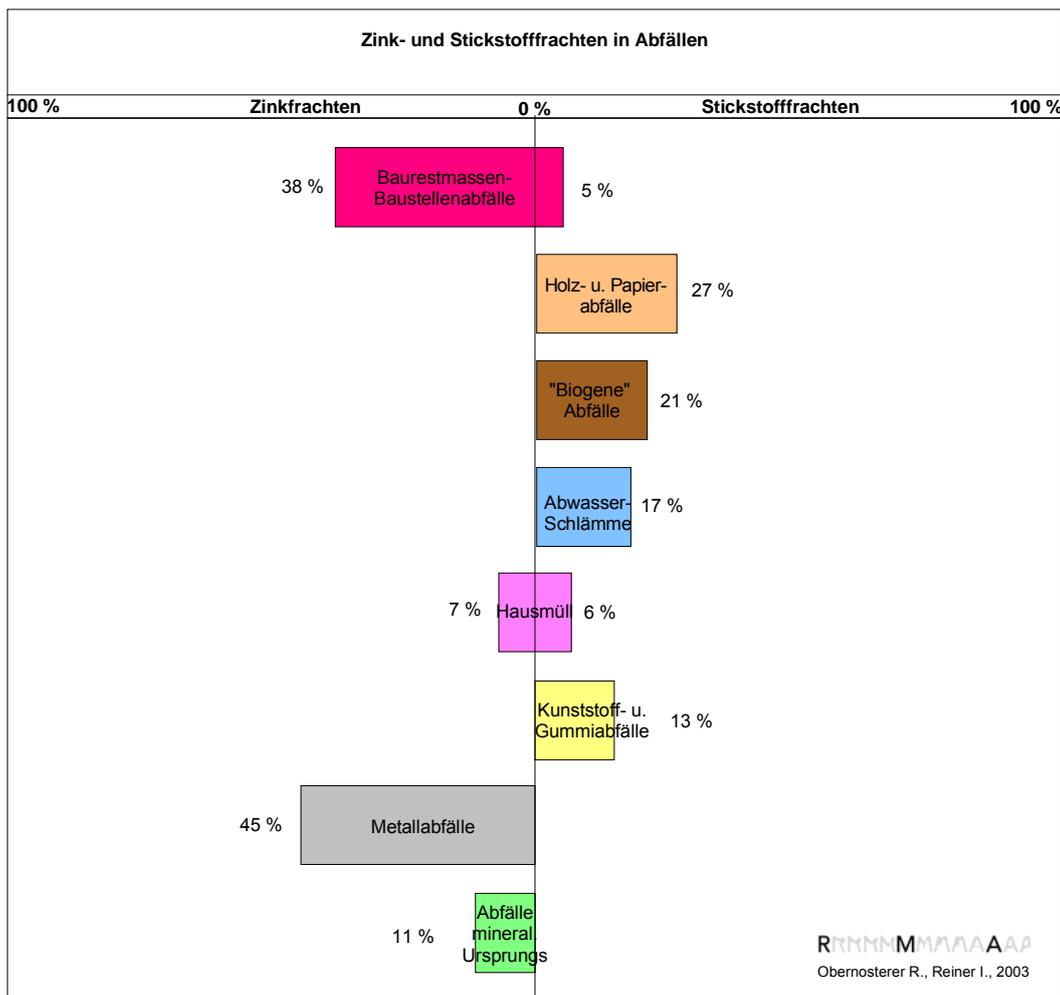


Abbildung 8-23: Die wichtigsten Abfallgüter der Stickstoff- respektive Zinkbilanz

Die Abfallgruppen, die das größte Ressourcenpotential für Stickstoff beinhalten sind die Holz- und Papierabfälle, biogene Abfälle aus der Nahrungsmittelbe- und -verarbeitung, die Abwasserschlämme, die Kunststoff- und Gummiabfälle, wobei hier die Hauptfracht von den ausgehärteten Phenol- und Melaminharzen stammt, und in diesem Bereich die Unsicherheit bez. der Stoffkonzentrationen hoch ist und die Baurestmassen und Baustellenabfälle.

Vier Abfallgruppen beinhalten mehr als 90 % der Gesamtzinkfracht in Abfällen. Es sind dies die Metallabfälle, die Baurestmassen und Baustellenabfälle, die Abfälle mineralischen Ursprungs und der Hausmüll. In diesen Abfällen sind nur rund 11 % der Stickstoffgesamtfracht in Abfällen enthalten.

Sollen die Stickstoffhaltigen Abfälle als Ressource genutzt werden, so verändern sich die großen Zinkflüsse nicht. Auf regionaler Ebene können aber sehr wohl negative Umweltauswirkungen auftreten. Die stoffliche Verwertung von Klärschlämmen, aber auch von Komposten und Wirtschaftsdüngern, kann zu Anreicherungen von Schadstofffrachten im Boden führen. Dies kann selbst bei der Aufbringung von Komposten und Klärschlämmen geschehen, die den gesetzlichen Vorgaben entsprechen. Bei der stofflichen Nutzung dieser Güter sind sowohl die enthaltenen Nährstoff- wie auch die Schadstofffrachten und der Nährstoffbedarf der angebauten Kulturen zu berücksichtigen. Eine Entscheidungshilfe für die Bewirtschaftung biogener Materialien nach Ressourcenschonenden und Umweltverträglichen Aspekten bietet die Methode des Nährstoffnutzungsgrades (NNG) [Lampert, 2001].

Von den im BAWP angeführten 20 Mio. t Bodenaushub werden lediglich die 2 Mio. t in die Berechnungen miteinbezogen, die auf Bodenaushubdeponien abgelagert werden. Von den verbleibenden 18 Mio. t, die auf Baustellen umgelagert werden, wird angenommen, dass sie keine hinsichtlich der Stickstoffflüsse negativen Umweltauswirkungen verursachen. Aufgrund der großen Masseflüsse sind auch die in diesen Mengen bewegten Stickstoff- und Zinkflüsse trotz der geringen Konzentration hoch.

Tabelle 8-1: Vergleich der wichtigsten Abfallarten für die Stickstoff- bzw. Zinkflüsse (Datentabellen3/Abfälle BAWP(Zn) [eigene Berechnungen]

	B	C	D	E	F	G
134	Abfallarten laut BAWP	t N/a	%Anteil	tZn/a	% Anteil	Abfallarten laut BAWP
135	Holzabfälle	19.796	26,8	9.420	45,3	Metallabfälle
136	Abwasserschlämme	13.958	18,9	6.750	32,5	Baurestmassen, Baustellenabfälle
137	Kunststoff- und Gummiabfälle	10.319	14,0	2.256	10,8	Abfälle mineralischen Ursprungs(ohne Metallabfälle)
138	Häute- und Lederabfälle	6.282	8,5	1.447	7,0	Hausmüll
139	biogene Gewerbeabfälle	6.032	8,2	990	4,8	Baustellenabfälle
140	Hausmüll	5.260	7,1			
141	Nahrungs- und Genussmittelabfälle	4.514	6,1			
142	Baurestmassen, Baustellenabfälle	3.750	5,1			
143	Abfälle aus der Tierhaltung und Schlachtung	3.675	5,0			
144	Zellulose-, Papier und Pappeabfälle	2.611	3,5			
145	Zwischensumme	76.196	93,0	20.863	90,3	Zwischensumme
146	Gesamtsumme ohne Bodenaushub, der nicht deponiert wird	81.972		23.112		
147	Gesamtsumme	95.514		25.752		

Ein Vergleich von Gütern mit hohem Stickstoff-Ressourcenpotential in Gütern außerhalb der Abfallwirtschaft und den wichtigsten Gütern der Zinkbilanz zeigt, dass außerhalb der Abfallwirtschaft mit dem Koppelprodukte Wirtschaftsdünger regional hohe Zinkfrachten in den Boden eingetragen werden könnten.

Tabelle 8-2: Stickstoff- und Zinkfrachten in Gütern mit hohem Stickstoffressourcenpotential der Versorgung (Datentabellen3/Prov.Bilanz Zink)

	C	D	E
83	Güterart	t N/a	tZn/a
84	Wirtschaftsdünger	217.580	9.566
85	Handelsdünger	130.000	87
86	Ernterückstände Forstwirtschaft	66.645	631
87	Ernterückstände Landwirtschaft	44.269	166
88	Abwasser Privathaushalte	36.354	106
89	Komposte	5.168	19

Für verschiedene Güter werden durch Division der Stickstofffrachten mit den Zinkfrachten Stickstoff-Zink-Verhältniszahlen gebildet. Je kleiner das Verhältnis, umso größer ist die Gefahr, dass bei der stofflichen Stickstoff-Ressourcennutzung Schadstofffrachten in die Umwelt verlagert werden.

Tabelle 8-3: Stickstoff/Zink-Verhältniszahlen verschiedener Güter. Berechnet auf Basis der aktuellen Stoffbilanzen (Datentabellen3/Prov.Bilanz Zink)

	C	D
90	Güter	Zn:N = 1:
91	Klärschlamm	10
92	Bodenaushub und Abraum	10
93	Wirtschaftsdünger	23
94	Deposition	26
95	Holzeinschlag der inländischen Forstwirtschaft	65
96	Erosion und Abschwemmung	98
97	Ernterückstände Forstwirtschaft	106
98	Energieträger	263
99	Ernterückstände Landwirtschaft	267
100	Komposte	272
101	Handelsdünger	1.494

Die Tabelle zeigt, dass für eine landwirtschaftliche Verwertung das größte Schadstoffeintragspotential bei der Verwendung von Klärschlamm, das geringste durch Eintrag von Handelsdünger auftreten würde. Diese Aussagen sind nur für die Betrachtung der Zinkflüsse gültig und können keinesfalls ungeprüft auf andere (potentielle) Schadstoffe übertragen werden. Der forcierte Einsatz mineralischer Stickstoffdünger in der Landwirtschaft birgt bekannte Risiken (hohes Auswaschungsrisiko, Entkoppelung von Nährstoffkreisläufen), die im Rahmen dieser Studie (Stoffflussbilanz!) nicht diskutiert werden, weil dafür Sinnvollerweise eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Stickstoffhaltigen Verbindungen notwendig wäre. Für eine Gesamtbewertung der Umweltauswirkungen bestimmter Maßnahmen darf eine solche detaillierte Betrachtung allerdings nicht fehlen.

8.5 Bewertung der Zielerreichung nach AWG innerhalb und außerhalb der Abfallwirtschaft

Die fünf Ziele des AWG (2002) beziehen sich auf die Abfallwirtschaft, welche im Sinne des Vorsorgeprinzips und der Nachhaltigkeit auszurichten ist. Die Festlegung, ob ein Güterfluss nun durch abfallwirtschaftliche oder volkswirtschaftliche Regelungen gesteuert wird, wird auf Grund des zutreffenden Materiengesetzes beurteilt (vgl. Daxbeck et al., 2003). Damit Handlungspotentiale und Defizite aufgezeigt werden können, wird die Bewertung auf alle Flüsse volkswirtschaftliche und abfallwirtschaftliche - ausgeweitet, auch wenn sie keinen abfallwirtschaftlichen Bestimmungen unterliegen. Demzufolge werden die Fragen „Entspricht die heutige Bewirtschaftung der nährstoffhaltigen Abfälle den Zielen des AWG?“ und „Welche Maßnahmen sind außerhalb der Abfallwirtschaft notwendig, damit die Ziele des AWG erreicht werden können?“ gemeinsam diskutiert.

Die Abfallwirtschaft ist geregelt durch das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 [AWG, 2002]. Die Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes lauten:

1. Schädliche, nachteilige oder sonst das allgemeine menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen auf Menschen sowie auf Tiere, Pflanzen, deren Lebensgrundlagen und deren natürliche Umwelt sind so gering wie möglich zu halten.
2. Emissionen von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen sind so gering wie möglich zu halten.
3. Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen, Deponievolumen) sollen geschont werden.
4. Bei der stofflichen Verwertung sollen Abfällen oder aus ihnen gewonnene Stoffe kein höheres Gefährdungspotential aufweisen als vergleichbare Primärrohstoffe oder Produkte aus Primärrohstoffen.
5. Nur solche Abfälle sollen zurückbleiben, deren Ablagerung kein Gefährdungspotential für nachfolgende Generationen darstellt.

Tabelle 8-4: Ziele und Inhalte des Abfallwirtschaftsgesetz 2002

Ziele des AWG	Vereinfachter Inhalt
Ziel 1	Schutz von Mensch und Umwelt
Ziel 2	Begrenzung von gasförmigen Schadstoffemissionen
Ziel 3	Schonung von Ressourcen (Rohstoffe, Energie, Deponievolumen)
Ziel 4	Stoffliche Verwertung (Qualität der Sekundärrohstoffe und -produkte)
Ziel 5	Vorsorgeprinzip (Qualität der abzulagernden Abfälle)

8.5.1 Abfall- und Abwasserwirtschaft

In die Abfall- und Abwasserwirtschaft werden ca. 117.000 t (14 kg/E.a) Stickstoff über Abwasser und feste Abfälle eingebracht. Das sind 9 % der gesamten Stickstoffmenge, die den Bereich Versorgung & Konsum verlässt oder 20 % des Stickstoff-Abfälle oder Emissionen. Umgekehrt bedeutet dies, dass 80 % des Gesamt-Stickstoffoutputs der Versorgung (ohne Export- und Konsumgüter) die Versorgung verlassen, ohne die Abfall- und Abwasserwirtschaft und damit zugleich ihre gesetzliche Handhabe, zu berühren.

8.5.1.1 Abfallwirtschaft

Der Stickstofffluss in Abfällen, die in der Abfallwirtschaft weiter behandelt werden, beträgt 70.000 t (8,6 kg/E.a) Stickstoff. 62.000 t (7,7 kg/E.a) Stickstoff stammen direkt aus der Versorgung, 8.000 t (1 kg/E.a) Stickstoff kommen aus der Abwasserwirtschaft in Form von Klärschlamm in die Abfallwirtschaft.

58 % oder 41.000 t (5 kg/E.a) Stickstoff stellen die Emissionen in die Luft aus der thermischen Verwertung den größten Fluss dar. 24 % oder 17.000 t (2 kg/E.a) Stickstoff werden stofflich durch Aufbringen von Klärschlamm und Kompost auf den Boden verwertet. Rund 17 % oder 12.000 t (1,5 kg/E.a) Stickstoff werden deponiert und nur 1 % wird als Deponiesickerwasser direkt in das Wasser eingetragen. Da der Boden langfristig keine Senke für Stickstoff darstellt, wird jene Menge die nicht von den Pflanzen aufgenommen wird im Laufe der Zeit in die Hydrosphäre eingetragen.

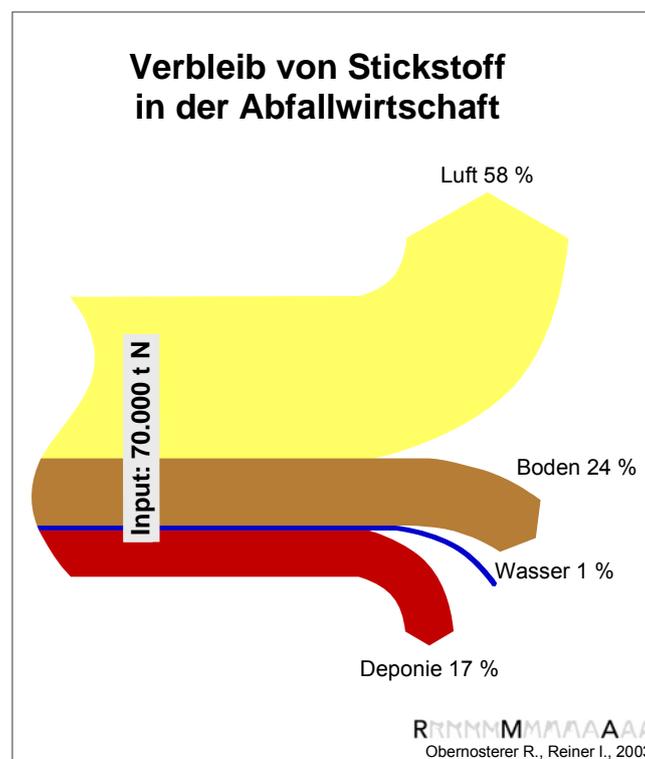


Abbildung 8-24: Stickstoffverteilung in der Abfallwirtschaft auf die Zielprozesse; Stand 2001

Zielerreichung laut AWG

Die Flüsse in die Hydrosphäre werden durch die Wahl der Behandlungsverfahren sehr gering gehalten. Damit erfüllt die Abfallwirtschaft das Ziel 1, Schutz von Mensch und Umwelt für Stickstoffflüsse in die Hydrosphäre.

Der Großteil der Stickstoffhaltigen Abfälle wird thermisch verwertet. Erfolgt die thermische Verwertung in Müllverbrennungsanlagen mit hohen Umweltstandards, wo die Stickstoffemissionen auf Grund der Abgasreinigung (Denox-Anlagen) in Form von molekularem Stickstoff vorliegen, so ist Ziel 1 – Schutz von Mensch und Umwelt, Ziel 2 – Begrenzung von gasförmigen Emissionen und Ziel 5 – Vorsorgeprinzip (Qualität der abzulagernden Abfälle) erfüllt. Dem Ziel 3 – Ressourcenschonung widerspricht diese Behandlungsart. Das Potential Res-

sources einzusparen ist jedoch aufgrund der höheren Stickstofffrachten außerhalb der Abfallwirtschaft größer und daher effizienter in der Volkswirtschaft anzusetzen. Das Beispiel zeigt auch, dass ein Behandlungsverfahren kaum alle Ziele des AWG gleichwertig erreichen kann und damit ein Abwägen der Ziele untereinander für die Zuordnung von Abfällen zu Behandlungsverfahren erfolgen muss.

Rund 1/4 oder 17.000 t (2 kg/E.a) Stickstoff der Stickstofffrachten wird stofflich verwertet. Es handelt sich hierbei um Kompost und Klärschlamm. Die Rückführung von organischen Materialien in den Produktionskreislauf ist generell sinnvoll, da damit Ressourcen (Ziel 3) eingespart werden können. Es ist allerdings darauf zu achten, dass einhergehende Schadstofffrachten kontrolliert werden und die stoffliche Verwertung nicht dem Ziel 1, Schutz von Mensch und Umwelt und dem Ziel 4 - Stoffliche Verwertung (Qualität der Sekundärrohstoffe und -produkte) widerspricht. Mit der Ausbringung von Klärschlamm und Kompost kann Deponievolumen eingespart werden, was wiederum dem Ziel 3 – Schonung von Deponievolumen entspricht.

Rund 12.000 t (1,5 kg/E.a) Stickstoff oder 17 % des gesamten Stickstoffeintrags werden deponiert. Diese Menge besteht zu 56 % aus hausmüllähnlichen Abfällen, zu 22 % aus Bodenaushub, der in Bodenaushubdeponien deponiert wird, zu 14 % aus Klärschlamm, zu 7 % aus Rückständen aus der thermischen Verwertung und zu 1 % aus Vorbehandeltem Restmüll. Die Deponie ist kein geeignetes Lager für Stickstoff, da Stickstoff chemisch sehr flexibel ist und unkontrolliert aus Deponien ausgasen oder ausgewaschen werden kann. Andererseits ist Stickstoff der deponiert wird als Ressource verloren. Rund 14 % befindet sich in Klärschlamm, der stofflich verwertet werden könnte, wenn die enthaltenen Schwermetallfrachten in gesetzlich erlaubtem Rahmen wären. Durch die gesamthafte Analyse aller Quellen, Pfade und Senken Stickstoffhaushaltes zeigt sich jedoch, dass Maßnahmen zur Ressourcenschonung effizienter außerhalb der Abfallwirtschaft getroffen werden können. Den Abfall einer thermischen Verwertung zuzuführen würde dem Ziel 1 - Schutz des Menschen und der Umwelt entsprechen.

Gemäß der Fragestellung der vorliegenden Studie werden nun Stickstoffflüsse die außerhalb der Abfallwirtschaft liegen, ebenfalls nach den Zielen des Abfallwirtschaftsgesetzes bewertet. Es wird besonders darauf hingewiesen, dass diese Vorgehensweise nicht zu dem Schluss führen soll, dass von Seiten des BAWP nun Güter gesucht werden, die zukünftig zu Abfall deklariert werden sollen. Vielmehr gilt es darzustellen, in welchen Sektor der Volkswirtschaft Stoffflüssen gesteuert werden sollen um die Ziele zu erreichen.

8.5.1.2 Abwasserwirtschaft

55.000 t (6,8 kg/E.a) Stickstoff verlassen Versorgung und Konsum über Abwässer und Schlämme aus Senkgruben. Der Prozess Abwasserwirtschaft umfasst die Betriebe der kommunalen und der betrieblichen Abwasserreinigung, die Abwässer aus Hauskläranlagen und Senkgruben werden ebenfalls hier gezählt.

29 % oder 19.000 t (2,4 kg/E.a) Stickstoff gelangen über das gereinigte Abwasser in die Vorfluter. Mit der Stickstofffracht in den ungereinigten Regenüberläufen beträgt der Stickstoffanteil, der aus der Abwasserwirtschaft in Oberflächengewässer eingetragen wird 35 %.

25 % oder 14.000 t (1,7 kg/E.a) der Stickstofffracht werden in den Klärschlamm transferiert. Vom Klärschlamm werden 55 % oder rund 8.000 t (1 kg/E.a) N in der Abfallwirtschaft weiter-

behandelt. 45 % oder 6.000 t (0,7 kg/E.a) Klärschlamm - Stickstoff werden direkt auf Böden ausgebracht und stofflich verwertet.

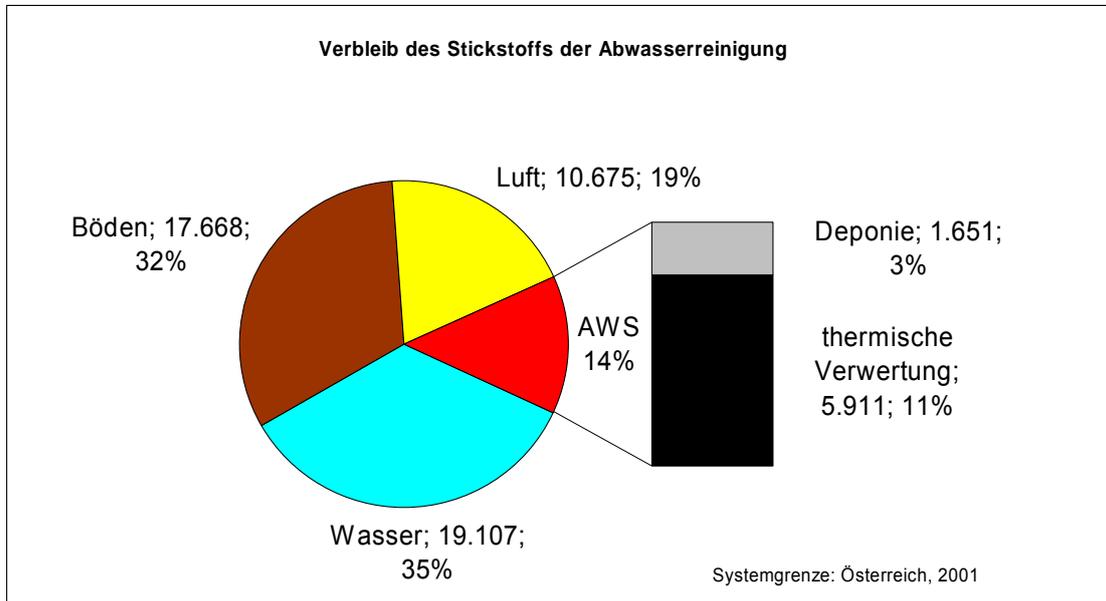


Abbildung 8-25: Verbleib von Stickstoff im Prozess Abwasserwirtschaft

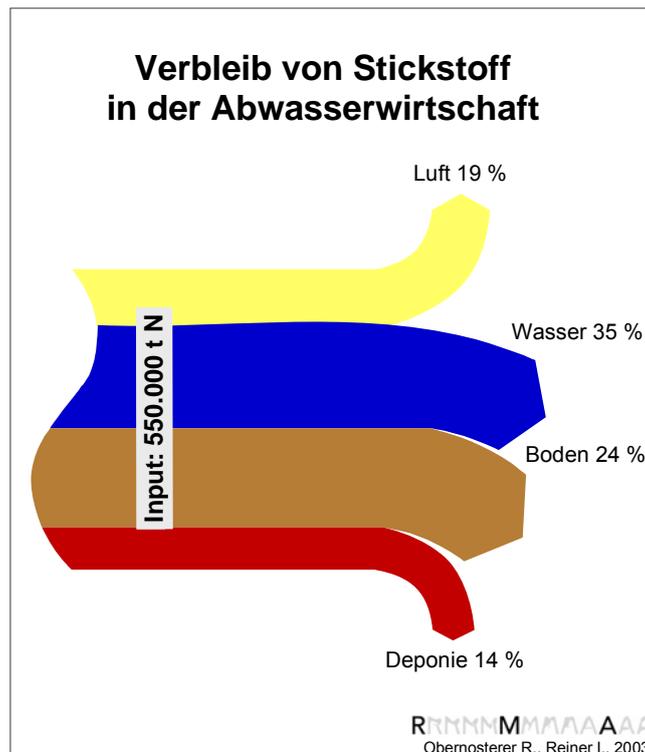


Abbildung 8-26: Stickstoffverteilung in der Abwasserwirtschaft auf die Zielprozesse; Stand 2001

Vom Klärschlamm, der in die Abfallwirtschaft gelangt, werden 6.000 t Klärschlamm-Stickstoff

verbrannt und 2.000 t Klärschlamm-Stickstoff deponiert. Von den 19 % oder 11.000 t Stickstoff, die sich im Fäkalschlamm von Hauskläranlagen bzw. Senkgruben befinden wird angenommen, dass sie auf dem landwirtschaftlichen Boden stofflich verwertet werden.

2 % werden über undichte Kanäle (1.000 t N) in den Boden verloren.

19 % der Stickstoffinputfracht des Prozesses ARA werden in die Luft emittiert. (Gemeinsam mit der Stickstofffracht im Klärschlamm, der thermisch verwertet wird, beträgt die Stickstofffracht in die Luft 30 % der Inputfracht in Abwasserreinigungsanlagen oder 17.000 t (2 kg/E.a) Stickstoff)

Zielerreichung laut AWG

Dem Ziel 3, der Ressourcenschonung und der Deponieraumschonung entspricht, dass fast die Hälfte des Stickstoffs in Klärschlamm transferiert wird, der in einer stofflich verwertbaren Form vorliegt.

Die Schadstofffrachten im Klärschlamm müssen jedoch berücksichtigt werden, so dass auch das Ziel 1, Schutz des Menschen und der Umwelt bei der stofflichen Verwertung erfüllt wird.

Rund 1/3 der Stickstofffrachten werden in die Hydrosphäre emittiert. Dies widerspricht den Zielen 1 –Schutz von Mensch und Umwelt und Ziel 3 - Ressourcenschonung des Abfallwirtschaftsgesetzes. Die Hydrosphäre ist für Stickstoff keine geeignete Senke, da hohe Stickstofffrachten zu Eutrophierungen im Wasser führen.

Rund 20 % der Stickstofffrachten werden aus Abwasserreinigungsanlagen in die Luft emittiert. Dies widerspricht dem Ziel 3 – Ressourcenschonung. Stickstoff, der mit hohem energetischen Aufwand in Form von Mineraldünger in das System eingebracht wird, wird mit energetischen Aufwand in der Abwasserreinigungsanlage wieder aus dem System ausgeschleust.

Dem Ziel 1 - Schutz des Menschen und der Umwelt und dem Ziel 2 – Begrenzung von gasförmigen Emissionen wird entsprochen, da die Emissionen in umweltverträglicher Form als molekularer Stickstoff vorliegen.

8.5.2 Versorgung und Konsum

33 % oder 496.000 t (61,2 kg/E.a) Stickstoff werden in Österreich in die Luft emittiert. 12 % davon stammen aus der Abfall- und Abwasserwirtschaft, 88 % oder 446.000 t Stickstoff stammen aus der Versorgung (Urproduktion, Industrie und Gewerbe und Hydrosphäre) und dem Konsum (Privathaushalt). Ganz eindeutig sieht man, dass das größere Nährstoffpotential im Bereich der Versorgung und dem Konsum und nicht in der Abfallwirtschaft liegt.

In die Hydrosphäre werden 98.000 t (12 kg/E.a) Stickstoff emittiert. Rund 21 % oder 21.000 t (2,6 kg/E.a) Stickstoff stammen aus der Abfall- und Abwasserwirtschaft und 79 % oder 75.000 t (9,3 kg/E.a) Stickstoff stammen aus der Versorgung, nämlich aus Auswaschung und Erosion von Böden.

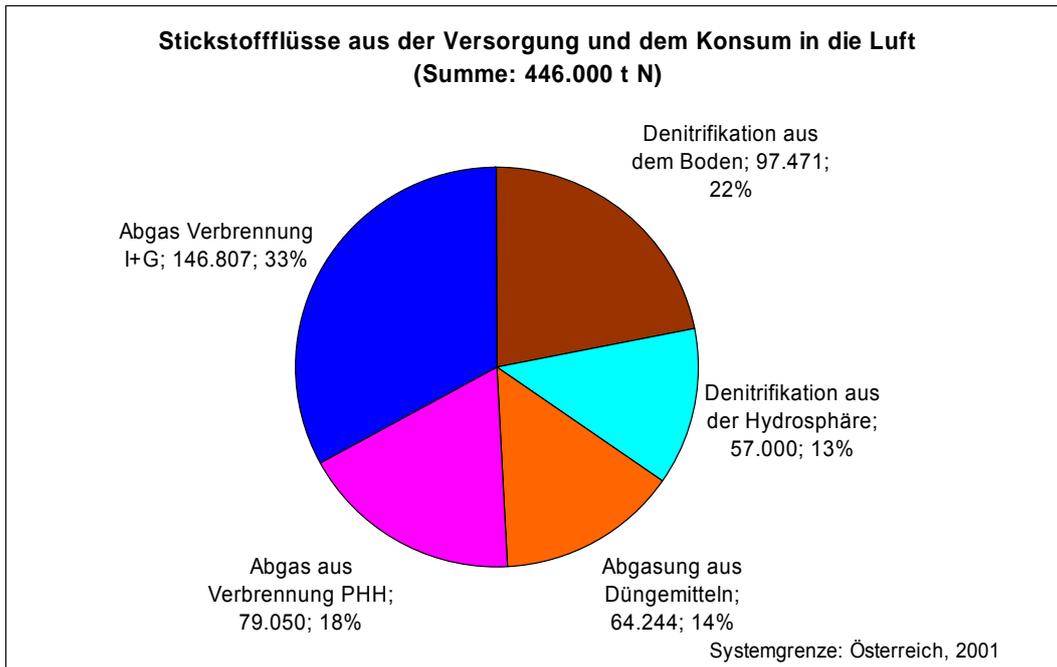


Abbildung 8-27: Güter der Stickstoffflüsse aus Versorgung und Konsum, die in die Luft emittiert werden.

Den größten Anteil an den Emissionen in das Wasser hat die Landwirtschaft. Mit rund 50.000 t (6,2 kg/E.a) Stickstoff ist die Stickstofffracht, die aus landwirtschaftlichen Böden durch Auswaschung und Erosion in die Hydrosphäre eingetragen werden können, gleich hoch wie die Stickstofffracht, die aus Versorgung und Konsum in die Abwasserwirtschaft fließen.

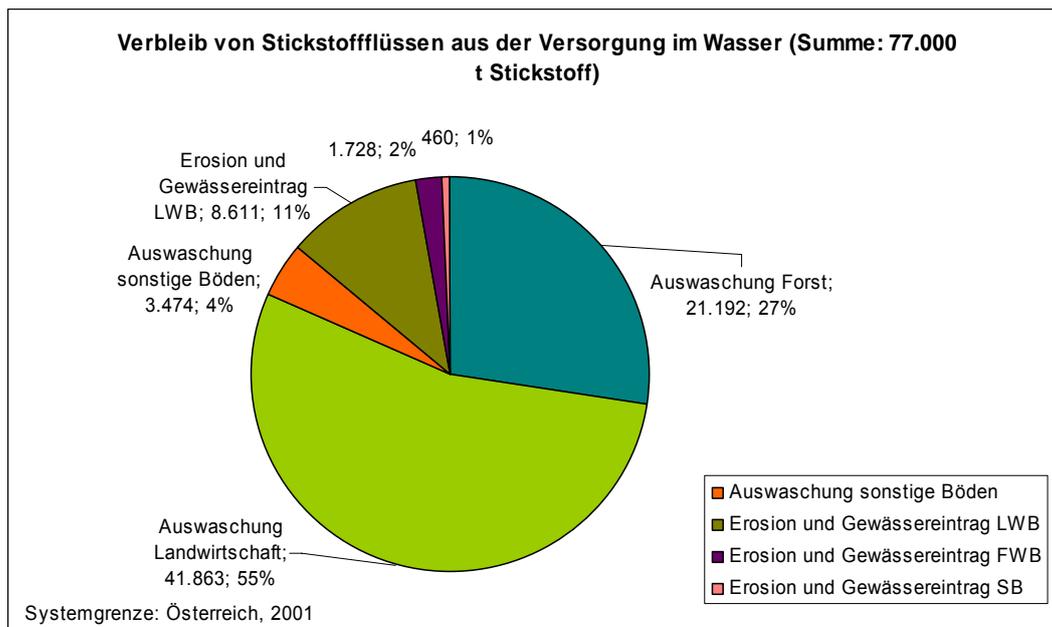


Abbildung 8-28: Güter der Stickstoffflüsse aus Versorgung und Konsum, die in die Hydrosphäre emittiert werden.

In den folgenden beiden Abbildungen ist der Bereich Versorgung und Konsum getrennt dargestellt.

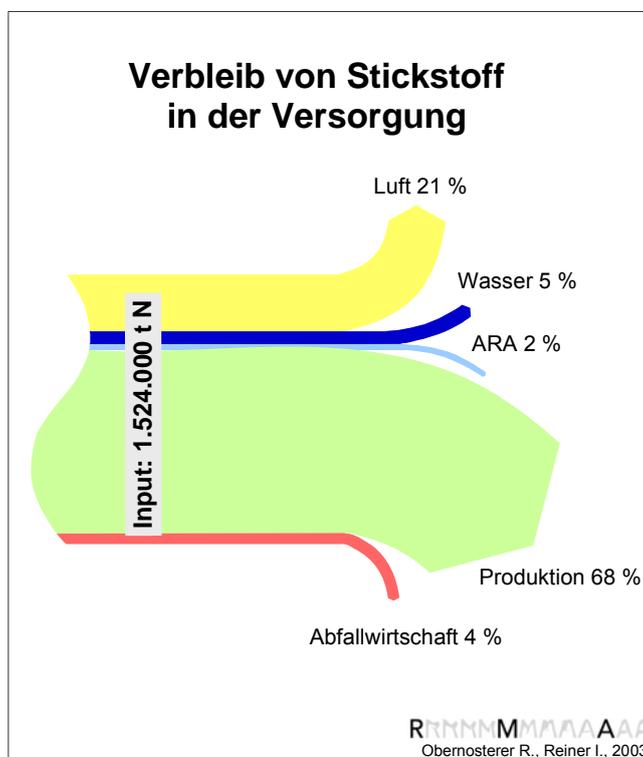


Abbildung 8-29: Stickstoffverteilung des Prozesses Versorgung auf die Zielprozesse; Stand 2001

Von den 1,5 Mio. t (188 kg/E.a) Stickstoff Gesamtinput werden 66 % der Stickstofffrachten in Produkte für den inländischen Gebrauch und den Export eingebaut. 34 % oder 520.000 t (64 kg/E.a) Stickstoff sind Stickstoffverluste. Diese teilen sich zu 70 % oder 366.000 t (45 kg/E.a) Stickstoff auf Emissionen in die Luft, 15 % oder 77.000 t (9,5 kg/E.a) Stickstoff in das Wasser, 10 % oder 53.000 t (6,5 kg/E.a) Stickstoff auf Abfälle und 4 % oder 19.000 t (2,4 kg/E.a) Stickstoff auf Abwasser auf.

22 % der Stickstofffrachten des Privaten Haushaltes bleiben im Lager. Die restlichen 78 % verlassen den Prozess in Abfällen (6 %) und Abwasser (23 %) sowie zu 49 % als Emissionen in die Luft.

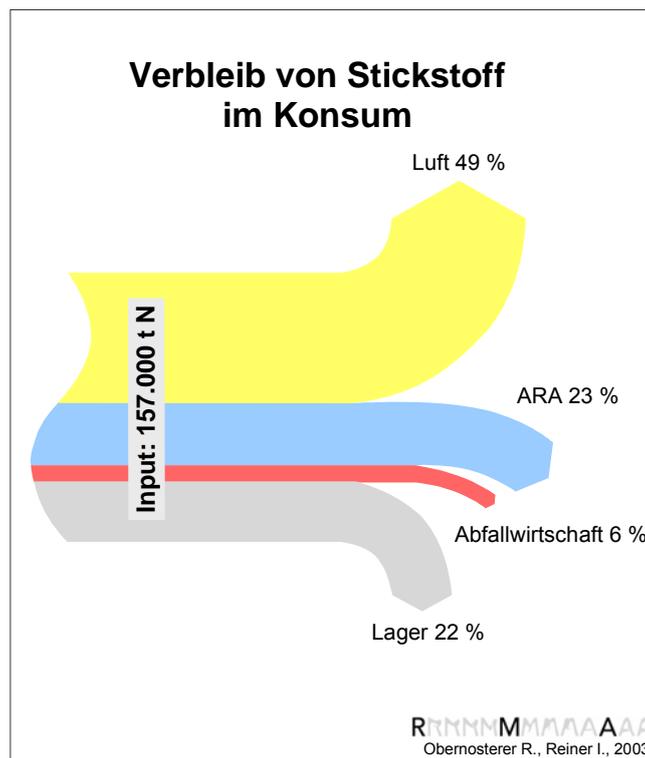


Abbildung 8-30: Stickstoffverteilung des Prozesses Konsum auf die Zielprozesse; Stand 2001

Zielerreichung von Versorgung und Konsum laut AWG

Mit 58 % oder 256.000 t (32 kg/E.a) Stickstoff machen die Emissionen aus der Verbrennung von Energieträgern im Privaten Haushalt und in Industrie und Gewerbe den größten Stickstofffluss in die Umwelt aus. 90 % aller NO_x-Emissionen Österreichs stammen aus der Energiebereitstellung [Anderl et al., 2002].

Sehr hohe Stickstoffemissionen stammen aus der Landwirtschaft. In der land- und forstwirtschaftlichen Urproduktion wird großer Wert auf die Ressourcenschonung gelegt. Ernterückstände verbleiben zur Mineralisierung am Boden, Wirtschaftsdünger werden zur Düngung verwendet. Durch diese Wirtschaftsweise können aber Stoffflüsse auftreten, die dem Ziel 1, Schutz des Menschen und der Umwelt widersprechen. Die Stickstofffrachten aus der Abgasung aus Düngemitteln und der Denitrifikation aus landwirtschaftlichen Böden liegen in der gleichen Größenordnung wie die Stickstoffemissionen aus der Verbrennung in Industrie und Gewerbe. Abgasungen aus Wirtschafts- und Mineraldünger sind zum Teil bedingt durch unsachgemäße Lagerung oder Aufbringung. Emittierende Stickstoffverbindungen wie Ammoniak und Lachgas sind umweltschädigende Gase. 97 % aller Ammoniak –Emissionen Österreichs stammen aus der Landwirtschaft [Anderl et al., 2002].

Der Stickstofffluss in die Abfallwirtschaft ist gering. Zum Teil wird Stickstoff in das Lager im Privathaushalt eingetragen, von wo er nur mehr als Abfall in der Abfallwirtschaft weiterbehandelt werden kann.

Die gasförmigen Emissionen und Auswaschung von Stickstoff aus Böden sind zum Teil von der Landwirtschaft verursacht. Dies ist ein Widerspruch zu den Zielen 1 Schutz von Mensch und Umwelt, 2 Begrenzung gasförmiger Schadstoffemissionen und Ziel 3, Schonung der

Ressourcen. Mit Instrumenten wie den "Richtlinien für die sachgerechten Düngung" und dem ÖPUL-Programm (Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft) wurden in den letzten Jahren effiziente Maßnahmen gesetzt, um diese Stickstoffflüsse zu reduzieren. Das ÖPUL-Programm und andere Maßnahmen in Richtung einer nachhaltigen Landwirtschaft unterstützen die Erreichung des Ziel 1 Schutz von Mensch und Umwelt, 2 Begrenzung gasförmiger Schadstoffemissionen und Ziel 3, Schonung der Ressourcen.

Die Emissionen in die Luft (sofern diese nicht als molekularer Stickstoff (N₂) vorliegen) und das Wasser widersprechen allen Zielen des Abfallwirtschaftsgesetzes. Durch die Verbrennung von Energieträgern entstehen Stickstoffverbindungen, z.B. Stickoxide, die umweltschädlich sind. Lediglich in Industriebetrieben sind zum Teil Entstickungsanlagen eingebaut.

8.5.3 Die Stickstofflager

Das gesamte anthropogene Stickstofflager liegt bei nur 2 % des Stickstofflagers der Pedos- und Hydrosphäre. Die Lager in Privathaushalt, Bau- und Netzwerken und der Deponie liegen mit 400 000 t – 700.000 t Stickstoff (49 – 86 kg/E) je Lager in der gleichen Größenordnung. Die Lager in der Volkswirtschaft (PHH und SIG) sind für die Abfallwirtschaft von Bedeutung, da diese Frachten nach Ablauf der Lebensdauer der Produkte, in denen sie enthalten sind, in der Abfallwirtschaft behandelt werden müssen.

Das Stickstofflager der Pedosphäre ist die Grundlage für Pflanzenwachstum. Dennoch kann in der Pedosphäre das Stickstofflager nicht über ein bestimmtes Niveau hinaus aufgebaut werden. Stickstofffrachten, die nicht gebunden und von den Pflanzen aufgenommen werden, werden in die Luft und/oder in das Wasser ausgetragen.

Aufgrund des Chemismus von Stickstoff ist auch keine Mensch- und Umweltschonende Lagerzunahme im Wasser möglich. Obwohl das Stickstofflager in der Hydrosphäre sehr klein ist, zeigen bereits geringe Zunahmen der Stickstoffkonzentration im Wasser negative Auswirkungen. Eutrophierung im Oberflächenwasser, Nitratanreicherung im Grund- und Trinkwasser, oder marine snow in den Meeren sind einige Begriffe, die im Zusammenhang mit Nährstoffanreicherungen im Wasser bekannt sind.

Zielerreichung laut AWG

Jede Lagerzunahme im Boden oder im Wasser bedeutet, dass Mensch und Umwelt gefährdet werden können und widersprechen dem Ziel 1 –Schutz von Mensch und Umwelt. Eine unsachgemäße Bewirtschaftung des Bodens verursacht Lagerveränderungen, die zu Emissionen in Luft und Wasser führen. Dies widerspricht den Zielen 1, 2 und 3.

Das anthropogene Lager in Bauwerken ist klein. Das Stickstofflager selbst steht nicht Widerspruch zu den Zielen des AWG. Der enthaltene Stickstoff wird nicht aktiv bewirtschaftet. Die Zusammensetzung ist wenig erforscht. Durch verstärkten Einsatz von Stickstoffhaltigen Harzen in Baumaterialien könnte die Abfallwirtschaft mit hohen Stickoxidemissionen bei der thermischen Verwertung konfrontiert werden.

8.6 Potentiale und Maßnahmen innerhalb und außerhalb der Abfallwirtschaft

Im Sinne der Gesamteffizienz gilt es jene Flüsse zu steuern, deren Änderung die größte Wirkung zeigen. In den folgenden Unterkapiteln werden deshalb die Potentiale einzelner Stickstoffflüsse als Basis herangezogen, um einen Hinweis für die Wirkung von Maßnahmen zu erhalten. Im darauf folgenden Kapitel wird die Stoffflussanalyse genutzt, um einige gefundene Maßnahmen in Form von Szenarien abzubilden und deren Wirkung auf das Gesamtsystem zu diskutieren.

8.6.1 Potentiale und Maßnahmen in der Abfallwirtschaft

Die Abfallwirtschaft lenkt 82 % der zu behandelnden Stickstoffflüsse in geeignete Prozesse. Schon daraus wird ersichtlich, dass das Potential für Maßnahmen in der Abfallwirtschaft beinahe ausgereizt ist.

Die Untergrenze der Stickstoffemissionen der Abfallwirtschaft in die Luft in Form von molekularem Stickstoff liegt bei 2.000 t N₂-Stickstoff. Das sind 5 % der Stickstoffemissionen in die Luft. Dieser Wert berechnet sich aus der Abfallmenge, die in drei Müllverbrennungsanlagen, die nach dem Stand der Technik mit Entstickungsanlagen ausgerüstet sind, thermisch verwertet werden und dem Transferkoeffizienten in die Luft. Der Wirkungsgrad der Entstickungsanlagen wird mit 80 % angenommen [Morf, 2003]. Wieviel Prozent der Anlagen, die Abfälle thermisch verwerten und behandeln, zum großen Teil gehören sie der der Industrie und nicht der Abfallwirtschaft an, mit Entstickungsanlagen ausgerüstet sind, kann in diesem Rahmen nicht abgeschätzt werden.

Durch die 2004 in Kraft tretende Deponieverordnung müssen abzulagernde Abfälle vorbehandelt werden. Würden die derzeit zu deponierenden Abfälle mit Ausnahme von Bodenaushub - thermisch vorgehandelt werden, so würden über 95 % der Stickstoffflüsse so behandelt, dass es den Zielen 1, Schutz von Mensch und Umwelt, Ziel 2 – Begrenzung von gasförmigen Emissionen und Ziel 5 - Vorsorgeprinzip (Qualität der abzulagernden Abfälle) entspricht. Die abzulagernde Stickstoffmenge würde um mehr als 95 % gesenkt werden.

8.6.2 Potentiale und Maßnahmen in der Abwasserwirtschaft

Die Stickstoffnutzbarkeit aus Abwässern und eine damit verbundene Ressourceneinsparung ist abhängig von der Qualität der Klärschlämme. Rund 50 % der Stickstofffrachten stammen aus dem privaten Haushalt. Möchte man die Stickstofffrachten aus dem Abwasser nutzen, so wären Maßnahmen im Privaten Haushalt effizienter als in der Abwasserreinigung, weil die Qualität der Abwässer dort höher ist. Hierzu wird im nächsten Kapitel das Szenario „getrennte Sammlung von Fäkalien aus dem Privaten Haushalt“ berechnet.

Die stoffliche Klärschlammverwertung ist nur dann empfehlenswert, wenn die regionalen Gegebenheiten und die einhergehenden Schadstofffrachten berücksichtigt werden [Lampert, et al., 2000]. Die Klärschlämme schlechter Qualität aus der Abwasserreinigung können verbrannt werden um dem Ziel 1 Schutz von Mensch und Umwelt zu entsprechen. In diesem Fall wird bei der Abwägung der Ziele untereinander Ziel 1 höher bewertet, als das Ziel der Ressourcenschonung.

Die Emissionen in die Luft liegen zum Großteil in Form von molekularem Stickstoff vor [Zessner, 2003]. Ein kleiner Teil kann als Distickstoffoxid oder als Ammoniak bei der Klärschlammstabilisierung durch Kalk emittieren. Der prozentuale Anteil wird nicht abgeschätzt.

8.6.3 Potentiale und Maßnahmen in Versorgung und Konsum

Das Ziel 1 – Schutz von Mensch und Umwelt wird verletzt durch die Emissionen in die Schutzgüter Wasser und Luft. In der folgenden Tabelle sind die Inputflüsse in die Luft nach Größen gereiht.

Tabelle 8-5: Herkunftsprozesse und – Güter der Stickstoffemissionen in die Luft

	Stickstofffrachten im Abgas von	kg N/E.a	t N/a	%
Versorgung	Energieträger Versorgung	18,1	146.807	30
Versorgung	landwirtschaftlichen Böden	14,2	114.939	23
PHH	Energieträger Privater Haushalt	9,8	79.050	16
Umwelt	Denitrifikation Grundwasser	6,7	54.000	11
AWS	thermischer Verwertung	5,0	40.322	8
Versorgung	Tierhaltung	3,9	31.918	6
Versorgung	forstwirtschaftlichen Böden	1,4	11.411	2
ARA	Abwasserreinigungsanlagen	1,3	10.675	2
Umwelt	sonstigen Böden	0,4	3.039	1
Umwelt	Denitrifikation Oberflächengewässer	0,4	3.000	1
ARA	biochemischen Behandlungsanlagen	0,0	170	0,03
	Summe	61,2	495.331	100

Die Luft ist eine geeignete letzte Senke für alle Stickstoffflüsse, die in der molekularen Form (N₂) vorliegen. Im folgenden wird für alle Stickstoffemissionsflüsse in die Luft abgeschätzt, wie groß ihr Anteil an molekularem Stickstoff bzw. an anderen Stickstoffverbindungen ist.

Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft und der Energieversorgung enthalten ein Optimierungspotential von 86 % aller Stickstofffrachten in die Luft. Das Potential Stickstoffflüsse in die Luft zu reduzieren ist aufgrund der Größe der Flüsse aus der Versorgung acht mal höher als das der Flüsse in die Luft aus Abfallwirtschaft.

Maßnahmen im Bereich Energieträgereinsatz wären aufgrund der Größe der Flüsse am effizientesten. Insgesamt emittieren aus der Verbrennung von Energieträgern in Versorgung, Privathaushalten und Abfallwirtschaft (inkl. Müll) 226.000 t brennstoffbürtiger Stickstoff. Die Berechnung der brennstoffbürtigen NO_x-Emissionen über Emissionsfaktoren (siehe Anhang Industrie) ergibt eine Menge von mindestens 106.000 t NO_x-N. Das bedeutet, dass rund 120.000 t brennstoffbürtiger Stickstoff nicht zu NO_x umgewandelt wird. Das trifft v.a. auf Erdgas zu [Kroiss et al., 1998]. [Anderl et al, 2002] geben für das Jahr 2001 NO_x - Emissionen in der Gesamthöhe von 199.000 t an, das entspricht rund 61.000 t NO_x-Stickstoff (N).

Von den 75 Großfeuerungsanlagen sind 36 kalorische Kraftwerke und die Müllverbrennungsanlagen mit Entstickungsanlagen ausgerüstet. Alle anderen Anlagen enthalten keine Einrichtungen, die die Stickoxide zu molekularem Stickstoff umwandeln [Gager, 2003].

Aus dem Energieträgereinsatz im Verkehr resultieren zusätzlich Stickstoffemissionen in Form von Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O). Diese Lachgasemissionen sind durch den Einbau

vom Dreivegekatalysator gestiegen, da die Emissionen von PKW mit geregelter Katalysator 4-6 mal höher sind, als von PKW ohne Katalysator [Hausberger, 2003].

Die Lachgasemissionen aus dem Bereich Energie liegen bei 4.400 t oder 1.500 t N₂O-N [Radunsky et al., 2003].

Für die Differenzmenge in der Höhe von mindestens < 43.000 t Stickstoff wird angenommen, dass sie durch Entstickungsmassnahmen im Bereich Verkehr und Industrie (z.B. Kraftwerke, Müllverbrennungsanlagen) in Form von molekularem Stickstoff vorliegen. Der Anteil an Emissionen in molekularer Stickstoffform wird dementsprechend mit 163.000 t Stickstoff oder 72 % abgeschätzt, der Anteil von „anderen“ Stickstoffverbindungen beträgt mit 63.000 t Stickstoff >28 % der Gesamtstickstoffemissionen aus Energieträgern.

Hier wäre zu überprüfen, welcher Energieträger - Mix die geringsten Stickstofffrachten erzeugt, wobei die spezifischen Stickstoffverbindungen auch zu berücksichtigen sind. Hierzu wird ein Szenario „Energieträgermix“ gerechnet.

Großes Potential die Stickstoffflüsse in die Luft und in das Wasser zu verringern enthalten Maßnahmen im Bereich der landwirtschaftlichen Praxis, da die Summe der Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden und Düngemitteln gleich hoch ist, wie die Emissionen aus der industriellen Verbrennung.

In [Anderl et al., 2002] wird der Ammoniak (NH₃)-Fluss aus der Landwirtschaft auf 52.000 t NH₃ oder 43.000 t NH₃-N geschätzt. Zusätzlich emittieren Böden Stickstoffverbindungen in Form von Lachgas (N₂O) und Stickstoffmonoxid (NO) [Wild, 1993]. Temperatur, Wassergehalt und der Anteil an leicht zersetzbarer, organischer Substanz sind die bestimmenden Faktoren für die Emissionsmengen. Bei der Denitrifikation in Böden entsteht molekularer Stickstoff. Als Zwischenprodukt entsteht Lachgas im „Regelfall“ im Verhältnis 1:10 zum entweichenden Luftstickstoff [Scheffer, Schachtschabel, 1992]. Dieses Verhältnis kann in Abhängigkeit von verschiedenen Standorteigenschaften aber auch höher liegen.

Die gesamten Österreichischen Lachgasemissionen betragen 2001 5.951 Gg CO₂-Äquivalente [Radunsky et al., 2003]. Das entspricht bei einem GWP des Lachgas von 310 (das GWP einer t N₂O entspricht dem GWP von 310 t CO₂) einer Menge von 19.000 t N₂O oder 6.500 t N₂O-N.

Der bilanzierte Stickstoffemissionsfluss aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung liegt in der Höhe von 32.000 t Stickstoff und, der aus landwirtschaftlichen Böden in der Höhe von 146.000 t Stickstoff. Abzüglich der Ammoniakemissionen verbleibt von der gesamten Landwirtschaft ein Stickstoffemissionsfluss in der Höhe von 135.000 t Stickstoff.

Der Anteil der Landwirtschaft an den Lachgasgesamtmissionen Österreichs beträgt 60 %. Das sind 11.400 t N₂O oder 3.900 t N₂O-N [Radunsky et al., 2003]. Dies entspräche rund 3 % der Stickstoffemissionen aus Böden. Von diesem Fluss wird angenommen, dass er der Untergrenze der Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Böden entspricht.

Das bedeutet, dass von der Summe der Stickstoffemissionen der Landwirtschaft inklusive der landwirtschaftlichen Böden <131.000 t (74 %) Stickstoff in Form von molekularem Stickstoff und > 47.000 t (26 %) in Form „anderer“ Stickstoffverbindungen emittiert werden.

Für die Zusammensetzung der Abluft aus Abwasserreinigungsanlagen wird angenommen, dass sie zum Großteil in Form von molekularem Stickstoff vorliegen [Zessner, 2003]. Eine genaue Abschätzung wurde nicht vorgenommen.

Eine effizientere Bewirtschaftung der Stickstoffflüsse in der Landwirtschaft könnte die Emissionen in die Hydrosphäre verringern. Hierzu wird das Szenario „Wirtschaftsdünger“ gerechnet.

Tabelle 8-6: Herkunftsprozesse und -güter der Stickstoffemissionen in das Wasser

	Stickstofffrachten in die Hydrosphäre aus	kg N/E.a	t N/a	%
Versorgung	Auswaschung Landwirtschaft	5,2	41.863	43
Versorgung	Auswaschung Forst	2,6	21.192	22
ARA	gereinigtem Abwasser	1,9	15.787	16
Versorgung	Erosion und Gewässereintrag LWB	1,1	8.611	9
Umwelt	Auswaschung sonstiger Böden	0,4	3.474	4
ARA	Regenüberlauf	0,4	3.320	3
Versorgung	Erosion und Gewässereintrag FWB	0,2	1.728	2
Umwelt	Erosion und Gewässereintrag SB	0,1	460	0,5
	Summe	11,9	96.435	100

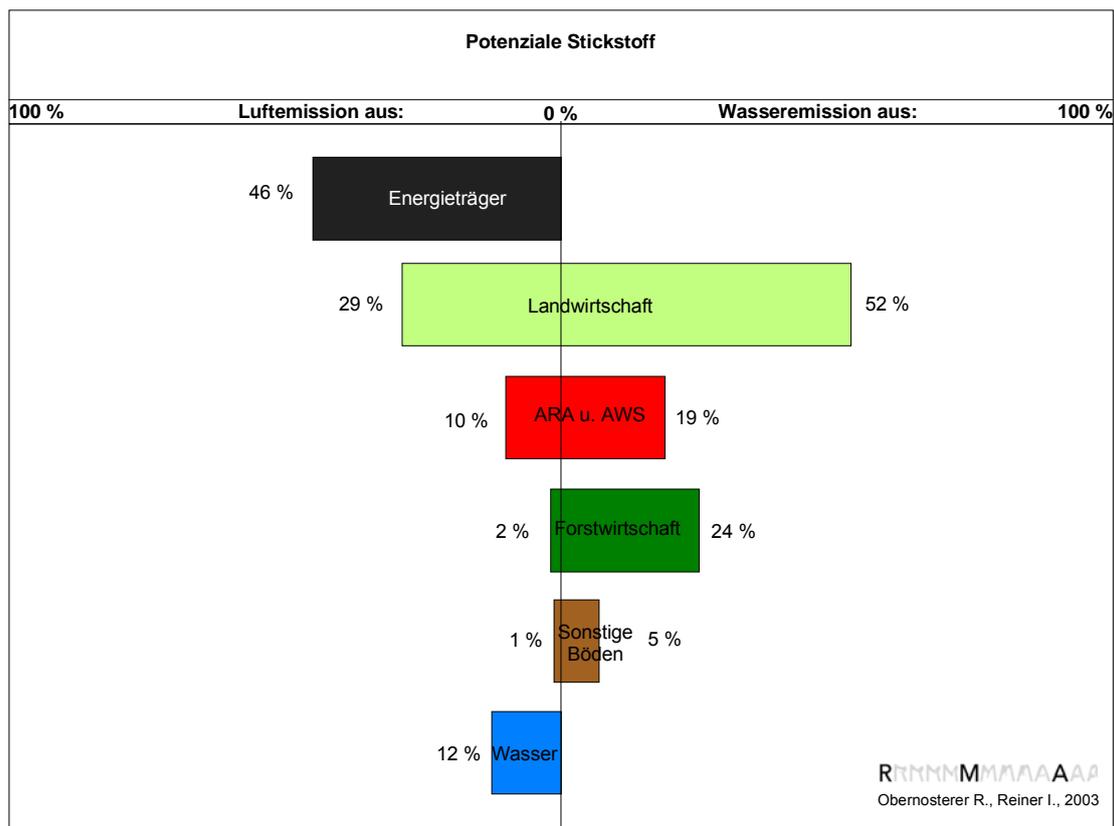


Abbildung 8-31: Güter bzw. Prozesse nach ihrem Potential die Schutzgüter Wasser und Luft zu belasten

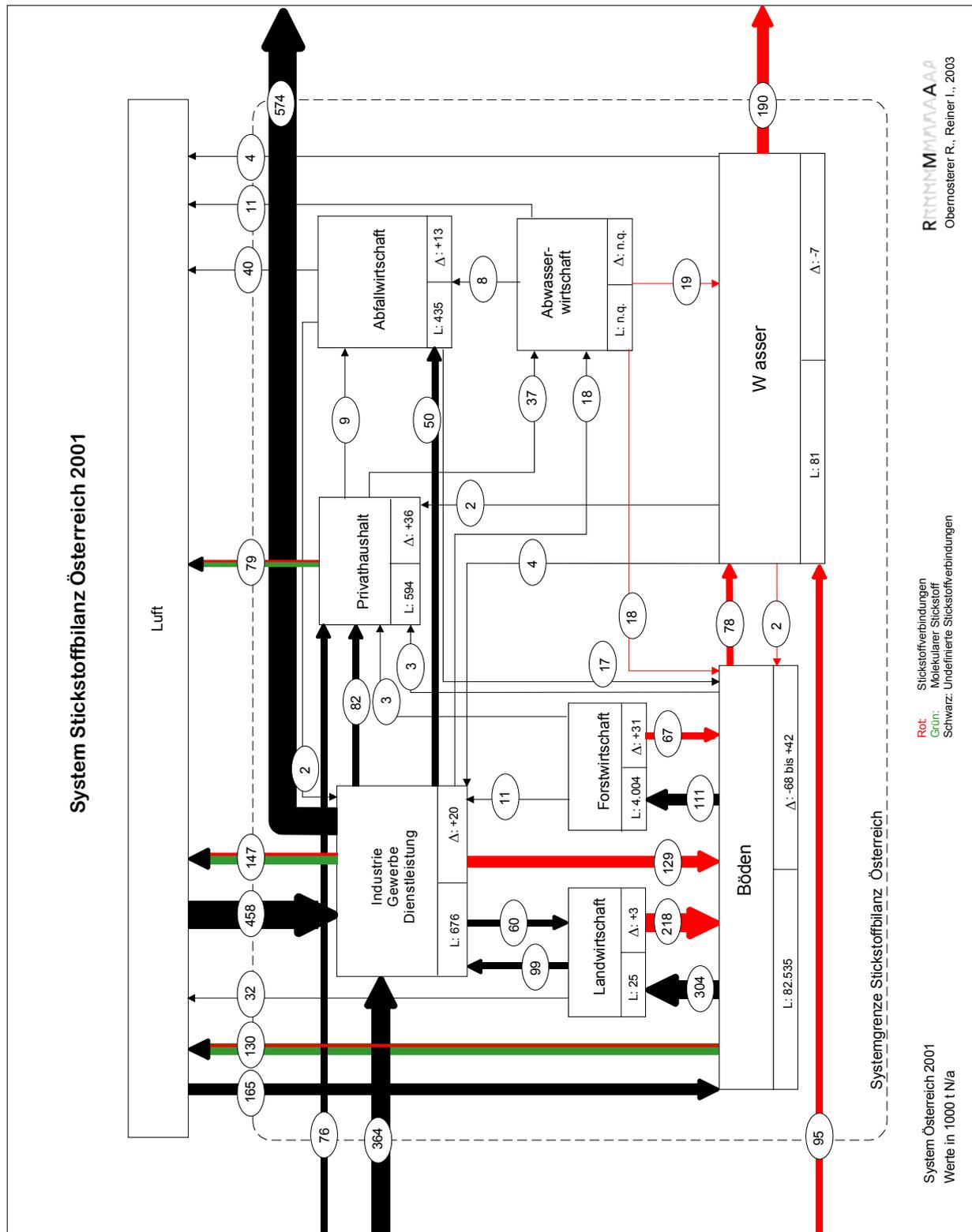


Abbildung 8-32: Stoffflussdiagramm-Stickstoffemissionen in Form von molekularem Stickstoff und „anderen“ Stickstoffverbindungen

Koppelprodukte

In der Tierhaltung fallen produktionsbedingt Wirtschaftsdünger mit einer Stickstofffracht in der Höhe von 163.000 t (20 kg/E.a) Stickstoff als Koppelprodukte an. Derzeit funktioniert die Rückführung in den landwirtschaftlichen Boden zur Düngung gut. Die Rückführung der Nährstoffe im Wirtschaftsdünger in den landwirtschaftlichen Boden ist hinsichtlich dem Ziel 3 des Abfallwirtschaftsgesetzes, der Ressourcenschonung, empfehlenswert. Es ist aber darauf zu achten, dass bei der Lagerung und Aufbringung die Stickstoffverluste und Umweltbeeinträchtigungen möglichst gering gehalten werden. Weiters ist wichtig darauf hinzuweisen, dass Wirtschaftsdünger in Abhängigkeit der Stallhaltungssysteme und der in der Tierhaltung verwendeten Futtermittel beträchtliche Frachten an Schwermetallen enthalten kann. Eine möglichst vorteilhafte Zusammensetzung des Wirtschaftsdüngers ist anzustreben. Wissenschaftliche Erkenntnisse im Bereich der Wirtschaftsdüngerkompostierungen/-vergärung und Aufbringung sind zu berücksichtigen. Die Ziele 1 Schutz von Mensch und Umwelt, 2 Vermeidung von schädlichen Emissionen und 3 Ressourcenschonung werden durch unsachgemäße Lagerung und Ausbringung verletzt.

Die Rückstände aus der Forstwirtschaft, rund 70.000 t (8,6 kg/E.a) Stickstoff, verbleiben im Wald. Auch im Pflanzenbau fallen rund 8,7 Mio. t an Ernterückständen an. Zum größten Teil verbleiben diese am Feld oder gelangen über die Tierhaltung mit dem Wirtschaftsdünger wieder zurück auf den landwirtschaftlichen Boden. Prinzipiell ist diese Behandlungsart begrüßenswert, da so der Humusanteil nicht reduziert wird und Ressourcen geschont werden. Stroh hat allerdings ein weites C/N Verhältnis, was bedeutet, dass viel Stickstoff zur Remineralisation von Stroh benötigt wird. Überlegenswert wäre in Intensivmastgebieten Stroh gemeinsam mit Gülle zu vergären. Nutzbar wären Stroh und die Holzrückstände aus der Forstwirtschaft auch als Energieträger. Zu bedenken ist allerdings, dass es durch die Abfuhr des gesamten organischen Materials zu einem Abbau des Humusgehaltes im Boden kommt und der Stickstoff dadurch in die Luft emittieren könnte (Verletzung des Ziels 3, Ressourcenschonung und ev. des Ziels 2). Im Forstgesetz ist eine Abfuhr der forstlichen Ernterückstände verboten, um eine Degradation der Forstböden durch den Entzug der organischen Substanz zu verhindern. In den Szenarien „Energieträgermix“ und „Wirtschaftsdünger“ werden die Verwertung des Ressourcenpotentials der Koppelprodukte diskutiert. Dabei wird nur das Ressourcenpotential berücksichtigt, negativen Auswirkungen auf Bodenqualität und die Ziele einer nachhaltigen Landwirtschaft wurden in den Szenarien nicht explizit berücksichtigt.

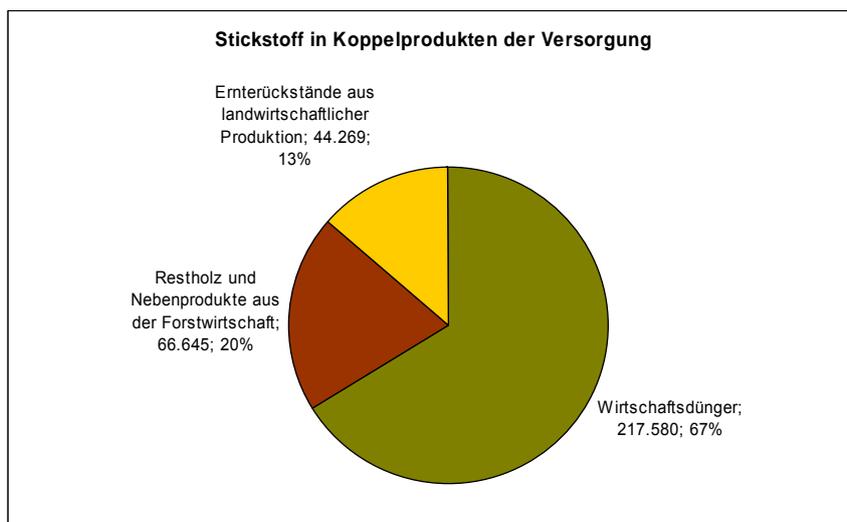


Abbildung 8-33: Stickstoff-Ressourcenpotentiale in Koppelprodukten

8.7 Szenarien zur Umweltschonung und Ressourcennutzung

Die Szenarien dienen dazu Richtungen der Ressourcennutzung anzudiskutieren und Tendenzen der möglichen Auswirkungen auf die Stoffflüsse abzuschätzen. Methodisch werden oft 100% der Stickstoffflüsse einem Prozess zugeführt, ohne kritisch zu hinterfragen, welche Menge tatsächlich in der Praxis sinnvoll wäre. Methodisch soll dies in der vorliegenden Studie erlaubt sein, um die maximale bzw. minimale Wirkung einer Maßnahme abbilden zu können. Als Diskussionsgrundlage für Entscheidungen hat sich die Annahme von Extremwerten sehr bewährt. Der vorliegende Text dient als Erklärung, damit nicht angenommen wird, die Szenarien seien bereits als beste Lösung für den zukünftigen Nährstoffhaushalt zu verstehen.

8.7.1 Szenario „Energieträgermix“

In der Land- und Forstwirtschaft fallen rund 16 Mio. t Koppelprodukte als Ernterückstände, Stroh, Rinde, Äste, mit einer Stickstofffracht in der Höhe von 100.000 t (12 kg/E.a) Stickstoff an. 2001 gibt es in Österreich 10 strohbefeuerte Fernheizwerke mit einer Gesamtleistung von 22 MW. In diesen Anlagen werden 12.000 t Stroh verwertet [Rathbauer, 2001 in Handler et al., 2003]. Ein Teil des Strohs wird in der Tierhaltung als Einstreu verwertet. Der Großteil der Koppelprodukte verbleibt derzeit am Feld oder im Wald und trägt zur Humusbildung und -erhaltung bei.

Tabelle 8-7: Ernterückstände in Land- und Forstwirtschaft, Stickstoffgehalte und Heizwert

Ernterückstände Landwirtschaft	t Güter	t N	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [GJ]
Getreide (50% thermisch verwertbar)	4.827.113	29.504	14,5	69.993.143
Körnerleguminosen	119.879	1.798	14,5	1.738.251
Ölfrüchte	212.847	1.033	14,5	3.086.279
Zucker- und Futterrüben	2.816.825	7.766		
Erdäpfel	694.603	4.168		
Summe Ernterückstände	8.671.267	44.269		
Statistisch für weitere Nutzung erhoben	2.228.971	12.482		
Verbleib auf dem Boden	6.442.296	31.787		
Ernterückstände Forst				
Äste und Rinde	5.672.071	26.128	14,5	82.245.036
Wurzeln	1.844.355	14.547		
Nadeln/Blätter	1.913.592	25.971		
Summe Ernterückstände	15.872.315	98.432		
Raps	145.972	5.401	24,12	3.520.845
Summe verwertbare Güter	8.564.326	49.112		125.586.982

Quellen: Statistik Austria, 2003; <http://www.lignasol.de/files/uebio.pdf>; http://www.buildfuture.at/3d_haus/festbrennstoffe.htm; http://www.thema-energie.de/article/show_article.cfm?id=151

Der Heizwert in den Ernterückständen – 50 % des Getreidestroh, sowie Stroh der Körnerleguminosen und Ölfrüchte aus der Landwirtschaft, Äste und Rinden aus der Forstwirtschaft - liegt bei 126.000 TJ.

Geht man davon aus, dass diese verwertbaren Ernterückstände aus der Land und Forstwirtschaft zur Bereitstellung von Heizwärme herangezogen werden, ergibt sich bei einem angenommenen Wirkungsgrad von 50 % ein Energiepotential, das rund 70 % des derzeit aus Erdöl bereitgestellten Heizenergiebedarfes von 86.000 TJ [E.V.A., 2003] in Österreich entspricht.

Für den „Ersatz“ jener entnommenen 50.000 t Stickstoff durch Mineraldünger, ist ein Energieaufwand von 2.400 TJ erforderlich, also rund 3 % des ersetzten Energiepotentials.

Das eingesparten Potential an Erdöl entspricht rund 5.000 t Stickstoffemissionen pro Jahr, das energetische Potential an Steinkohle rund 25.000 t Stickstoffemissionen pro Jahr. Dem gegenüber stehen Stickstoffgehalte von rund 45.000 t Stickstoff aus der thermischen Verwertung der Ernterückstände aus der Land- und Forstwirtschaft. Auf der Ebene der Stickstoffflüsse bedeutet dies, das durch die energetische Nutzung der Ernterückstände (mit einem Wirkungsgrad von 50 %) und den Ersatz von Erdöl oder Steinkohle durch Ernterückstände die Stickstoffemissionen in die Luft zunehmen würden.

Zu anderen landwirtschaftlichen Rohstoffen, die zur Energiegewinnung angebaut werden können, zählt Raps. Der landwirtschaftliche Rohstoff Raps, der zur Erzeugung von Biodiesel dienen kann, darf auch auf stillgelegten Ackerflächen angebaut werden. Im Jahr 2001 wurde auf 56.000 ha Raps angebaut - 8.700 ha davon sind Stilllegungsflächen. Insgesamt bestehen 105.000 ha Stilllegungsflächen [Handler et al., 2003]. Der erzielte Rapsenertrag betrug 146.000 t Rapsaat. Bei einem durchschnittlichen Ölgehalt von 40 % ergibt das eine Ölmenge von 58.500 t Rapsöl. Die geerntete Rapsaat hat einen Heizwert in der Höhe von 3.500 TJ, das Rapsöl einen Heizwert von rund 2.200 TJ ($H_u = 37,3 \text{ GJ/tÖl}$). Im Jahr 2001 wurden 4,7 Mio. t Dieselkraftstoff verbraucht [OMV, 2002]. Das entspricht einem Bruttoinlandsverbrauch von 86.000 TJ [Statistik Austria, 2003]. Damit macht der Energiegehalt - Anteil an Biodiesel am Gesamt -Energiegehalt im Dieselkraftstoffverbrauch derzeit knapp über 2 % aus.

Erhöht man die Raps-Anbauflächen auf 50 % der Stilllegungsflächen, so verdoppelt sich die Anbaufläche aus dem Jahr 2001 und auch die Produktion. Der Anteil an Biodiesel am Dieselkraftstoffverbrauch würde auf 4 % steigen.

Auswirkungen auf die Zielerfüllung laut AWG

Die energetische Nutzung von Stroh und Ernterückständen könnte einen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten, indem durch die Energiebereitstellung aus biogenen Gütern der Einsatz fossiler Energieträger reduziert werden könnte. Bezogen auf die Stickstoffflüsse kann dies in Abhängigkeit der Verbrennungstechnologie positive – bei vorhandenen Denox-Stufen wird Stickstoff als molekularer Stickstoff in die letzte Senke abgegeben- oder negative – in Form von Stickoxiden belasten die Emissionen die Umwelt – Auswirkungen auf die Umwelt zeigen.

Bei der Umsetzung von Biodiesel in Verbrennungsmotoren entsteht Distickstoffoxid in höheren Konzentrationen als bei der Verbrennung fossiler Kraftstoffe. Dies widerspricht dem Ziel 1 Schutz des Umwelt und dem Ziel 2 – Vermeidung von Schadstoffemissionen. Auch bei der Verbrennung von Biodiesel entstehen Stickoxide. Bei anderen Stoffen (z.B. Kohlenmonoxid oder Kohlenwasserstoffe) liegen die Emissionswerten bis zu 40 % unter denen von Fossildiesel [Scharmer, 2001].

Raps ist als Pflanze mit sehr hohem Stickstoffbedarf im Anbau bekannt. Raps ist auch nicht empfindlich gegenüber zu hohen Stickstoffgaben. Bei der Nutzung solcher Pflanzen ist darauf zu achten, dass diese Kulturen nicht als Entsorgungsflächen für volle Düngelagerstätten missbraucht werden.

8.7.2 Szenario „Wirtschaftsdünger“

Mit der Verwertung des in der Tierhaltung anfallenden Wirtschaftsdüngers sind Belastungen von Luft und Wasser verbunden. In zwei Szenarien sollen die Auswirkungen unterschiedlicher Behandlungsalternativen diskutiert werden. Im ersten Szenario wird angenommen, dass 100 % der Wirtschaftsdünger anaerob behandelt (Vergärung) und anschließend stofflich in der Landwirtschaft verwertet werden. Im zweiten Szenario wird angenommen, dass 100 % der Wirtschaftsdünger in der Abfallwirtschaft thermisch verwertet werden. Beide Alternativen werden hinsichtlich der Zielerreichung des AWG diskutiert.

8.7.2.1 Vergärung

In einer groben Abschätzung werden die Auswirkungen der Vergärung des anfallenden Wirtschaftsdüngers auf den Stickstoffhaushalt betrachtet.

Annahmen: 100 % des Wirtschaftsdüngers werden vergärt und die Gärrückstände bzw. Biogäulle landwirtschaftlich verwertet.

In der österreichischen Tierhaltung produzieren rund 2 Mio. GVE (Großvieheinheiten) ca. 27 Mio. t Wirtschaftsdünger. Durch Vergärung könnten 980 Mio. m³ Biogas mit einem Energiegehalt von 23.000 TJ produziert werden.

Tabelle 8-8: potentielle Biogasmengen und Energiegehalte (Datentabelle 3/WD Szenario)

GVE 2001	1.951.025
Biogasanfall/GVE	500 m ³ /GVE
Biogasanfall 2001	975.512.749 m ³
Energiegehalt/m ³ Biogas	6,5 kWh/m ³
Energiegehalt Biogas 2001	6.340.832.871 kWh
Energiegehalt Biogas 2001	22.827 TJ

Quelle: BFL, 2001 und eigene Berechnungen

Diese erzielbare Energiemenge aus der Vergärung entspricht ungefähr der Energiemenge, die in Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2001 eingesetzt wird.

Tabelle 8-9: Aufteilung des Energetischen Endverbrauchs in Österreich, 2001 (Datentabelle 3/ WD Szenario)

Energetischer Endverbrauch 2001	
Land- und Forstwirtschaft	28.674 TJ
Sachgütererzeugung	265.731 TJ
Erbringung von sonst. Öffentl.	405.543 TJ
Private Haushalte	304.805 TJ
Summe	1.004.753 TJ

Quelle: Statistik Austria, 2003

Zusätzlich zu den Wirtschaftsdüngern können auch andere biogene Materialien mitvergoren werden. Empfehlenswerte Güter sind Biogene Abfälle aus der Nahrungs- und Genussmittel-

industrie, aber auch Ernterückstände aus dem Ackerbau. Beispielhafte Energieausbeuten bzw. Gasausbeuten sind in den nachfolgenden Tabellen angeführt.

Tabelle 8-10: Basiswerte von Biogaspotenzialen

Rindergülle	200 m ³ Methan/t oTS	20 m ³ Biogas/ m ³ Gülle
Schweinegülle	300 m ³ Methan/t oTS	30 m ³ Biogas/ m ³ Gülle
Hühnermist	250 m ³ Methan/t oTS	40 m ³ Biogas/ m ³ Mist
Klärschlamm	300 m ³ Methan/t oTS	5 m ³ Biogas/ m ³ Klärschlamm
Bioabfall	250 m ³ Methan/t oTS	100 m ³ Biogas/ t Bioabfall
Altfett	720 m ³ Methan/t oTS	650 m ³ Biogas/ t Altfett
Grasschnitt	480 m ³ Methan/t oTS	125 m ³ Biogas/ t Grasschnitt

Quelle: FH Bochum SolarNetz in Lucke I., 2002

Tabelle 8-11: Ausgewählte Gaserträge aus Kofermenten von Stilllegungsflächen

Koferment	TM [dt/ha]	% oTS	Gasausbeute Ø l/kg oTS	m ³ Biogas je ha
Maissilage	140	90	700	8.820
Ganzpflanzen-Getreide	130	90	680	7.950
Grünschnitt	120	90	680	7.350
Futterrüben	150	95	800	11.400

Quelle: Zentrum für nachwachsende Rohstoffe, 2001 in Lucke, I., 2002

Bei der Vergärung werden bis zu 90 % der organischen Substanz abgebaut. Zwischen 0 und 6 % des Stickstoffs gehen in das Biogas über [www.wasser-wissen.de, 2002]. Damit wird das Substrat, die Biogasgülle bzw. die Gärrückstände besser verteilter. Der Düngungswert der entgasten Gülle ist verbessert, weil die Gülle exakter dosierbar ist. Zusätzlich wird der Stickstoff, der in der Rohgülle zum großen Teil in organischer Form vorliegt, in den biochemischen Prozessen der Vergärung mineralisiert, so dass er nach der Ausbringung den Pflanzenwurzeln sofort zur Verfügung steht und damit die Verweildauer im Boden bis zur erfolgten Mineralisation für einen Teil des Stickstoffs entfällt. Zu beachten ist die Gefahr der Ammoniakabgasung bei der unsachgemäßen Ausbringung der Biogasgülle (bis zu 70 % des Ammoniumstickstoffs), die durch den erhöhten pH-Wert gegeben ist. Diese Gefahr kann durch eine Reihe technischer und nicht technischer Maßnahmen minimiert werden [Richter, 1993, BFL, 2003].

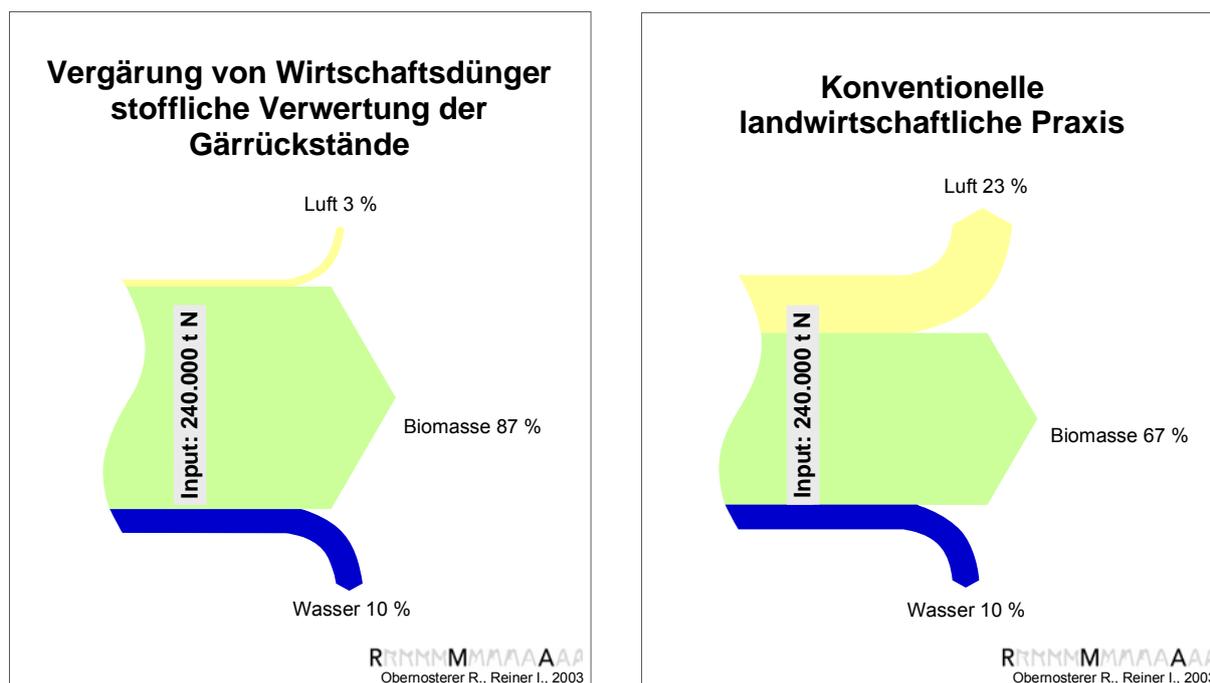


Abbildung 8-34: Vergleich der Transferkoeffizienten bei der Verwertung von Wirtschaftsdünger nach der konventionellen landwirtschaftlichen Praxis und der Vergärung und anschließenden stofflichen Verwertung der Gärrückstände.

Bei der Vergärung gehen zwischen 0 und 6 % des Stickstoffs in das Biogas über. Nach der Verbrennung des Biogases emittiert dieser Stickstoff entweder als Stickoxid oder nach Passieren einer Denoxstufe als molekularer Stickstoff in die Luft. Zwischen 94 und 100 % werden in die Biogasgülle oder den Gärrückstand transformiert. Die Verluste bei der Ausbringung wurden durch sachgemäße Ausbringung mit 10 % des Gesamtstickstoffs angenommen. Daraus resultiert ein Stickstofffluss von 87 % in die Biomasse.

Für die konventionelle Ausbringung von Wirtschaftsdüngerstickstoff sind in der Literatur die Stickstoffverluste in die Luft aus Wirtschaftsdünger gut quantifiziert. Für die Verluste in das Wasser wird angenommen, dass 50% des ausgewaschenen und erodierten Stickstoffs aus Wirtschaftsdünger stammen. Damit ergibt sich ein Transferkoeffizient von Wirtschaftsdüngerstickstoff in die Luft von 23 %, in das Wasser von 10 % und in die Biomasse von 67 %.

Auswirkungen auf die Zielerfüllung laut AWG:

Das Szenario Vergärung erfüllt das Ziel 1, Schutz von Mensch und Umwelt in Bezug auf die Stickstoffflüsse besser, als dies die konventionelle Bewirtschaftung von Wirtschaftsdünger tut, da die Emissionen in die Luft als wesentlich geringer eingeschätzt werden. Die Emissionen in die Luft werden um 20 % reduziert. Bei der Ausbringung der Gärrückstände ist zu beachten, dass die Ammoniakabgasungen in die Luft möglichst gering gehalten werden, hier könnte ein Konflikt mit dem Ziel 2, Vermeidung schädlicher Emissionen, auftreten. Die Verluste ins Wasser können bei zeitgerechter Ausbringung gering gehalten werden.

Hinsichtlich Ressourcenschonung schneidet die Variante Vergärung ebenfalls besser als die herkömmliche Behandlungsvariante ab, da durch die effizientere Stickstoffnutzung Mineraldünger und damit sowohl Energieressourcen zur Herstellung von Mineraldünger wie auch stoffliche Ressourcen geschont werden.

8.7.2.2 Thermische Verwertung in der Abfallwirtschaft

Bei diesem Szenario werden die Auswirkungen einer Extremvariante auf die Zielerreichung des AWG abgeschätzt. Unter der Annahme, dass die Wirtschaftsdünger die Anforderungen an die Qualität für die Ausbringung auf landwirtschaftliche Böden nicht mehr erreichen, oder die Tierproduktion von der Pflanzenproduktion entkoppelt wird und nicht mehr genügend geeignete Flächen für eine Kreislaufführung zur Verfügung stehen, würden große Mengen von Wirtschaftsdünger in der Abfallwirtschaft zur Entsorgung anfallen.

Annahme: 100 % der anfallenden Wirtschaftsdünger werden einer Vergärung zugeführt, die Gärückstände werden in der MVA thermisch verwertet.

Bei einer thermischen Verwertung von Gärückständen in der Abfallwirtschaft wird der gesamte Stickstoff in den gasförmigen Zustand übergeführt. Der Transferkoeffizient für Stickstoff in die gasförmige Phase liegt bei 98 %. Bis zu maximal 2 % des Stickstoffs verbleiben in den festen Rückständen.

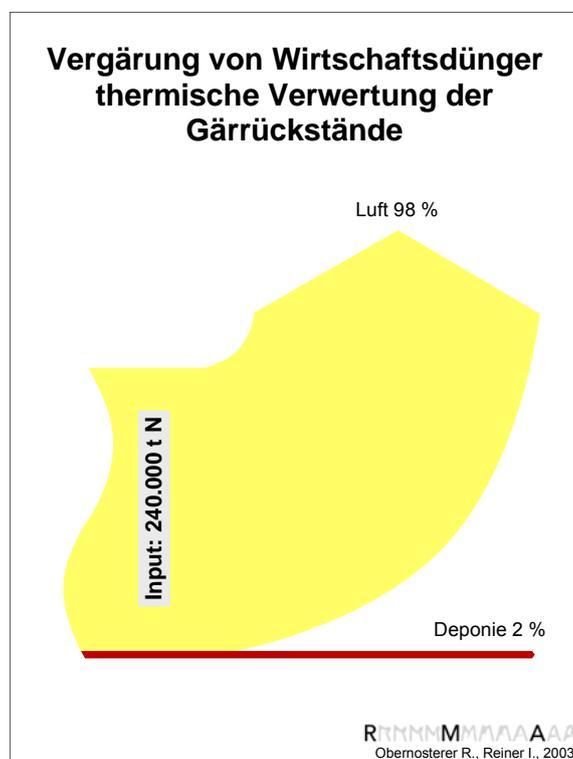


Abbildung 8-35: Transferkoeffizienten bei der Verwertung von Wirtschaftsdünger durch Vergärung und anschließende thermische Verwertung der Gärückstände.

Auswirkungen auf die Zielerfüllung laut AWG:

Viele derzeit im Bereich der Landwirtschaft laufenden Anstrengungen auf nationaler und EU-Ebene zielen darauf ab, Kreislaufwirtschaft zu fördern und die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion immer weiter zu verbessern. Dieses Szenario ist gut geeignet aufzuzeigen, wie sich Veränderungen der Bewirtschaftung von Wirtschaftsdünger auf den Stickstoffhaushalt auswirken können. Negative Auswirkungen auf die Bodenqualität in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht die durch die Entkoppelung der Stickstofffrage von anderen

Stoffen oder der Frage der organischen Substanz auftreten können, werden auch bei diesem Szenario nicht betrachtet, weil Sie nicht Thema der Studie sind.

Die Ziele 1, und 2 Schutz von Mensch und Umwelt, Vermeidung gasförmiger Emissionen werden bei dieser Variante besser erfüllt als bei den beiden vorher diskutierten Varianten. Die Müllverbrennungsanlagen sind mit Denox-Stufen ausgestattet, der Stickstoff, der in die Luft emittiert liegt in Form von natürlichem, molekularem Stickstoff vor. Die isolierte Fokussierung auf nur einen Stoff macht nicht deutlich, dass durch die Abfuhr des gesamten organischen Materials vom Boden dieser nachhaltig verändert werden kann.

Das Ziel 3 – Ressourcenschonung ist im vorliegenden Szenario erfüllt. Die Ressource Stickstoff wird zwar aus dem Wirtschaftsdünger in die Luft transformiert, von dort kann er jedoch mit Energieaufwand wieder verfügbar gemacht werden. Für die Herstellung von Stickstoff-Mineraldünger werden rund 42,4 MJ/kg Stickstoff-Dünger benötigt [Patyk und Reinhardt, 1997 in Faist, 2000]. Umgerechnet auf die Stickstofffracht des Gärrückstandes, der verbrannt wird, bedeutet dies einen Energiebedarf für synthetische Produktion von Gärrückstands-Stickstoffäquivalenten in Mineraldünger in der Höhe von 10.000 TJ. Da diese Menge nur der Hälfte des bei der Vergärung frei werdenden Energieertrages entspricht, kann man von Ressourcenschonung sprechen, weil für die Nutzung des Koppelproduktes Luft nicht mehr Energie benötigt wird, als durch die Vergärung erzielt wurde. Vom Energiegewinn bei der Vergärung in der Höhe von 22.000 TJ sind noch Energiemengen zu berücksichtigen, die zur Trocknung der Gärrückstände und auch für das Verfahren der Vergärung selbst bereitgestellt werden.

Das Ziel 3 – Deponieraumschonung und das Ziel 5 – nachsorgefreie Deponie ist erfüllt.

Dazu bemerkt Prof. Gerzabek, Departement Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur Wien folgendes [Gerzabek, 2003]:

„Im Sinne einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung entsprechen die getroffenen Annahmen einem "Katastrophenszenario". Alle derzeit im Bereich der Landwirtschaft laufenden Anstrengungen auf nationaler und EU-Ebene zielen darauf ab, Kreislaufwirtschaft zu fördern und die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion immer weiter zu verbessern. Dieses Szenario ist gut geeignet aufzuzeigen, wie leicht eine verkürzte Betrachtung aus einem bestimmten Blickpunkt (hier Stickstoffhaushalt) zu falschen Schlussfolgerungen führen kann: das Argument der Energiegewinnung und Zielerreichung in allen Punkten des AWG wird durch die negative Auswirkungen auf die Bodenqualität in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht (Zerstörung der Produktionsfunktion der landwirtschaftlichen Böden durch Humusabbau, Entkoppelung der Nährstoffkreisläufe) sofort entkräftet. Wenn Stickstoff abgekoppelt von der organischen Substanz oder anderen Nähr- und Schadstoffen betrachtet wird, verbieten sich Schlussfolgerungen ausserhalb des AWG, z.B. für die Landwirtschaft, weil dort andere Wirkzusammenhänge herrschen, die dafür einbezogen werden müssten.“

8.7.3 Szenario „getrennte Sammlung von Fäkalien aus dem Privaten Haushalt“

Der Stickstoff aus dem Abwasser geht in Abwasserreinigungsanlagen als Ressource durch

Nitrifikation und Denitrifikation verloren, um die Gewässer möglichst wenig zu belasten. Stickstoff wird mit hohem, energetischen Aufwand über das Haber-Bosch-Verfahren in das Ernährungssystem eingebracht um wiederum mit hohem Aufwand in ARA's aus dem Ernährungssystem ausgeschleußt zu werden. Hinsichtlich der Ressourcenschonung ist diese Handlungsweise nicht als nachhaltig zu beurteilen.

Mit dem Szenario Sammlung von Fäkalien im Privaten Haushalt soll abgeschätzt werden, wie hoch das Ressourcenpotential in den Abwässern des Privathaushaltes ist und welche Auswirkungen auf die Abwasserwirtschaft aber auch auf die Landwirtschaft zu erwarten wären.

Rund 36.000 t (4,4 kg/E.a) Stickstoff befinden sich im Abwasser der Privaten Haushalt. 70 % davon werden über die Kanalisation gesammelt und in Abwasserreinigungsanlagen geleitet, mit dem Ziel den Stickstoff aus dem Abwasser zu entfernen. 70 % des Stickstoffs sind laut der 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunale Abwässer in Anlagen >5.000 EW aus dem Abwasser zu eliminieren. Der Großteil des Stickstoffs wird danach in die Luft emittiert.

Die Stickstofffracht in häuslichen Abwässern stammt zu 90 % aus dem Urin [Zessner, 1998]. Durch getrennte Sammlung häuslicher Fäkalien in NO-MIX Toiletten können die Nährstoffe in einer sehr reinen Form erhalten und einer Verwertung zugeführt werden. [<http://www.nova-qualis.eawag.ch>]. In China, Afrika aber auch Schweden sind diese Toiletten Bestandteil des täglichen Lebens.

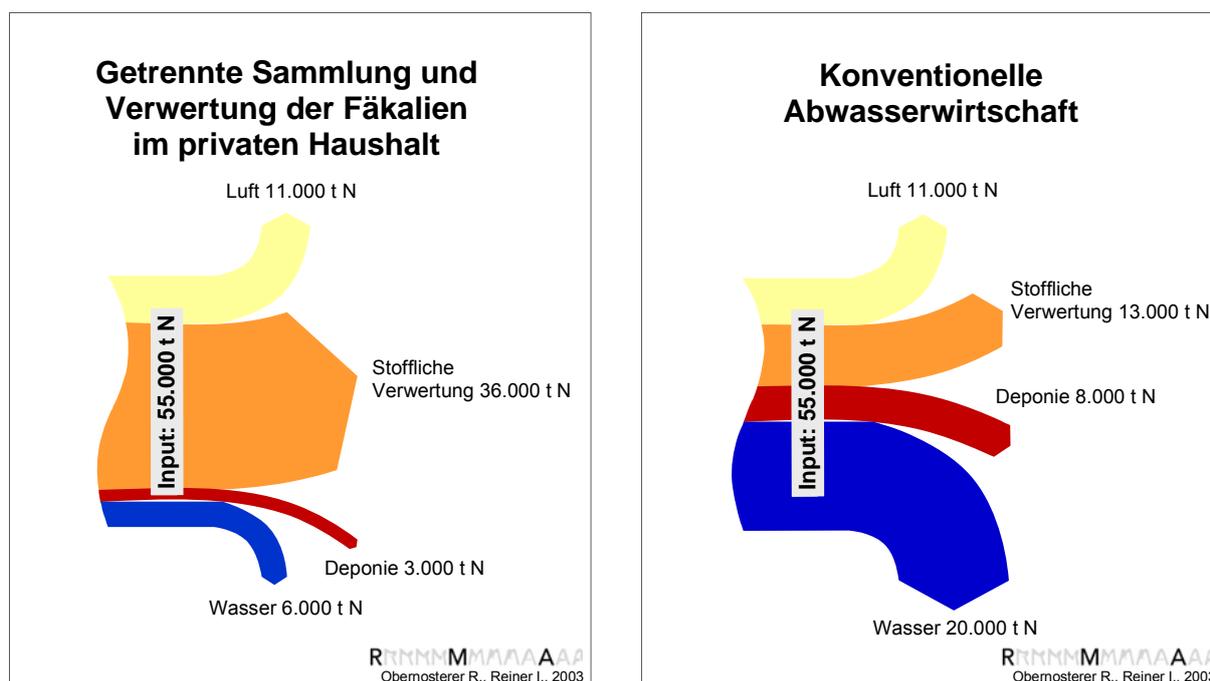


Abbildung 8-36: Vergleich des Stickstoffverbleibs der aktuellen Abwasserbewirtschaftung mit dem Szenario „getrennte Sammlung und Verwertung der Fäkalien in den Privathaushalten“

Auswirkungen auf die Zielerfüllung laut AWG

Alle Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes könnten hinsichtlich der Stickstoffbewirtschaftung durch die getrennte Sammlung und Verwertung von Fäkalien in den Privathaushalten erfüllt werden.

Durch die geringere Stickstofffrachten, die in die Abwasserreinigungsanlagen gelangen, sind auch die Frachten in gereinigten Kläranlagenabläufen geringer. Dies entspricht dem Ziel 1 – Schutz der Umwelt.

Der Nährstoffnutzungsgrad der getrennt gesammelten Fäkalien ist höher, da keine Vermischung mit Schadstofffrachten aus diffusen Quellen oder Industriebetrieben gegeben ist. Das Ressourcenpotential der gesamten Stickstofffracht im Abwasser des Privathaushaltes liegt in der Höhe von rund 28 % des eingesetzten Mineraldüngers. Ressourcenpotential in der Höhe von 1.500 TJ, das derzeit noch in die Luft, den Boden und das Wasser emittiert wird. Dies entspricht dem Ziel 3 – Schonung von Ressourcen.

Die Menge und die Qualität der Klärschlämme aus den Abwasserreinigungsanlagen wird sich verringern bzw. verschlechtern, da die Nährstoffliefernden und an Schwermetallfrachten armen Abwässer aus den Privaten Haushalten nicht mehr als Verdünnungspotential für diffuse oder punktförmige Schadstoffquellen zur Verfügung stehen. Die Klärschlämme schlechter Qualität sind dann in einer Müllverbrennungsanlage thermisch zu behandeln. Dies entspricht dem Ziel 3 Schonung von Deponievolumen und dem Ziel 5 – nachsorgefreie Deponie. Die Abwasserwirtschaft hat als Maßnahmen den Vollausbau der Kanalisation und den Einbau von Denitrifikationsanlagen angestrebt. Durch die Umsetzung dieser Maßnahmen erhöht sich auch der Zielerreichungsgrad der Abwasserwirtschaft.

8.8 Gestaltung des „Nährstoffhaushaltes Österreich“ - Prioritätensetzung für die zukünftige Abfallwirtschaft und die übrigen Sektoren?

Der gesellschaftliche Stellenwert der Abfallwirtschaft im anthropogenen Gesamtsystem hat in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Die Abfallwirtschaft hat als Steuerungsprozess die den Zielen des Abfallwirtschaftsgesetzes entsprechende Aufgabe, Abfälle so zu behandeln, dass die Restflüsse möglichst Umweltschonend und Ressourceneffizient gestaltet werden. Durch die rasante Beschleunigung von Massenflüssen und Stoffumsätzen in der Gesellschaft und das wachsende Wissen über ökosystemare Zusammenhänge sowie daraus resultierende Forderungen nach legislativer Umsetzung hat sich die Abfallwirtschaft zu einem Bereich höchster Verantwortung gegenüber Mensch und Umwelt entwickelt. Die Abfallwirtschaft ist als Schnittstelle zwischen Anthroposphäre und Umwelt zu betrachten. Die hier eingesetzten Filter müssen die höchsten Standards erfüllen.

Mit dem Instrument der Stoffflussanalyse konnten die Potentiale an Stickstoff in den Gütern der Abfallwirtschaft und der Volkswirtschaft Österreichs gezeigt werden. Es stellt sich die Frage nach dem stofflichen Stellenwert im Gesamtsystem.

Laut BAWP [BAWP, 2001], ist vor jeder Maßnahme zum Schutz des Menschen und der Umwelt wie auch zur Schonung von Energie und Rohstoffen festzustellen, wodurch die Schutzgüter am meisten gefährdet werden.

Die Stickstoffbilanz der Stickstoffwirtschaft Österreich zeigt, dass nur 8 % aller Stickstoffflüsse in die Abwasser- und Abfallwirtschaft gelangen. Lediglich 4,7 % aller Stickstoffflüsse Österreichs gelangen direkt in die Abfallwirtschaft. Von diesen 70.000 t Stickstoff werden bereits 50 % stofflich verwertet. Weitere Diskussionen das Potential zur Ressourcenschonung (Ziel 3) in diesem Prozess zu erhöhen sind für die aktuelle Abfallsituation wenig effizient. Die Aufgabe der Abfallwirtschaft im Bereich Stickstoff liegt darin, die restlichen Stickstoffflüsse in

Abfällen so zu behandeln, dass sie möglichst umweltschonend (Ziel 1) aus dem anthropogenen Stoffhaushalt ausgeschleust werden. Beispielsweise ist dies bei der thermischen Verwertung von Abfällen der Fall, wenn Entstickungsanlagen die Stickoxide in molekulare Form umwandeln und umweltneutral emittieren. Dies geschieht heute bereits durch den hohen Standard von Müllverbrennungsanlagen.

Schutzgut Hydrosphäre

Das größere Potential zur ressourcen- und umweltschonenden Gestaltung des Stickstoffhaushaltes liegt außerhalb der Abfallwirtschaft. Die Stickstofffrachten, die aus Böden der land- und forstwirtschaftlichen Produktion durch Erosion und Auswaschung in die Hydrosphäre verloren gehen sind mit 77.000 t (9,5 kg/E.a) Stickstoff mehr als 3,5 mal höher als die Stickstofffrachten, die aus der Abfall- und Abwasserwirtschaft in die Hydrosphäre gelangen. Maßnahmen zum Schutz der Hydrosphäre sind effizienter im Bereich Landwirtschaft zu treffen, denn 50 % der Emissionen in die Hydrosphäre stammen aus diesem Bereich.

Schutzgut Luft

Die Stickstofffrachten, die aus dem Versorgungs- und Konsumsektor in die Luft emittiert werden sind 7,7-mal höher, als jene Stickstofffrachten aus der Abfall- und Abwasserwirtschaft. Hier liegt Potential im Bereich der verwendeten Energieträger, aber auch im Bereich der Land- und Forstwirtschaft.

Folgende Maßnahmen werden zusätzlich zum „Filter Abfallwirtschaft“ für eine nachhaltige und zukunftsfähige Ressourcenbewirtschaftung vorgeschlagen:

Koppelprodukte

Die Stoffbilanz hat gezeigt, dass auch Koppelprodukte einen hohes Nährstoffpotential aufweisen und die Abfallwirtschaft Kenntnis über Art und Menge dieser Güter haben sollte.

Landwirtschaft

Die Landwirtschaft hat eine wichtige Filterfunktion zwischen Antroposphäre und Umwelt (ähnlich wie die Abfallwirtschaft). Sie ist der Verursacher der größten Stickstoffflüsse im Gesamtsystem, indem sie die Ressource Stickstoff aus der Umwelt nutzbar und in Form von landwirtschaftlichen Produkten für die Antroposphäre verfügbar macht. Das größte Potential die Ziele des AWGs zu erreichen hätte die Landwirtschaft – läge sie in deren Einflussbereich. Das ist aber nicht der Fall, denn die wichtigsten Stickstoffflüsse der Landwirtschaft, die Wirtschaftsdünger und die Ernterückstände, sind nicht Teil der Abfallwirtschaft. Die Auswirkungen von Maßnahmen in Bezug auf Umweltschutz und Ressourcenschonung im Bereich der Landwirtschaft, z.B. der verstärkte Anbau von Energiepflanzen sollten immer im Vorhinein mittels Stoffbilanzen abgeschätzt werden.

Wirkungsbereiche des Abfallwirtschaftsgesetzes

Der vorliegenden Arbeit wurde ein Bild über den Verlauf der Nährstoffflüsse im Jahr 2001 gezeichnet. Die wichtigsten Güter und deren Transformations- und/oder Lagerprozesse wurden identifiziert. Es hat sich gezeigt, dass wesentliche Stickstoffflüsse gar nicht von der Abfallwirtschaft erfasst werden und dass dadurch das AWG mit seinen Zielen und Grundsätzen nicht im Einflussbereich dieser stickstoffhaltigen Güter liegt. Die Abfallwirtschaft hat keine Handhabe, Güter- und Stoffflüsse außerhalb der Abfallwirtschaft so zu steuern, dass die Ziele des AWG erfüllt werden. Im Sinne der Nachhaltigkeit werden, wenn auch nicht wortwörtlich die Ziele des AWGs für die gesamte Volkswirtschaft gefordert. In Zukunft sollten Stoffflüsse volkswirtschaftlich betrachtet werden und Maßnahmen zur Zielerreichen sowohl in der Abfallwirtschaft als auch außerhalb der Abfallwirtschaft gesetzt werden. Ein Monitoring und eine Erfolgskontrolle sollten ebenfalls immer am Gesamtsystem geführt werden.

Datenerhebung

Mindestinformationen der Fachverbände nach einheitlichem Schema. Die „besten“ im Sinne von verlässlichsten wirtschaftsbezogenen Daten sind Insiderdaten von betriebsinternen Mitarbeitern. Jährlich werden zahlreiche Broschüren mit Betriebsergebnissen von Fachverbänden und/oder Einzelbetrieben veröffentlicht. Eine Erweiterung um ein standardisiertes Datenblatt, das Auskunft über Rohstoffeinsatz und Herkunft, Produktionsmengen und Absatzländer bezogen auf die Produktpalette, sowie anfallende Abwasser- und Abfallmengen und Abfallzusammensetzung enthält wäre mit wenig bis geringem Mehraufwand von Seiten der veröffentlichenden Stellen verbunden. Für die Erstellung von Stoffbilanzen wäre diese Art standardisierter Information eine wesentliche Hilfestellung.

Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten sind ein gutes Hilfsmittel um Transformationen von Stoffflüssen in einem Prozess rasch abschätzen zu können. Transferkoeffizienten sind in der Industrie anprobierbares Hilfsmittel und für viele Prozesse bekannt. Ein Beispiel aus der AWS sind die Müllverbrennungsanlagen, die mittels Transferkoeffizienten aussagekräftig beschrieben werden können. Für die Stickstoffwirtschaft sollten die wichtigsten Prozesse identifiziert und mittels Transferkoeffizienten beschrieben werden. Dadurch lassen sich Veränderungen im Output durch potentielle Veränderungen im Input gut abschätzen und durch wenige gezielte Messungen auch kostengünstig berechnen

Stoffbilanzen

Die Methodik der Stoffflussanalyse liefert ein zuverlässiges Bild über die Güter- und Stoffflüsse eines gewählten Systems. Damit ist eine solide Basis zur Abschätzung von Auswirkungen beabsichtigter Maßnahmen vorhanden. Es wird daher empfohlen, zumindest Maßnahmen, die legislativ vorgeschrieben werden sollen, im Vorhinein auf ihre Auswirkungen überprüfen zu lassen. Beispiel: Auswirkungen des Anbaus von Pflanzen zur Produktion von Biotreibstoffen oder zur Energiebereitstellung in Bezug auf Umweltschutz und Ressourcenschonung. Hervorzuheben ist, dass immer nach derselben Methode vorzugehen ist um eine Vergleichbarkeit von Systemen zu erreichen.

9 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Methode der Stoffbilanzierung kann als Instrument zur Beurteilung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen eingesetzt werden. Die Ergebnisse einer Stoffbilanz stellen bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen eine Unterstützung im Entscheidungsablauf dar. Die Empfehlungen, die auf Basis einer einzelnen Stoffbilanz abgeleitet wurden können dabei nicht allein ausschlaggebend sein, sollten aber zukünftig als eine wichtige Entscheidungshilfe in den Prozess eingebunden werden. Das bedeutet, dass auf Basis der vorliegenden Stickstoffbilanz Maßnahmen getroffen werden können, die die Bewirtschaftung von Stickstoff betreffen und für Stickstoff sinnvoll sind ohne auf andere Stoffe oder die Wirkung der Güter einzugehen. Für konkrete Maßnahmen, zum Beispiel die landwirtschaftliche Praxis betreffend, sind die Ergebnisse der Stoffbilanzen ein Argument unter weiteren, die ebenfalls Berücksichtigung finden müssen.

Beitrag der Abfallwirtschaft zur Stickstoffwirtschaft Österreich

Die Ergebnisse der Stickstoffbilanz bestätigen die These, dass zur Evaluation der Abfallwirtschaft das Gesamtsystem „Nährstoffhaushalt Österreich“ zu betrachten ist. Durch die Gegenüberstellung der Stickstoffflüsse der Abfall- und Abwasserwirtschaft mit den restlichen Sektoren konnte der Beitrag der Abfall- und Abwasserwirtschaft zum gesamten Stickstoffhaushalt Österreichs gezeigt werden.

Bezogen auf die gesamte Stickstoffmenge, die in Österreich eingesetzt wird, gelangen nur 9 % in die Abfall- und Abwasserwirtschaft, bzw. nur 5 % in die Abfallwirtschaft alleine.

Bezieht man die Menge, die in die Abfall- und Abwasserwirtschaft gelangt auf die Summe jener Güter, die in die Abfallwirtschaft oder in die Umwelt eingetragen werden, so beträgt ihr Anteil 20 %. Umgekehrt ausgedrückt bedeutet dies, dass 80 % des Gesamt-Stickstoffoutputs der Versorgung (ohne Export- und Konsumgüter) die Versorgung verlassen, ohne die Abfall- und Abwasserwirtschaft und damit zugleich ihre gesetzliche Handhabe, zu berühren.

Für Zink ist die Abfall- und Abwasserwirtschaft in Ihrer Filterfunktion 5 mal wichtiger als für Stickstoff. $\frac{1}{4}$ aller Zinkflüsse gelangen in ihren Einflussbereich. Die Verknüpfung der Zink mit der Stickstoffbilanz zeigt, dass sich die größten Flüsse dieser beiden Bilanzen kaum überschneiden. Dies bedeutet, dass eine Änderung der Nährstoffflüsse die wesentlichen Zinkflüsse nicht verändert.

Die Potentiale an Stickstoff in den anderen Gütern

Auf Basis der Ergebnisse aller Stickstoffflüsse und Lager können die Potentiale gegenübergestellt und darauf aufbauend Prioritäten abgeleitet werden. Die Landwirtschaftlich bedingten Güter und die Energieträger sind hauptverantwortlich für die Stickstoffflüsse innerhalb Österreich. Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft und der Energieversorgung enthalten ein Optimierungspotential von 86 % aller Stickstofffrachten in die Luft.

Das Potential Stickstoffflüsse in die Luft zu reduzieren ist aufgrund der Größe der Flüsse aus der Versorgung acht mal höher als das der Flüsse in die Luft aus Abfallwirtschaft.

Die jährlichen Stickstoffverluste im System Österreich sind hoch. Sie betragen 39 % vom Gesamtinput. Damit beschränkt sich das Potential an Stickstoff zur weiteren Verwendung auf weniger als $\frac{2}{3}$ des Gesamtumsatzes. 37 % wird in Form von stickstoffhaltigen Produkten

aus Österreich exportiert. Rund 1/4 verbleibt in Form von im Kreis laufenden Koppelprodukten und Lagerzuwächsen im Inland.

Stickstoffhaltige Harze und Mineraldüngerexporte machen mehr als 80 % der Exportgüter aus. Die Stickstofffracht in den Harzen dominiert die Holzverarbeitung. In 1 % der Inputgüter der Holzverarbeitung befinden sich 66 % der Stickstofffracht.

Das Potential an Stickstoff in den einzelnen Gütern zeigt, dass die Landwirtschaft eine wichtige Filterfunktion zwischen Antroposphäre und Umwelt hat (ähnlich wie die Abfallwirtschaft). Die Stoffbilanz hat gezeigt, dass auch Koppelprodukte ein hohes Nährstoffpotential aufweisen und die Abfallwirtschaft Kenntnis über Art und Menge dieser Güter haben sollte.

Das Ressourcenpotential der gesamten Stickstofffracht im Abwasser des Privathaushaltes ist hoch. Es liegt in der Höhe von rund 28 % des eingesetzten Mineraldüngers.

Zielerreichung laut AWG

Die Ziele der Abfallwirtschaft sind primär stofflich definiert. Um die Frage zu beantworten, in wie weit der gesamte „Nährstoffhaushalt Österreichs“, also nicht die Abfallwirtschaft alleine den Zielen des AWG entspricht, musste dieses System ebenfalls auf stofflicher Ebene untersucht werden. Als Indikatorelemente dienen Stickstoff und Zink.

Die Abfallwirtschaft lenkt nahezu 82 % der von ihr zu behandelnden Stickstoffflüsse in geeignete Anlagen. Die Ziele der Abfallwirtschaft werden in jenen Anlagen bereits erreicht, die über eine Entstickungsanlage verfügen bzw. werden die Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes hinsichtlich der stofflichen Verwertung von Komposten und Klärschlämmen dann erfüllt, wenn diese bedarfsgerecht und gesetzeskonform verwertet werden. Bei einer vollständigen thermischen Verwertung jener Mengen, die heute noch deponiert werden (Stichwort neue Deponieverordnung) werden 95 % der zu behandelnden Stickstoffflüsse in eine geeignete letzte Senke überführt. Daraus wird ersichtlich, dass das Potential für Maßnahmen zur besseren Zielerreichung in der Abfallwirtschaft beinahe ausgereizt ist. Wesentliche Voraussetzung für diese Schlussfolgerung ist, dass alle Anlagen der thermischen Verwertung von Abfällen mit Entstickungsanlagen versehen sind.

Die Abfallwirtschaft kann ihre Filterfunktion nur für 5 % der gesamten Inputflüsse wahrnehmen. Die Möglichkeiten die Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes zu erreichen, sind in Prozessen außerhalb der Abfallwirtschaft größer als innerhalb. Nach § 1 AWG sind die nachteiligen Einwirkungen auf Mensch und Umwelt so gering wie möglich zu halten. Obwohl wichtige Prioritäten außerhalb der Abfallwirtschaft erkannt wurden, sind demnach auch Verbesserungen innerhalb der AWS laufend zu setzen, da der Passus „so gering wie möglich“ keinen 100% Vorgabewert entspricht.

Mit Hilfe der Stoffflussanalyse kann der Lagerzuwachs in verschiedenen Prozessen abgeschätzt werden. Im Sinne der Früherkennung ist anzumerken, dass das Stickstofflager im landwirtschaftlichen Boden langfristig nicht zunimmt. Mittelfristig kann dieses Lager in die Hydrosphäre ausgewaschen werden, wo es zur Eutrophierung beitragen oder in die Atmosphäre emittieren wird. Dies entspricht nicht den Zielen des Abfallwirtschaftsgesetzes.

Sollen die Stickstoffhaltigen Abfälle als Ressource genutzt werden, so ist die Schadstofffrage zu diskutieren. In der vorliegenden Arbeit stand das Abbilden der Stickstoffflüsse im Vordergrund. Als Beispiel der methodischen Vorgehensweise wurde die Stickstoffbilanz mit einer Zinkbilanz verknüpft. Würde die Abfallwirtschaft stickstoffhaltige Abfälle anders bewirtschaf-

ten als heute verändern sich die großen Zinkflüsse nicht. Auf regionaler Ebene können aber sehr wohl negative Umweltauswirkungen und damit eine Verfehlung der Ziele auftreten.

Maßnahmen innerhalb und außerhalb der Abfallwirtschaft

Die gewählte Methodik eignet sich, um die Wirkung von Maßnahmen (ausschließlich den betrachteten Stoff Stickstoff betreffend) auf das Gesamtsystem abzuschätzen. Mit Hilfe von Szenarien konnte gezeigt werden, wie sich das System nach dem Setzen einer Maßnahme verändert und wie heftig es auf die Maßnahme reagiert. Es wurden Szenarien entwickelt, die dahingehend untersucht wurden, wie sehr sie die Zielerreichung des AWG beeinflussen.

Die Maßnahmen mit der höchsten Effizienz sind aufgrund der Größe der Stofffrachten im Bereich der Energieträger und der Landwirtschaft zu setzen.

Durch die Vergärung und thermische Verwertung von Koppelprodukten aus Land- und Forstwirtschaft sowie durch Optimierung der landwirtschaftlichen Praxis können fossile Energieträger eingespart werden, Stickstoffressourcen geschont und Verluste in die Umwelt reduziert werden.

Die stoffliche Verwertung von Kompost und Klärschlamm ist aus Sicht der Ressourcenschonung sinnvoll, der potentielle Eintrag von Schadstoffen kann aber dem Umweltschutzziel des AWG auf regionaler Ebene widersprechen. Maßnahmen in diesem Bereich müssen immer in einem regionalen Kontext überlegt werden.

Die Hauptemittenten von Stickstoff (ohne Verbindungen zu berücksichtigen) sind die Landwirtschaft mit Flüssen in die Luft und das Wasser und die Energieträger mit Flüssen in die Luft. Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft wie z.B. das ÖPUL-Programm, die zu einer Verminderung der Stickstoffausträge in Luft und Hydrosphäre führen, sind daher sehr wichtig, um die hier vorhandenen Reduktionspotentiale auszunutzen.

Der Boden ist für Stickstoff keine geeignete letzte Senke. Obwohl das Lager im Boden im Vergleich zu den Stickstoffflüssen sehr groß ist und Stickstoff ein essentieller Nährstoff ist, kann Stickstoff aufgrund seines flexiblen Chemismus in das Wasser und die Luft entweichen und dort Belastungen hervorrufen. Der Lagerzuwachs beträgt nur 0,05 % vom Lager und ist damit gering. Obwohl der Lagerzuwachs national betrachtet gering ist, kann er regional und überregional Umweltschäden auslösen (Grundwasserauswaschung, Eutrophierung). Maßnahmen in der Landwirtschaft sind wichtig um den Eintrag von Stickstoff in den Boden, die Luft und die Hydrosphäre zu senken.

Ein Potential die Flüsse in das Wasser zu reduzieren besteht auch in der Abwasserwirtschaft, wie das Szenario Fäkalienabwasserbehandlung zeigt.

Als weitere Lageranreicherung ist der Aufbau von Stickstoffhaltigen Gütern (z.B. Harze) im Bauwesen zu sehen. Die AWS sollte diesen Bereich genau verfolgen, da diese Lager den Anteil an stickstoffhaltigen Gütern in den Baurestmassensortieranlagen der Abfallwirtschaft in Zukunft erhöhen wird. Damit sich die AWS schon rechtzeitig auf ihre Filterfunktion einstellen kann, ist das Lager zu beobachten und Abschätzung bezüglich zukünftiger Outputflüsse (Baurestmassen) zu erstellen.

Als geeignete letzte Senke wird die Luft identifiziert. Die Luft besteht aus 78 % Volumprozent Stickstoff. Molekularer Stickstoff ist sehr reaktionsträge und reagiert nur unter sehr hoher Energiezufuhr (z.B. elektrische Entladung bei Blitzen). Zu beachten ist, dass die Luft jedoch

nur für Emissionen in Form von molekularem Stickstoff (N₂) als Senke empfohlen werden kann. Technische Verfahren, wie die Denitrifikationsstufen in Abwasserreinigungsanlagen und die Entstickungsanlagen in Verbrennungsanlagen können Stickstoff in Form von molekularem Stickstoff emittieren. Ziel der Abfallwirtschaft muss daher sein, Stickstoff, der nicht Ressourcenschonend und Umweltverträglich behandelt und verwertet werden kann in die Form von molekularem Stickstoff überzuführen.

Forschungsbedarf und Datenlage

Der Bundesabfallwirtschaftsplan liefert Daten auf Güterebene. Die Ziele des AWG sind hingegen stofflich definiert. Mit der Aufnahme von Stoffbilanzen in den BAWP wird es möglich werden, die Diskussion der Zielerreichung des AWG abzubilden und stoffbezogene Soll-Szenarien zu definieren wie einzelne Stoffflüsse in Zukunft zu bewirtschaften sind um die Ziele noch besser zu erreichen. Dazu ist es notwendig auf aggregierter Ebene nach derselben Methodik und einheitlich definierten Systemen (Standardisierte Güter und Prozesse) vorzugehen.

Die vorhanden Datenlage ist ausreichend für die Erstellung einer Stickstoffbilanz auf vorliegendem Niveau. Obgleich die Bandbreiten auf Güter- und Stoffebene mitunter weit sind, hat sich gezeigt, dass der Trend der Ergebnisse und damit die wesentlichen Schlussfolgerungen gleich bleibt, unabhängig davon, ob mit den Minima-, den Maxima- oder den Mittelwert der Stoffflüsse zur Auswertung heranzieht.

Die Diskussion bezüglich Zielerreichung nach AWG zeigt auch, dass ein Behandlungsverfahren kaum alle Ziele des AWG gleichwertig erreichen kann und damit ein Abwägen der Ziele untereinander für die Zuordnung von Abfällen zu Behandlungsverfahren erfolgen muss. Eine Gewichtung der Ziele, die von der Reihung im AWG abweicht müsste dokumentiert werden.

Als wesentlicher Forschungsbedarf wird die Bewertung der Stickstoffbilanz angeregt. Es könnte die Stickstoffbilanz auf Basis der potentiell entstehenden Verbindungen in Gruppen eingeteilt werden und in den verschiedenen Bewertungskategorien (Ozonzerstörungspotential, Treibhauspotential, etc..) beurteilt werden.

Die Landwirtschaft ist einer der zwei Hauptbereiche der Stickstoffbilanz. Veränderungen an den großen Flüssen, die in der Stickstoffbilanz identifiziert wurden, z.B. der vermehrte Anbau von Energiepflanzen, sollten mithilfe der Stoffbilanz im Vorhinein abgeschätzt werden um daraus ableitbare Auswirkungen auf das Gesamtsystem im Vorhinein abzuschätzen.

Der BAWP muss periodisch eine Bestandserhebung der Abfälle durchführen. Auf Grund der geringen Stickstoffmenge, die innerhalb der AWS bewirtschaftet werden kann die periodische Erfassung des Nährstoffhaushalt Österreichs in diesen Abständen erfolgen.

Der Großteil der Schlussfolgerungen aus der provisorischen Bilanz konnte durch die Feinbilanz bestätigt werden. Die Feinbilanz zeigt darüber hinaus zusätzliche Schlussfolgerungen, die auf Basis der provisorischen Bilanz nicht getroffen werden können. Für die Einführung eines Stoffbuchhaltungssystem könnte das gewählte System auf die wesentlichen Flüsse und Güter reduziert werden. Mit der Einführung der Stoffbuchhaltung wäre eine periodische Erhebung und Überprüfung der wichtigsten Stickstoffflüsse auf sehr hoch aggregiertem Niveau kostengünstig durchzuführen. Eine Feinbilanz wäre nur in größeren Zeitabständen, z.B. alle fünf Jahre empfehlenswert.

10 Schlussfolgerungen

- Der Beitrag der Abfallwirtschaft an der Stickstoffwirtschaft ist gering.
- Für Zink ist die Abfallwirtschaft fünf mal wichtiger als für Stickstoff.
- Eine Änderung der Bewirtschaftung Stickstoffhaltiger Abfälle verändert die großen Zinkflüsse nicht (und umgekehrt).
- Die jährlichen Stickstoffverluste im System Österreich betragen knapp 40% vom Gesamtinput.
- Maßnahmen der höchsten Effizienz sind im Bereich der landwirtschaftlichen Güter und der Energieträger zu treffen.
- Die Landwirtschaft hat eine wichtigere Filterfunktion als die Abfallwirtschaft.
- Die Abfallwirtschaft erfüllt die Ziele des AWG großteils. Sie lenkt über 80 % der Stickstoffflüsse in geeignete Prozesse (Voraussetzung: Entstickungsanlagen, und bedarfsgerechte Ausbringung).
- Handlungsbedarf innerhalb der Abfallwirtschaft ist nach folgenden Prioritäten gewichtet: Flüsse in Deponien reduzieren, Entstickungsanlagen installieren, stoffliche Verwertung bedarfsgerecht orientieren.
- Damit die Abfallwirtschaft ihre Filterfunktion wahrnehmen kann, sind die zukünftigen Flüsse aus dem Lager abzuschätzen.
- Die geeignete letzte Senke von molekularem Stickstoff ist die Luft. Lagerzuwächse in Boden und Wasser sind unerwünscht und verletzen die Ziele des AWG.
- Bei Wirtschaftsweisen, die zu einem Lageraufbau führen sind die Lagerveränderungen zu beobachten. Dies betrifft insbesondere den Boden und das Wasser, gilt aber auch für Lager in der Versorgung und dem Privathaushalt.
- Der Lagerzuwachs ist in Bezug auf das Lager gering. Dennoch zeigen auch geringe Lagerzuwächse regional und überregional große Wirkung.
- Die vorhandene Datenlage ist ausreichend für die Erstellung einer Stickstoffbilanz auf vorliegendem Niveau.
- In Hinblick auf die Zielsetzung der vorliegenden Studie wird empfohlen:
 - Aufgrund des geringen Potentials der Abfallwirtschaft ist es vorstellbar, Stickstofffrachten auf dem vorliegenden, detaillierten Niveau nur in 5 jährigem Abstand zu erheben.
 - Für die periodische Erhebung der Stickstoffbilanz (Stoffbuchhaltung) der gesamten Volkswirtschaft könnte das System auf einige wesentliche Güter reduziert werden.
- Forschungsbedarf besteht auf Ebene der Verbindungsbilanzen.

11 Ausblick

Für die wichtigsten Stoffe sollten auf nationaler Ebene Stoffbilanzen erstellt werden. Der Versuch zwei Stoffbilanzen (Stickstoffbilanz mit der Zinkbilanz) mit unterschiedlichen Zielsetzungen zu verbinden zeigt anschaulich, dass bei Verwendung einer einheitlichen Methodik Verknüpfungen effizient herstellbar sind. Nicht nur die Methodik, sondern auch die Systemdefinition (Güter und Prozesse) sollte zumindest für Stoffbilanzen auf nationaler Ebene einheitlich sein, unabhängig von der Stoffauswahl. Auf detaillierterem Niveau sind die Prozess- und Güterauswahl der Fragestellung entsprechend anzupassen.

Verbindungsbilanzen, die über den Fokus der Betrachtung auf einen Stoff hinausgehen, können einen wesentlichen Schritt zum Konkretisieren und Umsetzen von Maßnahmen setzen. Gerade bei einem Stoff wie Stickstoff, der als Hauptnährstoff lebensnotwendig, ist, aber genauso als wichtiger Schadstoff bekannt ist, wäre eine Differenzierung wünschenswert.

Aufbauend auf der Darstellung der Stickstoffflüsse sollte im BAWP ein Vorschlag gemacht werden, in der Volkswirtschaft ein Instrument zur Ressourcenbewirtschaftung zu verankern. In diesem Prozess wäre die Abfallwirtschaft ein Kernakteur unter vielen um den Stickstoffhaushalt Österreichs nachhaltig zu gestalten.

12 Literaturverzeichnis

- Amlinger, F., Peyr S., Geszti J., 2001, Compost Management in Austria, Presentation held at the Biowaste Conference 15-17 May 2001, St. Pölten/Wien in Bioabfallbewirtschaftung Tirol.
- Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2002, Effizienzkontrolle des Konzeptes für die landwirtschaftliche Sautrankverwertung in Vorarlberg. http://www.vlr.gv.at/vorarlberg/umwelt_zukunft/umwelt/abfallwirtschaft/start.htm
- Anderl M., Hrabal A., Lichtblau G., Ortner R., Poupa S., Radunsky, K., Ritter M., Wappel D., Wieser M., 2002, Bestandsaufnahme der Emissionen versauernder und eutrophierender Schadstoffe sowie der Ozonvorläufersubstanzen von 1990 bis 2001. UBA BE-218, Umweltbundesamt, Wien.
- Angerer T., Grech H., Hanauer J., Rolland C., 2001, Erfassung biogener Abfallmengen aus dem Gewerbe und der Lebensmittelindustrie in Wien, Umweltbundesamt GesmbH, Wien.
- Austropapier, 2003, <http://www.austropapier.at/>
- Baccini P., Brunner, P.H., 1991, The Metabolism of the Anthroposphere, Springer.
- Baier, D., Soyez, K., 1999, Abbauverhalten ausgewählter Schadstoffe in Althölzern. Unveröffentlichter Forschungsbericht. Universität Potsdam, www.gts-oekotech.de/docs/dekontamination_altholz.pdf
- Benke G., 2003, Energieflussbild Österreich, Energieverwertungsagentur, Wien.
- Bergbäck, B., Johansson, K., Mohlander, U.: 2001, Urban Metal Flows – a case study of Stockholm. Water, air and soil pollution: Focus 1: 3-24.
- BFL, 2001, Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, BA und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Bodenwirtschaft, Wien.
- Blume H.P., 1992, Handbuch des Bodenschutzes: Bodenökologie und Belastung, vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen, 2. Auflage, ecomed, Landsberg/Lech.
- BMLFUW, 2001, Bundesabfallwirtschaftsplan - Bundesabfallbericht 2001, Wien.
- BMLFUW a, 2002, Nachhaltige Waldwirtschaft in Österreich Österreichischer Waldbericht 2001. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- BMLFUW, 1999, Gewässerschutzbericht 1999, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- BMLFUW, 2002, Grüner Bericht 2001, Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 2001, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien. <http://www.gruener-bericht.at/>
- BMLFUW, 2003, Gewässerschutzbericht 2002, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- Bossel, H, 1990, Umweltwissen, Springer Verlag, Berlin.
- Brunner P.H., Daxbeck H., Döberl G., Eder M., Fehring R., Huber R., Lampert C., Obernosterer R., Rechberger H, Schachermayer E., 2000, „Untersuchungen über die Möglichkeiten der Ausrichtung der Abfallwirtschaft nach stofflichen Gesichtspunkten“-ABASG, Österreichischen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW).
- Brunner, P. H., Döberl, G., Eder, M., Frühwirth, W., Huber, R., Hutterer, H., Pierrard, R., Schönback, W. & Wöginger, H. (2001): Bewertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen mit dem Ziel der nachsorgefreien Deponie (BEWEND). Umweltbundesamt (ed.), Monographien, Band 149, Wien.

- Brunner P.H., Stämpfli D., 1989, Entsorgung von Baurestmassen, Stoffflussanalyse einer Sortieranlage für Bausperrgut, Eidgenössische Technische Hochschule, EAWAG, Projekt 30-1127, Zürich, Schweiz.
- Bultidis, 2003, Produktionstechnologie der Agro Linz, persönliche Information am 30.4.2003.
- Bundesabfallwirtschaftsplan Bundesabfallbericht 2001, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen, 2001, Pflegevorsorge in Österreich
- Coutalides, R., Fischer, K. und Ganz, R., Produkt und Ökopprofil von Metaldächern. www.wohngift.ch. Zürich. 14.2.2002.
- Daxbeck, H., Reisenberger M., Kampl E., 2003, Güterhaushalt Österreich, Ressourcen Management Agentur, Wien.
- Daxbeck, H., Lampert, C., Morf, L., Obernosterer, R., Rechberger, H., Reiner, I., Brunner, P.H.: 1996, Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien, Institut für Wassergüter und Stoffhaushalt, Technische Universität Wien, Wien.
- Daxbeck H., Schönbauer A., Brunner P., 1998, MACHBARKEITSSTUDIE NATIONALE STOFFBUCHHALTUNG ZINK, Monographien, Band 107, TU Wien, Inst. f. Wassergüte und Abfallwirtschaft, UBA, Wien.
- Dietrich R, Dankl, C, 1999, Effizienzkontrolle für die landwirtschaftliche Sautrankverwertung in Vorarlberg, ÖVAF, Arbeitsgruppe Raumplanung, Bregenz.
- Domenig M., 2001, Nicht gefährliche Abfälle in Österreich, Materialien zum Bundesabfallwirtschaftsplan 2001, Monographien Band 140 M-140, Umweltbundesamt, Klagenfurt.
- Döberl G., Huber R., Fellner J., Cencic, O., Brunner P.H., 2002, Neue Strategien zur Nachsorge von Deponien zur Sanierung von Altlasten, Inst. für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abt. Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Eder, M., Obernosterer R., Brunner P.H., Daxbeck H., Döberl G., Fehring R., Huber R., Lampert C., Rechberger H., Schachermayer E., 2001, Untersuchungen über die Möglichkeiten der Ausrichtung der Abfallwirtschaft nach stofflichen Gesichtspunkten, Endbericht-Begleitband, Grundlagen ABASG, BMLFUW, Wien.
- Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2002, <http://www.holzindustrie.at/pics/downloads/saege.pdf>
- Faist, M., 2000, Ressourceneffizienz in der Aktivität Ernähren. Akteurbezogene Stoffflussanalyse. Dissertation Nr. 13884, ETH Zürich.
- Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau, 1993, Landwirtschaftsverlag Münster, Agrar Verlagsunion, Münster Hilstrup.
- Fehring R., Frühwirth W. und Stark W., 2003, Branchenbezogener Behandlungsbedarf von Abfällen gemäß der Deponieverordnung, BMLFUW. Wien.
- Fehring R., Brunner, P.H., Baumann H., 1997, Kunststoffflüsse und Möglichkeiten der Kunststoffverwertung in Österreich, Umweltbundesamt, Wien.
- Fehring R.; Rechberger, H.; Pesonen, H.-L.; Brunner, P. H. (1997) "Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien der thermischen Verwertung von Abfällen in Österreich" (ASTRA), Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien.
- FPP, 2002, Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier. <http://www.fpp.at/>
- Frau Mag. Novak, Österreichisches Kunststoffinstitut, telefonische Auskunft, vorsichtige Schätzung, Woche 14, 2003.
- Freyer, B., Eder M., Schneeberger, W., Darnhofer, I., Kirner, L., 2001. Der biologische Landbau in Österreich – Entwicklungen und Perspektiven, Agrarwirtschaft 50 (2001), Heft 7.
- Gager, M., 2003, Emissionen Österreichischer Grossfeuerungsanlagen 1990-2002, BE 230, Umweltbundesamt, Wien.
- Gerzabek, M., 2003, Mitteilung per email am 12.3.2003 über Frau Dr. Strebl.

- Gerzabek, M., 2003/1 Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Martin H. Gerzabek, Departement Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur, Mitteilung über Frau Dr. Strebl per email am 12.12.2003.
- Graggaber, M., Kendlner, F. (2000): Aufkommen und Abfallverringerungsmaßnahmen in der Gastronomie.. Wiener Mitteilungen, Band 163.
- Graggaber, M., Längert-Mühlegger, H., Salhofer, S. (2000): Potenziale und Maßnahmen zur Abfallverringerung in Bildungswesen und der Gastronomie.. Schriftenreihe Beiträge zum Umweltschutz Heft 62/2000, Hsg. Stadt Wien / Magistratsabteilung 22 - Umweltschutz, Wien.
- Gras B., 2002, Schadstoffe in Altholz, Hamburger Umweltberichte, 62/02, Hamburg. fhh.hamburg.de/.../hygiene-umwelt/umwelt/abfall/berichte/schadstoffe-altholz-pdf, property=source.pdf
- Haberl H., Krausmann F., Erb K.H., Schulz, N., Adensam H., 2002, Biomasseinsatz und Landnutzung – Österreich 1995-2020, Social Ecology Working Paper 65, IFF, Wien.. http://www.iff.ac.at/socec/pubs/publsuche_results.php.
- Handler, F., Wörgetter M., Rathbauer J., Prankl, H., 2003, Nachwachsende Rohstoffe in Österreich, Bundesamt für Landtechnik, Wieselburg.
- Hangler, DI Johannes, 2002, BMLFUW, Abt. IV/1, persönliches Gespräch am 25.11.2002.
- Hausberger, S., 2003, N₂O aus mobilen Quellen, ACCC-Workshop „N₂O und das Kyoto-Ziel“, <http://www.accc.gv.at/pdf/no-hausberger.pdf> last update:02.12.2003.
- Hedbrant J., Sörme L., 2001, Data vagueness and uncertainties in urban heavy-metal data collection, water, air and soil pollution: Focus 1, p. 43-53, Kluwer academic publishers.
- International Lead and Zink Study Group, Zink and lead Statistics. www.ilzsg.org 24.4.2002
- Kaas T., 1994, Stickstoffbilanz des Kremstales, Institut für Abfallwirtschaft und Wassergüte, Abt. Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Kroiss H., Zeßner M., Deutsch K., Kreuzinger N., Schaar W., 1998, Nährstoffbilanzen der Donauanrainerstaaten, Erhebung für Österreich, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Kümmel, G, 2001, Rekultivierungsmaterial aus Kompostier- und Vererdungsprozessen im Landschafts-, Berg- und Strassenbau – Bedarfserhebung für Österreich, Diplomarbeit, Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik, Montanuniversität Leoben
- Lampert, Ch., Stark, W., Kernbeis, R., Brunner, P.H., 1997, "Stoffflußanalyse der beiden Regionen 'Gresten' und 'Grafenwörth' (NÖ-KS-R)", TU-Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, A-1040 Wien.
- Lampert, C., 2001, Entscheidungshilfen für die Bewirtschaftung biogener Materialien nach ressourcenschonenden und umweltverträglichen Aspekten. Dissertation. Institut für Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Lampert C., Brunner, P.H., Diebold W., 2000, Ressourcenschonende und umweltverträgliche regionale Nutzung biogener Materialien. Entwurf eines regionalen Bewirtschaftungskonzept. Amt der Steiermärkischen Landesregierung.
- Lucke I., 2002, Biogas - Die regenerative Energie der Zukunft ? Diplomarbeit, Hochschule Vechta, Fachbereich Umweltwissenschaften, Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten.
- Lunzer H., 1998, Hausmülldeponien in Österreich, Wien, November 1998. (Berichte, BE-130), Umweltbundesamt, Wien.
- Morf, L., 2003, persönliche Information, Telefonat am 10.12.2003, Dr. Morf, Fa. Geopartner, Zürich.
- Mösslinger, J.: 1998, Stadtstrukturbezogene Analyse des Güter- und Stoffhaushaltes der Stadt Wien – Ein Beitrag zur Entwicklung eines Ressourcenkatasters. Institut für Wassergüter und Stoffhaushalt, Technische Universität Wien, Wien.
- Müller, D., 2003, Abteilung Altlasten, Umweltbundesamt Wien, schriftliche Auskunft.

- Njegic, M. (2001): Stickstoffflüsse in der Landwirtschaft Österreichs. Diplomarbeit an der Universität f. Bodenkultur, Wien.
- Obernosterer, R., Brunner, P.H., Daxbeck, H., Gagan, T., Glenck, E., Hendriks, C., Morf, L., Paumann, R., Reiner, I.: 1998, Urban Metabolism - The City of Vienna. MacTempo Case study Report 1, Institut für Wassergüter und Stoffhaushalt, Technische Universität Wien, Wien.
- Orthofer, R., Gebetsroither, E., Strebl, F., Njegic, M., Gerzabek, M., 2001, Dynamische Modellierung der Stickstoffflüsse in Österreich. Innovation Lab - Endbericht Phase 1: N-Haushalt der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Interner Bericht, ARC Seibersdorf Research GmbH.
- ÖSTAT, 1995, Systematik der Wirtschaftstätigkeiten – ÖNACE 1995, Österreichisches Statistisches Zentralamt.
- Payer H., Hüttler W., Schandl H., 1996, Materialflussrechnung Österreich, Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung, IFF, Schriftenreihe des BMUJF, Band 1, Wien.
- Perz, K., 2001, Aufkommen, Verwertung und Behandlung von Abfällen in Österreich, Materialien zum Bundesabfallwirtschaftsplan 2001, Monographien Band 138, Umweltbundesamt, Klagenfurt.
- Prem, DI Johannes, 2002, BMLFUW, Abt. IV/1, persönliches Gespräch am 4.12.2002.
- Radunsky, K., Wieser M., Poupa, S., Anderl, M., Lichtblau, G., Ortner, R., Hrabal, A., Wappel, D., Weiss, P., 2003, AUSTRIA'S NATIONAL INVENTORY REPORT 2003, Submission under the United Nations Framework, Convention on Climate Change 2003, UBA-BE 225, Umweltbundesamt, Wien.
- Reiner I., Lampert C., Piterkova M., 1996, Stoffbilanzen landwirtschaftlicher Böden von ausgewählten Betriebstypen bei Verwendung von Kompost und Klärschlamm. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Reiner I., Stickstoffbilanz des landwirtschaftlichen Betriebes, 1995, Diplomarbeit, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft. TU Wien.
- Richter, J., 1993, Biogasanlage Wittmund – Chancen großtechnischer Anlagern, Erneuerbare Energie 4/1993.
- Rutherford Zink, Aluminium, Blei. www.uniterria.de/rutherford/ele029.htm
- Scheffer F., Schachtschabel P. et al., 1992, Lehrbuch der Bodenkunde, 13. Auflage, Enke, Stuttgart.
- Schönbauer A., Reiner I., Glenk E., Smidt E., Obernosterer R., Schachermayer E., Rechberger H., Fehringer R., Daxbeck H., Stark W., Brunner P.H. (1997), Zukünftige Anforderungen an die Abfallwirtschaft in der Steiermark für den Übergang zu einer nachhaltigen Stoffflusswirtschaft, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Schröter W., Lautenschläger K.H., Bibrack H., 1988, Taschenbuch der Chemie, 13. Auflage, Thun, Frankfurt/Main, Fachbuchverlag Leipzig
- Schwesig, W., 2003, Leiter der Abteilung Forschung, Entwicklung und Anwendungstechnik, Agro Linz, pers. Information, 30.4.2003.
- Silgoner, 2003, Leiter der Marketingabteilung, Agro Linz, persönl. Gespräch 7.4.2003
- Sörme, L., Bergback, B. and Loom, U.: 2001, Century Perspective of heavy metal use in urban areas, Water, air and soil pollution: Focus 1: 197-211.
- Spectrum, Chemical Fact Sheets, Zinc, Aluminum, Lead, Copper. www.speclab.com 11.3.2002.
- Stark, W., Vogel-Lahner, T., Frühwirt, W., 2003, Bauwerk Österreich, Vorläufiger Endbericht, Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH, Wien.
- Statistik Austria 2002/3, Der Außenhandel Österreichs, Serie 1, Spezialhandel nach Waren und Ländern, Band 1 und Band 2, Bundesamt Statistik Österreich.

- Statistik Austria 2003, Statistische Jahrbuch 2003, <http://www.statistik.at/jahrbuch/deutsch/start.shtml>
- Statistik Austria, 2001, Konjunkturerhebung im Produzierenden Bereich 2000.
- Statistik Austria, 2002, Statistik der Landwirtschaft 2001.
- Statistik Austria, 2002/1, Urlaubsreisen der Österreicher 2001
- Statistik Austria, 2002/2, Konsumerhebung 1999/2000. www.statistik.at/konsumerhebung/mengen.shtml
- THOMAS LINDENTHAL, WERNER ZOLLITSCH, UMWELTSITUATION IN ÖSTERREICH. 6. Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2001
- Trixner, 2003, Produktmanager der Fa. Funder, Information per email.
- Wild, A., 1995, Umweltorientierte Bodenkunde, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.
- UNECE and EC, 2002, The Condition of Forests in Europe 2002 Executive Report Convention on Long-range Transboundary Air Pollution: International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests European Union Scheme on the Protection of forests against Atmospheric Pollution, United Nations Economic Commission for Europe. European Commission Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH) Geneva and Brussels. ISSN 1020-587X. http://www.icp-forests.org/pdf/er_en.pdf
- Van Asche, F. und Martin, M.: Zink in der Umwelt. www.iza.com/zwo_org/Environment/040101D.htm. 25.4.2002
- VERORDNUNG (EG) Nr. 178/2002 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit
- VO DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte. http://europa.eu.int/eur-lex/de/com/pdf/2001/de_501PC0748.pdf
- Wettig, E.: DIW-Wochenbericht 8/01. www.diw.de 13.5.2002
- Wildling, 2003, DI., Sachbearbeiter der Agrarstatistik der Statistik Austria, persönliche Auskunft .
- Wresowar M., Sieghardt M., 2000, Studie über die Auswirkungen Stickstoffhaltiger Auftaumittel, Inst. f. Waldökologie, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Zessner, M., 1998, Bedeutung und Steuerung von Nährstoff- und Schwermetallflüssen des Abwassers, Dissertation, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Zessner, M., 2003, persönliche Information per email am 10.12.2003, Dr. Zessner, Institut für Wassergüte, TU Wien.

besuchte Webadressen

- <http://www.statistik.at/jahrbuch/deutsch/start.shtml>
- <http://www.agrolinz.com/asp/frameset.asp?MID=5101>
- <http://xarch.tu-graz.ac.at/proj/wb/98/home/fabian/www.proholz.at/gr/proholz/fv.html>
- <http://www.holzindustrie.at/>
- <http://www.platte.at/platte/>
- <http://www.wood-kplus.at/phil.htm>
- <http://www.fh.holztechnikum.at/Deutsch/index.html>