

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	I
DANKSAGUNG	II
VERSICHERUNG	III
INHALTSVERZEICHNIS	5
VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN UND SYMBOLE	8
LATEINISCHE BUCHSTABEN	8
GRIECHISCHE BUCHSTABEN	13
1. EINFÜHRUNG UND ALLGEMEINE METHODISCHE ANFORDERUNGEN	14
1.1 ZIELE	15
1.2 UNTERSUCHUNGSRAHMEN	16
1.2.1 Funktionen und funktionelle Einheit	16
1.2.2 Festlegung der vorläufigen Systemgrenzen	16
1.2.3 Datenkategorien	17
1.2.4 Anforderungen an die Datenqualität	18
1.3 ANGEWANDTE METHODE ZUR ERSTELLUNG DER SACHBILANZEN	18
1.3.1 Vorbereitung der Datensammlung	19
1.3.2 Datensammlung und Berechnungsverfahren	20
2. GEWINNUNG DER PRIMÄRENERGIETRÄGER UND UMWANDLUNG DER PRIMÄRENERGIE IN ENDENERGIE	24
2.1 UMWANDLUNG VON PRIMÄRENERGIE IN ELEKTROENERGIE	24
2.2 ROHÖL UND MINERALÖLINDUSTRIE	26
2.2.1 Rohölerkundung, -gewinnung und -transport in die BRD	26
2.2.2 Rohölverarbeitung zu Dieselmotortreibstoff	28
2.3 ERDGAS	30
2.3.1 Erdgaserkundung, -gewinnung und -transport in die BRD	30
2.3.2 Kompression von Erdgas und Betankung von Compressed Natural Gas Nutzfahrzeugen	32
2.3.3 Sachbilanz der Aufbereitung von CNG	33
3. GÜTERVERKEHR IN DER BRD	35
3.1 STRUKTUR NACH VERKEHRSTRÄGERN	35
3.2 SCHWERE NUTZFAHRZEUGE FÜR DEN GÜTERVERKEHR	36
3.2.1 Struktur und Klassen	36
3.2.2 Verkehrsleistungen und Fahrverhalten	36
3.2.3 Berechnung der Emissionen durch den Güterverkehr mit schweren Nutzfahrzeugen	37
3.2.4 Direkte Umweltbelastung durch die verschiedenen Fahrzeugklassen	38
3.2.5 Sachbilanz für die festgelegte Nutzfahrzeugflotte	39
3.3 SCHIENENGÜTERVERKEHR	39
3.3.1 Antriebsysteme und Verkehrsleistungen	39
3.3.2 Sachbilanz für den Schienengüterverkehr	39
3.4 BINNENSCHIFFGÜTERVERKEHR	45
3.4.1 Bestand an Binnenschiffen	45
3.4.2 Verkehrsleistungen der deutschen Binnenschiffe	47
3.4.3 Emissionen und Energieverbrauch der deutschen Binnenschiffe	48
3.5 NORD- UND OSTSEEGÜTERVERKEHR	58
3.5.1 Bestand an Seeschiffen der BRD	58
3.5.3 Emissionen und Energieverbrauch der Seeschiffe	58
3.5.3 Verkehrsleistung und Sachbilanz	60

4.	ÖFFENTLICHER STRASSENPERSONENVERKEHR IN DER BRD	62
4.1	STRUKTUR, VERKEHRSLEISTUNG UND -ENTWICKLUNG	62
4.2	ÖFFENTLICHER STRASSENPERSONENVERKEHR MIT KRAFTOMNIBUSSEN	63
4.2.1	Fahrzeuggruppen und Klassen	63
4.2.2	Sachbilanz für den öffentlichen Straßenpersonenverkehr mit Kraftomnibussen	63
5.	REALISTISCHE EINFÜHRUNGSPOTENTIALE VON PRIMÄRMASSNAHMEN ZUR EMISSIONSMINDERUNG BEI SNF	64
5.1	ÄNDERUNG DER KRAFTSTOFFEIGENSCHAFTEN	64
5.1.1	Kraftstoffeinfluß auf die Partikelemissionen	64
5.1.2	Kraftstoffeinfluß auf die gasförmigen Emissionen (NO _x , HC und CO)	66
5.1.3	Sachbilanz bei der Änderung der Kraftstoffeigenschaften	67
5.2	MOTORTECHNISCHE MASSNAHMEN FÜR ABGASOPTIMIERTE NUTZFAHRZEUGMOTOREN	69
5.2.1	Moderne Dieseleinspritztechnik	70
5.2.2	Lufteinspritzung	72
5.2.3	Wassereinspritzung und Ladeluftkühlung	72
5.2.4	Abgasrückführung	73
5.2.5	Emissionsminderungsergebnisse mit motortechnischen Maßnahmen	74
5.2.6	Sachbilanz bei der Durchführung von motortechnischen Maßnahmen	74
5.3	ANWENDUNG VON ALTERNATIVKRAFTSTOFFEN (CNG) UND VOM DREI-WEGE-KATALYSATOR BEI KRAFTOMNIBUSSEN	76
5.3.1	Technikbeschreibung	76
5.3.2	Kraftstoffverbrauch und Emissionen von CNG-Bussen	77
5.3.3	Sachbilanz für den Einsatz von CNG-Bussen im Straßenpersonenverkehr	79
5.3.4	Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von CNG-Bussen im öffentlichen Personenverkehr	81
6.	REALISTISCHE EINFÜHRUNGSPOTENTIALE VON SEKUNDÄRMASSNAHMEN ZUR EMISSIONSMINDERUNG	85
6.1	ABLAUF UND ALLGEMEINER AUFBAU DES SCR-VERFAHRENS ZUR NO _x -MINDERUNG	85
6.2	VORGEHENSWEISE UND BILANZIERUNGSRAHMEN FÜR DIE SACHBILANZEN DES SCR-VERFAHRENS	86
6.3	EINFÜHRUNG DES SCR-VERFAHRENS BEI SNF	88
6.3.1	Besonderheiten bei den verbrauchs- und abgasoptimierten Dieselmotoren	88
6.3.2	Emissionsminderungsergebnisse	92
6.3.3	Sachbilanz der gesamten Umwelteinwirkungen	96
6.4	EINFÜHRUNG DES SCR-VERFAHRENS BEI DIESELLOKOMOTIVEN	98
6.4.1	Besonderheiten	98
6.4.2	Erreichte Emissionsminderungsergebnisse	99
6.4.3	Sachbilanz der gesamten Umwelteinwirkungen	99
6.5	EINFÜHRUNG DES SCR-VERFAHRENS BEI SCHIFFSDIESELMOTOREN	100
6.5.1	Besonderheiten	100
6.5.2	Erreichte Emissionsminderungsergebnisse	104
6.5.3	Sachbilanz der gesamten Umwelteinwirkungen	106
7.	LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT	109
7.1	ZIEL UND GRUNDSÄTZE	109
7.2	VERBINDLICHE BESTANDTEILE	109
7.2.1	Auswahl von Wirkungskategorien, -indikatoren und Modellen	109
7.2.2	Klassifizierung und Charakterisierung	109
7.2.3	Ergebnisse der verbindlichen Bestandteile	118
7.3	WAHLWEISE BESTANDTEILE	118
7.3.1	Normierung	118
7.3.2	Ordnung	118
7.3.3	Gewichtung	118
7.4	ANALYSE DER DATENQUALITÄT	122
7.5	EINSCHRÄNKUNGEN	122

8.	LIFE CYCLE INTERPRETATION (AUSWERTUNG)	124
8.1	ZIELE UND GRUNDSÄTZE	124
8.2	IDENTIFIZIERUNG SIGNIFIKANTER PARAMETER	124
8.2.1	Ökologische Effektivität und ökologische Wirkungsindikatoreffektivität	124
8.2.2	Einflußfaktoren auf die Wirkungsindikator- und Gewichtungsergebnisse	129
8.2.3	Einflüsse der direkten und sekundären Umwelteinwirkungen auf die Sachbilanz	132
8.3	BEURTEILUNG	134
8.3.1	Vollständigkeitsprüfung	134
8.3.2	Sensitivitätsprüfung	135
8.4	KONSISTENZPRÜFUNG	137
8.5	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	137
8.5.1	Emissionsminderung bei SNF für den Güterverkehr	137
8.5.2	Emissionsminderung bei Schienenantrieb für den Güterverkehr	140
8.5.3	Emissionsminderung bei Schiffsantrieb für den Güterverkehr	140
8.5.4	Vergleich der verschiedenen Verkehrssysteme für den Gütertransport	141
8.5.5	Emissionsminderung bei SNF für den öffentlichen Straßenpersonenverkehr	142
9.	THESEN	146
10.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	148
11.	LITERATURVERZEICHNIS	150
12.	ANHÄNGE	162