



**Klimaschutzkonzept:
Potenziale für eine nachhaltige
Klimaschutzpolitik
in
Sachsen Anhalt**

- Endbericht -

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und Handlungsfelder der Studie..1	
1.1	Energiebereitstellung und –verwendung	3
1.2	Maßnahmenbewertung	10
1.3	Umsetzungshebel des Landes Sachsen Anhalt	11
2	Ziele der Untersuchung und Methodik.....	14
3	Aktuelle Entwicklungen beim Klimaschutz	16
3.1	Rahmenbedingungen und Zielsetzungen.....	16
3.1.1	Entwicklungen auf europäischer Ebene.....	16
3.1.2	Das integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung.....	17
3.1.3	Zielsetzungen des Landes Sachsen-Anhalt zum Klimaschutz	21
3.2	Anthropogener Einfluss auf das Klima	22
3.3	Treibhausgase	22
3.4	Klimaschutzabkommen/Berichtspflichten	25
3.4.1	Kyoto-Protokoll	25
3.4.2	IPCC-Guidelines.....	26
3.5	Betrachtete Emissionsquellen/-Senken in Sachsen-Anhalt	27
3.5.1	Energiebedingte Emissionen	27
3.5.2	Nicht energiebedingte Emissionen	28
3.5.3	Emissionen aus dem Verkehrsbereich	28
4	Strukturdaten in Sachsen-Anhalt	29
4.1	Landkreise und Landkreis-Reform	29
4.2	Flächennutzung	30
4.3	Demografische Entwicklung.....	32
4.4	Energieversorgung	34
4.4.1	Gasnetze.....	34
4.4.2	Stromnetze.....	34
4.4.3	Fernwärmenetze	34
5	Energieatlas	36
5.1	Primärenergieaufkommen.....	38
5.1.1	Energiegewinnung in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005.....	38
5.1.2	Bezug/ Bestandsentnahmen im Jahr 2005	39
5.1.3	Primärenergieaufkommen im Jahr 2005.....	40

5.2 Primärenergieverbrauch (PEV)	42
5.2.1 Primärenergieverbrauch in Deutschland.....	42
5.2.2 Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt	44
5.2.3 Primärenergieverbrauchsentwicklung seit 1990.....	46
5.3 Struktur des Energieverbrauchs in Sachsen-Anhalt	47
5.4 Strom- und Fernwärmeproduktion in Sachsen-Anhalt	49
5.4.1 Stromerzeugung in Sachsen-Anhalt	49
5.4.2 Fernwärme in Sachsen-Anhalt	50
5.4.3 Erneuerbare Energien in Sachsen-Anhalt.....	52
5.4.3.1 Windenergie	52
5.4.3.2 Biomasse.....	53
5.4.3.3 Solarenergie	56
5.4.3.4 Wasserkraft	56
5.4.3.5 Geothermie.....	56
5.5 Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt.....	56
5.5.1 Endenergieverbrauch der Haushalte in Sachsen-Anhalt.....	58
5.5.2 Endenergieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Sachsen-Anhalt	59
5.5.3 Endenergieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes in Sachsen- Anhalt.....	60
5.5.4 Endenergieverbrauch des Verkehrs in Sachsen-Anhalt.....	62
5.5.4.1 Energiebilanz – Endenergieverbrauch nach Energieträgern	62
5.5.4.2 Energiebilanz – Endenergieverbrauch nach Verkehrsträgern	64
5.5.4.3 Energiebilanz – Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs – Ergebnisse aus Bottom-Up-Modellierungen.....	66
6 Emissionen	73
6.1 Energiebedingte Emissionen	73
6.1.1 Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung Sachsen- Anhalts	74
6.1.2 Emissionen der Raffinerien Sachsen-Anhalts.....	78
6.1.3 Emissionen der Metall verarbeitenden Industrie Sachsen-Anhalts.....	78
6.1.4 Emissionen der chemischen Industrie Sachsen-Anhalts.....	80
6.1.5 Emissionen der Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie Sachsen-Anhalts.....	82
6.1.6 Emissionen des Ernährungsgewerbes Sachsen-Anhalts.....	83
6.1.7 Emissionen sonstiger Industriebranchen in Sachsen-Anhalt.....	85
6.1.8 Emissionen des Verkehrs in Sachsen-Anhalt	87
6.1.9 Emissionen der Feuerungsanlagen des Sektors GHD in Sachsen- Anhalt.....	91
6.1.10 Emissionen der Feuerungsanlagen der Haushalte in Sachsen-Anhalt.....	93

6.1.11	Übersicht der energiebezogenen Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005	96
6.2	Nicht energiebedingte Emissionen.....	100
6.2.1	Industrieprozesse (IPCC-Sektor 2)	100
6.2.2	Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF ₆ (IPCC-Sektor 3).....	106
6.2.3	Sonstige Branchen (N ₂ O (Anästhetikum), SF ₆ , HFC, PFC).....	108
6.2.4	Landwirtschaft	110
6.2.4.1	Fermentation bei der Verdauung (IPCC-Sektor 4 A)	114
6.2.4.2	Behandlung von Wirtschaftsdüngern (IPCC-Sektor 4 B)	119
6.2.4.3	Landwirtschaftliche Böden (IPCC-Sektor 4 D)	120
6.2.5	Wald (IPCC-Sektor 5 A)	122
6.2.6	Deponien (IPCC-Sektor 6 A)	124
6.2.7	Abwasser (IPCC-Sektor: 6 B)	126
6.2.8	Übersicht der nicht energiebedingten Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005	127
6.3	Gesamtemissionen Sachsen-Anhalt	128
6.3.1	Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren.....	128
6.3.2	Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen mit den Ist-Emissionen 2005.....	131
7	Trendszenarien der einzelnen Verbrauchssektoren von 2005 -2020	135
7.1	Erläuterung der Methodik.....	135
7.2	Sektor Haushalte	135
7.2.1	Raumwärme und Warmwasser	135
7.2.1.1	Ausgangslage und Einflussgrößen bis 2020	135
7.2.1.2	Trendszenario Raumwärme und Warmwasser Haushalte bis 2020	142
7.2.2	Stromverbrauch Haushalte.....	144
7.2.2.1	Ausgangslage und Einflußgrößen bis 2020.....	144
7.2.3	Emissionsentwicklung Haushalte	147
7.3	Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.....	148
7.3.1	Raumwärme und Warmwasser	148
7.3.1.1	Ausgangslage und Einflußgrößen bis 2020.....	148
7.3.1.2	Trendszenario Raumwärme und Warmwasser	149
7.3.2	Stromverbrauch.....	151
7.3.2.1	Ausgangslage und Einflussgrößen bis 2020	151
7.3.2.2	Trendszenario.....	152
7.3.3	Emissionsentwicklung GHD.....	153

7.4	Trendszenario Industrie: Verarbeitendes Gewerbe, Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	154
7.4.1	Ausgangslage und Einflussgrößen bis 2020	154
7.4.2	Trendszenario für Anlagen, die am Emissionshandel teilnehmen bis 2020	155
7.4.3	Trendszenario für Anlagen der Industrie, die nicht am Emissionshandel teilnehmen.....	157
7.4.4	Zusammenfassung Trendszenario Industrie.....	158
7.4.5	Emissionsentwicklung Industrie	159
7.5	Sektor Verkehr.....	161
7.5.1	Ausgangslage 2005/ Einflussgrößen bis 2020	161
7.5.2	Trendszenario Verkehr bis 2020.....	164
7.5.2.1	Straßenverkehr	164
7.5.2.2	Gesamtverkehr	171
7.6	Nicht energiebedingte Emissionen.....	173
7.7	Trendszenario Ausbau erneuerbarer Energien	174
7.7.1	Biomasse	174
7.7.2	Wasserkraft.....	180
7.7.3	Windkraft.....	180
7.7.4	Photovoltaik.....	181
7.7.5	Solarthermie.....	182
7.7.6	Geothermie	183
7.7.7	Gesamtentwicklung erneuerbare Energien bis 2020	185
7.8	Umwandlungsbereich: Energiewirtschaft und Industrie.....	188
7.8.1	Umwandlungsbereich: Ausgangslage 2005 / Einflussgrößen bis 2020	188
7.8.2	Trendszenario Heizkraftwerke bis 2020.....	190
7.9	Gesamtentwicklung bis 2020	193
7.9.1	Entwicklung des Energieverbrauchs.....	193
7.9.2	Entwicklung der Emissionen.....	194
8	Maßnahmen zur Emissionsminderung in den einzelnen Sektoren.....	198
8.1	Ziele und Zielkonflikte sowie Prämissen bei der Bestimmung von Einsparpotenzialen	199
8.2	Wirkungsmechanismen bei der Reduktion von Emissionen	209
8.3	Methodik zur Berechnung der Vermeidungskosten für Klimagase	213
8.3.1	Methodik zur Berechnung der Vermeidungskosten aus Sicht des jeweiligen Entscheiders	213
8.3.2	Methodik zur Berechnung der Vermeidungskosten aus gesamtwirtschaftlicher Sicht	214
8.4	Maßnahmen zur Minderung energiebezogener Emissionen	214

8.4.1	Energiewirtschaft und Industrie	214
8.4.1.1	Strom- und Wärmeerzeugung.....	214
8.4.1.2	Kraftwerke	215
8.4.1.3	Ersatz alter Heizkraftwerke	215
8.4.1.4	CO ₂ - Abscheidung bei der Stromerzeugung (CCS – carbon capture and storage).....	216
8.4.1.5	Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Fern- und Nahwärmesystemen	217
8.4.1.6	Ausbau der Erdgasversorgung	222
8.4.2	Ausbau der Erneuerbaren Energien	224
8.4.2.1	Windenergie	224
8.4.2.2	Biomasse.....	229
8.4.2.3	Photovoltaik	241
8.4.2.4	Solarthermie	244
8.4.2.5	Wasserkraft	248
8.4.2.6	Geothermie.....	249
8.4.2.7	Zusammenfassende Bewertung	252
8.4.2.8	Umsetzungshebel des Landes Sachsen-Anhalt.....	254
8.4.3	Verarbeitendes Gewerbe – Industrie	255
8.4.3.1	Potenzial.....	255
8.4.3.2	Maßnahmenhebel Sektor Industrie	256
8.4.3.3	Durch das TEH-System vorgegebene CO ₂ -Minderung	261
8.4.3.4	Kosten der CO ₂ -Minderung durch TEH.....	261
8.4.3.5	Maßnahmenhebel des Landes in Bezug auf den TEH.....	262
8.4.4	Haushalte	263
8.4.4.1	Gebäudehülle	263
8.4.4.2	Heizungsmodernisierung	267
8.4.4.3	Mikro-KWK	268
8.4.4.4	Optimierte Regelung.....	270
8.4.4.5	Lüftungsanlagen	273
8.4.4.6	Effiziente Elektrogeräte.....	275
8.4.4.7	Gesamtbewertung Potenziale Haushaltssektor.....	282
8.4.4.8	Umsetzungshebel durch das Land Sachsen-Anhalt.....	285
8.4.5	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	290
8.4.5.1	Gebäudehülle	291
8.4.5.2	Optimierte Regelung.....	294
8.4.5.3	KWK	296
8.4.5.4	Effiziente Stromanwendungen	299

8.4.5.5	Weitere Maßnahmen	304
8.4.5.6	Gesamtbewertung Potenziale GHD	305
8.4.5.7	Umsetzungshebel durch das Land Sachsen-Anhalt	307
8.4.6	Verkehr	308
8.4.6.1	Weitere Erhöhung der Biokraftstoffquote	309
8.4.6.2	Weitere Hebel	310
8.4.6.3	Hebel des Landes	311
8.4.7	Liegenschaften des Landes	313
8.5	Maßnahmen zur Verminderung nicht energiebezogener Emissionen	315
8.6	Sonstige Maßnahmen	315
8.7	Übersicht der einzelnen Vermeidungspotenziale und –kosten	317
8.8	Fazit: Handlungsempfehlungen für das Land	320
9	Quellen	325
10	Abkürzungsverzeichnis	330
11	Einheitenverzeichnis	333
12	Anhang	334

Abbildungsverzeichnis

Bild 1-1:	Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 1990-2005.....	1
Bild 1-2:	Energieflussbild des Landes Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005.....	4
Bild 1-3:	Entwicklung des Endenergieverbrauches im Trendszenario bis 2020.....	6
Bild 1-4:	Entwicklung der Emissionen im Trendszenario bis 2020 (Quellenbilanz mit Bilanzierung Stromexport).....	8
Bild 1-5:	Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung im Trendszenario bis 2020	9
Bild 1-6:	Entwicklung der regenerativen Wärmeerzeugung im Trendszenario bis 2020	9
Bild 1-7:	CO ₂ Entlastungsstrategien für Sachsen-Anhalt bis zum Jahr 2020.....	10
Bild 3-1:	Ziele der Bundesregierung zur Nutzung erneuerbarer Energien bis 2020.....	20
Bild 4-1:	Landkreise und Landkreis-Reform 2007 Sachsen-Anhalt	29
Bild 4-2:	Flächennutzung nach Landkreisen 2005 in Sachsen-Anhalt.....	31
Bild 4-3:	Bevölkerungsentwicklung in Sachsen-Anhalt bis 2020	32
Bild 4-4:	Bevölkerungsentwicklung in Sachsen-Anhalt bis 2025	33
Bild 5-1:	Energieflussbild des Landes Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005	37
Bild 5-2:	Primärenergiebilanz Sachsen-Anhalt 2005.....	41
Bild 5-3:	Primärenergieverbrauch in Deutschland 1990-2005	43
Bild 5-4:	Primärenergieverbrauch in Deutschland 2005	43
Bild 5-5:	Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 2005 in GWh	45
Bild 5-6:	Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 1990-2005.....	47
Bild 5-7:	Struktur des Energieverbrauchs in Sachsen-Anhalt.....	48
Bild 5-8:	Brutto-Stromerzeugung in Sachsen-Anhalt seit 1991.....	49
Bild 5-9:	KWK Anlagen nach Leistungsklassen	51
Bild 5-11:	Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt nach Energieträgern.....	57
Bild 5-12:	Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 2005 nach Sektoren	58
Bild 5-13:	Endenergieverbrauch der Haushalte in Sachsen-Anhalt 1990-2005.....	58
Bild 5-14:	Endenergieverbrauch GHD 1990-2005.....	60
Bild 5-15:	Endenergieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes	61
Bild 5-16 :	Endenergieverbrauch des Verkehrs nach Energieträgern [STALA-2005].....	63
Bild 5-17:	Prozentuale Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch des Verkehrs.....	64
Bild 5-18:	Endenergieverbrauch des Verkehrs nach Verkehrsträgern.....	65
Bild 5-19:	Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Endenergieverbrauch des Verkehrs.....	66

Bild 5-20:	Entwicklung des Dieselanteils am Pkw-Bestand zwischen 2000 und 2008 im Vergleich	68
Bild 5-21:	Mittlerer Kraftstoffverbrauch des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt	69
Bild 5-22:	Regionale Verteilung der Gesamtfahrleistung des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005	70
Bild 5-23:	Regionale Verteilung des Kraftstoffverbrauchs des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005	71
Bild 5-24:	Vergleich des prognostizierten Endenergieverbrauchs des Verkehrs für 2005 mit dem Istwert 2005	72
Bild 6-1 :	Eingesetzte Energieträger aus der öffentlichen Strom- und Wärmezeugung	75
Bild 6-2 :	Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der öff. Strom- und Wärmezeugung 2005	76
Bild 6-3:	Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmezeugung 2005	77
Bild 6-4:	Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung 2005 nach Landkreisen	77
Bild 6-5:	Emissionen der Raffinerien 2005	78
Bild 6-6:	Emissionen der metallverarbeitenden Industrie 2005	79
Bild 6-7:	Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der metallverarbeitenden Industrie	80
Bild 6-8:	Emissionen der chemischen Industrie 2005	81
Bild 6-9:	Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der chemischen Industrie	81
Bild 6-10:	Emissionen der Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie 2005	82
Bild 6-11 :	Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie	83
Bild 6-12 :	Emissionen des Ernährungsgewerbes 2005	84
Bild 6-13 :	Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der Ernährungsindustrie	84
Bild 6-14 :	Emissionen von sonstigen Branchen der Industrie 2005	85
Bild 6-15 :	Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen sonstiger Branchen der Industrie	86
Bild 6-16 :	Prozentuale Anteile der Fahrzeuggruppen/Antriebsarten an den EEV-bezogenen Emissionen des Straßenverkehrs	88
Bild 6-17 :	Prozentuale Anteile der Straßenkategorien BAB, ago und igo an den EEV-bezogenen Emissionen des Straßenverkehrs	88

Bild 6-18 :	Regionale Verteilung der EEV-bezogenen Klimagasemissionen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005 (CO ₂ -Ä in kt).....	89
Bild 6-19 :	Anteile der Verkehrsträger an den Klimagasemissionen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005.....	90
Bild 6-20 :	Emissionen der Feuerungsanlagen des Sektors GHD 2005	91
Bild 6-21 :	Prozentualer Anteil der Energieträger an den Emissionen des Sektors GHD	92
Bild 6-22:	Emissionen des Sektors GHD 2005 nach Landkreisen.....	92
Bild 6-23 :	Emissionen des Sektors GHD 1990-2005 (Quellenbilanz)	93
Bild 6-24:	Emissionen der Haushalte 2005	94
Bild 6-25 :	Prozentualer Anteil der Energieträger an den Emissionen der Haushalte	95
Bild 6-26 :	Emissionen der Haushalte 2005 nach Landkreisen	95
Bild 6-27 :	Emissionen der Haushalte 1990-2005 (Quellenbilanz)	96
Bild 6-28 :	Quellenbilanz der energiebezogenen Emissionen 2005	97
Bild 6-29 :	Prozentuale Anteile der Sektoren an den energiebedingten Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005.....	98
Bild 6-30 :	Energiebedingte Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005 nach Energieträgern [STALA-2005].....	98
Bild 6-31:	Entwicklung der prozessbedingten Emissionen 1990-2005	105
Bild 6-32:	Verwendung von N ₂ O (Anästhetikum), SF ₆ und teil- oder vollhalogenierten Kohlenwasserstoffen 2005	109
Bild 6-33:	Emissionen aus der Anwendung von Verwendung von N ₂ O (Anästhetikum), SF ₆ und teil- oder vollhalogenierten Kohlenwasserstoffen 2005.....	110
Bild 6-34:	Landwirtschaftliche Nutzflächen in Sachsen-Anhalt nach Landkreisen	111
Bild 6-35:	Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen-Anhalt nach Größenstruktur	112
Bild 6-36:	Insgesamt bewirtschaftete Fläche nach Größenstruktur der Betriebe	112
Bild 6-37:	Viehbestand in Sachsen-Anhalt 2005	113
Bild 6-38:	Energiebilanz für die Berechnung der Emissionen aus der Verdauung landwirtschaftlicher Nutztiere und der Wirtschaftsdünger-Behandlung;.....	115
Bild 6-39:	Großvieheinheiten in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen	117
Bild 6-40:	Herkunft der Emissionen der tierischen Verdauung nach Tierarten 2005.....	118
Bild 6-41:	Emissionen der tierischen Verdauung in Sachsen-Anhalt 2005	119
Bild 6-42:	Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement in Sachsen-Anhalt 1990-2005	120

Bild 6-43:	Direkte und indirekte N ₂ O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden in Sachsen-Anhalt von 1990-2005.....	121
Bild 6-44:	Waldverteilung in Sachsen-Anhalt	122
Bild 6-45 :	Waldfläche in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen	123
Bild 6-46 :	Senkenwirkung des Waldes in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen	124
Bild 6-47 :	Emissionen der betriebenen Hausmülldeponien in Sachsen-Anhalt 2005....	125
Bild 6-48 :	Emissionen aus der kommunalen Abwasserbehandlung in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen	127
Bild 6-49:	Nicht energiebedingte Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005	128
Bild 6-50:	Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren.....	129
Bild 6-51:	Übersicht aller untersuchten Quellen 2005	130
Bild 6-52:	Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen der Sektoren Haushalte und GHD mit dem Ist 2005	132
Bild 6-53:	Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen aus dem Endenergieverbrauch des Sektors Industrie mit dem Ist 2005	133
Bild 6-54:	Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen aus dem Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr mit dem Ist 2005	134
Bild 7-1:	Gebäudealtersstruktur in Sachsen-Anhalt 2005.....	139
Bild 7-2:	Flächenentwicklung Wohnflächen in Sachsen-Anhalt bis 2020.....	142
Bild 7-3:	Nutzenergiebedarf Wohnflächen in Sachsen-Anhalt bis 2020.....	143
Bild 7-4:	Heizenergiebedarf Haushalte in Sachsen-Anhalt bis 2020	144
Bild 7-5:	Entwicklung und Aufteilung des durchschnittlichen Strombedarfes eines Haushaltes bis 2020	146
Bild 7-6:	Entwicklung des Strombedarfes der Haushalte bis 2020	147
Bild 7-7:	Entwicklung der CO ₂ -Äquivalente der Haushalte bis 2020	148
Bild 7-8:	Gewerbeflächenentwicklung in Sachsen-Anhalt bis 2020	150
Bild 7-9:	Heizenergiebedarf von Gewerbeflächen bis 2020.....	150
Bild 7-10:	Strombedarf (ohne Heizstrom) im Sektor GHD bis 2020.....	153
Bild 7-11:	Entwicklung der CO ₂ -Äquivalente des Sektors GHD bis 2020	154
Bild 7-12:	Brennstoffverbrauch der am Emissionshandel teilnehmenden Industrieanlagen bis 2020 ohne Industriekraftwerke	157
Bild 7-13:	Brennstoffverbrauch der nicht am Emissionshandel teilnehmenden Anlagen bis 2020	158
Bild 7-14:	Brennstoffverbrauch des Sektors Industrie bis 2020.....	159
Bild 7-15:	Entwicklung der CO ₂ -Äquivalente der Industrie bis 2020	160
Bild 7-16:	Verteilung der Kfz-Fahrleistung nach Straßenkategorien 2020	165

Bild 7-17 :	Regionale Verteilung der Gesamtfahrleistungen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2020.....	166
Bild 7-18:	Verteilung des EEV nach Kraftstoffen 2020	167
Bild 7-19 :	Regionale Verteilung des Kraftstoffverbrauchs des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2020.....	168
Bild 7-20:	Verteilung der EEV-bezogenen Emissionen nach Straßenkategorien 2020	169
Bild 7-21 :	Regionale Verteilung der EEV-bezogenen Klimagasemissionen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2020.....	170
Bild 7-22:	Verteilung des EEV des Gesamtverkehrs nach Energieträgern 2020	171
Bild 7-23:	Verteilung der Emissionen des Gesamtverkehrs (einschließlich Vorketten) nach Verkehrsträgern 2020	172
Bild 7-24:	Veränderungen 2020/2005 des EEV und der Emissionen (einschließlich Vorketten) im Verkehrsbereich	173
Bild 7-25:	Entwicklung der nutzbaren Energie aus dem Bereich Pflanzenbau bis 2020	178
Bild 7-26:	Entwicklung der nutzbaren Energie aus landw. Tierhaltung bis 2020.....	178
Bild 7-27:	Entwicklung der nutzbaren Energie aus biogenen Abfällen bis 2020	179
Bild 7-28:	Entwicklung der nutzbaren Energie aus holzartiger Biomasse bis 2020.....	179
Bild 7-29:	Entwicklung der Windstromerzeugung bis 2020	181
Bild 7-30:	Entwicklung der photovoltaischen Stromerzeugung bis 2020	182
Bild 7-31:	Entwicklung der solarthermischen Wärmeerzeugung bis 2020	183
Bild 7-32:	Entwicklung der oberflächennahen Geothermie in Wärmepumpen bis 2020	185
Bild 7-33:	Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung im Trendszenario bis 2020	186
Bild 7-34:	Entwicklung der regenerativen Wärmeerzeugung im Trendszenario bis 2020	187
Bild 7-35:	CO ₂ -Ä Einsparung durch Ausbau der regenerativen Energie im Trendszenario.....	188
Bild 7-36:	Entwicklung der Emissionen (mit Vorketten) in den Heizkraftwerken bis 2020	192
Bild 7-37:	Entwicklung des Endenergieverbrauches im Trendszenario bis 2020.....	194
Bild 7-38:	Entwicklung der Emissionen im Trendszenario bis 2020 (Quellenbilanz).....	195
Bild 7-39:	Entwicklung der Emissionen im Trendszenario bis 2020 (Quellenbilanz mit Bilanzierung Stromexport).....	196
Bild 7-40:	Aufteilung der CO ₂ -Ä.-Reduktion von 2005 bis 2020	197

Bild 8-1:	energiebedingte CO ₂ -Emissionen in Sachsen-Anhalt nach Sektoren.....	201
Bild 8-2:	Energiepreise – Historie und Annahmen zur Entwicklung bis 2020.....	205
Bild 8-3:	Entwicklung der Strom - Preise in Deutschland für Lieferung im jeweils folgenden Jahr.....	206
Bild 8-4:	Annahmen zu den Energiepreisen.....	208
Bild 8-5:	Instrumente zur Beeinflussung der Energienachfrage.....	210
Bild 8-6:	Determinanten des Strombedarfs der Haushalte	211
Bild 8-7:	Übersicht KWK Anlagen in Sachsen-Anhalt.....	218
Bild 8-8:	Gasabgabe je Gemeinde	223
Bild 8-9:	Entwicklung des Windanlagenzubaus bis 2007 und mögliches Repoweringpotenzial ab 2010	227
Bild 8-10:	Ableitung des Biomassepotenzials im Jahr 2020	233
Bild 8-11:	Potenzial zur photovoltaischen Stromerzeugung (ohne Freiflächen) in Sachsen-Anhalt	242
Bild 8-12:	Vermeidungskostenkurve Regenerative Systeme aus einzelwirtschaftlicher Perspektive	252
Bild 8-13:	Vermeidungskostenkurve Regenerative Systeme aus gesamt- wirtschaftlicher Perspektive	253
Bild 8-14:	Typische Einsparpotenziale bei Druckluftanlagen.....	259
Bild 8-15:	Lebenszykluskosten in Druckluftsystemen. Quelle:www.industrie- energieeffizienz.de	259
Bild 8-16:	Einsparpotenzial in der Kälteerzeugung [DENA-2008].....	260
Bild 8-17:	Vermeidungskostenkurve Haushalte aus einzelwirtschaftlicher Perspektive.....	283
Bild 8-18:	Vermeidungskostenkurve Haushalte aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive.....	284
Bild 8-19:	Netz der Energieberatungsstützpunkte der Verbraucherberatung.....	288
Bild 8-20:	Angenommene Flächenaufteilung im Sektor GHD.....	290
Bild 8-21:	Vermeidungskostenkurve GHD aus einzelwirtschaftlicher Perspektive	306
Bild 8-22:	Vermeidungskostenkurve GHD aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive.....	307
Bild 8-23:	Vermeidungskostenkurve Verkehr 2020 aus Entscheiderperspektive	309
Bild 8-24:	Vermeidungskostenkurve aus einzelwirtschaftlicher Perspektive.....	318
Bild 8-25:	Vermeidungskostenkurve aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive	319
Bild 8-26:	Emissionsreduktion in Sachsen-Anhalt bis 2020 im Trendszenario und durch weitere Maßnahmen	320
Bild 8-27:	Handlungsebenen bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen	323

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren	2
Tabelle 1-2: Nicht energiebezogene Emissionen.....	7
Tabelle 3-1: Energiebedingte Emissionen	27
Tabelle 3-2: Hauptquellgruppen der nicht energiebedingte Emissionen	28
Tabelle 5-1: Energiegewinnung in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 nach Energieträgern.....	39
Tabelle 5-2: Energielieferungen - Anteil gelieferter Energieträger.....	40
Tabelle 5-3: Primärenergieaufkommen.....	40
Tabelle 5-4: Primärenergielieferungen – Anteil der Energieträger	44
Tabelle 5-5: Primärenergiebilanz.....	44
Tabelle 5-6: Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 2005.....	45
Tabelle 5-7: KWK Anlagen > 5 MWel	52
Tabelle 5-8: Nutzungspfade landwirtschaftlicher Biomasse	54
Tabelle 5-9: Landwirtschaft Tierhaltung.....	54
Tabelle 5-10: Holzartige Biomasse.....	55
Tabelle 5-11: Tabelle zum Endenergieverbrauch des Verkehrs nach Energieträgern	62
Tabelle 5-12: Tabelle Endenergieverbrauch nach Verkehrsträgern.....	65
Tabelle 5-13: Pkw-Bestand nach Antriebskonzepten im Vergleich	67
Tabelle 5-14: Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch	68
Tabelle 6-1: Emissionsfaktoren nach Energieträgern	73
Tabelle 6-2: Emissionsfaktor Strom.....	74
Tabelle 6-3: EEV-bezogene Emissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeuggruppen/Antriebsarten in Sachsen-Anhalt 2005.....	87
Tabelle 6-4: EEV-bezogene Emissionen der übrigen Verkehrsträger in Sachsen-Anhalt 2005	90
Tabelle 6-5: Quellenbilanz energiebedingte Emissionen	99
Tabelle 6-6: Sonstige N ₂ O-Emissionen	109
Tabelle 6-7: Anzahl der Milchkühe in Sachsen-Anhalt 1990-2005.....	116
Tabelle 6-8: Milchleistung einer Milchkuh in Sachsen-Anhalt 1990-2005.....	116
Tabelle 6-9 : Täglich aufgenommene Energiemenge einer Milchkuh in Sachsen-Anhalt 1990-2005	116
Tabelle 6-10: Methanemissionen aus der Haltung von Milchkühen	117
Tabelle 6-11: Emissionen aus der tierischen Verdauung 2005.....	118
Tabelle 6-12: Nicht energiebedingte Emissionen 2005.....	127

Tabelle 6-13: Emissionen Endenergieverbrauch	131
Tabelle 6-14: Emissionen Endenergieverbrauch Industrie.....	132
Tabelle 7-1: Baualtersklassen nach der Gebäude- und Wohnungszählung.....	137
Tabelle 7-2: Gebäudealterstruktur und Wohnfläche 1995.....	138
Tabelle 7-3: Zubauquote Wohnfläche eines Landkreises	138
Tabelle 7-4: Abbruchquote nach Altersklasse.....	139
Tabelle 7-5: Energieverbrauch und Sanierung nach Altersklasse.....	140
Tabelle 7-6: Beheizungsstruktur in den Landkreisen und im Land.....	141
Tabelle 7-7: Nutzungsgrade der Umwandlung.....	141
Tabelle 7-8: Aufteilung des Stromverbrauchs eines Haushaltes in Nutzungsbereiche.....	144
Tabelle 7-9: Aufteilung des Stromverbrauchs eines Haushaltes auf Haushaltsgeräte	145
Tabelle 7-10: Entwicklung und Aufteilung des durchschnittlichen Strombedarfes eines Haushaltes von 1995-2020.....	145
Tabelle 7-11: Energieverbrauch und Sanierung nach Altersklassen (Gewerbeflächen).....	149
Tabelle 7-12: Aufteilung des Stromverbrauchs auf Nutzungsbereiche im GHD	151
Tabelle 7-13: Effizienzsteigerung und Bedarfssteigerung im GHD	151
Tabelle 7-14: Stromverbrauchsentwicklung im Sektor GHD	152
Tabelle 7-15: Relative Stromverbrauchsentwicklung im Sektor GHD	153
Tabelle 7-16: Energieverbrauch der Industrie im Jahr 2005	154
Tabelle 7-17: Einflußfaktoren auf die Energiebedarfsentwicklung von Anlagen, die nicht am Emissionshandel teilnehmen.....	158
Tabelle 7-18: Fahrtenbezogene Veränderungsdaten im Personenverkehr nach Verkehrsmitteln 2020/2004.....	162
Tabelle 7-19: Frachtaufkommensbezogene Veränderungsdaten im Güterverkehr (Versand+Empfang) nach Verkehrsträgern 2020/2004.....	162
Tabelle 7-20: Entwicklung der prozessbedingte Emissionen bis 2020.....	173
Tabelle 7-21: Biomassenutzung und freies Potenzial.....	175
Tabelle 7-22: Erschließung des Biomassepotenzials bis 2020 im Trendszenario	176
Tabelle 7-23: Aufteilung der gesamten Biomassenutzung bis 2020 im Trendszenario	176
Tabelle 7-24: Energieerzeugung aus Biomasse bis 2020 im Trendszenario (Nutzungsgrad bei der Umwandlung in Endenergie).....	177
Tabelle 7-25: Emissionen der Anlagen die am Emissionshandel teilnehmen	189
Tabelle 7-26: Abfall- und Ersatzbrennstoffkraftwerke in Sachsen-Anhalt.....	191
Tabelle 7-27: Endenergieverbrauch bis 2020 in GWh/a im Trendszenario inkl. Industriekraftwerke	193
Tabelle 8-1: Annahmen zu den Energiepreisen.....	207
Tabelle 8-2: Maßnahmenbewertung Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung.....	222

Tabelle 8-3: Maßnahmenbewertung Windenergie	229
Tabelle 8-4 : Maßnahmenbewertung Biogas-HKW.....	235
Tabelle 8-5 : Maßnahmenbewertung Biomasse-HKW	237
Tabelle 8-6: Maßnahmenbewertung Pelletheizung EFH im Bestand	238
Tabelle 8-7: Maßnahmenbewertung Photovoltaik.....	244
Tabelle 8-8: Maßnahmenbewertung Solarthermie	247
Tabelle 8-9: Maßnahmenbewertung Wasserkraft	249
Tabelle 8-10: Maßnahmenbewertung Geothermie	251
Tabelle 8-11: Maßnahmenparameter Gebäudehülle	264
Tabelle 8-12: Maßnahmenbewertung Sanierung Gebäudehülle Haushaltssektor.....	266
Tabelle 8-13: Maßnahmenbewertung Öl-Brennwertkessel	268
Tabelle 8-14: Maßnahmenbewertung Mikro-KWK.....	270
Tabelle 8-15: Maßnahmenbewertung Optimierte Regelung.....	273
Tabelle 8-16: Maßnahmenbewertung Lüftungsanlagen mit WRG.....	275
Tabelle 8-17: Maßnahmenbewertung Effiziente Beleuchtung	277
Tabelle 8-18: Maßnahmenbewertung Effiziente Umwälzpumpen	278
Tabelle 8-19: Maßnahmenbewertung Effiziente Haushaltsgeräte.....	280
Tabelle 8-20: Maßnahmenbewertung Reduktion Bereitschaftsverluste	282
Tabelle 8-21: Maßnahmenbewertung Sanierung Gebäudehülle GHD	293
Tabelle 8-22: Maßnahmenbewertung Optimierte Regelung.....	296
Tabelle 8-23: Maßnahmenbewertung KWK im Bereich GHD	298
Tabelle 8-24: Maßnahmenbewertung Effiziente Beleuchtung	300
Tabelle 8-25: Maßnahmenbewertung adaptive Beleuchtungssysteme	301
Tabelle 8-26: Maßnahmenbewertung Effiziente Umwälzpumpen im GHD-Sektor	302
Tabelle 8-27: Maßnahmenbewertung Effiziente Bürogeräte	304
Tabelle 8-28: Personal im öffentlichen Dienst nach Beschäftigungsbereichen und im Dienstverhältnis am 30.06.2007.....	314
Tabelle 8-29: Kostenschätzung Energieeffizienzberatung	322

Anmerkung:

- Grundsätzlich sind alle Zahlen gerundet, dadurch ist es möglich, dass durch Addition eine geringfügige Abweichung in der Summe entsteht

1 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und Handlungsfelder der Studie

Im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt hat ENERKO im Laufe der Jahre 2007 und 2008 das vorliegende Klimaschutzkonzept für das Land Sachsen-Anhalt erstellt.

Zielstellung des Konzeptes ist die Erarbeitung von Handlungsoptionen für den Klimaschutz in dem Zeitraum bis zum Jahr 2020 auf der Basis einer zu erstellenden Bestandsaufnahme der IST-Situation des Jahres 2005 in den verschiedenen Sektoren. Auf dieser Basis wird dann zunächst eine Trendprognose für den Energiebedarf und die Umweltbelastung entwickelt, in der die heute bereits absehbaren Trends bis zum Jahr 2020 fortgeschrieben werden. Im nächsten Schritt werden Maßnahmen identifiziert, mit denen zielgerichtet die klimarelevanten Emissionen in Sachsen-Anhalt in den verschiedenen Anwendungsbereichen reduziert werden können. Dies erfolgte unter besonderer Würdigung des Kosten-/Nutzenverhältnisses dieser Maßnahmen.

Seit 1990 hat sich der Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt aufgrund struktureller Veränderungen bereits deutlich reduziert

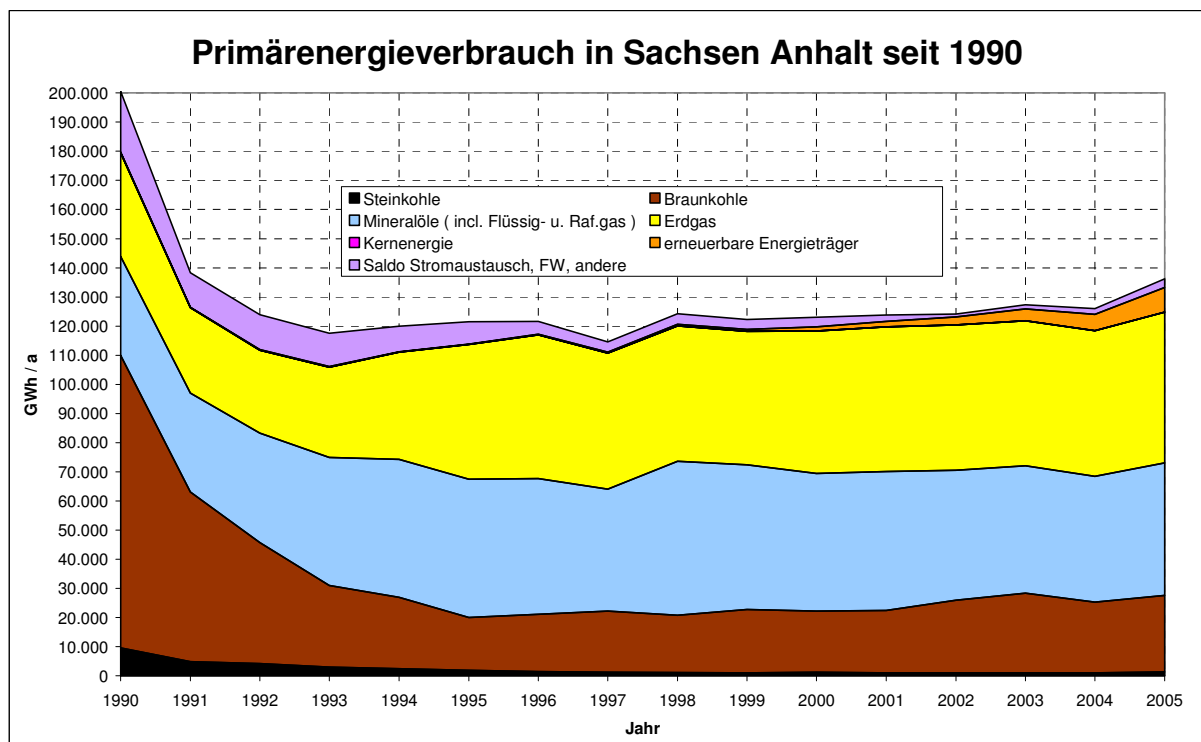


Bild 1-1: Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 1990-2005 [STALA-2005]

Die CO₂-Emissionen sind von 1990 bis 2005 aufgrund des Energieträgerwechsels von Braunkohle zu Erdgas noch deutlicher um rund 40% gesunken.

Eine Übersicht über die Emissionen in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 differenziert nach Sektoren gibt Tabelle 1-1. Insgesamt wurden rund 41,6 Mio. t CO₂/Ä emittiert.

Weitaus wichtigster Sektor ist der Umwandlungsbereich mit den Heizkraftwerken und Raffinerien mit rund 14,4 Mio. t CO₂/Ä. Ein großer Sektor ist auch der Energieeinsatz in dem verarbeitenden Gewerbe, hier entstehen Emissionen von rund 6 Mio. t CO₂/Ä. Ebenfalls rund 6 Mio. t CO₂/Ä werden für die Beheizung der Wohngebäude und der gewerblich genutzten Gebäude des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen emittiert. Die Emissionen des Verkehrsbereichs belaufen sich auf rund 6,1 Mio. t CO₂/Ä unter Berücksichtigung aller im Land verbrauchten Mengen (Die Energiebilanz in Bild 1-2 weist hingegen nur die verkauften Mengen aus). Die nicht energiebedingten Emissionen mit rund 9,1 Mio. t CO₂/Ä werden dominiert von den prozessbezogenen Emissionen im Wesentlichen bei der Zement- und Kalkherstellung. Die Landwirtschaft trägt einen Beitrag von 3 Mio. t CO₂/Ä an der Gesamtemission.

Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren		Emissionen	Sektoren
		t CO ₂ -Ä.	anteil %
Energiebezogene Emissionen			
1 A 1 a	Öffentl. Strom- und Fernwärmeversorgung	12.440.842	30%
1 A 1 b	Raffinerien	1.968.455	5%
1 A 2 a/b	Verarbeitendes Gewerbe, Eisen, Stahl, NE-Metall	339.165	1%
1 A 2 c	Verarbeitendes Gewerbe, Chemie	1.270.026	3%
1 A 2 d	Verarbeitendes Gewerbe, Zellstoff, Papier und Druck	110.577	0%
1 A 2 e	Verarbeitendes Gewerbe, Lebensmittel	714.965	2%
1 A 2 f	Verarbeitendes Gewerbe, Sonstige	3.518.353	8%
1 A 3	Verkehr	6.055.237 **	15%
1 A 4 a	Übrige Feuerungsanlagen, GHD	2.850.143	7%
1 A 4 b	Übrige Feuerungsanlagen, Haushalte	3.229.350	8%
Nicht energiebezogene Emissionen			
2	Prozessbezogene Emissionen	3.670.000	9%
2 F	Verbrauch von HFC, PFC und SF6	727.928	2%
3 D	Sonstige N ₂ O-Emissionen	29.976	0%
4 A	Tierische Verdauung	538.174	1%
4 B	Düngermanagement	290.400	1%
4 D	Landwirtschaftliche Böden	2.145.600	5%
6 A	Deponien	1.507.317	4%
6 B	Abwasser	171.298	0%
	Summe	41.577.806	100%

**) Verkehrsbilanzierung nach bottom-up Modell (siehe Kap. 6.1.8)

Tabelle 1-1: Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren

Für die nächsten Jahre sollen nachfolgend Wege aufgezeigt werden, wie die Emissionsbelastungen in Sachsen-Anhalt deutlich reduziert werden können in den drei Handlungsfeldern:

1. Intelligente Reduzierung des Energiebedarfs ohne Komfortverzicht
2. Steigerung der Effizienz in der Energienutzung
3. Vermehrter Einsatz erneuerbarer Energien

1.1 Energiebereitstellung und –verwendung

Einen guten Überblick zum Energieeinsatz in Sachsen-Anhalt gibt das Energieflussbild:

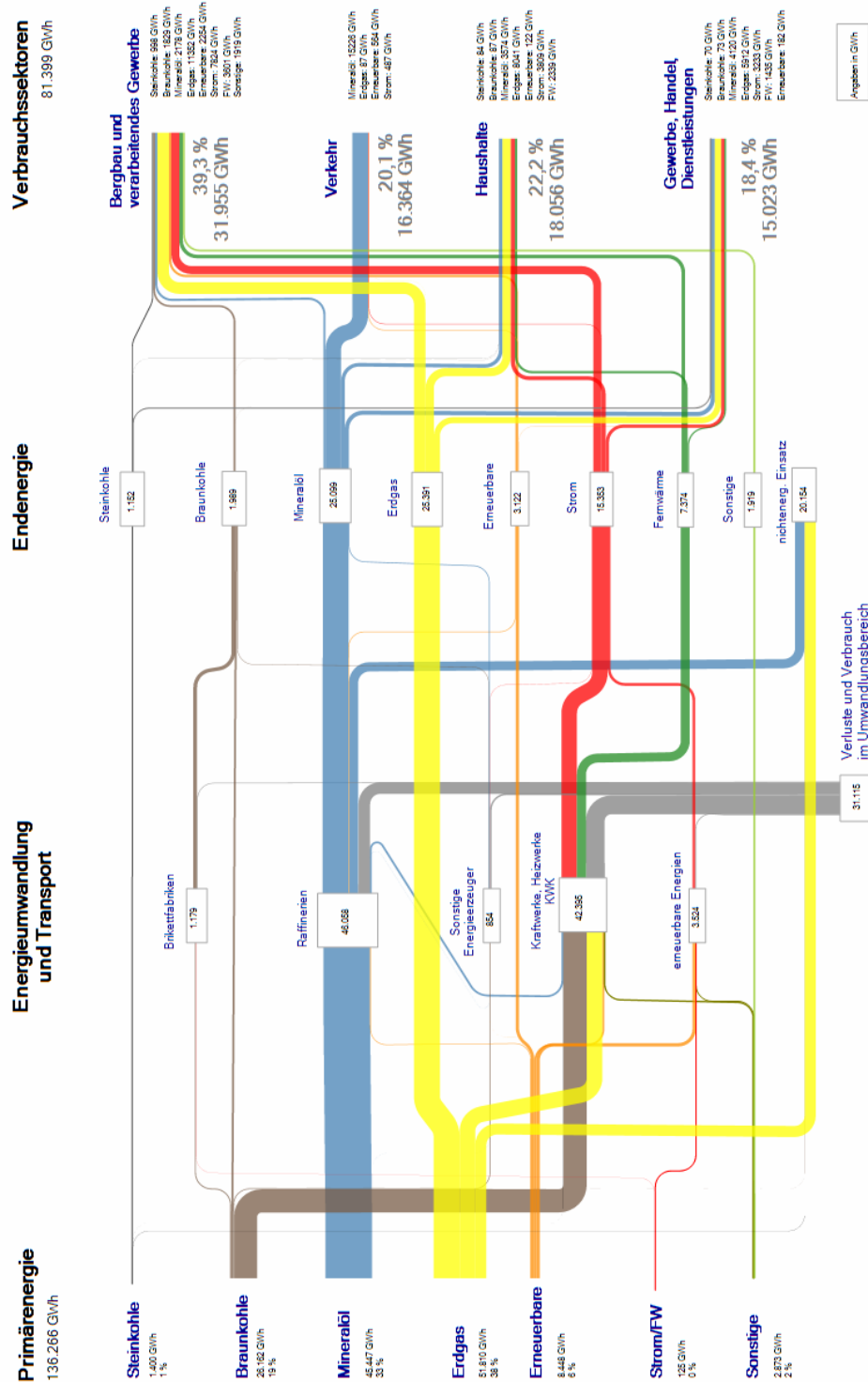


Bild 1-2: Energieflussbild des Landes Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005

Der gesamte Primärenergieeinsatz lag im Jahr 2005 bei rund 136 TWh. Wichtigster Energieträger ist Erdgas (38 %) gefolgt von Mineralöl (33 %) und Braunkohle (19 %). Die erneuerbaren Energieträger haben immerhin schon ein Niveau von 6 % erreicht.

Im Umwandlungsbereich gehen rund 31 TWh Energie, entsprechend rund 27% der eingesetzten Primärenergie vermindert um den nicht energetischen Einsatz, verloren. Hier ist bereits ein interessanter Ansatzpunkt zur Effizienzsteigerung durch vermehrte Nutzung der in den Umwandlungsprozessen anfallenden Abwärmemengen. In Sachsen-Anhalt wird diese über ausgedehnte Fernwärmenetze bereits seit langer Zeit in erheblichen Umfang genutzt. Aber es stehen immer noch erhebliche Abwärmemengen für eine Ausweitung einer Fernwärmeversorgung zur Verfügung.

Der gesamt Endenergiebedarf in Sachsen Anhalt lag im Jahr 2005 bei rund 81 TWh. Dieser Bereich wird dominiert vom Heizenergie- und Strombedarf der Sektoren Haushalte, sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen auf die rund 33 TWh (40,6 %) des gesamten Bedarfs entfallen. Wichtige Ansatzpunkte sind hier intelligente Strategien zur Reduzierung des Bedarfs ohne Komfortverzicht.

Auf den Sektor Bergbau und verarbeitendes Gewerbe entfallen rund 32 TWh (39,3%).

Im Verkehrsbereich liegt der Endenergiebedarf bei rund 16 TWh (20,1%).

Die Trendprognose für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 hat ergeben, dass in allen Sektoren Einsparungen zu erwarten sind. Die Werte aus der folgenden Abbildung stimmen nicht ganz mit der Energiebilanz in Bild 1-2 überein. Der Unterschied liegt in der unterschiedlichen Bilanzgrenze der Industriekraftwerke und der verwendeten bottom-up-Methodik im Verkehrsbereich siehe Kapitel 7.5.

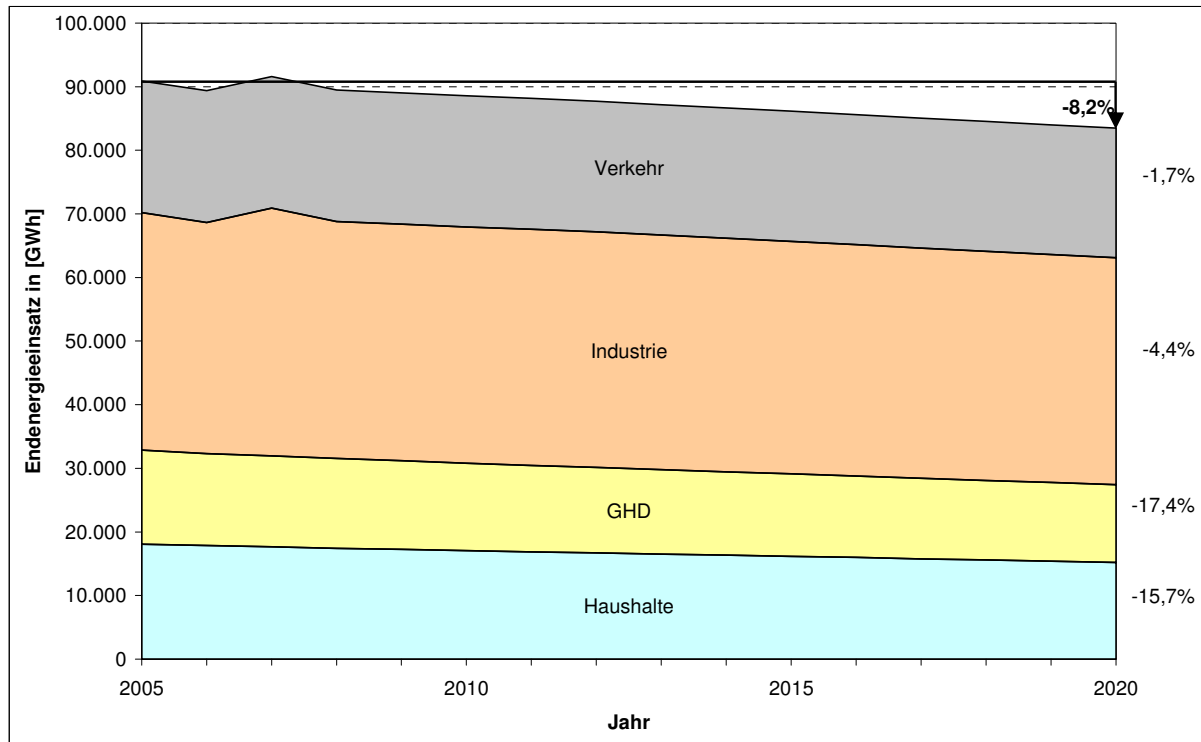


Bild 1-3: Entwicklung des Endenergieverbrauches im Trendszenario bis 2020

Bei den Haushalten und im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird der Endenergiebedarf bis zum Jahr 2020 um 16 % bis 17 % zurückgehen. Dieses ist im Wesentlichen auf Wärmedämmmaßnahmen zurückzuführen, die aufgrund der extrem gestiegenen Energiepreise zunehmend für die Verbraucher aus Kostengründen interessant werden. In der Industrie wird der Endenergiebedarf auslastungs- und produktionsbedingt nicht in diesem Umfang zurückgehen können. Hier werden Einsparungen in der Größenordnung von 4 % erwartet.

Im Verkehrsbereich werden die von der Technik her möglichen Einsparungen zum großen Teil wieder kompensiert durch steigende Mobilitätsansprüche. Per Saldo werden hier Einsparungen im Trendszenario von nur knapp 2% erwartet.

Das Analysejahr 2005 ist im Verkehrsbereich charakterisiert durch einen Endenergieverbrauch von 20.737 GWh, der zu 95% vom Straßenverkehr verursacht wird. Etwa 35% des Energieverbrauchs des Straßenverkehrs entfallen auf die Autobahnen.

Aus dem Endenergieverbrauch und den Vorketten resultiert ein CO₂-Äquivalent von 6,1 Mio. t. Der nach dem Territorialprinzip (Verkehr innerhalb der Landesgrenze) abgeschätzte, auf die Verkehrsteilnehmer aus Sachsen-Anhalt entfallende Anteil (Landesanteil) am Gesamtverkehr schlägt mit 3,6 Mio. t oder 60% zu Buche.

Unter der Annahme eines stetigen Bevölkerungsrückganges, eines weiteren erheblichen Ausbaus des Autobahnnetzes, der Umsetzung der Leitlinien des Landesverkehrskonzeptes, der Umsetzung von Maßnahmen zur Erreichung eines Flottendurchschnittswertes von 120 gCO₂/km (für Neuzulassungen) und einer Biokraftstoffquote von 10% energetisch wird sich der Endenergieverbrauch mit 20.377 GWh auf dem Niveau von 2005 stabilisieren.

Des Weiteren werden die hohen Preisentwicklungen insbesondere bei den fossilen Kraftstoffen sich nicht nur auf das Verkehrsverhalten sondern auch auf die Flottenzusammensetzung in Bezug auf die Fahrzeuggrößen und die Antriebsarten auswirken.

Der berechnete Endenergieverbrauch führt einschließlich der Vorketten zu einer Gesamtemission von 5,5 Mio. t CO₂-Ä. Der Landesanteil beträgt mit 2,4 Mio. t CO₂-Ä nur noch 44%. Somit kommt es im Trendszenario zu einem Rückgang von ca. 0,6 Mio. t CO₂-Ä oder 9,2% im Vergleich zum Analysejahr 2005. Der Rückgang des Landesanteils von rund 1,2 Mio. t CO₂-Ä wird durch die Entwicklung des übrigen, nicht von Verkehrsteilnehmern aus Sachsen-Anhalt verursachten Verkehrs um etwa 0,7 Mio. t CO₂-Ä vermindert.

Im Bereich der nicht energiebezogenen Emissionen wird mit einer leicht rückläufigen Entwicklung gerechnet. Die Aufteilung im Jahr 2005 und die Prognose für 2020 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Sektor	im Jahr 2005		Trend 2020	
	Mio. t CO ₂ -Ä.	%	Mio. t CO ₂ -Ä.	%
2 nicht Energiebedingte Emissionen	3,67	40,4%	3,67	47,5%
2 F Verbrauch von HFC,PFC und SF 6	0,73	8,0%	0,73	9,4%
3 D sonstige N2O - Emissionen	0,03	0,3%	0,03	0,4%
4 A Tierische Verdauung	0,54	5,9%	0,54	7,0%
4 B Düngermanagement	0,29	3,2%	0,29	3,8%
4 D Landwirtschaftliche Böden	2,15	23,6%	2,15	27,8%
6 A Deponien	1,51	16,6%	0,15	2,0%
6 B Abwasser	0,17	1,9%	0,17	2,2%
Summe	9,08	100,0%	7,72	100,0%

Tabelle 1-2: Nicht energiebezogene Emissionen

Größter Emittent sind hier die Prozessbedingten Emissionen der Industrie (Sektor 2), darunter fallen die Zement- und Kalk- sowie die Glas- / Keramik-Industrie und die Ammoniakproduktion. Die Emissionen sind prozessbedingt und können im Gegensatz zu den energiebedingten Emissionen kaum eingespart werden.

Bei der Land- und Viehwirtschaft erwarten wir bei gleichbleibender Produktion kein nennenswertes Reduktionspotenzial.

Bei den Deponien werden die Emissionen – wie in Kap. 7.6 geschildert – um 90% zurückgehen.

Insgesamt sinken die CO₂-Emissionen in diesem Bereich um rund 1,3 Mio. t/a CO₂-Ä auf rd. 7,7. Mio. t/a CO₂-Ä.

Über alle Sektoren ergibt sich die in folgender Abbildung dargestellte Entwicklung der Emissionen:

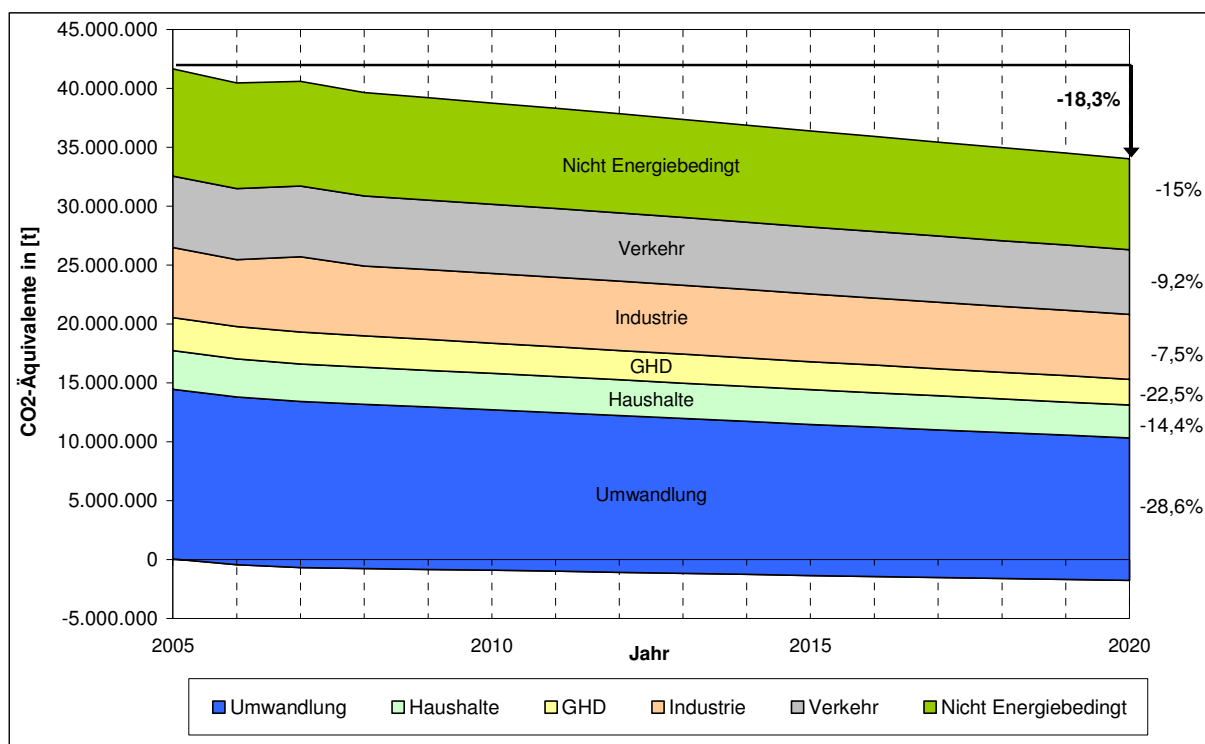


Bild 1-4: Entwicklung der Emissionen im Trendszenario bis 2020 (Quellenbilanz mit Bilanzierung Stromexport)

Es wird deutlich, dass die gesamten CO₂-Ä.-Emissionen um rund 18,3 % bis zum Jahr 2020 zurückgehen werden. Dabei ist berücksichtigt, dass durch den konsequenten Ausbau der regenerativen Stromerzeugung Sachsen-Anhalt in zunehmenden Umfang zum Stromexportland wird. Die sich daraus ergebenden Emissionsgutschriften sind entsprechend berücksichtigt.

Diese erfreuliche Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung in Sachsen-Anhalt bis zum Jahr 2020 wird noch einmal im folgenden Bild deutlich.

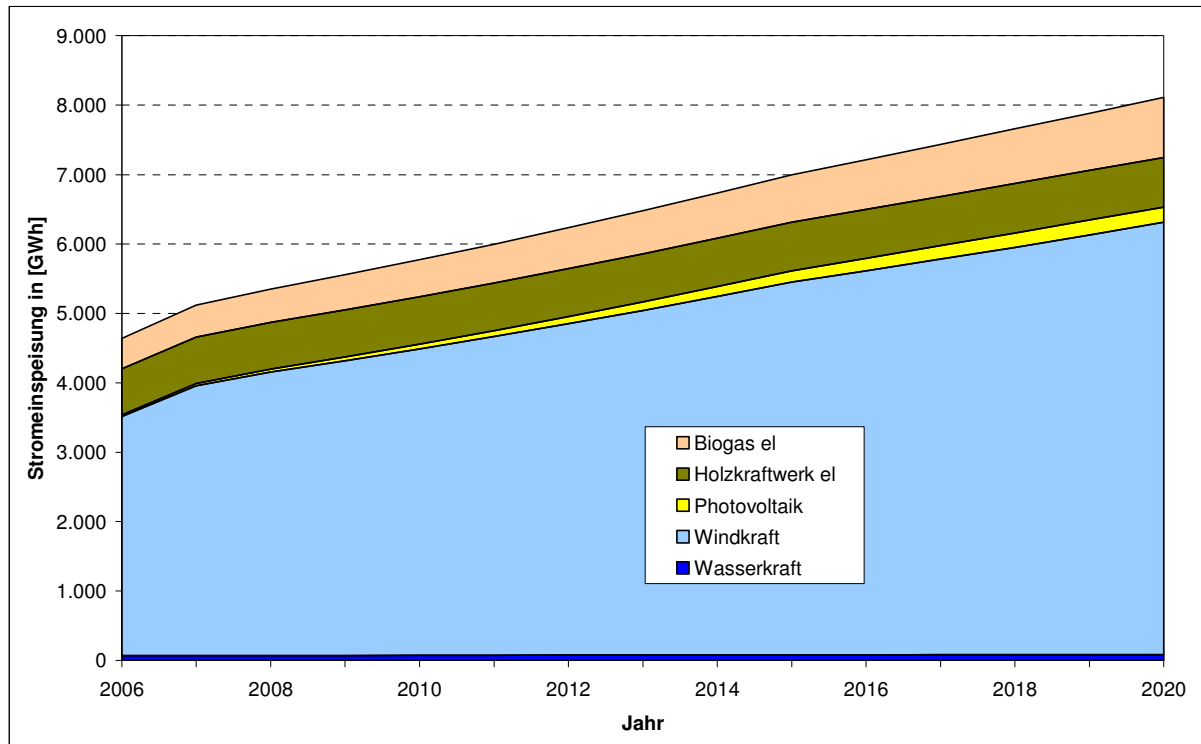


Bild 1-5: Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung im Trendszenario bis 2020

Auch im Bereich der regenerativen Wärmeerzeugung werden in den nächsten Jahren erhebliche Steigerungen zu verzeichnen sein:

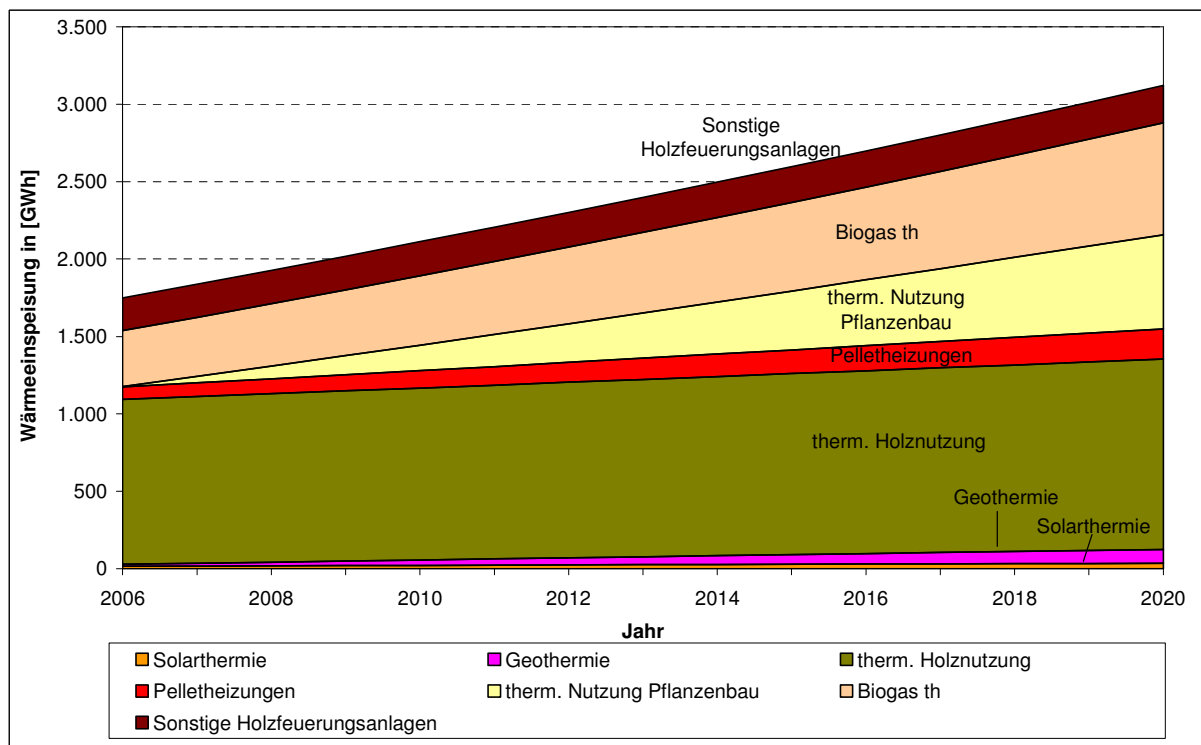


Bild 1-6: Entwicklung der regenerativen Wärmeerzeugung im Trendszenario bis 2020

1.2 Maßnahmenbewertung

In einem Maßnahmenzenario wurde untersucht, mit welchen gezielten Maßnahmen das Land Sachsen-Anhalt den Klimaschutz weiter befördern kann. Durch das gesamte Maßnahmenbündel beginnend mit intelligenter Einsparung über Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung und der regenerativen Energieträger kann über das Trendszenario hinausgehend insgesamt eine Emissionsentlastung von rund gut 24,8 % bis zum Jahr 2020 erzielt werden.

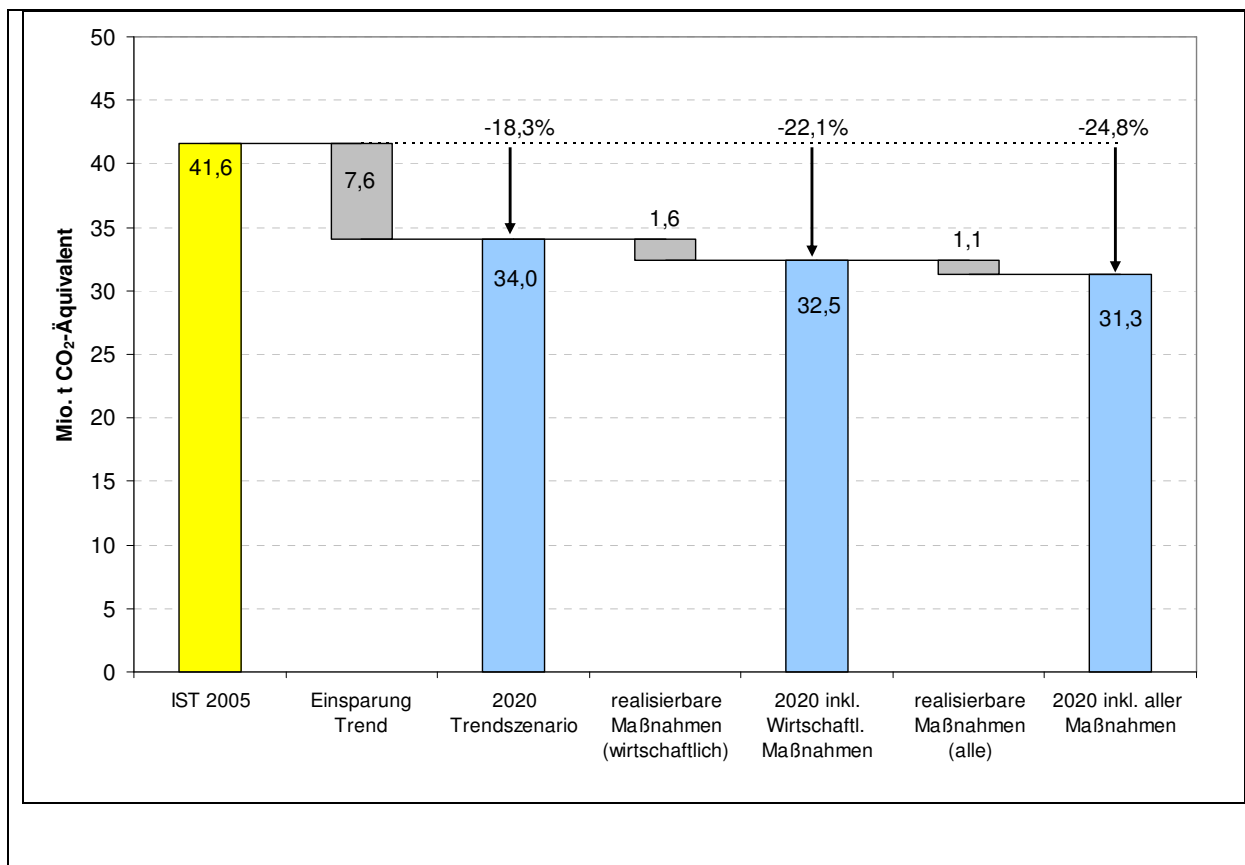


Bild 1-7: CO₂ Entlastungsstrategien für Sachsen-Anhalt bis zum Jahr 2020

Die einzelnen Maßnahmen mit ihren technischen Potenzialen und den zu erwartenden Kosten und dem Kosten/Nutzenverhältnis sind detailliert in Kapitel 8 dargestellt. Schwerpunkte der wirtschaftlichen Minderungspotenziale liegen in den Sektoren Haushalt und GHD vor allem im Bereich der Gebäudesanierung sowie der elektrischen Effizienzverbesserung (Beleuchtung, Geräte, Pumpen). Die erneuerbaren Energien und hier vor allem der weitere Ausbau der Windenergie können ebenfalls zu einer weiteren Einsparung beitragen, die allerdings weniger wirtschaftlich ist, da die wirtschaftlichen Maßnahmen bereits weitgehend im Trendszenario berücksichtigt sind.

1.3 Umsetzungshebel des Landes Sachsen Anhalt

Insgesamt ist festzustellen, dass die bundesweiten Maßnahmen wie Emissionshandel, EEG, ENEV, KWK-G und BImSchG in Verbindung mit landesspezifischen Faktoren (Bevölkerungsentwicklung, Rückgang der Braunkohlenutzung, Aufgabe von Deponien) bereits zu einem deutlichen Rückgang der Emissionen führen werden.

Darüber hinaus stehen der Landesverwaltung nur begrenzte unmittelbare Eingriffsmöglichkeiten zur Verfügung, da viele Bereiche entweder in die europäische, nationale oder kommunale Planungshoheit fallen. Daher sollte ein Klimaschutzprogramm insbesondere darauf abzielen, die sehr unterschiedlichen Akteure im Bereich der Haushalte (Eigentümer, Mieter, Wohnungsgesellschaften), Unternehmen und der öffentlichen Hand zu motivieren, die Dinge umzusetzen, die heute bereit wirtschaftlich sind, und sie zu den Themen zu informieren, bei denen Informationsdefizite herrschen

Für die einzelnen Sektoren bedeutet das:

- **Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung sowie Industrie:**

Da die größten Anteile Emissionen bereits dem Emissionshandel unterliegen, ist für das Land kaum die Möglichkeit gegeben weitere Emissionseinsparungen zu erzielen.

- **Erneuerbare Energien:**

Ein weiteres finanzielles Engagement des Landes über die Förderungen des EEG hinaus ist – wenn überhaupt – nur eingeschränkt zu empfehlen. Durch die Landesbehörden (und nachgeordnete Behörden) können jedoch durch Schaffung der Rahmenbedingungen (z.B. Ausweisung weitere Eignungsflächen für die Windenergienutzung) die Umsetzung zusätzlicher EEG-Anlagen ermöglicht oder zumindest vereinfacht werden.

- **Haushalte:**

Der größte Anteil der Modernisierungs- und Einsparmaßnahmen im Bereich der Haushalte ist aus Investorensicht (Hauseigentümer) bereits heute wirtschaftlich. Die Risiken der hohen Investitionen verbunden mit geringeren Möglichkeiten der Rücklagenbildung und die Unwissenheit über die langfristigen wirtschaftlichen Vorteile werden die Modernisierungs- und Einsparmaßnahmen nicht umgesetzt. Das Land hat grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Steigerung der Umsetzungsraten der Potenziale. Erstens der ordnungsrechtliche Zwang durch Gesetzgebung und Überwachung (z.B. verschärftes WärmeEEG siehe Baden Württemberg) und zweitens die Förderung durch Information, Beratung und Kostenbeteiligung.

- **Gewerbe, Handel, Dienstleistungen:**

Wie im Haushaltsbereich sind viele Maßnahmen wirtschaftlich, der hohe Investitionsbedarf hemmt jedoch die Umsetzung. Hinzu kommt das Problem der Eigentümerproblematik im GHD-Sektor, da in vielen Fällen Nutzer und Eigentümer nicht identisch sind. Dem Land stehen wieder erstens der ordnungsrechtliche Weg und zweitens die Förderung durch Information, Beratung und Kostenbeteiligung zur Verfügung. Besonders der Förderung durch Beratung und Information kommt besondere Bedeutung zu, da einem Eingreifen auf dem ordnungsrechtlichen Wege die wirtschaftlich schwierige Situation des Landes entgegensteht.

- **Verkehr:**

Ansatzpunkte zur Verkehrsvermeidung liegen insbesondere im kommunalen Bereich. So können durch geeignete Bebauung und Anschluss an den ÖPNV-Netz Emissionen eingespart werden, die Maßnahmen gehören jedoch bereits zu den kommunalen Standardmaßnahmen. Daneben können im Verkehrsbereich von Land und Kommune durch die Verpflichtung zur Nutzung des ÖPNV für Dienstreisen und die Umstellung der Fuhrparks auf Klimaschonende Fahrzeuge, Emissionen eingespart werden.

- **Emissionen im nicht energetischen Bereich:**

Durch die Teilnahme am Emissionshandel werden ist der Teil der prozessbedingten Emissionen (Zement- und Kalk- sowie Glas- und Keramik-Industrie) bereits in das EU-weite Handelssystem einbezogen und unterliegt dementsprechendem Reduktionsdruck. Bei den Emissionen im Bereich der Land- und Viehwirtschaft wird weder ein größeres Einsparpotenzial im Trendszenario noch eine Ansatzmöglichkeit für das Land gesehen. Die Emissionen der Deponien gehen bedingt durch die bestehenden bundesweiten Regelungen stark zurück, weitere Ansatzpunkte für das Land werden nicht gesehen.

Handlungsbedarf besteht also weniger im Bereich der direkten Förderungen als in der Vernetzung der Akteure.

Eine Möglichkeit, diese zu verbessern, wäre eine Koordinierungsstelle, die Anlaufstelle für Bürger, Investoren und kommunale Entscheider ist und entsprechende Informationen bereitstellt (online und durch Ansprechpartner) und damit die Eigeninitiative fördert. Eine ergänzende finanzielle Förderung von umfassender Energieberatung wie in Kapitel 8.4.4.8 dargestellt kann durch vertretbare finanzielle Mittel rentable Klimaschutzinvestitionen in vielfacher Höhe auslösen.

Dies bedingt die Vernetzung der Energieberater und den bereits bestehenden 19 Energieberatungsstützpunkten der Verbraucherberatung in Sachsen-Anhalt. Die Beratung sollte zusätzlich zur reinen Gebäudesanierung eine umfassende Beratung auch zu den Themen Stromeinsparung, effiziente Haushaltsgeräte/Energiesparlampen, Mobilität umfassen, um als Hebel zur Umsetzung aller im Gebäudebereich/Haushalte gedachter Maßnahmen zu wirken.

Die Kosten, die dem Land Sachsen-Anhalt durch eine verbesserte Förderung der Energieeffizienzberatung entstehen würden, betragen rund 2 Mio. €/a (siehe Beispielrechnung in Abschnitt 8.8). Dadurch könnte man mehr als 1% der Gebäude pro Jahr erreichen. Das bedeutet, dass mit einem jährlichen Förderungsvolumen von rund 2 Mio. EUR bis 2020 Beratungen zu rund 12% aller Gebäudeflächen (Haushalt und GHD) angestoßen werden könnten. Das Einsparpotenzial dadurch wird grob auf 0,3 Mio. t CO₂-Ä. pro Jahr abgeschätzt.

Zudem kann das Land den Grossteil der Maßnahmen in seinen eigenen Liegenschaften als Pilotprojekte umsetzen, die eine große Multiplikatorwirkung haben, z.B. in Schulen. Eine effiziente Bewirtschaftung der Landesliegenschaften hat somit eine große Bedeutung und sollte als erster Schritt umgesetzt werden.

2 Ziele der Untersuchung und Methodik

Das Klimaschutzkonzept für Sachsen-Anhalt soll gegenwärtige und zukünftige Gestaltungsmöglichkeiten für eine nachhaltige Klimaschutzpolitik des Landes Sachsen-Anhalt aufzeigen.

Die Fragen zum Klimawandel und einer sicheren Energieversorgung haben in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen und bestimmen die Schlagzeilen unserer Zeit. Vor diesem Hintergrund werden zunächst die aktuellen politischen Rahmenbedingungen und Zielstellungen der internationalen, nationalen und regionalen Klimaschutzpolitik analysiert.

Als Basis des Klimaschutzkonzeptes dient eine Bestandsaufnahme der klimarelevanten Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt. Die Quellgruppen werden in energiebedingte und nicht energiebedingte Emissionen aufgeteilt.

Auf Grundlage der Energiebilanz Sachsen-Anhalts des Jahres 2005 wird ein Energieatlas erstellt und der gesamte Energiefluss vom Primärenergieaufkommen bis hin zum Endenergieverbrauch analysiert. Besonderes Augenmerk wird hier auf die aktuelle Nutzungssituation der erneuerbaren Energien im Land gelegt.

Die energiebedingten Emissionen werden anhand des in der Energiebilanz ausgewiesenen Verbrauchs der in den jeweiligen Sektoren verwendeten Energieträger berechnet. Die nichtenergetisch bedingten Emissionen werden, soweit möglich, nach den Emissionsfaktoren des Nationalen Inventarberichts 2007 bestimmt.

Für die Endenergieverbrauchssektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Verkehr und Industrie sind unter Berücksichtigung aktueller Rahmenbedingungen Trendszenarien des Energiebedarfs und der -bedarfsdeckung bis zum Jahr 2020 zu erstellen.

Anhand der Ergebnisse werden die durch zusätzliche Maßnahmen erreichbaren Minderungspotenziale errechnet. Aus der monetären Bewertung der Einsparpotenziale aus Sicht des Entscheidungsträgers und der Gesamtkonomie, leiten sich dann die Handlungsempfehlungen für Sachsen-Anhalt ab.

Für die Erstellung des Klimaschutzkonzepts werden vor allem folgende Datenquellen verwendet (teilweise wurden Aktualisierungen der Daten auf das Bezugsjahr 2005 durchgeführt):

- Klimaschutzkonzept Sachsen-Anhalt des Jahres 1997 [KLIMA-1997]
- Biomassepotenzialstudie 2007 Sachsen-Anhalt 2007 [BMST-2007]
- Energiestudie 2007 für das Land Sachsen-Anhalt; Untersuchung im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt [IE-2007]
- Landesenergiekonzept 2007 des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt) [MWST-2007-02]
- Anlagenkataster LVwA, [LAU-2008]
- Emissionserklärungen der genehmigungsbedürftigen Anlagen des Jahres 2004 [MUSA-2004]
- Emissionshandelsberichte 2005, 2006 (öffentliches Register der Deutschen Emissionshandelsstelle DEHST)
- Aktuelle Veröffentlichungen des Mineralölwirtschaftsverbandes zum Kraftstoffverbrauch auf Landesebene
- Statistische Erhebungen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung zu Fahrleistungen, Kraftstoff- und Energieverbrauch und Fahrzeugzahlen auf Bundesebene
- Berichte und Statistiken des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt
- Verkehrsemissionskataster ausgewählter Offroad-Kategorien für das Land Sachsen-Anhalt des Jahres 2000
- Energie- und Emissionskataster Sachsen-Anhalt für die Emittentengruppe „Nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen“ des Jahres 2000
- Emissionskataster biogene und nicht gefasste Quellen sowie klimarelevante Gase für das Land Sachsen-Anhalt des Jahres 2002 [UMEG-2002]
- Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme GEMIS [GEMIS-2007]

3 Aktuelle Entwicklungen beim Klimaschutz

3.1 Rahmenbedingungen und Zielsetzungen

3.1.1 Entwicklungen auf europäischer Ebene

Die begrenzte Marktverfügbarkeit fossiler Energieträger und die Beherrschung der Folgen des Klimawandels werden weltweit zunehmend als die beiden großen – über die Emission von Treibhausgasen miteinander verbundenen - Herausforderungen für die Energiewirtschaft in diesem Jahrhundert begriffen. Ein schneller Temperaturanstieg wird voraussichtlich gravierende Auswirkungen auf das Ökosystem der Erde haben, so dass alle Möglichkeiten auszuschöpfen sind, um ihn auf das unvermeidbare Maß zu begrenzen.

Da der Energiesektor einer der Schlüsselbranchen in der europäischen Wirtschaft ist, kann eine wirkungsvolle Energiepolitik dazu beitragen, den Wohlstand in Europa zu mehren. Die wichtigsten Ziele der auf Nachhaltigkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit orientierenden europäischen Energiepolitik werden in dem 2006 aktualisierten Grünbuch fixiert.

Gemäß den Vorgaben des Kyoto-Protokolls hat sich die Europäische Union zu einer verbindlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen zum Ende der Periode 2008 -2012 um 8 % gegenüber 1990 verpflichtet. Das gemeinschaftliche Reduktionsziel wird über eine Quotenregelung auf die Mitgliedsstaaten der EU 15 verteilt. Im Rahmen des „burden sharing“ muss die Bundesrepublik Deutschland eine Reduktion um 21 % bezogen auf das Basisjahr 1990 realisieren.

Mit Blick auf die Ergebnisse der 13. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention auf Bali vom Dezember 2007 haben die Staats- und Regierungschefs der Europäischen Union auf ihrem Frühjahrsgipfel Mitte März 2008 erneut die Notwendigkeit einer Führungsrolle der EU beim Klimaschutz bekräftigt und grundsätzliche Leitlinien sowie den zeitlichen Rahmen zum weiteren Vorgehen beim Klimaschutz- und Energiepaket der EU („Grünes Paket“) festgelegt. Eine politische Einigung wird bis Ende 2008 angestrebt, spätestens 2009 soll dann das Gesetzgebungsverfahren abgeschlossen sein. Wichtige Vorhaben in diesem Zusammenhang sind:

- weitere Entwicklung des Emissionszertifikatehandels
- Förderung der CO₂-Abscheidung und Speicherung
- Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

- Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien
- Beschränkung der CO₂-Emissionen von PKW
- Verbesserung der Energieeffizienz

Der Europäische Rat hat das Risiko der Abwanderung von energieintensiven Industrien, die stark im internationalen Wettbewerb stehen, und auf die damit verbundene Verlagerung von CO₂-Emissionen („carbon leakage“) hingewiesen. Wenn internationale Verhandlungen dazu scheitern würden, soll dies eine entsprechende Berücksichtigung in der EU-Richtlinie zum Emissionszertifikatehandel finden.

Im Zusammenhang mit der Energieaußenpolitik wird auf europäischer Ebene auch die Frage der Energieversorgungssicherheit stärker diskutiert. Der Bericht zur Überprüfung der Energiestrategie („Strategic Energy Review“) soll noch Ende 2008 vorgelegt und auf dem nächsten Frühjahrsgipfel 2009 als Basis für einen neuen Energieaktionsplan ab 2010 verabschiedet werden.

3.1.2 Das integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung

Nach der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls durch die nationale Gesetzgebung ist die Bundesrepublik Deutschland nach den sogenannten „burden sharings Kyoto“ zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen um 21 % in der Periode 2008 – 2012 (Basisjahr 1990) verpflichtet, für das Jahr 2007 geht man in Deutschland nach derzeitiger Einschätzung von einer erreichten Emissionsminderung von 20,5 % aus.

In der Regierungserklärung zur Klimaagenda 2020: Nach den Beschlüssen des Europäischen Rates vom 26. April 2007 hat die Bundesregierung weit über diese internationale Verpflichtung hinausgehende Ziele zur CO₂-Emissionsminderung formuliert und damit den Anspruch Deutschlands, eine weltweite Vorreiterrolle beim Klimaschutz einzunehmen, unterstrichen. Danach strebt man an, die Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 um 40 % zu senken. Die finanziellen Mittel für Klimaschutzmaßnahmen werden deutlich aufgestockt. Allein im Jahr 2008 stehen dafür insgesamt 3,3 Milliarden € zur Verfügung (entspricht einer Steigerung von 200 % gegenüber 2005). Die Regierungserklärung hebt hervor, dass die Realisierung dieser Klimaschutzziele einen grundlegenden Umbau der Industriegesellschaft bedeute.

Gemäß der EU-Richtlinie für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (2006/32/EG) hat das zuständige Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie am 5. Oktober 2007

den ersten nationalen Energieeffizienz-Allokationsplan (EEAP) vorgelegt. Durch folgende Maßnahmen will Deutschland die in der oben genannten Richtlinie vorgegebenen Einsparziele im Endenergiebereich erreichen:

- deutliche Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude
- Förderprogramme zur Mobilisierung von Energieeffizienzpotenzialen in den Bereichen Gewerbe, Haushalte, Handel, Land- und Forstwirtschaft, Verkehr
- Verstetigung des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms
- verstärkte Investitionen in die Energieeffizienz öffentlicher Gebäude
- zeitnahe Stromverbrauchsmessung (Smart-Metering)
- Anreize zum Austausch von Nachtstromspeicherheizungen
- Verbesserung der Energieverbrauchskennzeichnung von PKW
- Ausbau der Forschung zu Energieeffizienz und Start eines Technologieprogramms „Klimaschutz und Energieeffizienz“

Die Umsetzung der für die Erfüllung der Klimaschutzziele der Bundesregierung notwendigen Klimaschutzmaßnahmen wird in einem am 5. Dezember 2007 vom Bundeskabinett beschlossenen integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) koordiniert. Das entsprechende Maßnahmenpaket besteht aus sieben neuen Gesetzen bzw. Verordnungen sowie sieben entsprechend novellierten Gesetzen bzw. Verordnungen und einigen weiteren Maßnahmen, deren Realisierung nach unabhängigen Untersuchungen insgesamt auf eine Emissionsminderung von 35 % führen kann und dem angestrebten Ziel von 40 % schon sehr nahe kommt. Dennoch liegen die 35 % Treibhausgasemissionsminderung schon etwas über den Verpflichtungen, die Deutschland im Zuge der europäischen Klimaschutzpolitik nach derzeitigem Stand erfüllen müsste. Mit weiteren kosteneffizienten Maßnahmen, unter anderem im Bereich Energieeffizienz, kann Deutschland sein Klimaschutzziel, die Emissionen um 40 % bis 2020 zu reduzieren, erreichen. Folgende wichtige Ziele sollen mit dem integrierten Energie- und Klimaprogramm erreicht werden:

- Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40% bis 2020 (bezogen auf 1990)
- Anteil der erneuerbaren Energien an der
 - Stromversorgung 25 -30 %
 - Wärmeversorgung 14 %
 - Treibstoffversorgung 12 -15 % (ursprünglich 17 %)
- Anteil der KWK an der Stromerzeugung von 25 % bis 2020 und Ausbau der Fern- und Nahwärmeversorgung

- Erhöhung der Energieeffizienz durch Verdoppelung der Energieproduktivität der gesamten Gesellschaft bis 2020 (Basisjahr 1990)
- Verringerung der Abhängigkeit vom internationalen Energiemarkt
- Ausbau der Technologieführerschaft im Bereich der Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz

Der Gesetzgeber hat im Juni 2008 mit einem Paket von vier Gesetzen zum IEKP den Weg frei gemacht für die Steigerung der Energieeffizienz und stärkere Förderung der erneuerbaren Energien im Strom und Wärmemarkt. Im Einzelnen sind dies:

- die Novelle des Gesetzes zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)
- die Verordnung über Rahmenbedingungen für Messstellenbetrieb und die Messung im Bereich der leitungsgebundenen Elektrizitäts- und Gasversorgung (MessZV)
- die Novelle des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG)
- das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Die Novelle des EEG weitet die Förderung von erneuerbaren Energien erheblich aus, allerdings wird die Förderung von Solarstromanlagen in den kommenden Jahren etwas zurückgefahren. Das EEWärmeG sieht vor, dass künftig 20 % des Wärmebedarfs in neuen Gebäuden aus erneuerbaren Energien oder ersatzweise 50 % des Wärmebedarfs aus KWKG-Anlagen gedeckt werden muss. Der derzeitige Gebäudebestand wird nicht vom EEWärmeG erfasst, allerdings räumt das Gesetz den Bundesländern die Befugnis ein, die Nutzung erneuerbarer Energien auch im Wohnungsbestand zur Pflicht zu machen.

Bild 3-1 verdeutlicht die bisherige Entwicklung und die Ziele der Bundesregierung in den Bereichen Bruttostromverbrauch, Wärmebereitstellung, Kraftstoffverbrauch und am gesamten Endenergieverbrauch.

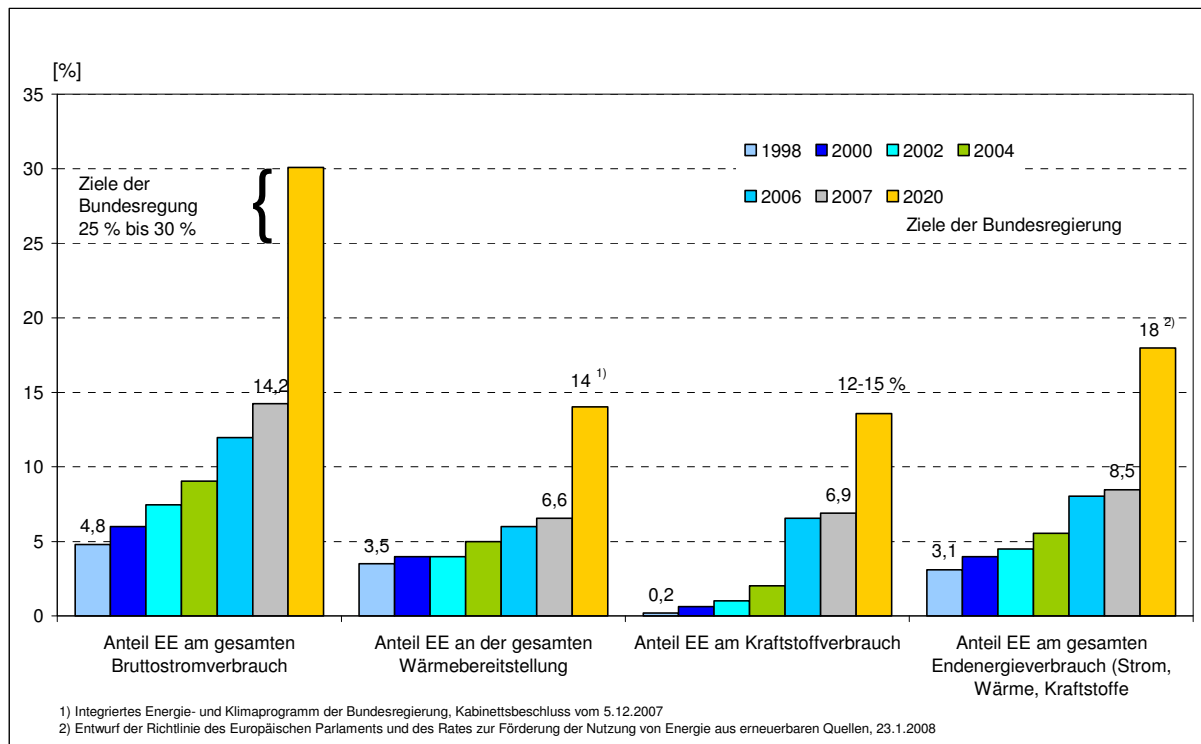


Bild 3-1: Ziele der Bundesregierung zur Nutzung erneuerbarer Energien bis 2020

Nach den vorläufigen Ergebnissen einer vom Bundesumweltministerium in Auftrag gegebenen Studie „Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland“ (siehe BMU-Pressemitteilung vom 9. Juni 2008) gehen Experten davon aus, dass die Maßnahmen des IEKP der Bundesregierung zusätzliche Investitionen in Höhe von 30 Milliarden € pro Jahr generieren und die Energiekosten bis 2020 um jährlich 20 Milliarden € senken. Beide Effekte zusammen führen nach Untersuchungen der Gutachter dazu, dass mehr Wachstum und Beschäftigung in Deutschland entsteht. Ein starker Beschäftigungszuwachs wird im Bereich der erneuerbaren Energien und umweltorientierten Dienstleistungen erwartet. Zusätzliche Arbeitsplätze sollen durch wachsende Exporte deutscher Umwelttechnik entstehen.

Nach den Ergebnissen einer schon abgeschlossenen Studie [BMU-2007-02] machen sich die Maßnahmen nicht nur im Klimaschutz bezahlt, sondern erbringen volkswirtschaftliche Einsparungen von fünf Milliarden Euro pro Jahr. So ergeben sich bei einer jährlichen Investition von etwa 31 Milliarden Euro, Energieeinsparungen in Höhe von rd. 36 Milliarden Euro pro Jahr für Verbraucher und Industrie.

Mit einem transparenten und unabhängigen Monitoring zum integrierten Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung soll für die einzelnen Maßnahmen der Zielerreichungsgrad sowie die Kosteneffizienz dargestellt werden, um eine Basis zur Bewertung und gegebenenfalls Überarbeitung des Programms zu haben. Der erste Fortschrittsbericht an das Kabinett soll im November 2010 vorliegen. Geplante Monitoringmaßnahmen des Landes Sachsen-Anhalt sollten zeitlich auf diesen Termin abgestimmt sein.

3.1.3 Zielsetzungen des Landes Sachsen-Anhalt zum Klimaschutz

Die Regierung hat sich im Koalitionsvertrag der fünften Legislaturperiode von 2006 bis 2011 des Landtags Sachsen-Anhalt darauf verständigt, sich in der Umweltpolitik am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung zu orientieren. So will die Koalition vor dem Hintergrund des Kyoto-Protokolls die ihr zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nutzen, um durch eine verantwortungsbewusste Umwelt- und Energiepolitik einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Die Landesregierung sieht in den ambitionierten Umweltzielen bis 2020, dem geplanten Atomausstieg und den damit verbundenen Ersatzinvestitionen in Gas- und Kohlekraftwerke sowie dem rasanten Preisanstieg für Elektroenergie, einen Zielkonflikt, der auf nationaler Ebene von der Bundesregierung gelöst werden sollte.

Die Regierung strebt die Umsetzung der EU-Klimaschutzrichtlinien an und will bei der Verfolgung des quantitativen Ziels, einen Anteil von 20 % der Erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch zu erreichen, durch eine Optimierung des Energiemixes in Sachsen-Anhalt qualitative Maßstäbe setzen.

Die sichere und preiswerte Umwelt und Ressourcen schonende Bereitstellung von Energie wird als wichtiger Standortfaktor angesehen. Deshalb bleibt ein ökonomisch, ökologisch und sozial ausgewogener Energiemix die Grundlage sachsen-anhaltinischer Energiepolitik. Eine verstärkte Nutzung der Erneuerbaren Energien soll in Zukunft den Energiemix ausgewogener gestalten, wobei gleichzeitig die Umweltauswirkungen des Einsatzes der Erneuerbaren Energien auf ein verträgliches Maß zu begrenzen sind (z.B. Landschaftsbildveränderung). Unter den regenerativen Energien hat die Biomassenutzung für das Land Sachsen-Anhalt eine besondere Bedeutung. Die Landesregierung setzt sich dafür ein, alle wirtschaftlichen Potenziale der rationellen Energieumwandlung und -verwendung auszuschöpfen.

3.2 Anthropogener Einfluss auf das Klima

Seit Beginn der Industrialisierung ist infolge menschlicher Aktivitäten eine globale Veränderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre nachzuweisen.

Die Konzentration von Kohlendioxid, das hauptsächlich bei der Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt wird, hat gegenüber der vorindustriellen Zeit um etwa 30% zugenommen, die von Methan sogar um 145%. Diese Gase werden auch durch natürliche Prozesse freigesetzt, im Gegensatz zu teil- oder vollhalogenierten Kohlenwasserstoffen oder Schwefelhexafluorid, die in der Natur nicht vorkommen und nur durch den Menschen industriell erzeugt werden.

Der Klimawandel führt zu tief greifenden Änderungen des Energiehaushalts der Atmosphäre und der Erdoberfläche. Durch die Emission der Klimagase wird der natürliche Treibhauseffekt, der das Überleben bei für uns angenehmen Temperaturen auf der Erde sichert, verstärkt. Die Spurengase absorbieren von der Erde abgestrahlte Wärme und führen so zu einer zusätzlichen Erwärmung. Diese Erwärmung führt zu einer globalen Veränderung des Klimas, wie der Rückzug der Gletscher, das Abschmelzen der Polkappen und immer häufiger auftretende Wetterextreme deutlich machen. Durch die Folgen des Klimawandels, wie den Anstieg des Meeresspiegels oder ausgedehnte Dürreperioden, ist die Existenzgrundlage von Millionen Menschen weltweit bedroht.

Es hat zwar auch in der Vergangenheit immer wieder Klimaschwankungen gegeben, aber der Temperaturanstieg der letzten Jahrzehnte ist deutlich stärker. Bezüglich des anthropogenen Klimawandels besteht mittlerweile Konsens in der internationalen Klimaforschung. Es geht heute nicht mehr darum, ob der Mensch das Klima beeinflusst, sondern darum diese Einflüsse und somit die Klimaveränderung zu minimieren.

3.3 Treibhausgase

Treibhausgase emittieren einerseits Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung), die als atmosphärische Gegenstrahlung die Erde zusätzlich zur Sonnenstrahlung erwärmt, andererseits absorbieren sie einen Teil der von der Erde abgegebenen Infrarotstrahlung, die ansonsten ins Weltall entweichen würde. Treibhausgase können anthropogenen Ursprungs sein, aber auch durch natürliche Vorgänge freigesetzt werden. Dementsprechend gibt es einen natürlichen und einen anthropogenen Treibhauseffekt. Ohne den natürlichen

Treibhauseffekt, der überwiegend durch das Treibhausgas Wasserdampf funktioniert, hätte die Erde im globalen Mittel eine Temperatur von nur -18°C .

Die menschlich bedingten Emissionen verstärken diesen Effekt und führen zu einer weiteren Erwärmung der Atmosphäre, deren negativen Folgen wie z.B. der Anstieg des Meeresspiegels bereits heute sichtbar sind.

Man unterscheidet zwischen direkten und indirekten Treibhausgasen. Die direkten, im Kyoto-Protokoll reglementierten und für dieses Klimaschutzkonzept relevanten Gase sind:

- Kohlendioxid (CO_2)
- Methan (CH_4)
- Distickstoffoxid (N_2O , Lachgas)
- Teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe (HFC)
- Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC)
- Schwefelhexafluorid (SF_6)

Die indirekten Treibhausgase, wie z.B. Kohlenmonoxid (CO), Stickoxide (NO_x) oder flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC = non methane volatile organic compounds) sind im Montreal-Protokoll geregelt, da sie zur Zerstörung der Ozonschicht beitragen.

Treibhauspotenzial

Im Folgendem werden die Kyoto-Gase, ihre Hauptemissionsquellen und ihr Treibhauspotenzial (GWP = Global warming potenzial) kurz erläutert. Das Treibhauspotenzial oder CO_2 -Äquivalent gibt an, welche Erwärmungswirkung eine festgelegte Menge eines Treibhausgases über einen bestimmten Zeitraum (meist hundert Jahre) hat. CO_2 dient als Vergleichswert und hat ein Treibhausgaspotenzial von 1. Methan beispielsweise hat ein Treibhauspotenzial von 21, was bedeutet, dass ein kg Methan eine 21-fach stärkere Wirkung auf den Treibhauseffekt hat als ein kg Kohlendioxid.

Kohlendioxid

Kohlendioxid ist nach Wasserdampf das zweitwichtigste Klimagas und das mengenmäßig vom Menschen mit Abstand am meisten emittierte. Es wird bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe, darunter alle fossilen Energieträger und auch Biomasse, freigesetzt. Auch bei chemischen Prozessen, wie z.B. dem Brennen von Kalk entsteht CO_2 .

In der Atmosphäre hat es eine Verweilzeit zwischen 100 und 150 Jahren, bis es von den Ozeanen oder von Biomasse aufgenommen wird. Die Konzentration ist mittlerweile auf etwa 370 ppm gestiegen, was einer Zunahme seit Beginn der Industrialisierung von 30%

entspricht. Das Treibhauspotenzial von CO₂ beträgt 1, da es als Referenzwert festgelegt wurde.

Methan

Methan wird unter anderem durch die tierische Verdauung in der Landwirtschaft, durch Mülldeponien und Grubengas freigesetzt. Weltweit gesehen ist der Reisanbau eine der Hauptemissionsquellen.

Einmal in die Atmosphäre abgegeben bleibt es dort etwa 12 Jahre erhalten und wird dann durch eine photochemische Reaktion abgebaut, wobei Wasserdampf und Kohlendioxid entstehen. Dies führt wiederum zu einer erhöhten Wasserdampfkonzentration in der Stratosphäre, die ebenfalls treibhauswirksam ist.

Die Konzentration in der Atmosphäre beträgt in etwa 1750 ppb und ist somit seit Beginn der Industrialisierung um 145 % gestiegen. Das Treibhauspotenzial von Methan beträgt 21.

Distickstoffoxid (Lachgas)

Lachgas wird hauptsächlich durch die Verwendung von Stickstoffdünger in der Landwirtschaft emittiert. Es wird bei mikrobiellen Abbauprozessen in den Böden gebildet. Bei der Verbrennung von Biomasse entsteht es ebenfalls.

In der Atmosphäre hat es eine Verweildauer von etwa 120 Jahren und wird erst in der Stratosphäre durch Photolyse abgebaut. Die Konzentration liegt heute bei 310 ppb und ist damit 17% höher als in der vorindustriellen Zeit. Das Treibhauspotenzial beträgt 310.

Halogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFC)

Die Stofffamilie der HFC dient als Ersatz der durch das Montreal-Protokoll verbotenen FCKW. Deswegen hat die emittierte Menge in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Die Hauptanwendungsgebiete sind Treibmittel für Sprays, Schaum- und Dämmstoffe, Feuerlöschgeräte, Kältemittel in Kühlaggregaten, sowie Reinigungs- und Lösungsmittel. Die Konzentration beträgt in etwa 0,011 ppb. Die atmosphärischen Lebenszeiten variieren zwischen 1,5 und 300 Jahren, das Treibhauspotenzial zwischen 140 (H-FKW 152a) und 12.000 (H-FKW 23).

Perfluorierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (PFC)

PFC sind vollfluorierte Kohlenwasserstoffe und besitzen daher eine sehr stabile Molekülstruktur. Die Moleküle können bis zu 50.000 Jahren in der Atmosphäre verbleiben. Die Hauptquellgruppen für PFC sind die Aluminiumverhüttung und die Produktion von Halbleitern. Die atmosphärische Konzentration beträgt 0,003 ppb. Die Treibhauspotenziale dieser Stoffe liegen zwischen 6.500 und 9.200.

Schwefelhexafluorid (SF₆)

Schwefelhexafluorid wird hauptsächlich durch die Verwendung in Schallschutzfenstern und in Autoreifen freigesetzt. Bedeutung hat es außerdem in der Energiewirtschaft als Schutzgas in elektrischen Schaltanlagen. Schwefelhexafluorid ist das Treibhausgas mit dem höchsten Treibhauspotenzial überhaupt. Es beträgt etwa 24.000, die Verweilzeit in der Atmosphäre ca. 3.200 Jahre bis es durch UV-Strahlung abgebaut wird. Die Konzentration liegt etwa bei 4 ppt.

3.4 Klimaschutzabkommen/Berichtspflichten

3.4.1 Kyoto-Protokoll

Das Kyoto-Protokoll ist ein am 10. Dezember 1997 beschlossenes Zusatzprotokoll zur Umsetzung der Klimarahmenkonvention (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen) der Vereinten Nationen (UNFCCC) mit dem Ziel des Klimaschutzes. Erstmals werden darin verbindliche Ziele für die Reduktion der Treibhausgasemissionen festgelegt. Es ist seit dem 16.02.2005 durch die Ratifizierung Russlands völkerrechtlich verbindlich. Die Industrieländer verpflichten sich ihren jährlichen THG-Ausstoß in der ersten Verpflichtungsperiode (2008-2012) um durchschnittlich 5,2 % (bezogen auf die Emissionen aus dem Jahr 1990) zu reduzieren. Die Europäische Union muss ihre Emissionen um durchschnittlich 8% reduzieren. Innerhalb der EU sind die Lasten aber ungleich verteilt. So muss Deutschland gegenüber 1990 seine Emissionen um 21% verringern.

Nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen und dem Protokoll von Kyoto müssen die teilnehmenden Staaten jährlich über ihre Treibhausgasemissionen und der zur Reduktion ergriffenen Maßnahmen Bericht erstatten, damit eine Überwachung der Fortschritte möglich ist.

Eine Kehrtwende in der Klimapolitik ist das Kyoto-Protokoll aber nicht, Schwellenländer wie China oder Indien nehmen nicht daran teil und auch die USA haben sich inzwischen losgesagt. Die USA und China haben zusammen einen Anteil von 40% an den weltweiten Emissionen.

Bei der Folgekonferenz auf Bali im Dezember 2007 konnten sich die Vertragsstaaten auf die Rahmenvorgaben für die Verhandlungen der Reduktionsverpflichtungen der Industrieländer in der zweiten Verpflichtungsperiode (ab 2013) einigen.

3.4.2 IPCC-Guidelines

Der zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) ist ein Ausschuss der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) mit Sitz in Genf. Seine Aufgaben bestehen darin, die Risiken des Klimawandels zu beurteilen, eine Systematik für die Erfassung der Emissionen vorzugeben und Vermeidungsstrategien zu publizieren.

Nach IPCC erfolgt eine Einteilung aller möglichen Emissionen in sieben verschiedene Sektoren, die im Folgenden kurz beschrieben werden. Dem Anhang ist die ausführliche Klassifizierung zu entnehmen.

Sektor 1: Energie:

Hierunter fallen alle Emissionen, die auf die Verbrennung fossiler Energieträger zurückzuführen sind. Die Hauptquellen sind hier die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung, die industrielle Produktion, der Verkehr, sowie der Bedarf an Raumwärme in den Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.

Sektor 2: Industrieprozesse

In diesen Sektor gehören einerseits die bei verschiedenen Produktionsprozessen durch chemische Reaktionen entstehenden Emissionen (z.B. die Freisetzung von CO₂ beim Brennen von Kalk) und andererseits die Produktion und der Verbrauch von SF₆, HFC und PFC.

Sektor 3: Lösemittel und sonstige Produktnutzung

Im Sektor 3 werden unter anderem die Emissionen, die durch die Verwendung von Farbe freigesetzten Lösemittel und in der Trockenreinigung oder Entfettung eingesetzten Chemikalien entstehen, aufgeführt.

Sektor 4: Landwirtschaft

In diesem Sektor werden die durch die Verdauung und Exkremente landwirtschaftlicher Nutztiere und die aus der Anwendung von Düngern für die landwirtschaftliche Produktion freigesetzten Emissionen erfasst.

Sektor 5: Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

Durch eine Änderung der ursprünglichen Landnutzung ist die Freisetzung von Emissionen möglich. So setzt beispielsweise ein organischer Moorboden, der einen hohen Kohlenstoffanteil hat, bei einer Nutzungsänderung zu Ackerboden durch mikrobielle

Reaktionen Kohlendioxid frei. Andererseits kann eine Nutzungsänderung auch eine Senkenwirkung haben.

Sektor 6: Abfall

Der Sektor 6 beinhaltet die aus der Deponierung von Abfällen und aus der Behandlung von industriellem, gewerblichem und kommunalem Abwasser freigesetzten Emissionen.

Sektor 7: Andere

Im Sektor 7 wird momentan nur die Auskopplung geothermaler Energie erfasst.

3.5 Betrachtete Emissionsquellen/-Senken in Sachsen-Anhalt

Die unterschiedlichen Treibhausgase siehe Kap. 3.3 werden mit ihren Emissionsfaktoren auf CO₂ –Ä normiert. Die Endenergieverbräuche werden mit zusätzlichen Emissionen für die Vorkette (Gewinnung Transport) belastet und in CO₂ –Ä umgerechnet, siehe Kap. 6.1 und 6.2.

3.5.1 Energiebedingte Emissionen

Im vorliegenden Klimaschutzkonzept wurden folgende energiebedingte Emissionsquellen in Sachsen-Anhalt untersucht:

IPCC-Klassifizierung	Sektorname
1 A 1 a	Öffentliche Strom- und Fernwärmeversorgung
1 A 1 b	Raffinerien
1 A 2 a+b	Verarbeitendes Gewerbe, Eisen, Stahl, NE-Metalle
1 A 2 c	Verarbeitendes Gewerbe, Chemie
1 A 2 d	Verarbeitendes Gewerbe, Zellstoff, Papier und Druck
1 A 2 e	Verarbeitendes Gewerbe, Lebensmittel
1 A 2 f	Verarbeitendes Gewerbe, Sonstige
1 A 3	Verkehr
1 A 4 a	Übrige Feuerungsanlagen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
1 A 4 b	Übrige Feuerungsanlagen, Haushalte

Tabelle 3-1: Energiebedingte Emissionen

Die Bilanzierung der klimarelevanten Emissionen erfolgte auf der Basis der Energiebilanz 2005 des Landes Sachsen-Anhalt. Die Primär- und Endenergieverbräuche wurden unter

Berücksichtigung der verschiedenen in den jeweiligen Sektoren, der Industrie, des Gewerbes, Handels und Dienstleistungen, der Haushalte und des Verkehrs, eingesetzten Energieträger ermittelt und die daraus resultierenden Emissionen berechnet.

3.5.2 Nicht energiebedingte Emissionen

Die Emissionen folgender Hauptquellgruppen nicht energiebedingter Emissionen wurden im Rahmen dieser Arbeit für das Bezugsjahr 2005 ermittelt:

IPCC-Klassifizierung	Sektorname
2 A 1	Industrieprozesse, Mineralische Produkte: Zementproduktion
2 A 2	Industrieprozesse, Mineralische Produkte: Kalkproduktion
2 A 3	Industrieprozesse, Mineralische Produkte: Kalkstein
2 A 7	Industrieprozesse, Mineralische Produkte: Glas/Keramikproduktion
2 B 1	Industrieprozesse, Chemische Industrie: Ammoniakproduktion
2 F	Industrieprozesse, Verbrauch von HFC, PFC und SF ₆
3 D	Sonstige N ₂ O-Emissionen
4 A	Landwirtschaft, Tierische Verdauung
4 B	Landwirtschaft, Düngermanagement
4 C	Landwirtschaftliche Böden
5 A	Landnutzung(sänderung),Forstwirtschaft: Wälder
6 A	Abfall, Deponien
6 B	Abfall, Abwasser

Tabelle 3-2: Hauptquellgruppen der nicht energiebedingte Emissionen

3.5.3 Emissionen aus dem Verkehrsbereich

Die Emissionen des Verkehrsbereichs umfassen die des Straßenverkehrs, des Schienenverkehrs, der Binnenschifffahrt und des Flugverkehrs. Als Klimagase aus der Kraftstoffverbrennung werden neben CO₂ die Gase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) ausgewiesen. Dabei tragen die letzteren mit 0,5 % nur geringfügig zum CO₂-Äquivalent bei.

Nicht-energetische Emissionen entstehen aus den Klimaanlage in den Fahrzeugen, die jedoch in Zukunft nur noch mit CO₂ als Kühlmittel befüllt werden sollen. Somit sind im Verkehrsbereich keine nicht-energetischen Emissionen zu betrachten. Die verbrauchs-erhöhende Wirkung der Klimaanlage wird hingegen bei den endenergiebedingten Emissionen berücksichtigt.

4 Strukturdaten in Sachsen-Anhalt

4.1 Landkreise und Landkreis-Reform

Am 01.07.2007 ist in Sachsen-Anhalt das Gesetz zur Kreisgebietsneuregelung (LKGebNRG) in Kraft getreten. Die Zahl der Landkreise wurde mit dieser Kreisgebietsreform von 21 auf 11 verringert. Neben den Landkreisen gibt es weiterhin die drei kreisfreien Städte Magdeburg, Halle und Dessau-Roßlau.



Bild 4-1: Landkreise und Landkreis-Reform 2007 Sachsen-Anhalt

4.2 Flächennutzung

Sachsen-Anhalt ist ein stark landwirtschaftlich geprägtes Bundesland. Im Norden wird Sachsen-Anhalt von Flachland geprägt mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Größere Waldgebiete sind nur im Harz und im Kreis Wittenberg sowie im Altmarkkreis Salzwedel vorhanden.

Insgesamt verteilt sich die Gesamtfläche von 20.446 km² auf

- Siedlungs- und Verkehrsflächen: 10,3% (Deutschland; 12,3%)
- Landwirtschaftliche Nutzung: 62,7% (53%)
- Waldflächen: 23,9% (29,8%)
- Wasserflächen: 1,9% (2,3%)
- Sonstige Flächen: 1,8% (2,6%)

Die Aufteilung der Flächen in den einzelnen Kreisen ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

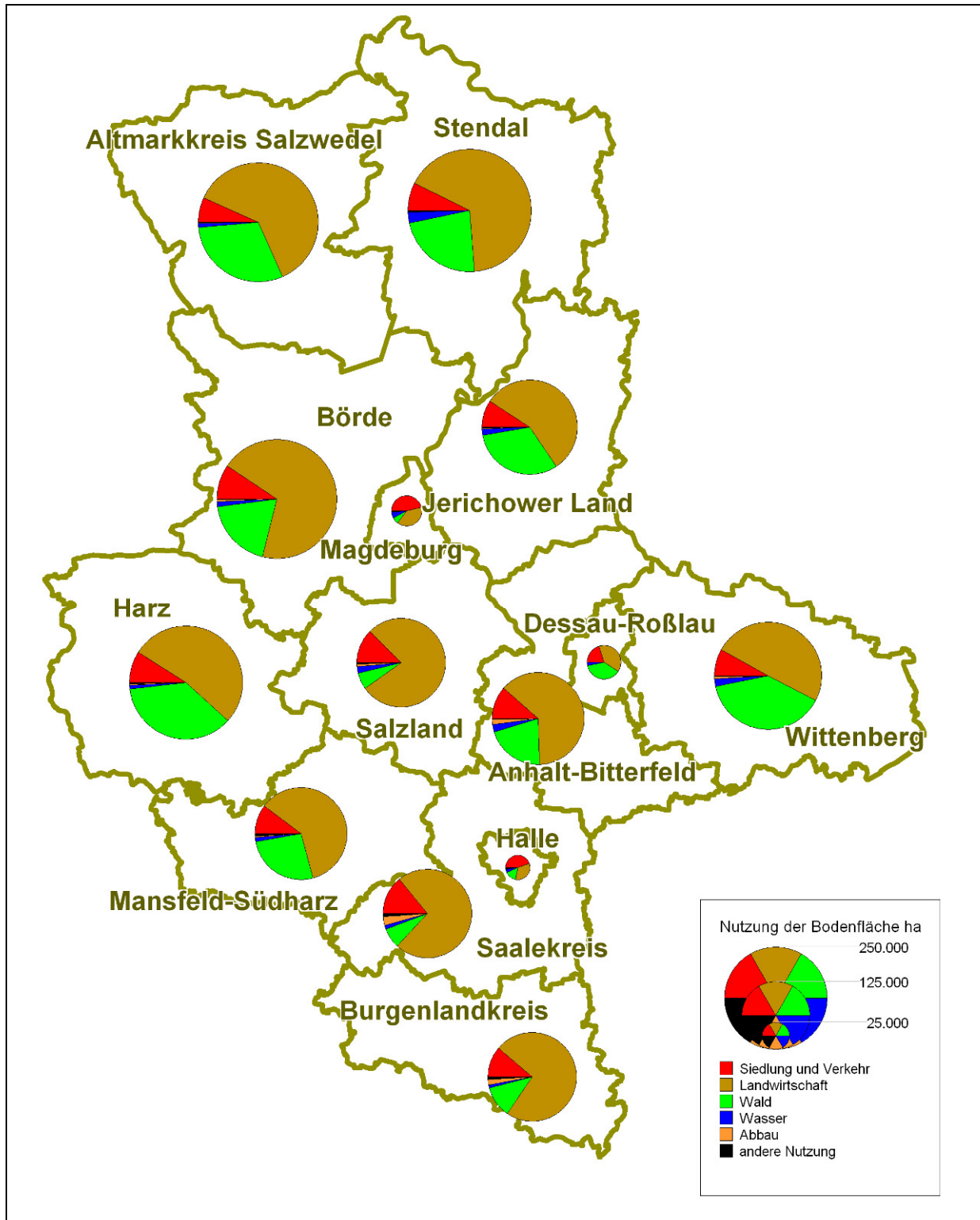


Bild 4-2: Flächennutzung nach Landkreisen 2005 in Sachsen-Anhalt

4.3 Demografische Entwicklung

Die demografische Entwicklung Sachsen-Anhalts ist vom Statistischen Landesamt mehrfach untersucht worden. Diesem Projekt liegt die „4. Regionalisierte Bevölkerungsprognose Sachsen-Anhalt 2005-2025“ des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt [STALA-2007] zugrunde, die per Kabinettsbeschluss vom 30.01.2007 zur einheitlichen Planungsgrundlage für alle Landesbehörden erklärt wurde.

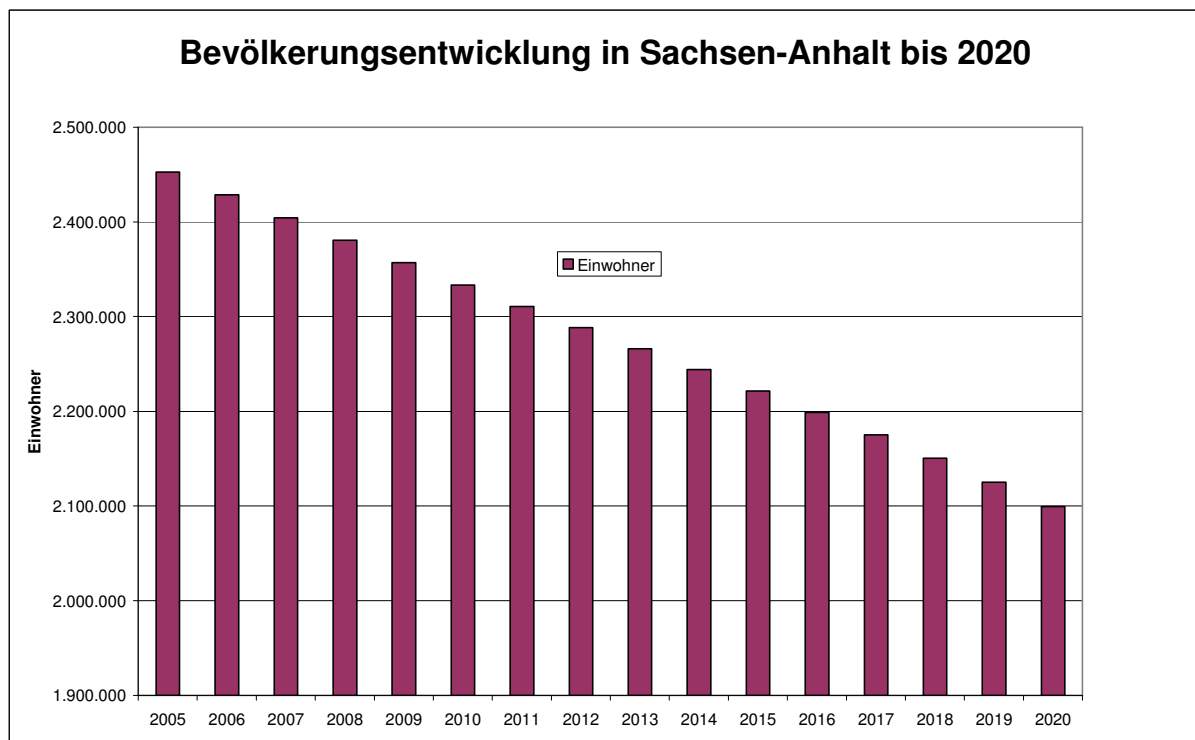


Bild 4-3: Bevölkerungsentwicklung in Sachsen-Anhalt bis 2020

Ausgehend von der Entwicklung in den letzten Jahren wurden durch den Interministeriellen Arbeitskreis Raumordnung-Landesentwicklung-Finzen folgende Annahmen für das Land Sachsen-Anhalt getroffen:

- die Geburtenhäufigkeit steigt bis 2018 von 1,27 auf 1,40 Kinder je Frau und verharrt auf diesem Niveau
- die Lebenserwartung nimmt weiter zu und steigt bis 2025 für einen neugeborenen Knaben um 5,0 Jahre auf 79,5 Jahre und für ein neugeborenes Mädchen um 3,4 Jahre auf 84,6 Jahre

- die Wanderungsverluste sinken, ausgehend von 12.610 Personen, bis 2010 um ein Drittel, danach stärker; ab dem Jahr 2025 wird von ausgeglichenen Wanderungsbewegungen (Zuzüge = Fortzüge) ausgegangen.

Diese Annahmen wurden für die 3 kreisfreien Städte und 11 Landkreise untersetzt. Die daraus abgeleiteten Kreisprognosen, ausgehend vom Bevölkerungsstand zum 31.12.2005, wurden zum Landesergebnis zusammengefasst. Danach wird die Bevölkerung bis zum Jahr 2025 um 20,0 % oder 493,5 Tausend Personen abnehmen.

Die Landkreise und kreisfreien Städte sind unterschiedlich stark von den Auswirkungen des demografischen Wandels betroffen. Die Bandbreite bewegt sich zwischen einem prognostizierten Rückgang bis 2025 von 9,1 % in der Landeshauptstadt Magdeburg und 29 % im Landkreis Mansfeld-Südharz. Das Bild 4-4 des Statistischen Landesamtes zeigt die Bevölkerungsentwicklung bis 2025, die für das Projekt: "Klimaschutzkonzept- Potenziale für eine nachhaltige Klimaschutzpolitik in Sachsen-Anhalt". Die relevanten Daten der Bevölkerungsentwicklung auf Kreisebene bis zum Jahr 2020 können dem Anhang entnommen werden.

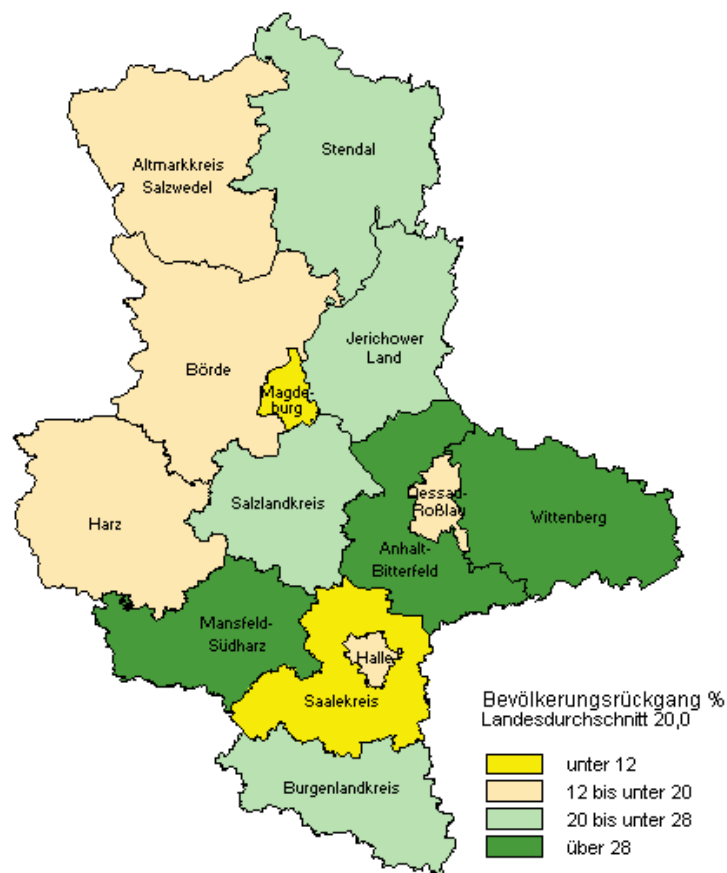


Bild 4-4: Bevölkerungsentwicklung in Sachsen-Anhalt bis 2025 [STALA-2007]

4.4 Energieversorgung

4.4.1 Gasnetze

Das Stadtgasnetz der ehemaligen DDR wurde ab 1991 auf Erdgas umgestellt und seit Beginn der neunziger Jahre weitgehend erneuert und ausgebaut. Die Auswertung der von den Gasversorgern veröffentlichten Daten in der Energiestudie [IE-2007] für das Land Sachsen-Anhalt 2007 ergibt eine Länge des Erdgasnetzes über alle Druckstufen von ca. 13.000 km. Die Gasnetzbetreiber haben im Jahr 2005 52.000 GWh Erdgas an knapp 300.000 Abnahmestellen geliefert. Inzwischen werden rund 50 % der Gebäude mit Erdgas beheizt. In den Städten wird Erdgas fast flächendeckend angeboten; im ländlichen Raum ist die Gaserschließung aus Kostengründen nur begrenzt darstellbar. In Sachsen-Anhalt sind derzeit 32 Gasnetzbetreiber aktiv: in den Städten wird die Versorgung von 25 Stadtwerken vorgenommen; der ländliche Raum wird von 7 regionalen Versorgern betreut.

4.4.2 Stromnetze

Die 27 Stromnetzbetreiber (24 Stadtwerke, 3 Regionalversorger) in Sachsen-Anhalt unterhalten ein Netz von ca. 95.000 km Länge. An dieses Netz sind über 2,3 Millionen Endkunden angeschlossen, die im Jahr 2005 ungefähr 15.000 GWh elektrischer Energie nachgefragt haben.

4.4.3 Fernwärmenetze

Alle Stadtwerke (in einigen Fällen auch die örtliche Wohnungswirtschaft sowie Contractoren) in Sachsen-Anhalt betreiben ausgedehnte Fernwärmenetze, die zum großen Teil auf die Autarkiebestrebungen der DDR und den vorrangigen Einsatz des heimischen Energieträgers Braunkohle zurückgehen. Ab 1990 wurden die in der Regel überalterten Erzeugungs- und Verteilungsanlagen mit erheblichen Aufwendungen (und öffentlicher Förderung) saniert oder durch neue Anlagen ersetzt. Fast alle Stadtwerke nutzten dies als Einstieg in die Strom-Eigenerzeugung mit der umweltfreundlichen Kraft-Wärme-Kopplung; in den meisten Fällen wird Erdgas als Brennstoff eingesetzt. Die gesamte Abgabe lag im Jahr 2005 bei 7.374 GWh, der Marktanteil bei der Raumheizung in Sachsen-Anhalt liegt bei rund 15% und damit deutlich über dem Bundesdurchschnitt von rd. 10 %. In den Städten liegt der Marktanteil häufig bei 30 % bis 50 %.

Die Fernwärmeversorgung ist in besonderem Maße vom demografischen Wandel und dem daraus resultierenden Stadtumbau Ost betroffen. In Verbindung mit dem baulichen

Wärmeschutz müssen fast alle Fernwärmeversorger erhebliche Absatzrückgänge verkraften und leiden daher unter entsprechendem Kostendruck.

Für den aus ökologischen Gründen politisch geforderten Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung ist eine Stabilisierung und ein Ausbau der Fernwärme vonnöten, um die Energieeffizienz durch eine gleichzeitige Nutzung der Abwärme bei der Stromproduktion erhöhen zu können.

5 Energieatlas

Die Energiebilanz des Landes Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005 des Statistischen Landesamtes ist Grundlage für diese Untersuchung. Danach lag im Jahr 2005 der Primärenergieverbrauch im Lande bei rd. 136.344 GWh. Einen ersten Eindruck über den Weg vom Primärenergieeinsatz über die Umwandlung zur Endenergie differenziert nach Verbrauchssektoren gibt das folgende Bild 5-1. Rund 30 % der eingesetzten Primärenergie gehen im Umwandlungsbereich (Kraftwerke, Heizwerke und Raffinerien etc.) verloren.

Die Hauptquelle für die Darstellung und Analyse der Energieverbrauchsstruktur ist die Energiebilanz für das Jahr 2005 des Statistischen Landesamtes [STALA-2005]. Aus statistischen und datenschutzrechtlichen Gründen ergibt sich innerhalb dieser Bilanz eine Differenz zwischen der Summenbildung und den einzeln ausgewiesenen Daten. Für den Bezug von drei der Kohleprodukte (Steinkohlebriketts, Andere Steinkohleprodukte, Petrolkoks) wurden neben den Primärenergiebezug keine Umwandlung und kein Verbrauch (nach Sektor) ausgewiesen. In der Summe des Primärenergiebezuges sind sie jedoch enthalten. Diese hier nicht auf einen Sektorverbrauch konkret zuzuordnende Menge entspricht rd. 79 GWh (entsprechend rd. 0,06%). Hier wird im Folgenden (Bild 5-1 und Bild 5-2) die Primärenergiebilanz ohne diesen Verbrauch detailliert dargestellt.

Der Primärenergieverbrauch beträgt danach rd. 136.266 GWh.

Ansatzpunkte für eine Effizienzsteigerung im Umwandlungsbereich bietet vor allem die Umstellung von der Kondensationsstromerzeugung auf die Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung:

Aus physikalischen Gründen werden bei Kohlekraftwerken Energienutzungsgrade von zur Zeit maximal 40 % (zukünftig bis maximal 50 %) und bei gasgefeuerten Kraftwerken von zur Zeit maximal 50 % (zukünftig bis maximal 60 %) erreicht.

Durch den vermehrten Einsatz von Heizkraftwerken, die in Sachsen-Anhalt bereits an sehr vielen Stellen eingesetzt werden, kann der Energienutzungsgrad bei allen Brennstoffen in die Größenordnung von 85 % gesteigert werden.

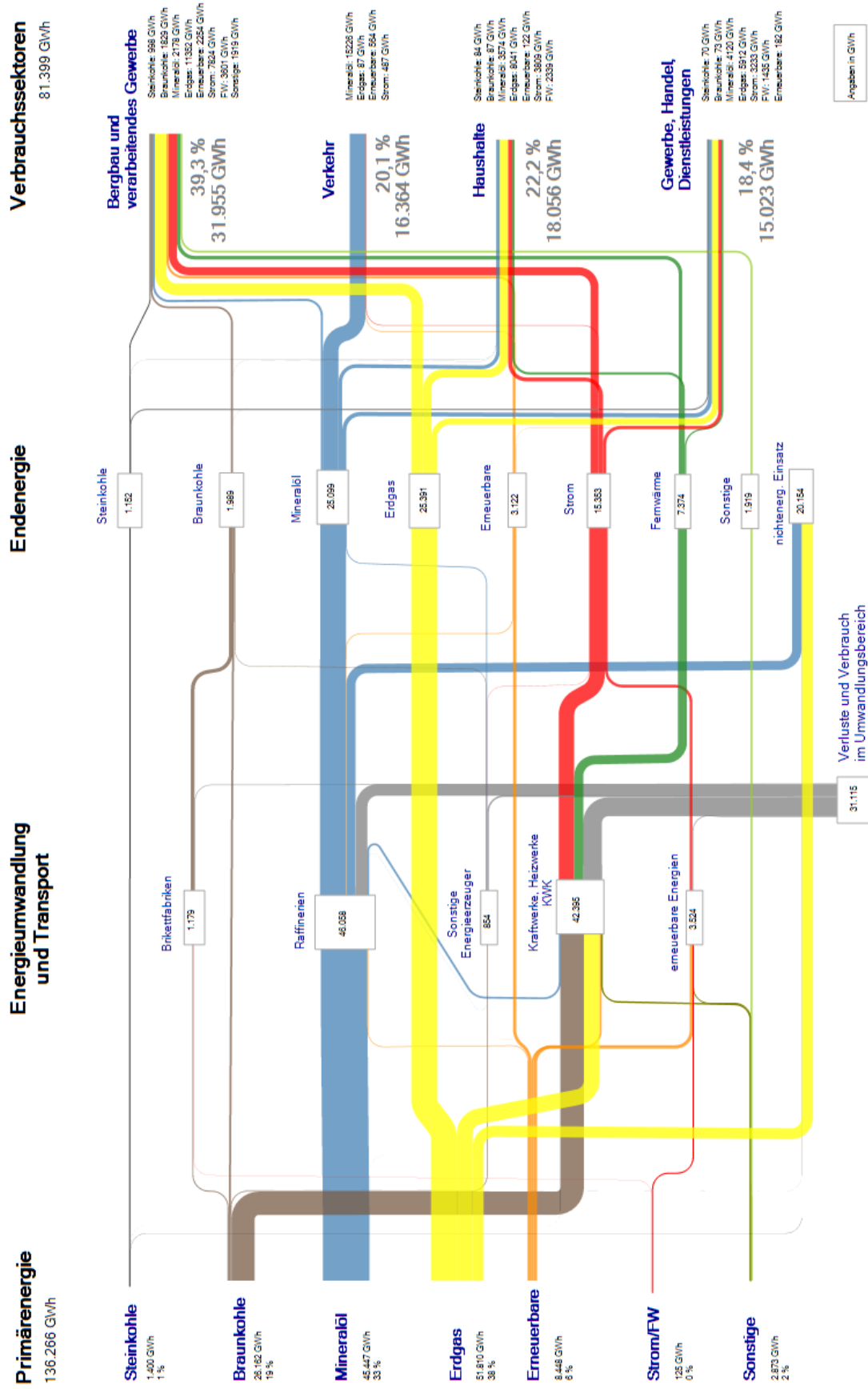


Bild 5-1: Energieflussbild des Landes Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005 [STALA-2005]

5.1 Primärenergieaufkommen

5.1.1 Energiegewinnung in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005

Im Land Sachsen-Anhalt wurden nach der Energiebilanz des Jahres 2005 [STALA-2005] insgesamt 43.222 GWh Energie gewonnen. Dies macht bezogen auf den Primärenergieverbrauch von 136.266 GWh einen Anteil von 32% aus.

Der mit Abstand größte Anteil der Energiegewinnung im Land entfällt mit 25.911 GWh auf die Braunkohle. Momentan werden in Sachsen-Anhalt die Tagebaue Profen mit einer Fördermenge von bis zu 10 Mio. t/a und Amsdorf mit einer Förderleistung von ca. 0,5 Mio. t/a betrieben [IE-2007]. Die in Profen geförderte Menge dient fast ausschließlich der Versorgung der Kraftwerke Schkopau (5-6 Mio. t/a), Zeitz, Mumsdorf und Deuben. Die in Amsdorf geförderte Braunkohle wird von der ROMONTA GmbH zur Erzeugung von Montanwachs, sowie zur Verstromung im unternehmenseigenen Kraftwerk genutzt.

Die Restvorräte belaufen sich in Amsdorf auf geschätzte 9 Mio. t und in Profen auf eine bisher zur Förderung freigegebene Menge von 220 Mio. t.

Für den zweiten in Sachsen-Anhalt gewonnenen fossilen Energieträger Erdgas ist eine Energiemenge von 2.895 GWh/a in der Energiebilanz 2005 ausgewiesen. Die Erdgasfelder in der Altmark sind allerdings weitestgehend erschöpft, so dass in den kommenden Jahren mit einer sinkenden Förderleistung zu rechnen ist. Eventuell kann die Ausbeute durch die Einführung neuer Technologien, wie der Verpressung von sequestriertem Kohlendioxid, für kurze Zeit wieder geringfügig gesteigert werden.

Die erneuerbaren Energieträger haben mit 11.517 GWh inzwischen einen Anteil von 27% an der Energiegewinnung im Land. Zur Energiegewinnung gehören neben der Förderung von Kohle, Gas und Öl auch die Erzeugung von Wind-, PV-, und Wasserkraftstrom sowie die Umwandlung von Biomasse in Endenergie (Flüssigtreibstoffe, Biogas, und Strom). Die Nutzung von Biomasse leistete im Jahr 2005 mit 8.760 GWh den größten Beitrag, gefolgt von der Windenergie mit 2.372 GWh. Die anderen Anteile der erneuerbaren Energieträger sind der Tabelle 5-1 zu entnehmen. Durch die Lieferungen in andere Bundesländer und Bestandsaufstockungen wurden nicht das gesamte Energieaufkommen im Land genutzt. Insbesondere deutlich wird das durch die Lieferung von 3.063 GWh Biomasse um die die Energiegewinnung höher ist als der Primärenergieeinsatz siehe Bild 5-1. Auf die Potenziale der erneuerbaren Energieträger wird an späterer Stelle noch näher eingegangen.

Für Abfälle ist eine gewonnene Energiemenge von 1.209 GWh ausgewiesen, für andere Energieträger 1.690 GWh.

Da die durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gewonnene Energiemenge schneller wächst als durch die Verminderung der Förderleistung beim Erdgas verloren geht, ist vor dem Hintergrund einer konstanten Abbaumenge bei der Braunkohle für die kommenden Jahre mit einer steigenden Energiegewinnung in Sachsen-Anhalt zu rechnen. Die Kategorie „Sonstige“ gehört zu den Erneuerbaren Energieträgern, in die Kategorie „Andere“ werden chemische Erzeugnisse / Energieträger geführt.

Energieträger	GWh
Braunkohle	25.911
Erdgas	2.895
Klär-/Deponiegas	283
Wasserkraft	69
Windkraft	2.372
Solarenergie	25
Biomasse	8.760
Sonstige	8
Abfälle	1209
Andere	1690
Summe	43.222

Tabelle 5-1: Energiegewinnung in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 nach Energieträgern

5.1.2 Bezug/ Bestandsentnahmen im Jahr 2005

Das als Rohstoff für die Raffinerien benötigte Erdöl macht mit 138.049 GWh den größten Anteil unter den gelieferten Energieträgern aus. Erdgas folgt mit 54.758 GWh auf Platz zwei. Steinkohle wird in Sachsen-Anhalt nicht gefördert und mit einer Menge von 1.488 GWh hat Steinkohle als Energieträger nur eine sekundäre Bedeutung. Der Import von 785 GWh Braunkohle ist auf den Bedarf von Braunkohleprodukten zurückzuführen, die nicht im Land hergestellt werden.

Der geringe Stromimport von 206 GWh zeigt auf, dass die Stromproduktion im Land in den letzten Jahren gestiegen ist, so dass die Stromversorgung im Saldo nahezu autark verläuft. Der geringe Unterschied in Höhe von rd. 79 GWh zwischen der Gesamtsumme laut Energiebilanz (195.364 GWh) und der Summe der Einzelposten in Tabelle 5-2 entsteht dadurch, dass in der Energiebilanz die Liefermenge von Steinkohlebriketts und Petrolkoks nicht ausgewiesen ist.

Energieträger	GWh
Steinkohle	1.488
Braunkohle	785
Erdöl	138.049
Erdgas	54.758
Strom	206
Summe	195.285*

* Durch die Umrechnung der Einzelwerte aus TJ wird hier eine Abrundung erforderlich

Tabelle 5-2: Energielieferungen - Anteil gelieferter Energieträger

Die Bestandsentnahmen belaufen sich im Jahr 2005 auf eine Energiemenge von 168 GWh und setzen sich aus geringfügigen Veränderungen bei der Lagerung von Braunkohle und Mineralölprodukten zusammen.

5.1.3 Primärenergieaufkommen im Jahr 2005

Das Primärenergieaufkommen setzt sich neben der Gewinnung noch aus den beiden Posten Energiebezüge und Bestandsentnahmen der gespeicherten, bzw. gelagerten Energieträger zusammen.

Zusammenfassend ergibt sich also ein Primärenergieaufkommen von 238.675 GWh in Sachsen-Anhalt. Im Land selbst wurde 2005 ein Anteil von 18% des Primärenergieaufkommens gewonnen und dementsprechend 82% importiert.

Primärenergieaufkommen	GWh
Gewinnung	43.222
Bezüge	195.285
Bestandsentnahmen	168
Summe	238.675

Tabelle 5-3: Primärenergieaufkommen

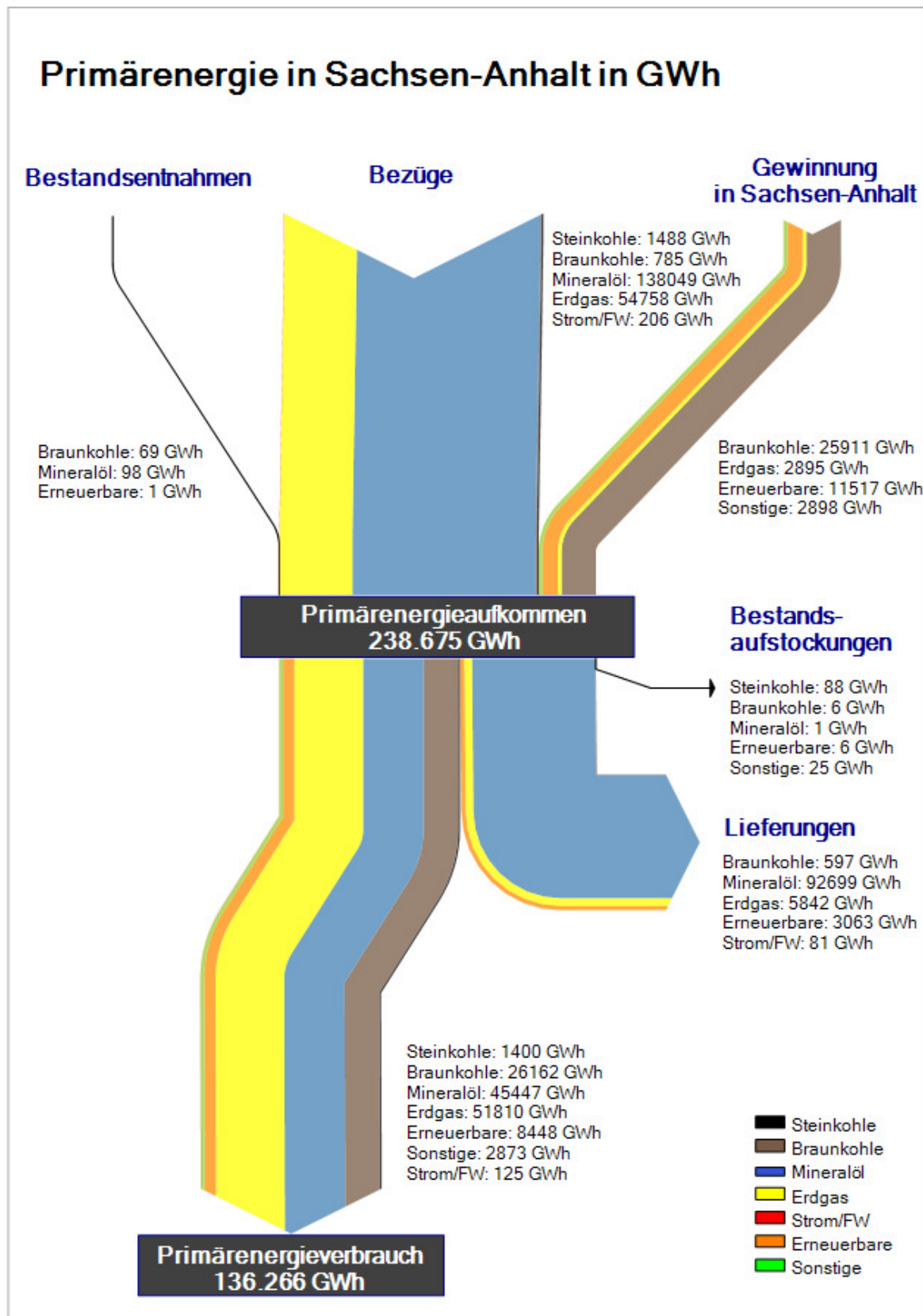


Bild 5-2: Primärenergiebilanz Sachsen-Anhalt 2005 [STALA-2005]

5.2 Primärenergieverbrauch (PEV)

5.2.1 Primärenergieverbrauch in Deutschland

Das Bild 5-3 zeigt die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs (PEV) der Bundesrepublik Deutschland von 1990 bis 2005. Die Bewertung der Stromerzeugung auf der Basis von Kernenergie, Wasser- und Windkraft sowie des Außenhandels mit Strom beruht auf der sog. Wirkungsgradmethode. Dabei werden die Stromerzeugung aus Kernenergie mit einem Wirkungsgrad von 33%, die übrigen genannten Energieträger sowie der Stromaußenhandel auf der Basis des Energiegehaltes der elektrischen Energie, das entspricht einem Wirkungsgrad von 100%, bewertet. Im Vergleich zu dem früher üblichen Substitutionsansatz führt dies bei der Kernenergie zu einem höheren, bei den anderen Energieträgern zu einem niedrigeren Primärenergieverbrauch.

Im Jahr 2005 beläuft sich der Primärenergieverbrauch auf 3.948.439 GWh, wovon 1.056.111 GWh in Deutschland gewonnen wurden. Damit hat Deutschland am Primärenergieverbrauch der EU-25-Länder einen Anteil von knapp 20%. Gegenüber 1990 (PEV: 4.135.556 GWh) ist der Energieeinsatz um 4,4 % und die Gewinnung einheimischer Energieträger um 39 % (1.728.889 GWh) gesunken.

Bis ins Jahr 1999 ist eine deutliche Abnahme der Fördermengen von Braun- und Steinkohlen festzustellen. Der dadurch verringerte Anteil am Primärenergieverbrauch dieser beiden Energieträger wurde teilweise durch einen verstärkten Einsatz des Energieträgers Erdgas ausgeglichen. In den folgenden Jahren ist die Verringerung der Kohlegewinnung nur noch minimal.

Die zukünftige Entwicklung wird hauptsächlich von der Substitution der Kernenergie durch andere Primärenergieträger geprägt sein. Der politisch gewollte Ausstieg aus der Kernenergie bis 2021 soll durch eine stärkere Nutzung der erneuerbaren Energien und von Erdgas ermöglicht werden. Außerdem geht man davon aus, dass der Primärenergiebedarf in Deutschland bis 2020 deutlich sinken wird.

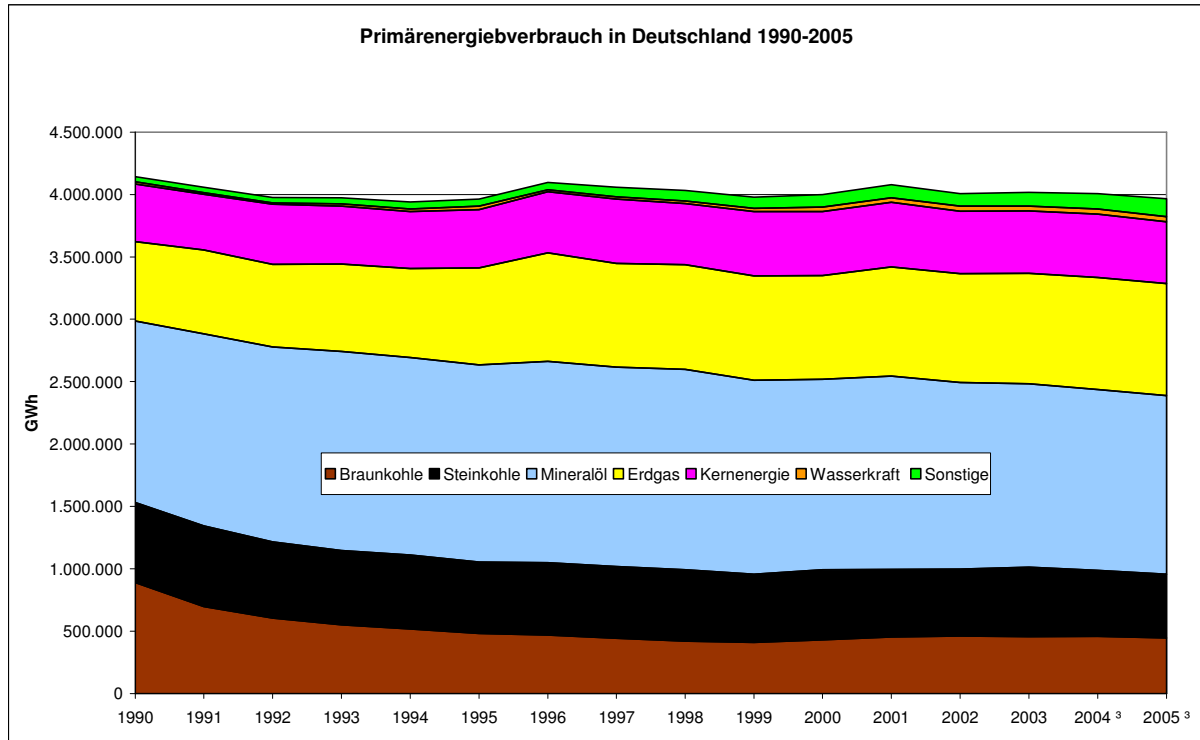


Bild 5-3: Primärenergieverbrauch in Deutschland 1990-2005 [AGEB-2005]

³ Werte 2004 und 2005 vorläufig

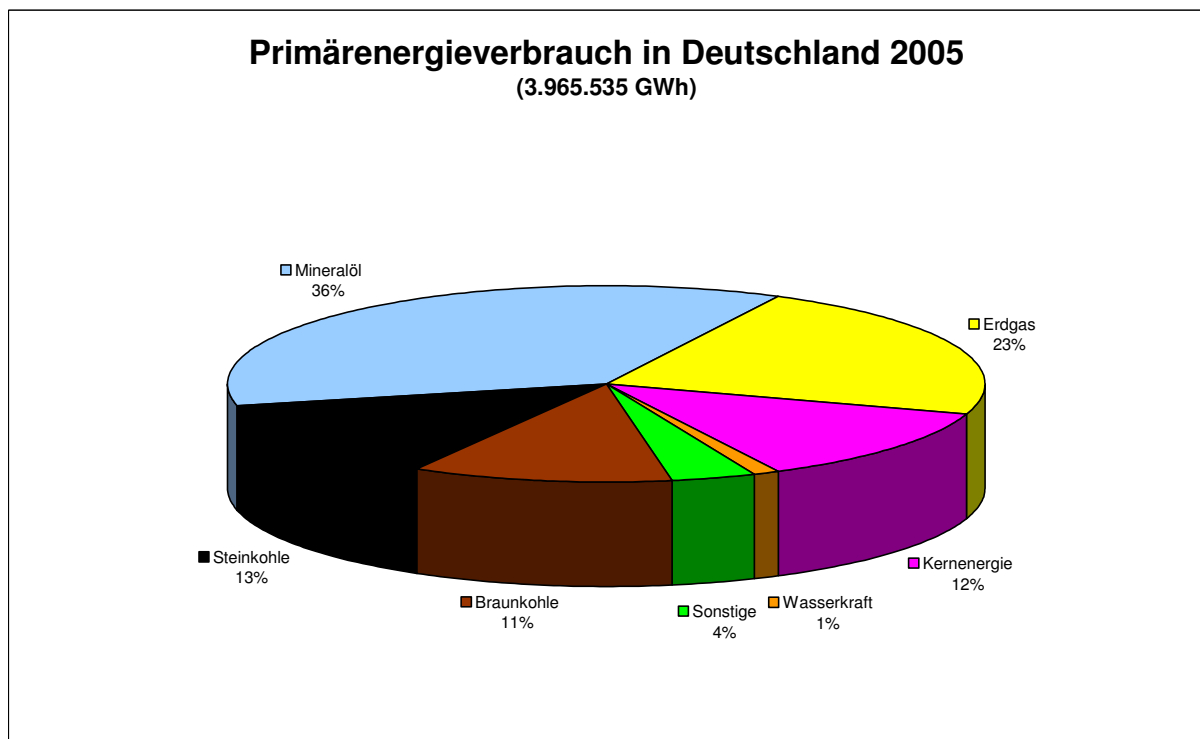


Bild 5-4: Primärenergieverbrauch in Deutschland 2005 [AGEB-2005]

5.2.2 Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt

Um aus dem im Kapitel 5.1.3 ermittelten Primärenergieaufkommen den Primärenergieverbrauch Sachsen-Anhalts für das Jahr 2005 abzuleiten, müssen Lieferungen und Bestandsaufstockungen der gespeicherten, bzw. gelagerten Energieträger berücksichtigt werden.

Den Großteil der Lieferungen, machen mit einem Anteil von 91% die von den Raffinerien produzierten verschiedenen Mineralölprodukte aus. Es folgen Erdgas mit 6% und Biomasse mit 3%.

Energieträger	GWh
Braunkohle	597
Mineralölprodukte	92.699
Erdgas	5.842
Biomasse	3.063
Fernwärme	81
Summe	102.282

Tabelle 5-4: Primärenergielieferungen – Anteil der Energieträger

Die Bestandsaufstockungen fallen mit 127 GWh marginal aus. Bestandsaufstockungen sind Zwischenlagerung über dem Bilanzierungszeitraum von einem Jahr. Die Erhöhung der Steinkohlevorräte hat daran einen Anteil von 70%, die Zwischenlagerung von Abfällen vor der thermischen Verwertung noch 20%.

Aus den vorangegangenen Betrachtungen ergibt sich folgender Primärenergieverbrauch Sachsen-Anhalts für das Jahr 2005:

Primärenergiebilanz	GWh
Gewinnung	43.222
+ Bezüge	195.286
+ Bestandsentnahmen	168
= Primärenergieaufkommen	238.675
- Lieferungen	102.282
- Bestandsaufstockungen	127
= Primärenergieverbrauch	136.266

Tabelle 5-5: Primärenergiebilanz

Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Am ermittelten Primärenergieverbrauch von 136.266 GWh hat Erdgas mit 51.810 GWh einen Anteil von 38%. Der zweitwichtigste Energieträger ist in Sachsen-Anhalt das Mineralöl, das 33% in der Gesamtbilanz ausmacht. Die Braunkohle als stärkster heimischer Energieträger kommt mittlerweile nur noch auf 19% am PEV im Land. Bemerkenswert ist die starke Zunahme der erneuerbaren Energieträger, die zusammen 2006 schon einen Anteil von 6% am Primärenergieverbrauch hatten.

Energieträger	GWh
Steinkohle	1.400
Braunkohle	26.162
Mineralöle (incl. Flüssig- u. Raffineriegas)	45.447
Erdgas	51.810
Kernenergie	0
erneuerbare Energieträger	8.448
Saldo Stromaustausch, FW, Andere	2.998
Summe	136.266*

* Durch die Umrechnung der Einzelwerte aus TJ wird hier eine Aufrundung erforderlich

Tabelle 5-6: Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 2005

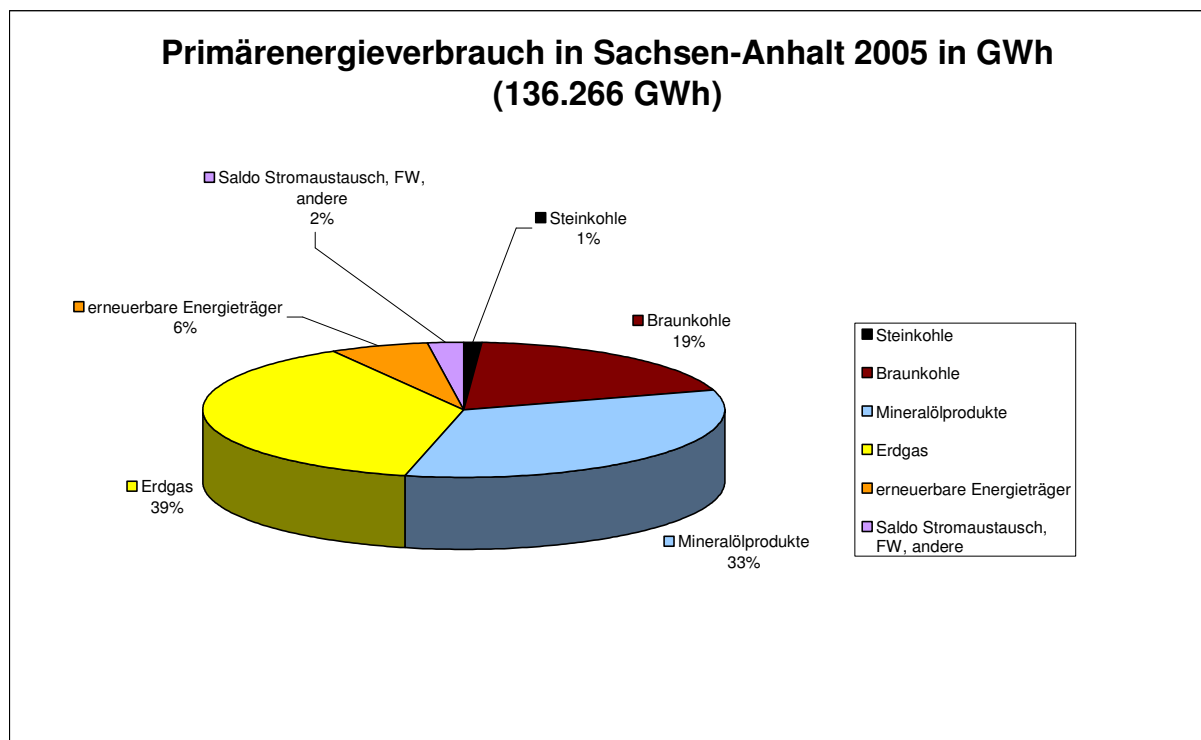


Bild 5-5: Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 2005 in GWh

5.2.3 Primärenergieverbrauchsentwicklung seit 1990

Aus Bild 5-6 geht die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Sachsen-Anhalt seit 1990 hervor [STALA 2007]. Es sind auf den ersten Blick wesentliche strukturelle Veränderungen erkennbar.

Zur Deckung der Energienachfrage wurden im Land Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 136.266 GWh Primärenergie eingesetzt. Im Jahr 1990 waren es mit 200.545 GWh noch deutlich mehr, der Primärenergieverbrauch ist in dieser Zeit um 32% gesunken.

Der starke Abfall des Primärenergieverbrauchs, der seit 1990 zu verzeichnen ist, hat seine Ursache in der verminderten Nachfrage der heimischen Industrie in den Jahren nach der Wende und dem Ersatz alter ineffizienter Kraftwerke und Feuerungsanlagen.

So ist der Anteil der Braunkohle am Primärenergieverbrauch von einem Anteil von 50 % im Jahr 1990 bis auf 19 % im Jahr 2005 gesunken. Diese Tatsache ist vor allem auf den Ersatz alter kohlegefeuerter Heizungen in den Haushalten zu Beginn der neunziger Jahre zurückzuführen. Die in den moderneren Heizungen verwendeten Energieträger Erdgas und Heizöl verzeichnen in dieser Zeit einen entsprechenden Zuwachs.

Ein weiterer Trend ist die Entwicklung Sachsens-Anhalts zum Stromexporteur. So schrumpfte das Stromaustauschsaldo von ca. 21 TWh 1990 auf 0,2 TWh im Jahr 2005. Maßgeblichen Anteil hieran hat der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung bei den Stadtwerken und der Industrie, sowie die stetig wachsende Stromproduktion aus Wind und Biomasse. Der Anteil Erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch hat sich von 1990 mit 206 GWh bis 2005 auf 8.449 GWh gesteigert und ist damit mehr als vierzig Mal höher.

Der Verbrauchsrückgang im Jahr 1997 geht auf den durch die Schließung der alten Raffinerie verringerten Raffineriebetrieb, sowie den aufgrund eines milden Winters verminderten Heizwärmebedarf in den Haushalten zurück. Nach dem Bau und der Inbetriebnahme der neuen Raffinerie steigt der Primärenergieverbrauch bedingt durch den höheren nichtenergetischen Verbrauch von Mineralölprodukten deutlich.

Nach Jahren der Stagnation steigt der Primärenergieverbrauch im Jahr 2005 wieder an. Dies ist vor allem auf eine Steigerung der Energienachfrage der Industrie und hier insbesondere auf den Anstieg des nichtenergetischen Verbrauchs zurückzuführen.

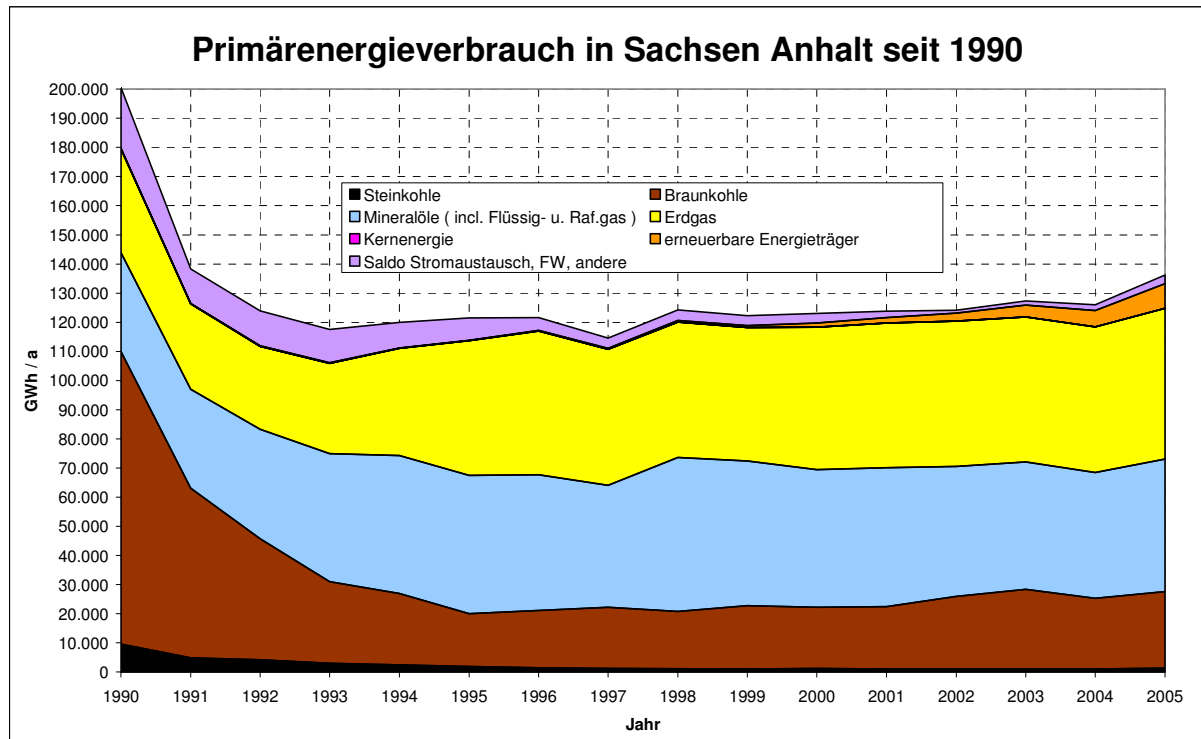


Bild 5-6: Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 1990-2005 [STALA-2005]

5.3 Struktur des Energieverbrauchs in Sachsen-Anhalt

Das Bild 5-7 zeigt nochmals den Primärenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt, der diesmal allerdings nicht nach Energieträgern, sondern in seiner Struktur nach dem Verwendungszweck unterschieden wird. Es werden die drei Bereiche Endenergieverbrauch, nichtenergetischer Verbrauch (Einsatz fossiler Energieträger als Rohstoff zur Herstellung u.a. von Kunststoffen, Chemiefasern, Produkten aus Synthekautschuk, Farben und Lacken sowie Schmierstoffen und Bitumen), sowie Eigenverbrauch und Verluste im Energiesektor dargestellt.

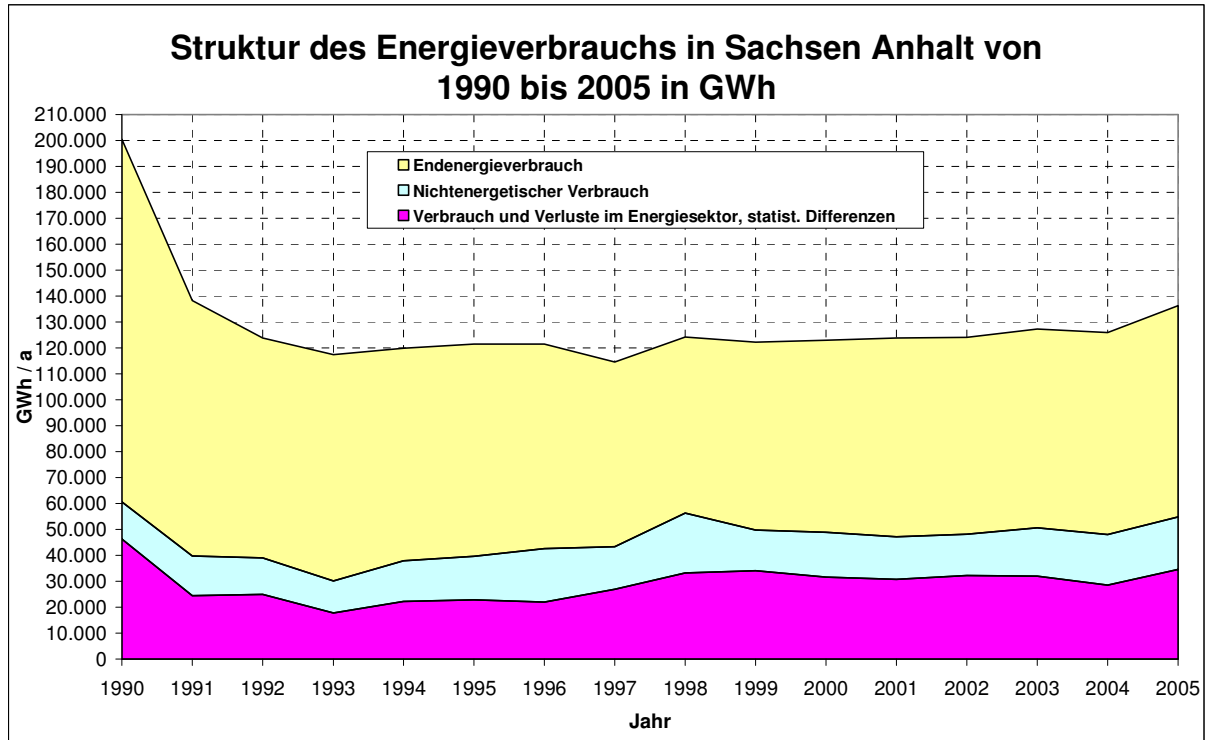


Bild 5-7: Struktur des Energieverbrauchs in Sachsen-Anhalt

5.4 Strom- und Fernwärmeproduktion in Sachsen-Anhalt

5.4.1 Stromerzeugung in Sachsen-Anhalt

Die folgende Grafik verdeutlicht sehr gut den Strukturwandel in der Stromerzeugung, der sich in Sachsen-Anhalt vollzogen hat (für das Jahr 1990 sind keine Daten verfügbar).

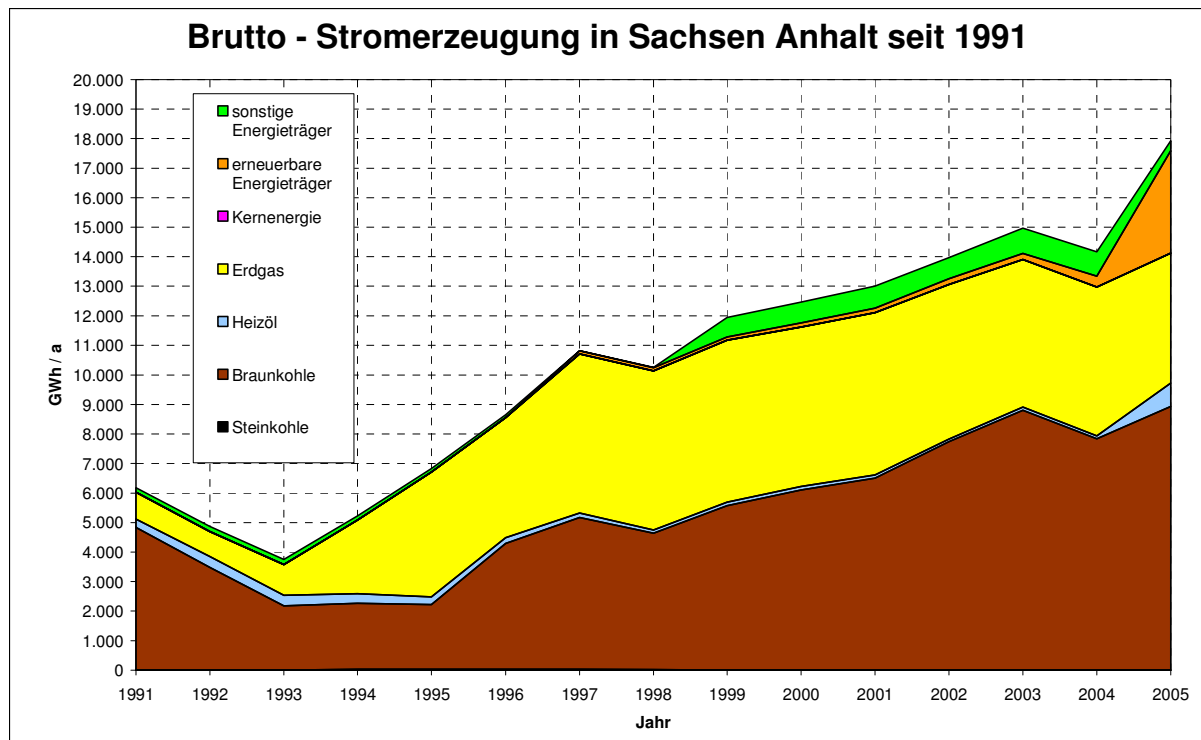


Bild 5-8: Brutto-Stromerzeugung in Sachsen-Anhalt seit 1991

Nach der Wiedervereinigung brach die Erzeugung sehr stark ein; die Bruttostromerzeugung in Sachsen-Anhalt erreichte im Jahr 1993 mit 3.751 GWh schließlich ihren tiefsten Wert. Davon ausgehend hat sich die erzeugte Bruttostrommenge bis zum Jahr 2005 vervierfacht. Im Jahr 2003 war das Land erstmals rechnerisch nicht mehr auf Strombezüge angewiesen. Sachsen-Anhalt hat sich von einem Stromimporteur zu einem Stromexporteur gewandelt. Der mit rd. 54 % größte Teil des in Sachsen-Anhalt erzeugten Stroms wird aus Braunkohle gewonnen. Erdgas ist als Energieträger in der Stromerzeugung mit einem Anteil von 21 % auf Platz zwei. Die sonstigen Energieträger gewinnen nach Inbetriebnahme der Raffinerie im Jahr 1998 an Bedeutung (Sonstige Energieträger: Raffineriegas, andere Mineralprodukte, Abfälle). Starkes Wachstum weisen auch die Erneuerbaren Energien im Bereich der Windenergie und der Biomassenutzung auf.

5.4.2 Fernwärme in Sachsen-Anhalt

Die Wärmekraftwerke der allgemeinen Versorgung mit Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten 6.028 GWh und die Heizwerke 2.808 GWh Fernwärme im Jahr 2005. Davon wurden 7.375 GWh Fernwärme als Endenergie in den Bereichen Industrie (3.601 GWh), Haushalte (2.339 GWh) und GHD (1.435 GWh) genutzt. Im Vergleich mit dem Jahr 1990 (10.190 GWh) ist dies ein Rückgang von 28 %.

Die Leitungsverluste liegen mit 17% auf den ersten Blick recht hoch. Dies ist auf den o.g. Absatzrückgang infolge der Einsparbemühungen der Verbraucher und den Stadtumbau zurückzuführen. Durch den geplanten Abriss von ca. 77.000 Wohnungen bis zum Jahr 2010 im Rahmen des Stadtumbaus Ost wird sich das Problem weiter verschärfen.

Durch den verringerten Fernwärmeabsatz steigen die spezifischen Erzeugungs- und Verteilkosten, da die Fixkosten der Fernwärme auf sich verringernde Mengen und eine sinkende Anschlussleistung aufgeteilt werden müssen.

Das treibt wiederum die Entwicklung von Konzepten zur Eigenversorgung voran. Insbesondere sind hier die Pelletheizungen im Bereich der Ein- und Mehrfamilienhäuser und Blockheizkraftwerke im Bereich größerer Mehrfamilienhäuser und Wohnkomplexe zu nennen. Der zahlenmäßige Anstieg der kleinen KWK Anlagen (bis 50 kWel) wird auch im Bild 5-9 deutlich. Die überwiegende Anzahl der kleinen Anlagen sind seit 2002 installiert worden und werden nach dem KWK-G gefördert.

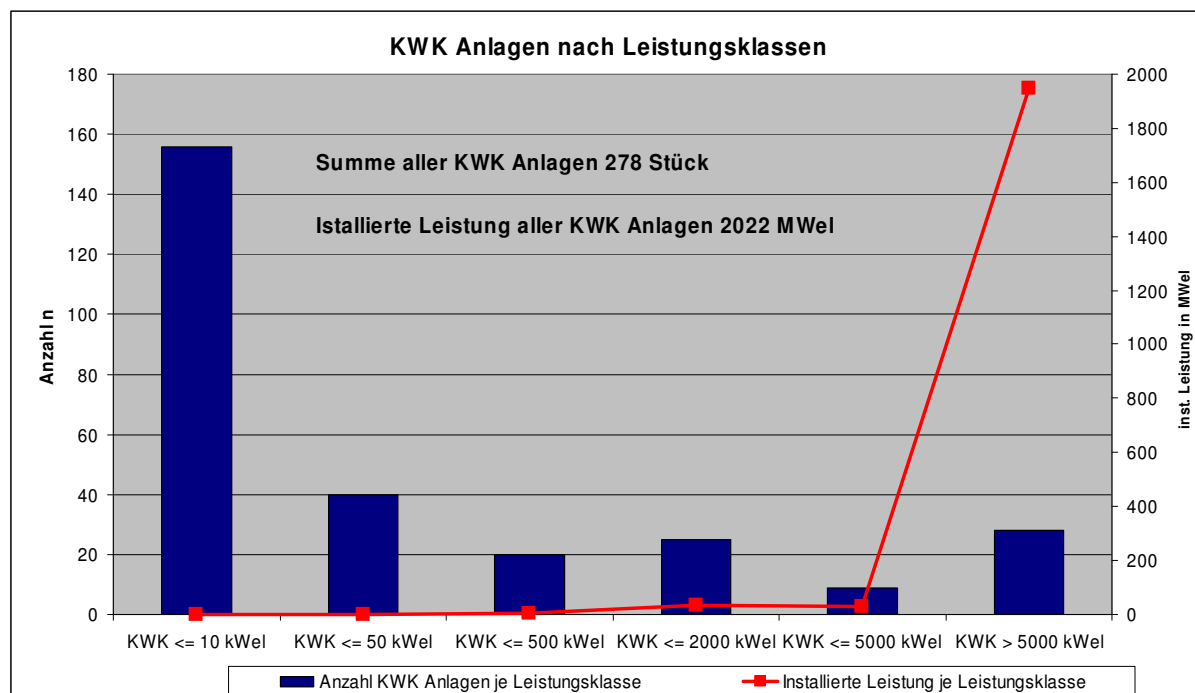


Bild 5-9: KWK Anlagen nach Leistungsklassen [BAFA-2007]

Stromproduktion in KWK

Laut Energiebilanz [STALA-2005] wurden 3.609 GWh Strom in KWK-Anlagen (Fernwärmeversorgung) erzeugt. Der KWK-Strom hat demnach einen Anteil von 24% am gesamten Stromabsatz (15.353 GWh) in Sachsen-Anhalt. Der aktuelle Anteil der KWK-Stromerzeugung in Deutschland liegt bei rd. 12%, mit dem Ziel eines Ausbaus auf 25%. Sachsen Anhalt hat demnach nicht nur die doppelte KWK Stromerzeugung des Bundesdurchschnitts, sondern auch bereits das Ausbauziel fast erreicht.

Den größten Anteil an der KWK Stromerzeugung haben die großen KWK-Anlagen (größer 5 MWel), siehe Bild 5-9. Die in den großen KWK Anlagen installierte Leistung beträgt mit 1.950 MWel (siehe Tabelle 5-7:) rd. 96% der gesamten in KWK installierten Leistung. Um einen nennenswerten Anteil der Abwärme für die Fernwärmeversorgung zur Verfügung stellen zu können, bedarf es entsprechend großer Fernwärmenetze. Der Absatzrückgang in diesen Fernwärmenetzen gefährdet den KWK-Anteil an der Stromerzeugung. Die Sicherung des Fernwärmeabsatzes ist somit die zentrale Aufgabe, um den KWK-Stromanteil zu sichern.

KWK Anlagen in Sachsen Anhalt > 5 MWel Quelle: [BAFA-2007]							
GRZ	Gemeinde	Kreis	Anlagentyp BAFA	Erst- inbetrieb- nahme BAFA	Leistung in MWel BAFA 11/2007	Leistung in MWth BAFA 11/2007	
15088330	Schkopau	Saalekreis	Anzapfkondensationsanlagen (AK)	3	1996	883	2.800
15089030	Bernburg (Saale), Stadt	Salzland	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1994	148	175
15088205	Leuna, Stadt	Saalekreis	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1994	123	185
15089310	Staßfurt, Stadt	Salzland	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1996	116	147
15082015	Bitterfeld-Wolfen, Stadt	Anhalt-Bitterfeld	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	2000	112	263
15002000	Halle (Saale), Stadt		Entnahmekondensationsanlagen (EK)	2	1994	85	76
15082015	Bitterfeld-Wolfen, Stadt	Anhalt-Bitterfeld	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1996	72	125
15088205	Leuna, Stadt	Saalekreis	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1998	52	84
15002000	Halle (Saale), Stadt		Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1972	47	47
15002000	Halle (Saale), Stadt		Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1972	47	47
15087025	Amsdorf	Mansfeld-Südharz	Entnahmekondensationsanlagen (EK)	2	1960	35	109
15001000	Dessau-Roßlau, Stadt		Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1983	34	54
15084095	Deuben	Burgenlandkreis	Entnahmekondensationsanlagen (EK)	2	1936	26	128
15090535	Stendal, Stadt	Stendal	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1994	23	23
15089025	Barby (Elbe), Stadt	Salzland	Gasturbine mit Abhitzkessel (GT-AHK)	4	1993	20	37
15083345	Klein Wanzleben	Börde	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1994	19	26
15084590	Zeitz, Stadt	Burgenlandkreis	Gegendruckanlage (GD)	1	1993	19	48
15081455	Salzwedel, Stadt	Altmarkkreis	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1996	15	5
15086055	Gommern, Stadt	Jerichower Land	Entnahmekondensationsanlagen (EK)	2	1994	14	43
15083580	Zielitz	Börde	Gasturbine mit Abhitzkessel und Dampfturbinenanlage (GT-GuD)	5	1996	11	19
15003000	Magdeburg, Landeshauptstadt		Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1996	10	7
15088220	Merseburg, Stadt	Saalekreis	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1997	6	8
15091375	Wittenberg, Lutherstadt	Wittenberg	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1996	6	8
15089030	Bernburg (Saale), Stadt	Salzland	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1995	6	9
15003000	Magdeburg, Landeshauptstadt		Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1999	6	2
15086015	Burg, Stadt	Jerichower Land	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1996	5	7
15084590	Zeitz, Stadt	Burgenlandkreis	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1995	5	7
15089305	Schönebeck (Elbe), Stadt	Salzland	Verbrennungsmotorenanlage (BHKW)	6	1998	5	6
					Summe	1.950	4.493

Tabelle 5-7: KWK Anlagen > 5 MWel

5.4.3 Erneuerbare Energien in Sachsen-Anhalt

In den folgenden Abschnitten wird die aktuelle Nutzung der erneuerbaren Energieträger in Sachsen-Anhalt kurz erläutert, das Potenzial der einzelnen Energieträger und der Ausbau werden unter Kapitel 7.7 behandelt.

5.4.3.1 Windenergie

Nach Angaben des Ministeriums für Landesentwicklung und Verkehr hat sich die Anzahl der Windenergieanlagen in Sachsen-Anhalt zwischen 1998 und dem Ende des Jahres 2006 von 186 auf 1.845 erhöht (+992%). Die installierte Leistung stieg im gleichen Zeitraum von 93 MW auf 2.533 MW (+2.724%). Diese rasante Entwicklung liegt weit über dem Bundesdurchschnitt. Bundesweit gesehen stieg die Zahl der Anlagen in dieser Zeit um 301% und die installierte Leistung um 718%. Mit einer installierten Leistung von 915 W pro Einwohner wird Sachsen-Anhalt nur vom Land Brandenburg übertroffen. (zum Vergleich: Bundesdurchschnitt: 215 W/Einwohner).

Der schnelle Ausbau der Kapazität bringt aber auch Probleme mit sich, da in Spitzenzeiten das Stromnetz die Aufnahme sehr großer Strommengen bewältigen muss. Das Netz muss, um zukünftigen Anforderungen Stand halten zu können, weiter ausgebaut werden.

5.4.3.2 Biomasse

Biomasse ist die einzige der erneuerbaren Energiequellen, die es ermöglicht alle anderen fossilen Energieträger zu ersetzen. Mit ihr lassen sich je nach Nutzungspfad, Wärme, Strom und auch Kraftstoff gewinnen.

Um die Vielzahl der Biomassequellen und Nutzungspfade übersichtlich darstellen zu können, wird die Biomassenutzung in folgende vier Bereiche unterteilt:

- Landwirtschaft Pflanzenbau
- Landwirtschaft Tierhaltung
- Holzartige Biomasse
- Biogene Abfälle und sonstige Stoffe

Die Zahlen aller vier Bereiche sind der Biomassepotenzialstudie 2007 des Landes Sachsen-Anhalt [BMST-2007] entnommen. Wegen mangelnder Datenverfügbarkeit für das Jahr 2005 für die Biomassenutzung wurden die Werte aus dem Jahr 2006 übernommen.

Landwirtschaft Pflanzenbau

Insgesamt wurden aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau 15.947 GWh Energie gewonnen.

Der größte Anteil entfällt auf den Rapsmethylester (RME) oder auch Biodiesel mit 9.944 GWh. Allerdings ist zu erwähnen, dass Sachsen-Anhalt den Rohstoff in großem Umfang importiert (55%), der genannte Ertrag also nicht allein aus den Potenzialen Sachsens-Anhalts gewonnen wird. Im Land befinden sich sieben Anlagen zur Biodieselproduktion in Betrieb, zwei weitere sind im Bau.

Die Bioethanolherstellung folgt mit 4.389 GWh. Auch hier ist zu bemerken, dass die drei produzierenden Anlagen in Kusey, Zeitz und Zörbig in erheblichem Umfang aus den angrenzenden Bundesländern mit Zuckerrüben und Getreide beliefert werden. Zwei weitere Anlagen befinden sich momentan im Bau.

Zu Beginn des Jahres 2008 gibt es in Sachsen-Anhalt 131 Biogasanlagen, 28 weitere befinden sich bereits im Bau und 69 im Genehmigungsverfahren. Durch die Preisentwicklung der Substrate in den letzten Monaten muss aber angenommen werden, dass nicht alle Projekte realisiert werden, da sie mittlerweile unwirtschaftlich geworden sind.

Im Jahr 2006 wurden 1.417 GWh Biogas erzeugt.

Die stoffliche (194 GWh) und die direkte thermische Nutzung (3 GWh) spielen als Nutzungspfade landwirtschaftlicher Biomasse momentan noch untergeordnete Rollen.

Landwirtschaft Pflanzenbau	GWh
Biogas pflanzlich	1.417
Ethanol	4.389
RME	9.944
thermisch	3
stofflich	194
Summe	15.947

Tabelle 5-8: Nutzungspfade landwirtschaftlicher Biomasse

Landwirtschaft Tierhaltung

Aus festen und flüssigen Exkrementen inklusive Einstreu wurden im Jahr 2006 in Sachsen-Anhalt 255 GWh gewonnen.

Da die geringe Energiedichte von Gülle und Mist einen weiten Transport (Gülle 3 km, Mist 10 km) nicht zulässt, muss ein Betrieb eine gewisse Mindestgröße haben, um eine Biogasanlage wirtschaftlich betreiben zu können. Deswegen ist in diesem Bereich der Ausbau in den letzten Jahren recht schleppend verlaufen und trägt bisher mit nur mit 204 GWh zur Biogaserzeugung bei.

Pferdemist und Geflügelkot werden in einer Größenordnung von 51 GWh stofflich als Substrat für die Pilzzucht verwendet.

Landwirtschaft Tierhaltung	GWh
Biogas org. Dünger	204
stoffliche Nutzung	51
Summe	255

Tabelle 5-9: Landwirtschaft Tierhaltung

Holzartige Biomasse

Der mit 5.399 GWh mit Abstand größte Teil der holzartigen Biomasse wird stofflich genutzt. Die stoffliche Nutzung ist nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz auch in jedem Falle der energetischen vorzuziehen, da so erstens andere Rohstoffe eingespart werden können und zweitens das Holz nach der stofflichen immer noch der energetischen Nutzung zur Verfügung steht.

Nach der Biomassepotenzialstudie existieren im Land sieben Holzkraftwerke zur Erzeugung elektrischer Energie mit einer installierten Leistung von 102,6 MW. Um die elektrische

Jahresarbeit berechnen zu können, wurde die Laufzeit auf 6.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr geschätzt.

In den 12 Anlagen zur thermischen Nutzung von holzartiger Biomasse in Sachsen-Anhalt ist eine Gesamtleistung von 97 MW installiert. Zur Berechnung der Jahresarbeit wurde eine Laufzeit von 4.000 Stunden angenommen.

Im Jahr 2006 wurden circa 1.802 GWh Brennstoff in Holzheizkraftwerken und 431 GWh Wärme in Holzheizwerken eingesetzt. Daraus folgte eine Stromerzeugung von rd. 660 GWh und eine Wärmeerzeugung von rd. 1.060 GWh.

Im Land Sachsen-Anhalt gibt es ca. 70.000 Holzfeuerungsanlagen [BMST-2007] wie Kamine, Öfen oder Herde. Da sie nicht genehmigungspflichtig sind und die Einsatzmengen an holzartiger Biomasse nicht bekannt sind, mussten auch hier geeignete Annahmen getroffen werden. Im Ergebnis wird zur Nutzung dieser Anlagen eine Energiemenge von 301 GWh eingesetzt.

Die Anzahl und der Verbrauch von Pelletheizungen wurden aus Angaben des Deutschen Energie-Pellet-Verbandes [DEPV-2007] für Deutschland auf die Einwohner bezogen und auf Sachsen-Anhalt hochgerechnet. Momentan wird der Beitrag der Pelletheizungen zur Nutzung holzartiger Biomasse optimistisch auf 95 GWh geschätzt. Es muss real mit einer Verschiebung in Richtung der sonstigen Feststoffheizungen (Kamine) gerechnet werden.

Holzartige Biomasse	GWh
stoffliche Verwendung	5.399
Holzkraftwerke, thermisch	431
Holzkraftwerke, elektrisch	1.802
Pelletheizungen	95
sonst. Holzfeuerungsanlagen	301
Summe	8.028

Tabelle 5-10: Holzartige Biomasse

Biogene Abfälle und sonstige Stoffe

In diesen Bereich der Biomassennutzung fallen die organischen Abfälle der Haushalte, die in den Verarbeitungsprozessen der Ernährungsindustrie anfallenden Reststoffe, sowie Klär- und Deponiegase. Die Biomassepotenzialstudie 2007 [BMST-2007] ermittelt eine gegenwärtige Nutzung von 639 GWh.

5.4.3.3 Solarenergie

5.4.3.3.1 Photovoltaik

In der Energiestudie [IE-2007] wird auf Basis der installierten Leistung am Ende des Jahres eine Stromproduktionsfähigkeit aus Photovoltaik auf 19,4 GWh für das Jahr 2005 geschätzt. Nach Angaben des Statistischen Landesamtes sind jedoch nur 11,6 GWh real eingespeist worden.

5.4.3.3.2 Solarthermie

Nach der Energiebilanz 2005 beträgt die auf die thermische Nutzung der Solarenergie entfallende Jahresarbeit 13,6 GWh.

5.4.3.4 Wasserkraft

Momentan (Stand Januar 2007) [IE-2007] werden in Sachsen-Anhalt 37 Laufwasserkraftwerke an Wehren, drei Speicherkraftwerke an Talsperren, sowie eine Pumpe im Turbinenbetrieb genutzt. Bei einer installierten Leistung von 15,6 MW liegt die Jahresarbeit bei ca. 67 GWh [STALA-2005].

5.4.3.5 Geothermie

Die Nutzung der Geothermie ist in die Hochtemperatur-Tiefengeothermie und die oberflächennahe Niedertemperaturgeothermie zu gliedern.

Da die Nutzung der Tiefengeothermie zum gegenwärtigen Zeitpunkt in Sachsen-Anhalt mit sehr hohen Kosten und einem hohen Risiko verbunden ist, wird diese regenerative Energiequelle momentan noch nicht genutzt.

Bei der Nutzung der oberflächennahen Niedertemperaturgeothermie geht das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt im Jahr 2007 [IE-2007] von der Errichtung von mehreren hundert Anlagen pro Jahr aus. Aus der Energiebilanz geht hervor, dass eine Wärmemenge von 7,8 GWh im Jahr 2005 aus geothermalen Quellen genutzt wurde.

5.5 Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt

Der Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 betrug 81.399 GWh und ist damit gegenüber dem Wert von 1990 (139.820 GWh) um 42 % niedriger. Im Jahr 1998 erreichte der Endenergieverbrauch mit knapp 68.000 GWh seinen Tiefststand und steigt seitdem wieder leicht, aber kontinuierlich an.

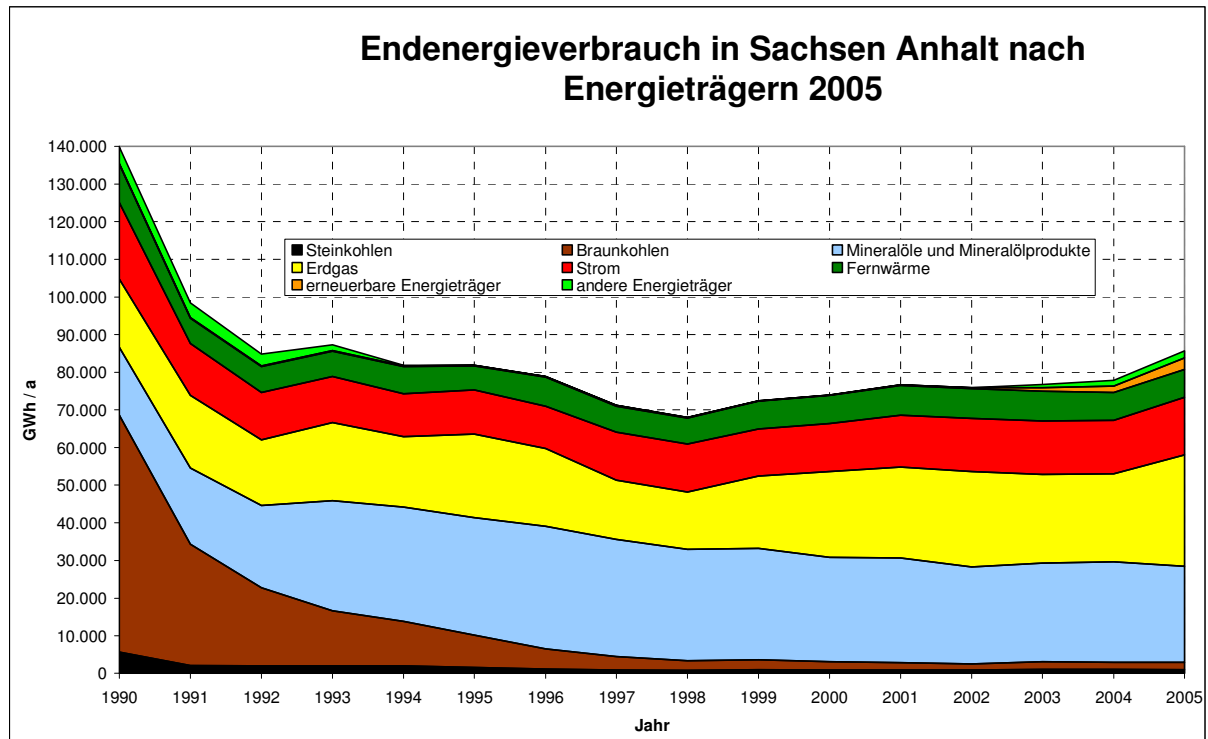


Bild 5-10: Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt nach Energieträgern

Der Teil des Endenergieverbrauchs, der aus den fossilen Energieträgern Braun- und Steinkohle gewonnen wird, ist im Betrachtungszeitraum um 96 % zurückgegangen. Die Substitution der alten, teils maroden Anlagen durch modernere, effizientere Anlagen hat einen wesentlichen Anteil am Rückgang des Gesamtendenergieverbrauchs.

Der Endenergieverbrauch wird zur genaueren Betrachtung in folgende vier Sektoren aufgeteilt:

- Endenergieverbrauch Haushalte
- Endenergieverbrauch Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)
- Endenergieverbrauch Industrie/verarbeitendes Gewerbe
- Endenergieverbrauch Verkehr

Die Darstellung des Endenergieverbrauchs für die Sektoren beruht auf der Energiebilanz 2005 für Sachsen Anhalt [STALA-2005]. Auch hier gilt wie schon bei der Darstellung des Primärenergieverbrauchs beschrieben, dass die Einzeldaten zu den Brennstoffen nicht vollständig veröffentlicht sind, weshalb teilweise eine Zuordnung nicht möglich ist. Die nicht zuzuordnenden Mengen wurden in eigenen Berechnungen proportional auf die Energieträger verteilt.

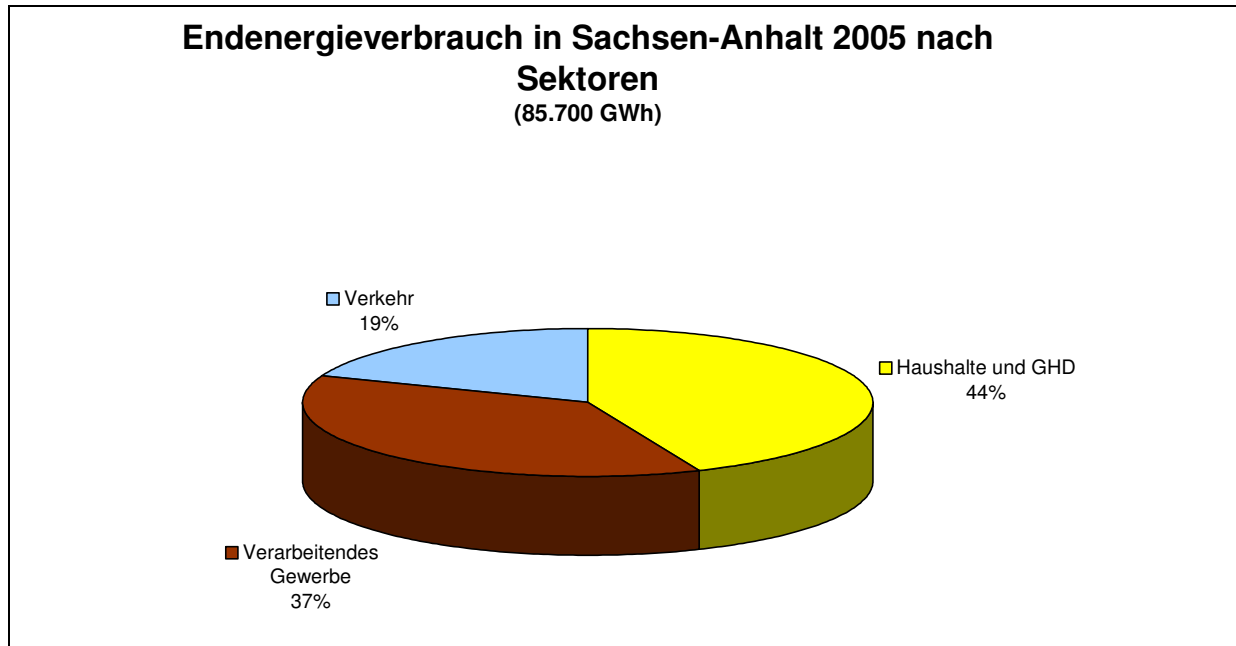


Bild 5-11: Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt 2005 nach Sektoren [STALA-2005]

5.5.1 Endenergieverbrauch der Haushalte in Sachsen-Anhalt

Der Endenergieverbrauch der Haushalte summiert sich im Jahr 2005 auf 18.056 GWh. Im Jahr 1990 wies der Sektor Haushalte noch einen Endenergieverbrauch von 28.870 GWh aus. Das entspricht einem Rückgang von 37% in diesem Zeitraum.

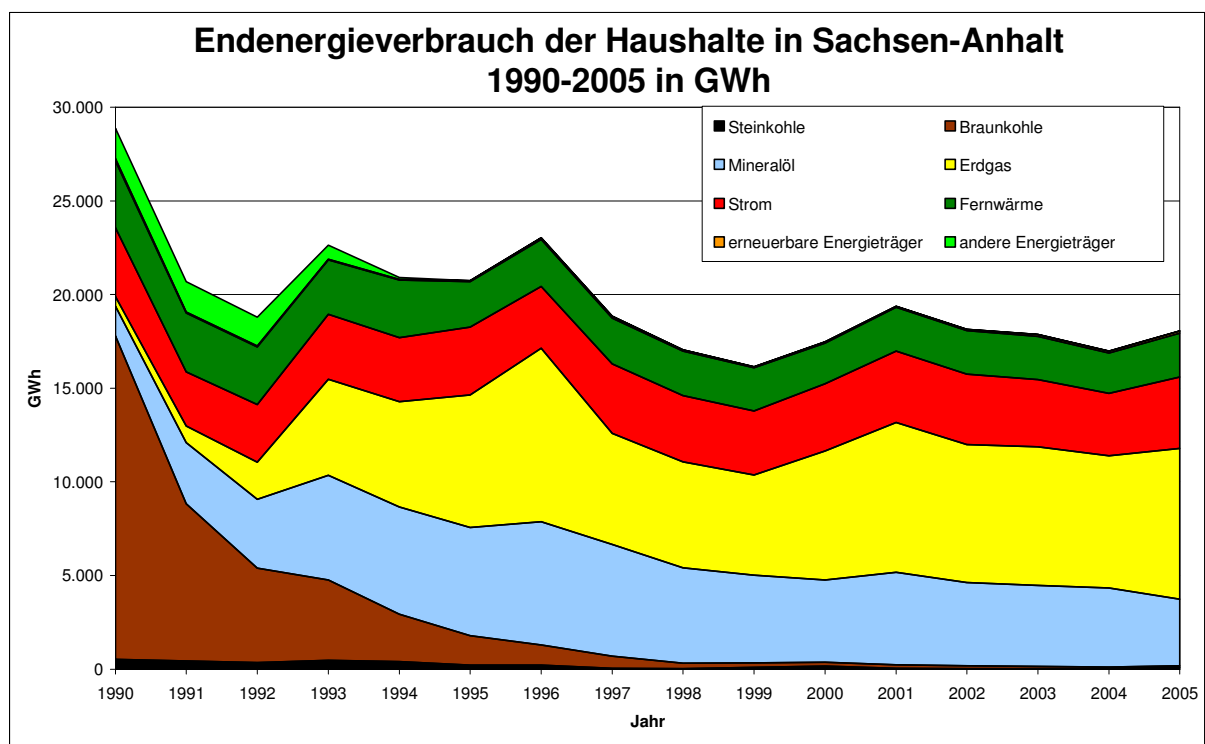


Bild 5-12: Endenergieverbrauch der Haushalte in Sachsen-Anhalt 1990-2005

An Bild 5-12 lässt sich sehr gut die Substitution von Braunkohleheizungen in Sachsen-Anhalt nach der Wiedervereinigung erkennen. Hatten im Jahr 1990 Kohleheizungen in den Haushalten noch einen Anteil von 62 % am Endenergiebedarf, so sind sie heute nahezu vollständig verschwunden. Die alten kohlebefeuernden Heizungsanlagen wurden in den meisten Fällen durch Anlagen auf Erdöl- und Erdgasbasis ersetzt.

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hat mit rund 14.247 GWh bzw. 79 % der Heizenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser, die restlichen 3.809 GWh oder 21 % sind dem Stromverbrauch zuzuschreiben.

Der Stromverbrauch in diesem Sektor ist seit 1990 um knapp 4% gestiegen. Die relativ starken Schwankungen im Endenergieverbrauch der Haushalte sind hauptsächlich durch wechselnde Witterungsbedingungen verursacht. Da der Heizenergiebedarf mit 79% den größten Teil des Endenergieverbrauches verursacht, wirken sich in der Gesamtbilanz kalte Winter stark aus.

5.5.2 Endenergieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Sachsen-Anhalt

Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen hat im Jahr 2005 einen Endenergiebedarf von 15.023 GWh. Gegenüber dem Jahr 1990 mit einem Endenergieverbrauch von 24.023 GWh wurde ein Rückgang von 38% erreicht.

Der Strombedarf ist gegenüber 1990 um 6 % auf 3.233 GWh gestiegen und macht im Jahr 2005 rd. 22% des Endenergiebedarfs aus. Dementsprechend entfallen 76% oder ca. 10.400 GWh des Endenergiebedarfs auf den Heizenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser. Die restlichen 1.146 GWh oder ca. 7 % entfallen gemäß Energiebilanz auf den Verbrauch von Dieselkraftstoffen.

Die grundlegenden strukturellen Veränderungen der letzten Jahre haben sich im Energieträgermix des Sektors GHD genauso vollzogen wie im Sektor Haushalte.

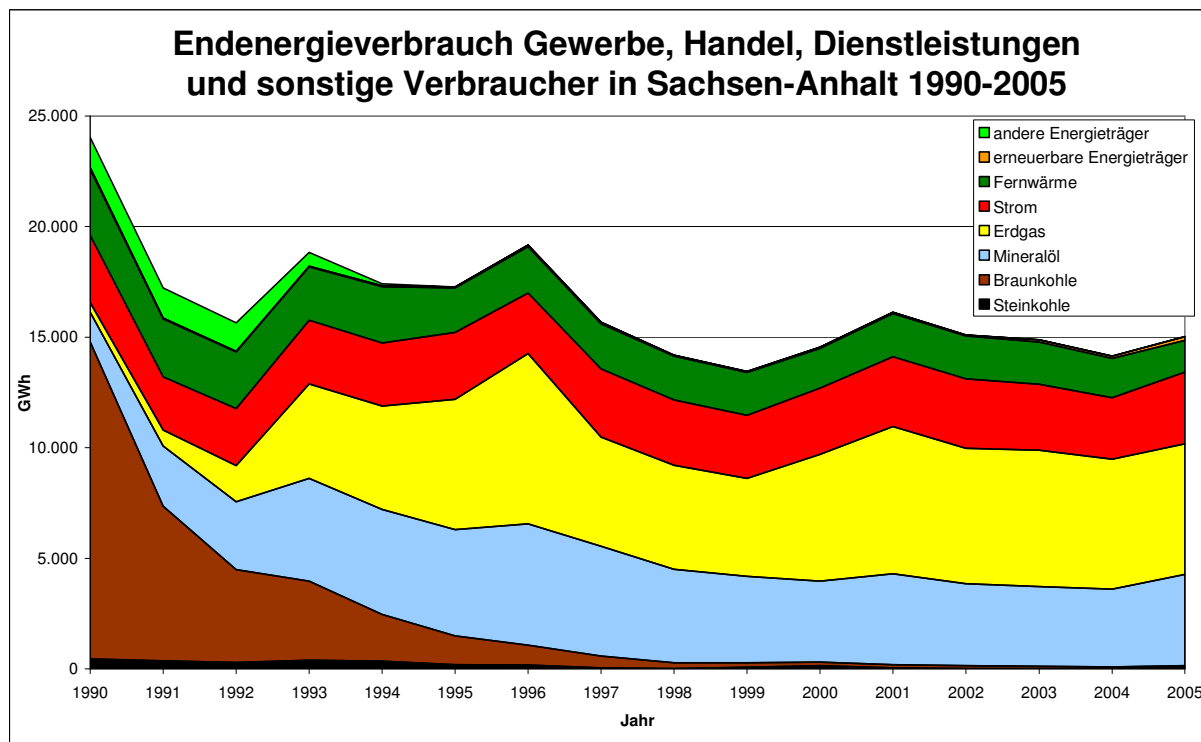


Bild 5-13: Endenergieverbrauch GHD 1990-2005

5.5.3 Endenergieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes in Sachsen-Anhalt

Der Endenergieverbrauch im verarbeitenden Gewerbe in Sachsen-Anhalt beläuft sich im Jahr 2005 auf 31.955 GWh und ist damit gegenüber dem Jahr 1990 (72.406 GWh) um 56 % gesunken.

Der Verlauf des Endenergiebedarfs der Industrie insgesamt ist im Betrachtungszeitraum zunächst durch einen sehr steilen Rückgang der Nachfrage bis ins Jahr 1996 geprägt (Bild 5-14). Die Endenergienachfrage der Industrie ist nach der Wiedervereinigung bis ins Jahr 1998 um 75 % eingebrochen. Die Talsohle der Nachfrage ist in den Jahren 1996 bis 1998 erreicht worden. Der Wendepunkt ist der Neubau und die Inbetriebnahme der Raffinerie in Leuna im Jahr 1998; seit diesem Zeitpunkt steigt die Nachfrage der Industrie kontinuierlich an.

Der Stromverbrauch im Sektor verarbeitendes Gewerbe erreichte seinen Tiefpunkt 1995 mit 4.385 GWh, nur noch einem Drittel des Verbrauchs von 1990. Seitdem steigt er kontinuierlich wieder an auf 7.824 GWh (60% von 1990) im Jahr 2005.

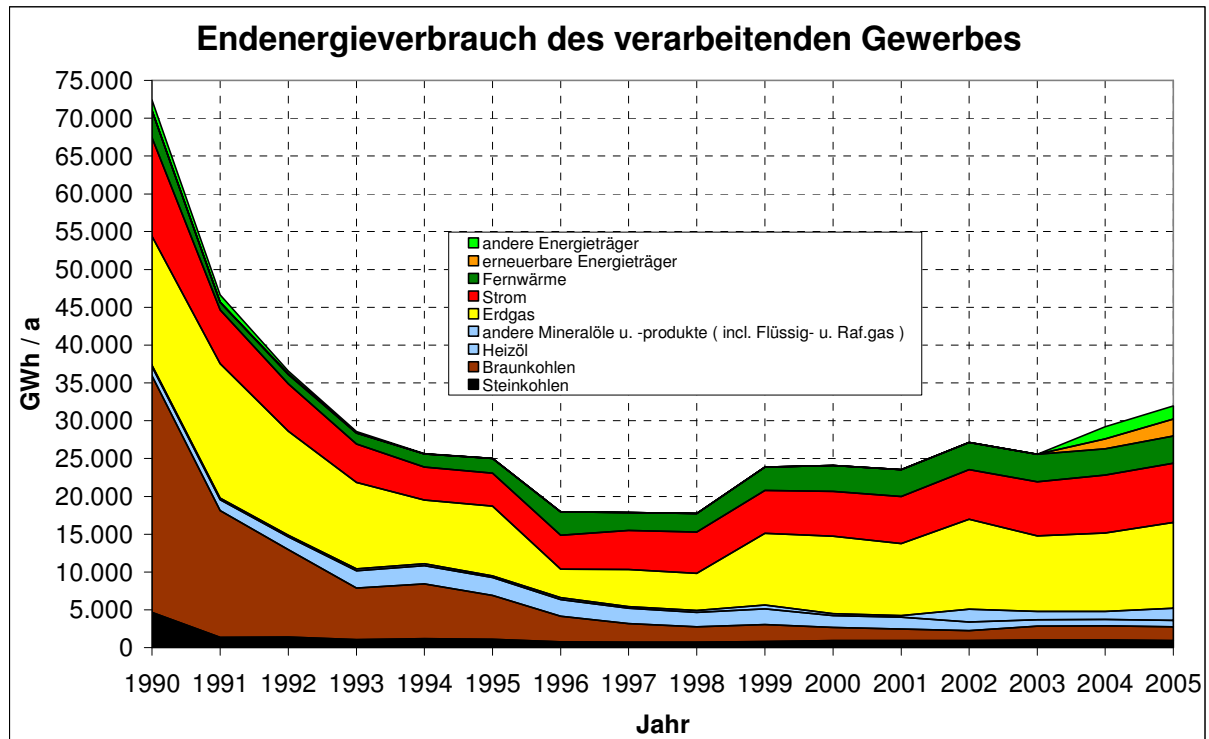


Bild 5-14: Endenergieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes

Der gesamte Brennstoffeinsatz in der Industrie in Sachsen-Anhalt beläuft sich im Jahr 2005 auf ca. 42.400 GWh. Die fünfzehn größten Industrieanlagen in Sachsen-Anhalt haben daran einen Anteil von 85 %. Die mit Abstand größte Anlage ist das Braunkohlekraftwerk in Schkopau. Die Blöcke A und B dieses Kraftwerks haben im Jahr 2005 mit 15.027 GWh einen Anteil von 35 % am gesamten Brennstoffeinsatz in der Industrie

Der Endenergieverbrauch der Industrie wurde für das Jahr 2005 im Klimaschutzkonzept von 1995 mit 36.667 GWh prognostiziert. Der Istwert 2005 liegt mit 31.955 GWh 12,9 % darunter.

5.5.4 Endenergieverbrauch des Verkehrs in Sachsen-Anhalt

5.5.4.1 Energiebilanz – Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Entsprechend den Energiebilanzen [STALA- 2005 und 2007] des Landes zeigt sich eine Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehr von 14.521 GWh in 1990 über ein Maximum von 18.989 GWh in 1999 auf 16.365 GWh in 2005 (vorläufiger Wert). Dies bedeutet eine zwischenzeitliche Steigerung, insbesondere in der zweiten Hälfte der 90er Jahre, von bis zu 33% bezogen auf den Ausgangswert von 1990, die sich bis 2005 auf 15% abgemindert hat.

Jahr	Otto	Diesel	Kerosin	Flüssiggas	Erdgas	Biomasse	Strom	Summe
	GWh/a							
1990	8.459	5.347	0	61	0	0	654	14.521
1991	8.455	4.104	24	0	0	0	1.294	13.877
1992	8.152	4.958	36	12	0	0	721	13.879
1993	9.265	7.141	36	12	0	0	779	17.233
1994	9.434	7.733	48	0	0	0	710	17.925
1995	9.591	8.401	60	0	0	0	716	18.768
1996	9.555	8.425	60	0	0	0	691	18.731
1997	9.398	8.497	60	0	0	42	844	18.841
1998	9.434	8.580	60	0	0	29	878	18.981
1999	9.446	8.819	84	0	0	53	588	18.989
2000	8.829	8.604	131	0	0	45	272	17.882
2001	8.370	8.461	119	0	0	45	601	17.596
2002	7.644	8.532	48	0	0	84	605	16.913
2003	7.826	8.222	287	0	0	105	499	16.938
2004	7.523	8.676	705	26	0	166	481	17.576
2005	6.834	8.270	84	39	87	564	487	16.365

Tabelle 5-11: Tabelle zum Endenergieverbrauch des Verkehrs nach Energieträgern [STALA-2005]

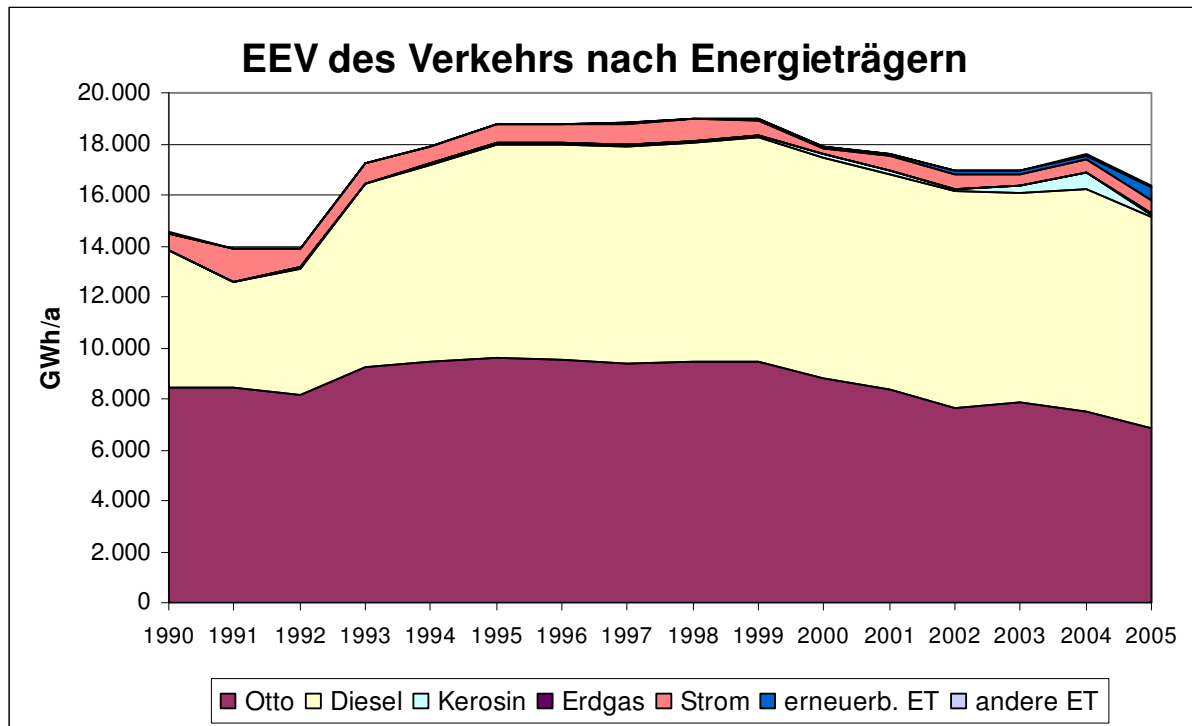
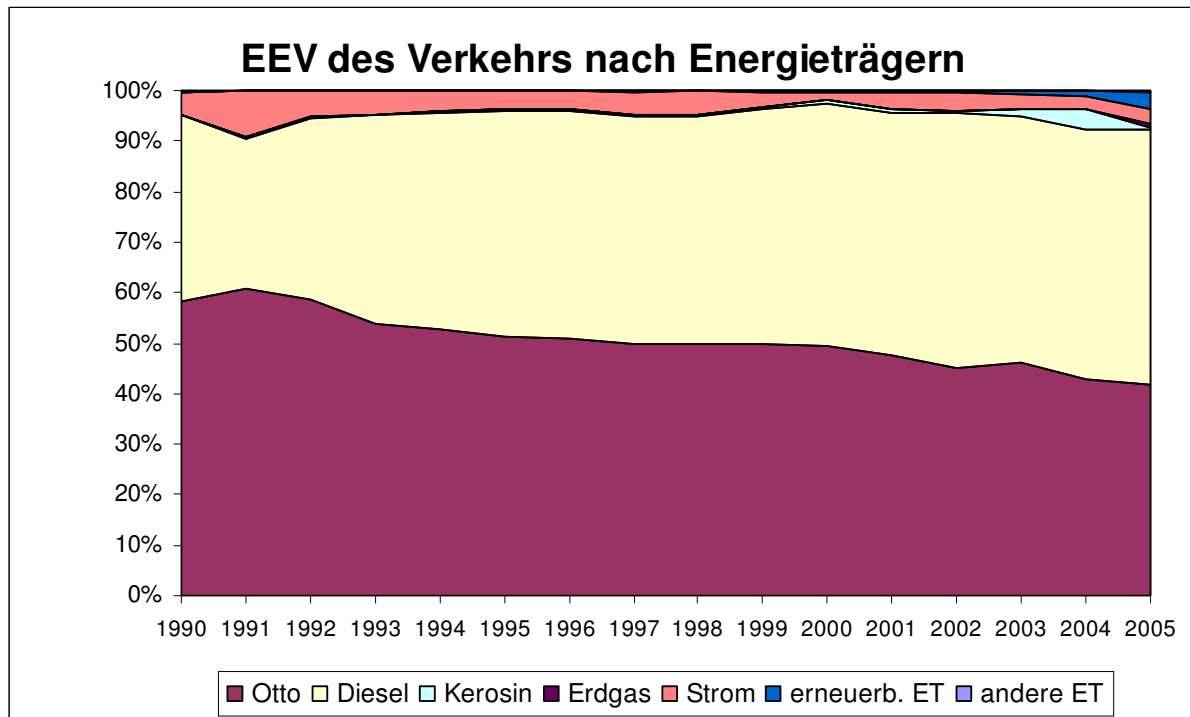


Bild 5-15 : Endenergieverbrauch des Verkehrs nach Energieträgern [STALA-2005]

Die Struktur des EEV im Verkehr wird eindeutig dominiert durch die Energieträger Otto- und Dieselmotorkraftstoff auf konstant hohem Niveau von über 90%, wobei die Bedeutung des Dieselmotorkraftstoffes im Vergleich zum Ottomotorkraftstoff seit 1991 bis heute deutlich zugenommen hat. So hat sich das Verhältnis von Otto zu Diesel von 67%/33% Anfang der 90er Jahre auf 45%/55% in 2005 nahezu umgekehrt. In diesem Jahr ist auch erstmals ein spürbarer Anteil des Verbrauchs an Biokraftstoffen (i.w. Biodiesel) im (Straßen)Verkehr von 564 GWh/a (3,5%) zu verzeichnen.



Quelle: Statistisches Landesamt

Bild 5-16: Prozentuale Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch des Verkehrs

5.5.4.2 Energiebilanz – Endenergieverbrauch nach Verkehrsträgern

Die Verteilung des EEV auf die einzelnen Verkehrsträger zeigt, dass der Verbrauch im Straßenverkehr in 2005 mit 15.363 GWh um 24% höher lag als in 1990. Der höchste Zuwachs war zwischen 1995 und 1999 mit maximal bis zu 44% (1999) zu verzeichnen. Demgegenüber ist der Verbrauch im Schienenverkehr im Betrachtungszeitraum bis auf wenige Ausnahmen nahezu kontinuierlich gesunken. In 2005 lag der EEV nur noch bei 41% des Wertes für 1990. Bei der Binnenschifffahrt (Bischiiff) ist auf niedrigem Niveau ebenfalls eine Abnahme in den 15 Jahren zu verzeichnen, während beim Flugverkehr, bei ebenfalls vergleichsweise geringem Niveau, der umgekehrte Trend (mit Ausnahmen) zu beobachten ist.

Jahr	Straße	Schiene	GWh/a			Summe
			BiSchiff	Flug		
1990	12.345	2.128	47	0		14.521
1991	11.397	2.409	48	24		13.877
1992	12.209	1.575	59	36		13.879
1993	15.505	1.657	36	36		17.233
1994	16.308	1.498	60	60		17.925
1995	17.193	1.456	48	72		18.768
1996	17.240	1.360	60	72		18.731
1997	17.268	1.453	48	72		18.841
1998	17.434	1.428	48	72		18.982
1999	17.757	1.101	36	96		18.989
2000	16.929	773	36	144		17.882
2001	16.350	178	36	132		17.596
2002	15.771	158	24	60		16.913
2003	15.675	940	24	299		16.938
2004	15.925	899	36	717		17.577
2005	15.353	878	38	96		16.365

Tabelle 5-12: Tabelle Endenergieverbrauch nach Verkehrsträgern [STALA-2005, eigene Berechnungen]

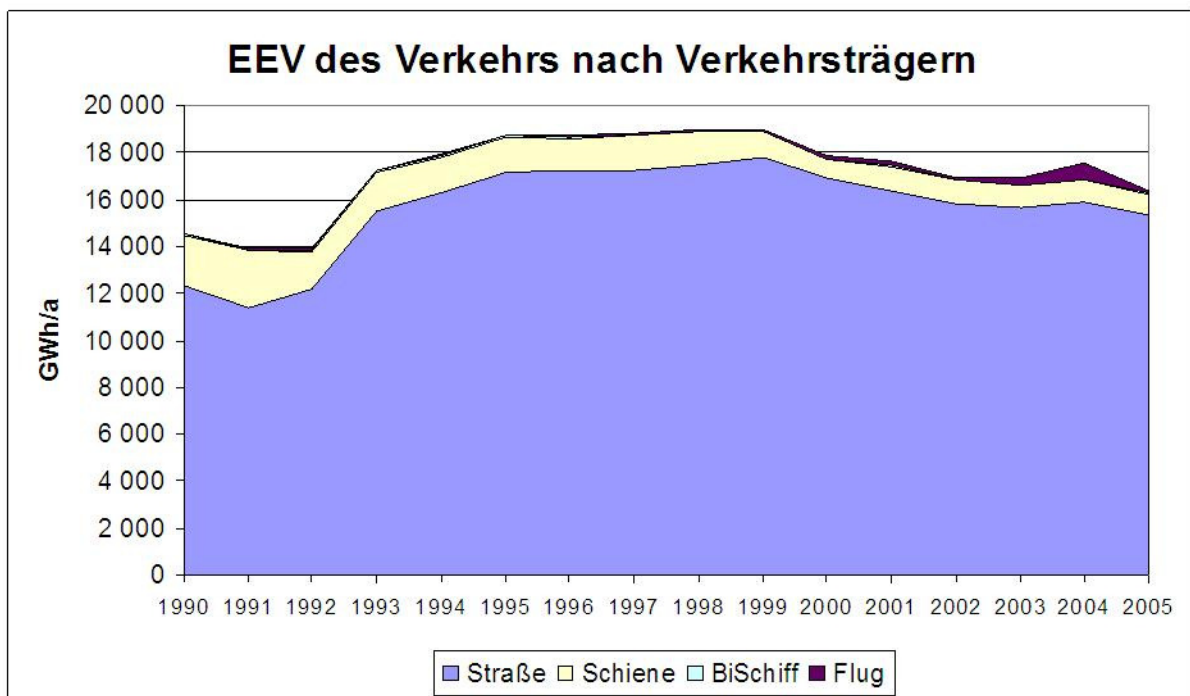


Bild 5-17: Endenergieverbrauch des Verkehrs nach Verkehrsträgern [STALA-2005, eigene Berechnungen]

Die beschriebene Strukturentwicklung wird insbesondere im folgenden Diagramm deutlich. Es zeigt die zunehmende Bedeutung des Straßenverkehrs als Hauptverursacher des EEV im Verkehr und die gleichzeitige Abnahme des Schienenverkehrsbeitrages, sowie die bislang solitären Spitzen im Flugverkehr in 2003 und 2004. Der Anteil des Straßenverkehrs am gesamten EEV des Verkehrs in Sachsen-Anhalt ist von 85% in 1990 auf 94% in 2005 angewachsen. In 2000 lag er zwischenzeitlich schon einmal bei 95%. Mit knapp 5%, davon 55% Strom, ist der Schienenverkehr noch von relativer Bedeutung. Binnenschiff- und Flugverkehr sind hingegen für Sachsen-Anhalt derzeit vernachlässigbar.

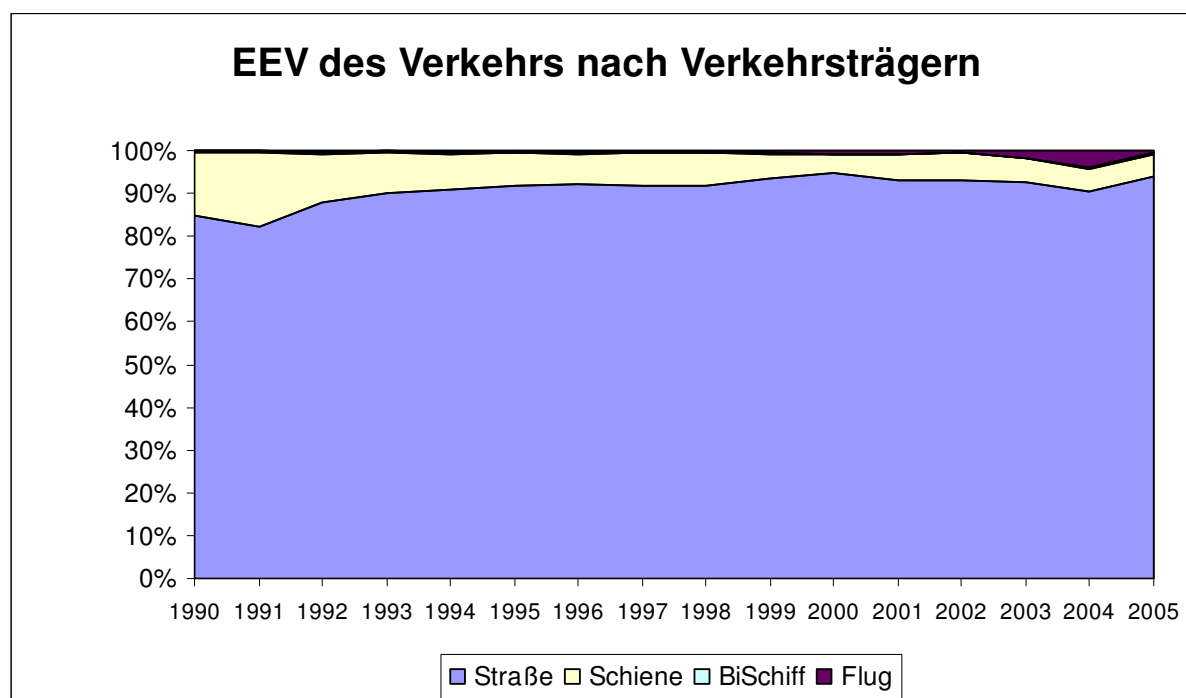


Bild 5-18: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Endenergieverbrauch des Verkehrs [STALA-2005, eigene Berechnungen]

5.5.4.3 Energiebilanz – Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs – Ergebnisse aus Bottom-Up-Modellierungen

Die für das Land im Auftrag des LAU durchgeführten Kraftstoffverbrauchs- und Emissionsmodellierungen führen zu teilweise deutlich anderen Ergebnissen als die Energiebilanzen, was auf grundlegenden methodischen Unterschieden beruht. Die durchgeführten Bottom-Up-Modellierungen versuchen den EEV real auf dem Straßennetz mit detaillierten Daten zu Verkehrsstärken und zum Verkehrsablauf zu simulieren. Die bei dem gewählten Verteilungsansatz der Energiebilanzen bei der geografischen Zuordnung zwangsläufig eintretenden Unschärfen (was in einer regionalen Einheit abgesetzt/getankt

wird, wird dort nicht unbedingt verbraucht) sollen somit durch die auf das Straßennetz bezogenen Modelle eliminiert werden.

Bislang wurden für die Jahre 1995, 1999 (Prognose) und 2004 Berechnungen mit entsprechenden Modellen durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Folgenden im Vergleich zu den entsprechenden Jahresergebnissen der Energiebilanz dargestellt. Für das Basisjahr 2005 dieses Klimaschutzkonzeptes wurde eine Abschätzung auf der Grundlage der detaillierten Ergebnisse für 2004 mit dem Kfz-Bestand 01.01.2006 vorgenommen.

In der nachfolgenden Tabelle ist diesbezüglich der Pkw-Bestand nach Antriebskonzepten zum 01.01.2006 für Sachsen-Anhalt und die Bundesrepublik vergleichend gegenüber gestellt.

Pkw-Bestand 01.01.2006	Sachsen-Anhalt			BRD	
	Anzahl	Anteil	Varianz	Anzahl	Anteil
Otto	1.129.806	85,17%	84,19%-86,78%	35.918.697	77,93%
Diesel	193.970	14,62%	12,98%-15,61%	10.091.290	21,89%
Gas (insgesamt)	2.554	0,19%	0,16%-0,31%	71.139	0,15%
dar. Erdgas einschl. bivalent	656	0,05%	0,04%-0,09%	30.554	0,07%
sonstige	209	0,02%	0,01%-0,03%	9.177	0,02%
Gesamt	1.326.539			46.090.303	

Tabelle 5-13: Pkw-Bestand nach Antriebskonzepten im Vergleich [KBA-2008, eigene Berechnungen]

Auffallend ist der mit knapp 15% vergleichsweise geringe Diesel-Anteil in Sachsen-Anhalt. Dies hat einen insgesamt höheren spezifischen Durchschnittsverbrauch der Pkw-Flotte im Vergleich zum Bundesdurchschnitt zur Folge. Größere regionale Schwankungen des Dieselanteils in Sachsen-Anhalt sind nicht festzustellen. Gas- und sonstige Antriebe haben mit 0,2% keine Bedeutung.

Verfolgt man die Entwicklung des Dieselanteils im Bestand seit 2000 (siehe nachstehendes Bild), so ist für Sachsen-Anhalt ein stetiger Trend auszumachen, während im Bundesdurchschnitt seit kurzem eine leichte Abflachung erkennbar ist. Dies mag auf die zwischenzeitlich im Vergleich deutlich gestiegenen Dieselpreise zurückzuführen sein. Sollte dieser Trend auch in Zukunft anhalten, wird der momentane Dieselanteil bei den Neuzulassungen von 45% nach Expertenmeinung bis 2020 auf 30% zurückgehen. Dies würde dann bundesweit zu einem Bestandsanteil von 30-32% führen.

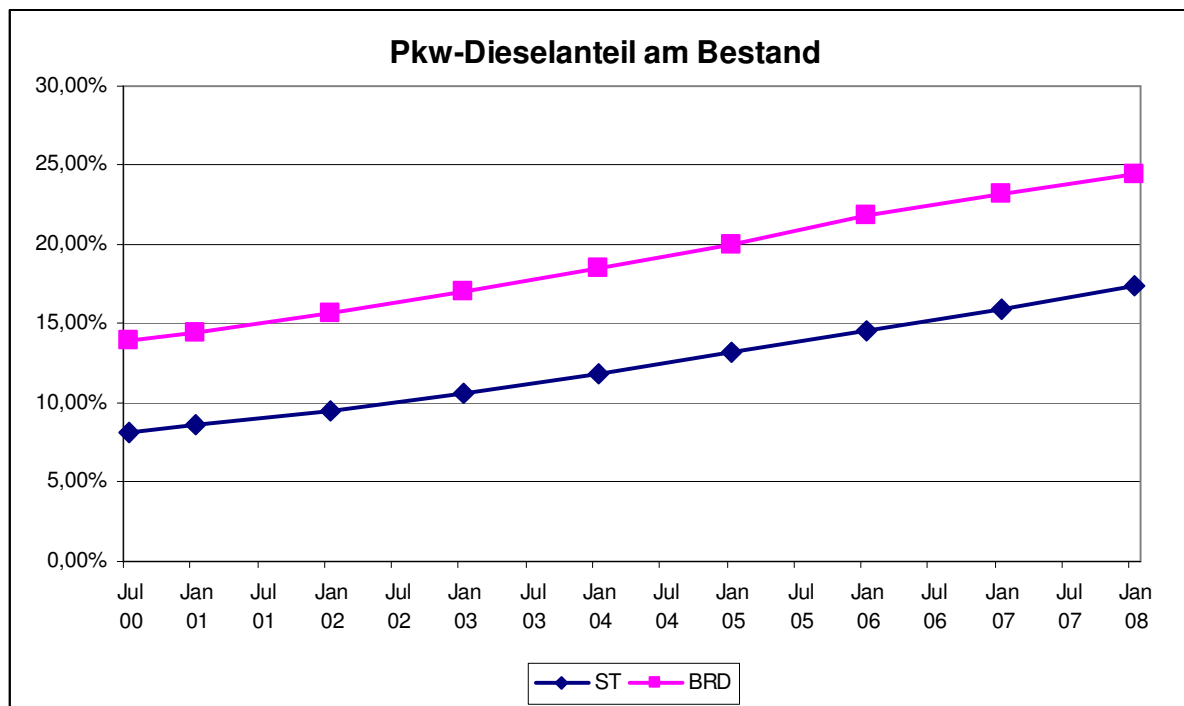


Bild 5-19: Entwicklung des Dieselanteils am Pkw-Bestand zwischen 2000 und 2008 im Vergleich [KBA-2008, eigene Berechnungen]

Die für Sachsen-Anhalt durchgeführten Modellberechnungen zeigen, dass die Gesamtfahrleistung von 1995 auf 2005 um 22% zugenommen hat, wobei sich der Anteil der BAB-Fahrleistung insbesondere durch Neubauprojekte von 16,5% auf 25,8% (Zuwachs in Fzkm von 90%) mehr als deutlich erhöht hat. Die Kraftstoffmasse ist im gleichen Zeitraum um nur 9% gestiegen, trotz einer überproportionalen Anteilsentwicklung des Verbrauchs auf BAB von 19,2 auf 35,0 % (Zuwachs Kraftstoffmasse von 98%).

Jahr	Fahrleistung		Kraftstoffverbrauch				
	(Mrd. Fzkm)	Ant. BAB	KV (Mod)	Ant. BAB	KV (Mod)	EBilanz	Abw.
		(%)	(1000t)	(%)	(GWh)	(%)	
1995	18,6	16,5	1530	19,2	18382	17 193	7
1999	21,0	17,4	1593	19,3	19145	17 757	8
2004	21,6	20,3	1649	26,7	19808	15 925	24
2005	22,6	25,8	1661	35,0	19725	15 365	28

Tabelle 5-14: Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch [LAU-2007, STALA-2005, eigene Berechnungen]

Vergleicht man nun die Ergebnisse mit denen der entsprechenden Jahre aus der Energiebilanz, so ist eine deutliche Entwicklung der systematischen Abweichungen zu erkennen. Lagen die früheren Daten noch relativ nahe beieinander, so ist die Abweichung in den Jahren 2004 und 2005 mehr als deutlich. Ein Grund für das zunehmende Auseinanderdriften kann u.a. im zunehmenden Anteil des Verbrauchs auf Autobahnen liegen, der sowohl in den Absatzstatistiken des Mineralölwirtschaftverbandes (MWV) als auch in den Energiebilanzen auf Länderebene nur teilweise erfasst wird.

Bei Betrachtung der mittleren spezifischen Kraftstoffverbrauchsrate (mKr) ist festzustellen, dass sich diese seit 1995 um 10-11 % vermindert haben. Die Werte für 2004 und 2005 liegen ca. 3% unter dem Niveau von 1999 infolge einer deutlich veränderten Verbrauchsstruktur in Bezug auf die Verteilung zwischen BAB, außerorts und innerorts mit stark angestiegenen BAB-Anteilen. Dies bedeutet, dass die Reduktion der Flottendurchschnittsverbräuche in den letzten Jahren durch die Erhöhung der Fahrleistungs- und insbesondere der Verbrauchsanteile auf den Autobahnen Sachsen-Anhalts teilweise kompensiert wurde.

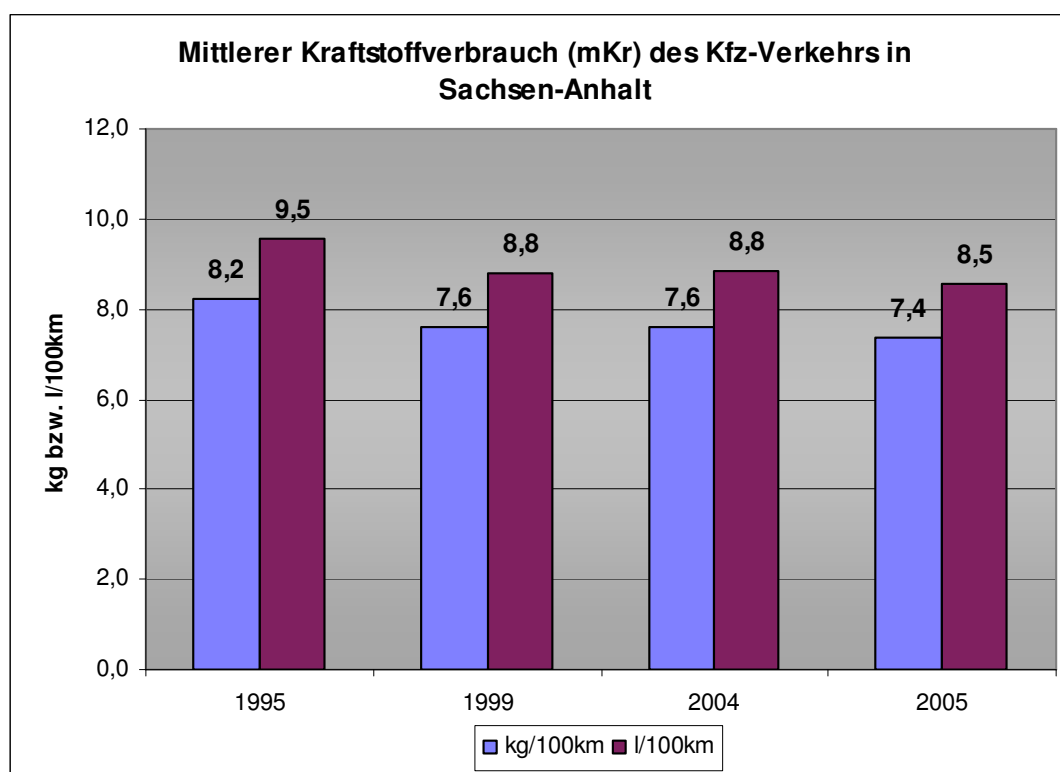


Bild 5-20: Mittlerer Kraftstoffverbrauch des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt [LAU-2007, eigene Berechnungen]

Die nachfolgenden Bilder zeigen die Gesamtfahrleistung und den Kraftstoffverbrauch in seiner regionalen Struktur auf Kreisebene.

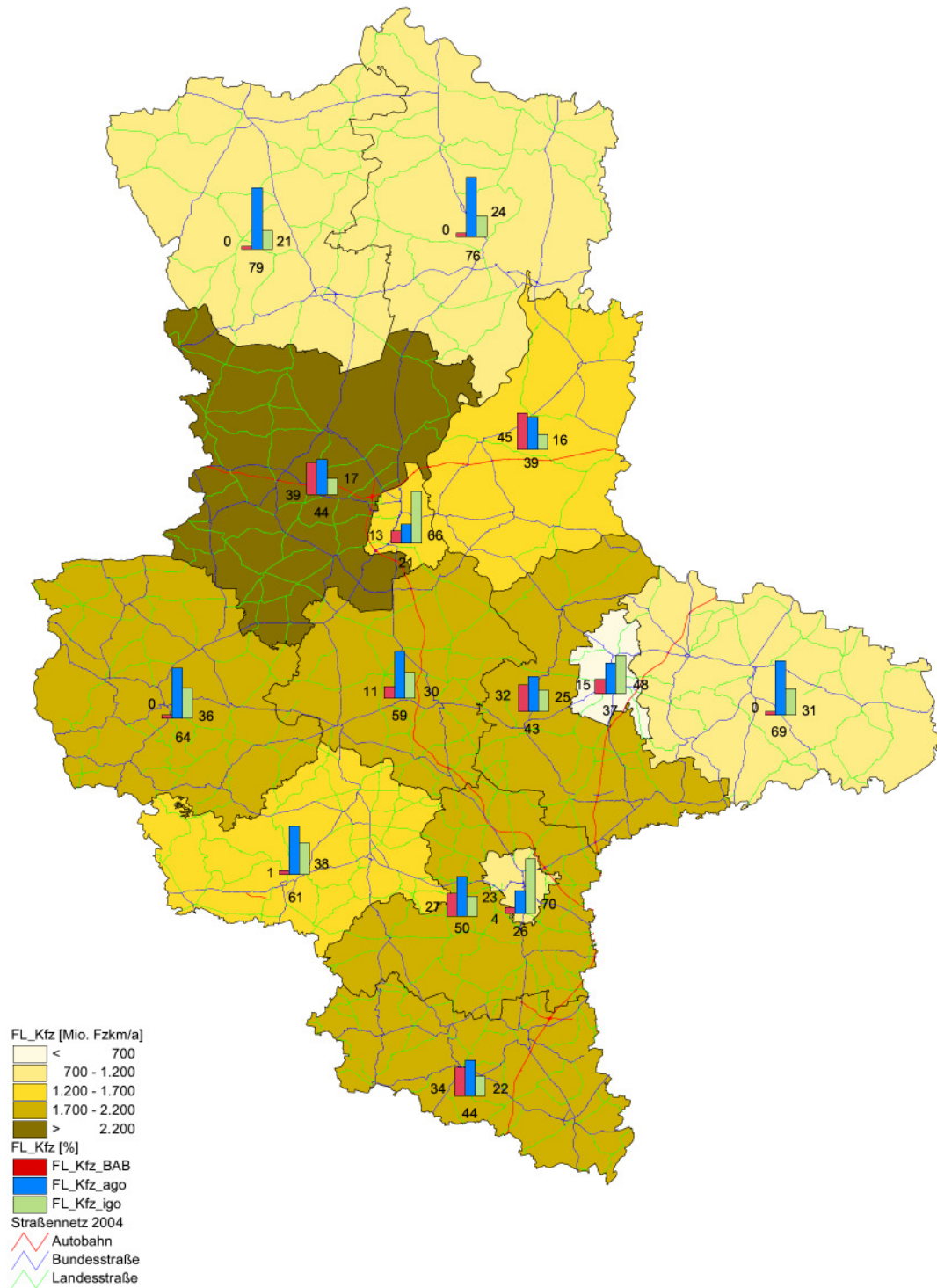


Bild 5-21: Regionale Verteilung der Gesamtfahrleistung des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005

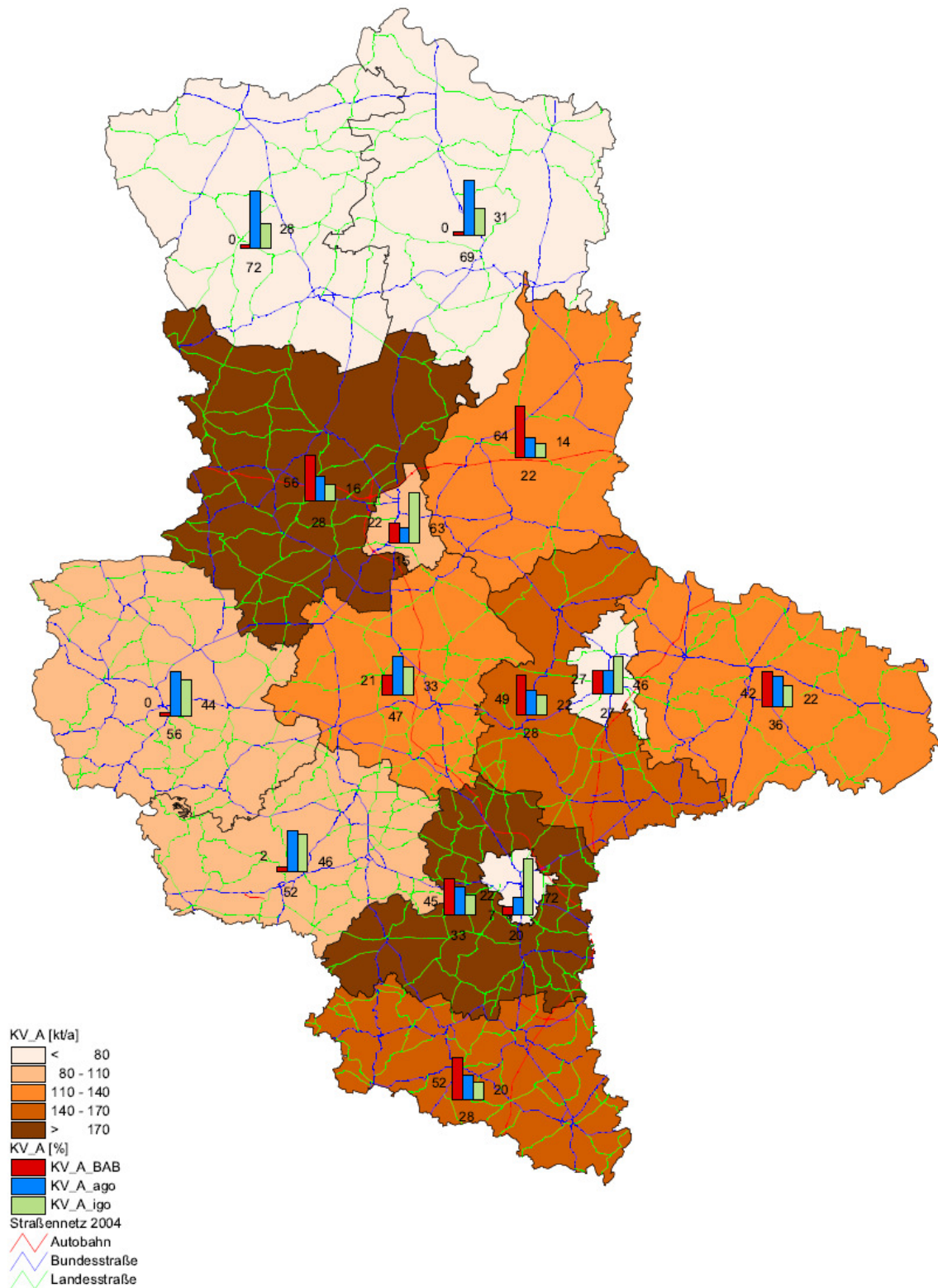


Bild 5-22: Regionale Verteilung des Kraftstoffverbrauchs des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005

Die Kreise, die von den BAB A 2 und A 9 durchschnitten werden, weisen die höchsten Fahrleistungs- und Kraftstoffverbrauchswerte auf. In den Stadtkreisen hingegen werden Fahrleistung und Verbrauch vom Stadtverkehr dominiert.

Vergleich mit der Prognose des Klimaschutzkonzepts 1995

Der Endenergieverbrauch des Verkehrs wurde für das Jahr 2005 im Klimaschutzkonzept von 1995 mit 21.667 GWh prognostiziert. Der Istwert 2005 unter Berücksichtigung des Bottom-Up-Modells für den Straßenverkehr liegt mit 20.737 GWh nur 4,3 % darunter.

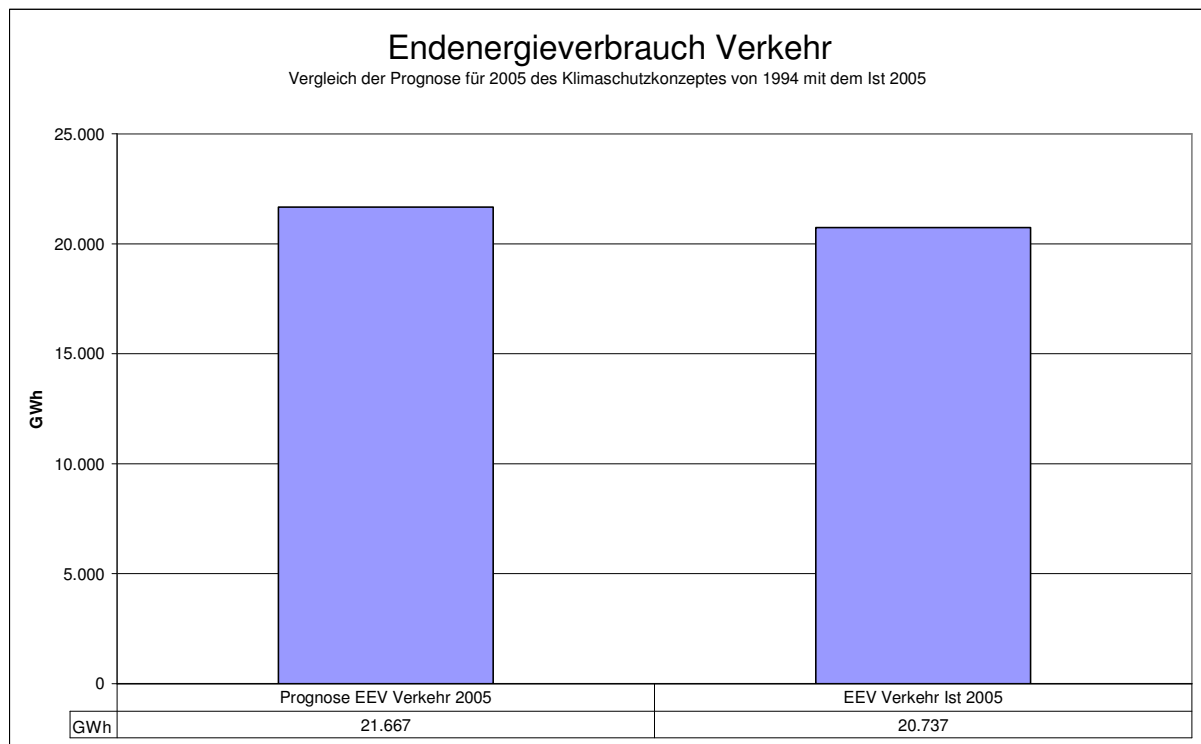


Bild 5-23: Vergleich des prognostizierten Endenergieverbrauchs des Verkehrs für 2005 mit dem Istwert 2005

Im Weiteren werden die Abschätzungen für den Straßenverkehr auf das Bottom-up-Modell gestützt. Die Daten für die übrigen Verkehrsträger werden weitestgehend auf Basis der Ergebnisse der Energiebilanzen fortgeschrieben.

6 Emissionen

6.1 Energiebedingte Emissionen

Im folgenden Kapitel werden die energiebedingten Emissionen als CO₂-Äquivalente dargestellt. Die Emissionen werden berechnet aus dem im Energiebericht des Landes Sachsen Anhalt entnommenen Endenergieverbrauch. Berücksichtigt wurden neben dem Verbrauch auch die Emissionen der Vorketten (Gewinnung und Transport) gemäß [GEMIS-2007] und [UGRDL-2007]. Berechnet wurde die bei Feuerung, Gewinnung und Transport entstehenden Klimagase CO₂, N₂O und CH₄. Die Klimagase wurden jeweils mit ihrem Treibhauspotenzial in CO₂-Ä umgerechnet.

Die Emissionsfaktoren wurden getrennt nach Sektoren ermittelt. Durch die anteilige Gewichtung der einzelnen Untergruppen (Mineralöl z.B.: Diesel, Benzin, Kerosin etc) entstehen unterschiedliche Faktoren je Sektor.

Ermittlung der durchschnittlichen Emissionsfaktoren der Energieträgergruppen in g CO ₂ -Ä / kWh					
		Steinkohle	Braunkohle	Mineralölprod.	Erdgas
IN incl. (IKW)	Vorkette	51,2	11,5	37,4	31,8
	Verbrauch	304,1	387,9	261,1	202,2
	Summe	355,3	399,5	298,6	234,0
HH	Vorkette	46,3	22,5	42,6	42,9
	Verbrauch	380,1	365,4	274,7	209,0
	Summe	426,4	387,9	317,3	251,9
GHD	Vorkette	46,3	22,5	42,8	42,9
	Verbrauch	380,1	365,4	273,5	209,0
	Summe	426,4	387,9	316,3	251,9
Öffentl. Strom- & Wärmeerz.	Vorkette	51,2	6,8	41,6	31,8
	Verbrauch	280,0	411,4	269,7	202,2
	Summe	331,2	418,2	311,2	234,0

Tabelle 6-1: Emissionsfaktoren nach Energieträgern

THG-Emissionen der Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2005 nach GEMIS 4.4 (Juni 2007)				
Option [g/kWh _{end}]	CO ₂ -Äquivalente	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Strommix, erzeugungsseitig (Kraftwerkspark), nur direkte Emissionen der Kraftwerke (ohne Vorketten)	545,6	539,3	0,01	0,020
Strommix, erzeugungsseitig (Kraftwerkspark), inkl. Vorketten	606,3	579,6	0,89	0,022
Strommix, kundenseitig (Kraftwerkspark + Stromnetz bis Niederspannung), inkl. Vorketten	625,4	597,7	0,92	0,022
Daten basieren auf folgendem Erzeugungsmix:				
Energieträger	Anteil			
Steinkohle	22,0%			
Braunkohle	25,1%			
Erdgas	12,5%			
Öl	1,8%			
Abfall	2,0%			
Atomkraft	26,3%			
Wasserkraft	3,5%			
Windkraft	4,3%			
Biomasse	2,3%			
Solarenergie	0,2%			
Summe fossil	61,4%			
Summe regenerativ inkl. Abfall	12,3%			
Summe regenerativ ohne Abfall	10,3%			

Tabelle 6-2: Emissionsfaktor Strom

6.1.1 Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung Sachsen-Anhalts

Die Quellgruppe „Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung“ (IPCC-Sektor 1 A 1 a) setzte in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 bei der Produktion von Strom und Wärme Emissionen von 12,44 Mio. t CO₂-Ä/a frei und ist somit mit großem Abstand die emissionsintensivste von allen.

Diesem Sektor werden folgende Anlagen zugeschlagen:

- Wärmekraftwerke der allgemeinen Versorgung (ohne KWK)
- Heizkraftwerke der allgemeinen Versorgung (nur KWK)
- Wasserkraftwerke
- Windkraft-, Photovoltaik- und andere Anlagen
- Heizwerke
- Sonstige Energieerzeuger

Im Jahr 2005 wurden in den Kraftwerken Sachsen-Anhalts 40.226 GWh zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt (Bild 6-1, [STALA-2005]). Strom taucht als Sekundärenergieträger in dieser Grafik auf, weil in Sachsen-Anhalt ein Pumpspeicherkraftwerk betrieben wird.

Die eingesetzte Primärenergie (z.B. Kohle, Öl und Gas) wird in den Kraftwerken zu den Endenergieträgern Strom und Fernwärme umgewandelt. Insgesamt betrug der Umwandlungsausstoß der Kraftwerke 14.493 GWh Strom und 8.837 GWh Fernwärme.

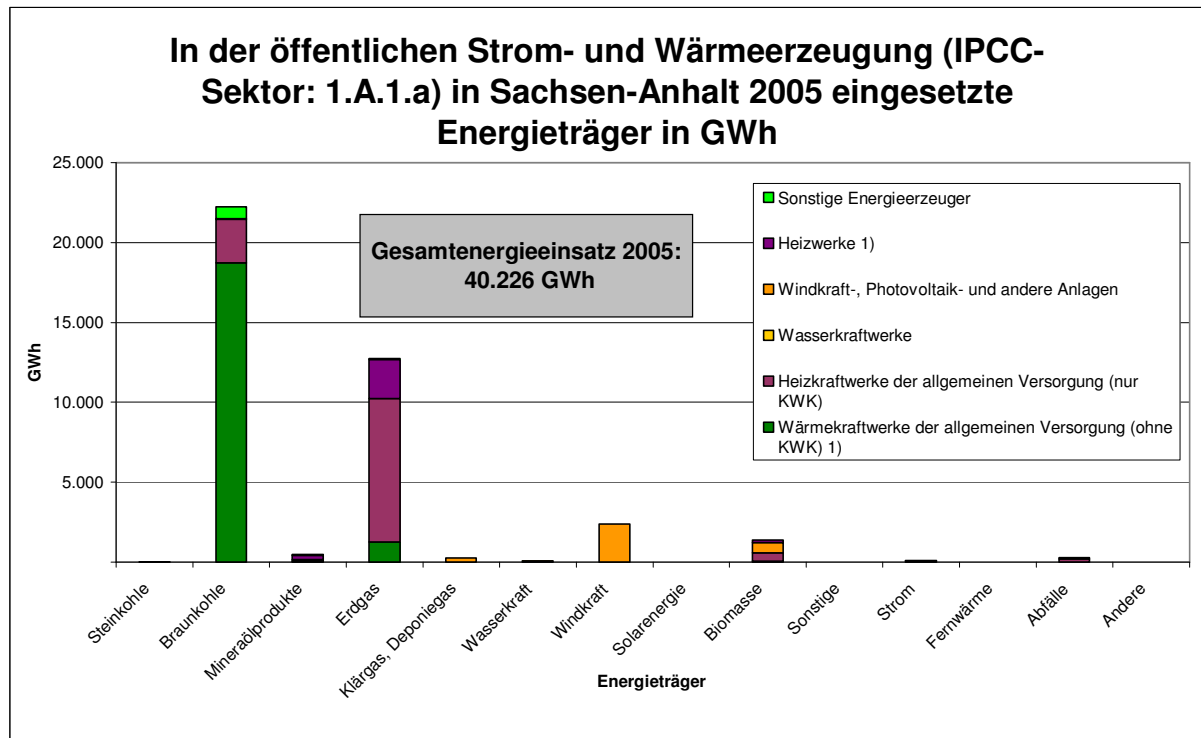


Bild 6-1 : Eingesetzte Energieträger aus der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung

Aus dem folgenden Bild 6-2 wird deutlich, dass die Emissionen dieses Sektors zu 75% durch den Einsatz von Braunkohle und zu 24% durch den Einsatz von Erdgas verursacht werden. Die fossilen Energieträger Mineralöl und Steinkohle werden in der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion nahezu nicht eingesetzt.

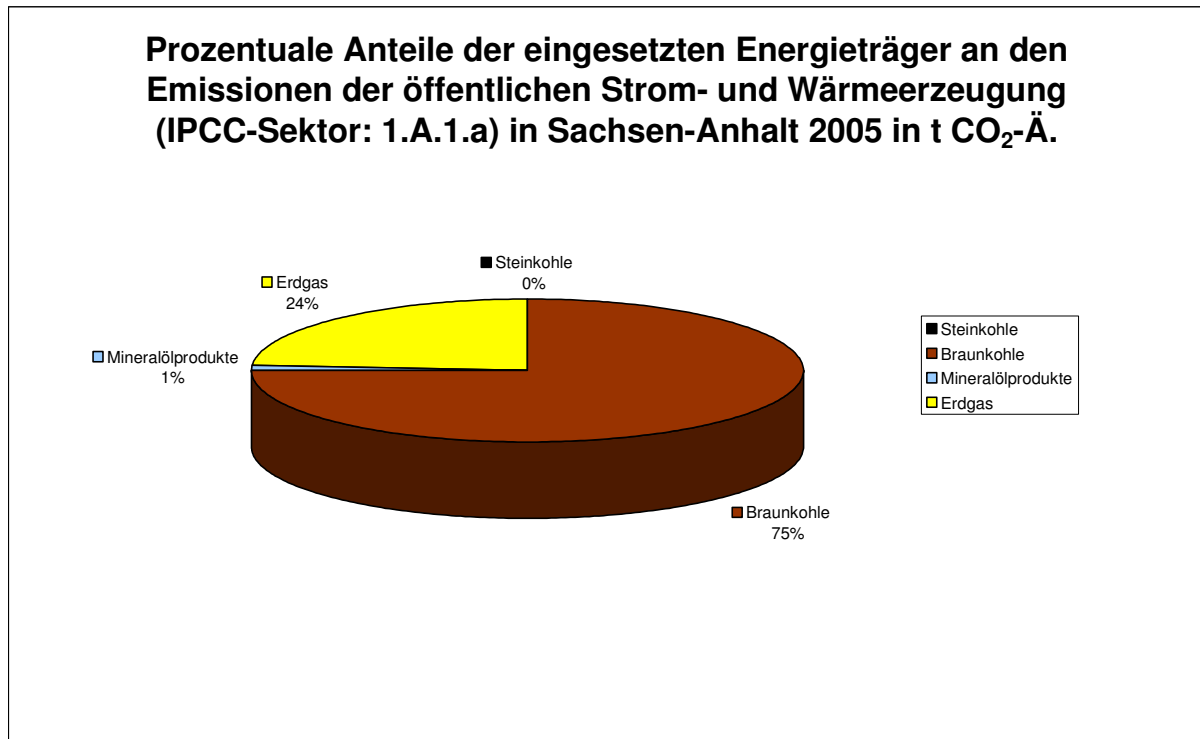


Bild 6-2 : Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der öff. Strom- und Wärmeerzeugung 2005

Der Einsatz der Braunkohle verursacht Emissionen in Höhe von 9,3 Mio. t CO₂-Ä/a (siehe Bild 6-3). 3,0 Mio. t CO₂-Ä/a entfallen auf die Nutzung von Erdgas. Steinkohle mit 0,01 Mio. t CO₂-Ä und Mineralöl mit 0,14 Mio. t CO₂-Ä/a machen zusammen nur einen Anteil von 1,2 % an den Gesamtemissionen des Sektors aus.

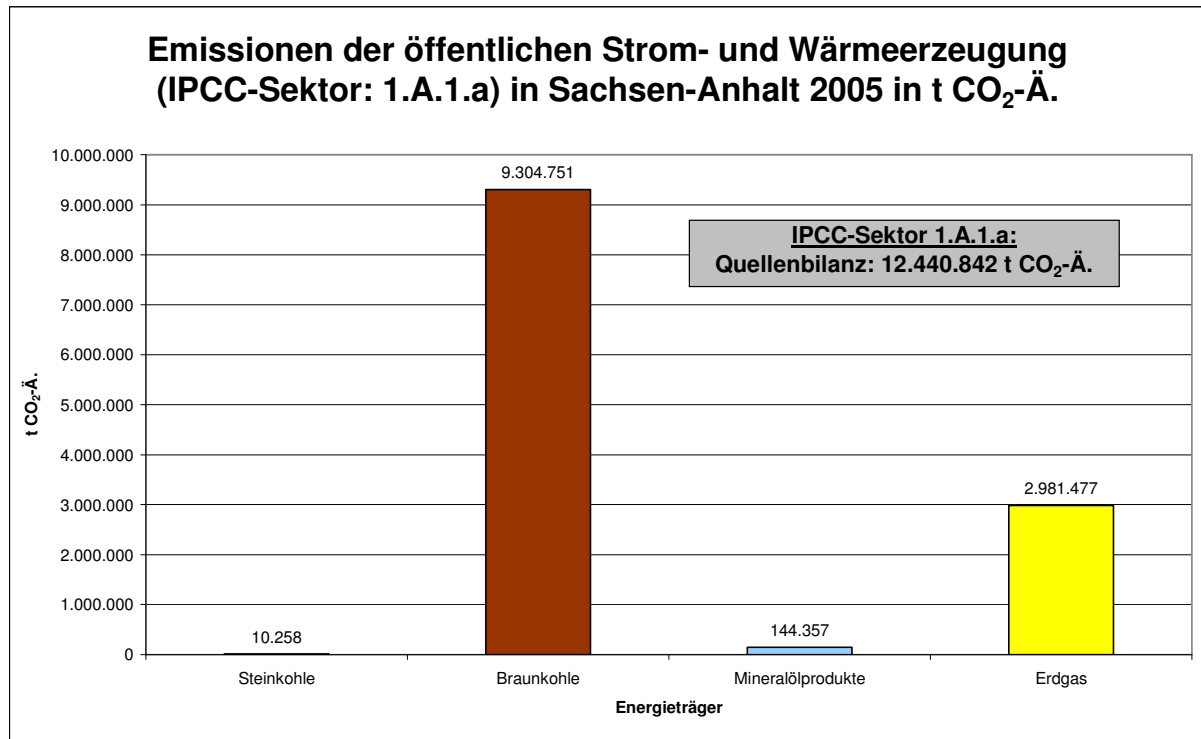


Bild 6-3: Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung 2005

In der Grafik Bild 6-4 erfolgt eine Zuordnung der Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung auf die Landkreise Sachsen-Anhalts.

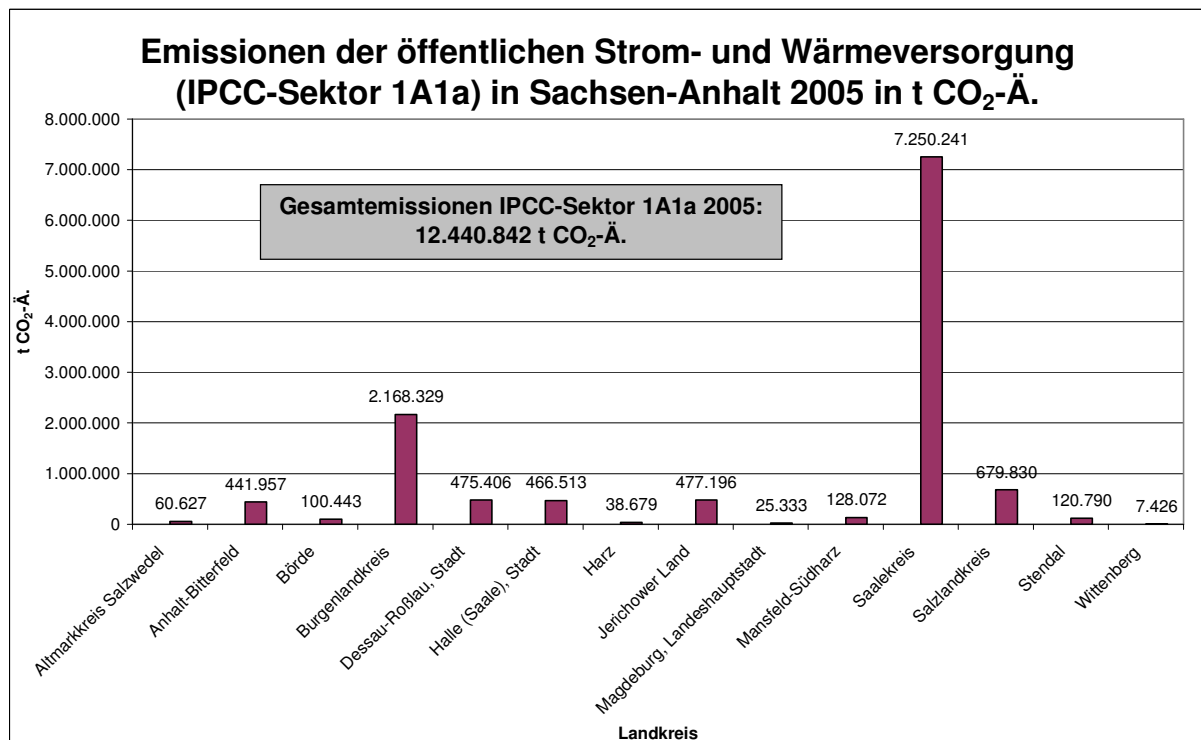


Bild 6-4: Emissionen der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung 2005 nach Landkreisen

6.1.2 Emissionen der Raffinerien Sachsen-Anhalts

Die Raffinerien Sachsen-Anhalts verursachten im Jahr 2005 Emissionen in Höhe von 2,0 Mio. t CO₂-Ä/a. Für die Bereitstellung der benötigten Energie wurden hauptsächlich die bei der Destillation und beim Cracken anfallenden Mineralölprodukte Raffineriegas und Petrolkoks eingesetzt. Zusammen haben die Mineralölprodukte einen Anteil von 99,8% an den Emissionen. Auf das geringfügig eingesetzte Erdgas entfallen dementsprechend lediglich 0,2%.

Insgesamt wurden den 2005 erzeugten Mineralölprodukten 1.913 GWh aus Biomasse gewonnenem Rapsmethylester, bzw. Ethanol zugemischt.

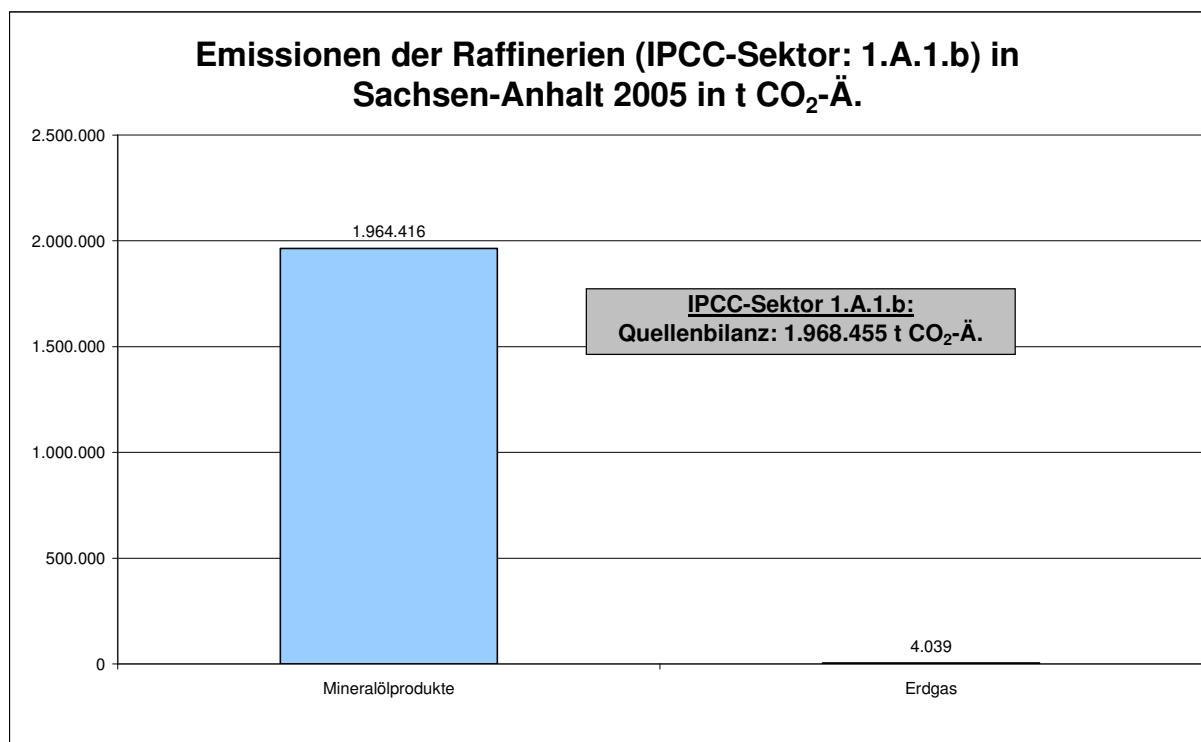


Bild 6-5: Emissionen der Raffinerien 2005

6.1.3 Emissionen der Metall verarbeitenden Industrie Sachsen-Anhalts

Da nach der Energiebilanz [STALA-2005] die IPCC-Sektoren Eisen- und Stahlverarbeitung (1 A 2 a) und Verarbeitung von Nicht-Eisen-Metallen (1 A 2 b) nicht zu differenzieren sind, wurden die Energiebilanzsektoren „Metallerzeugung und –bearbeitung“ und „Herstellung von Metallerzeugnissen“ zusammengefasst.

Insgesamt wurden hier 0,34 Mio. t CO₂-Ä/a. emittiert. Das in diesem Sektor als Energiequelle hauptsächlich genutzte Erdgas verursachte 2005 Emissionen von 0,32 Mio. t CO₂-Ä/a. Damit

entfallen 95% der Emissionen der metallverarbeitenden Industrie auf diesen Energieträger. Zu lediglich fünf Prozent wurden Mineralölprodukte genutzt, die Emissionen von 0,18 Mio. t CO₂-Ä/a verursachten.

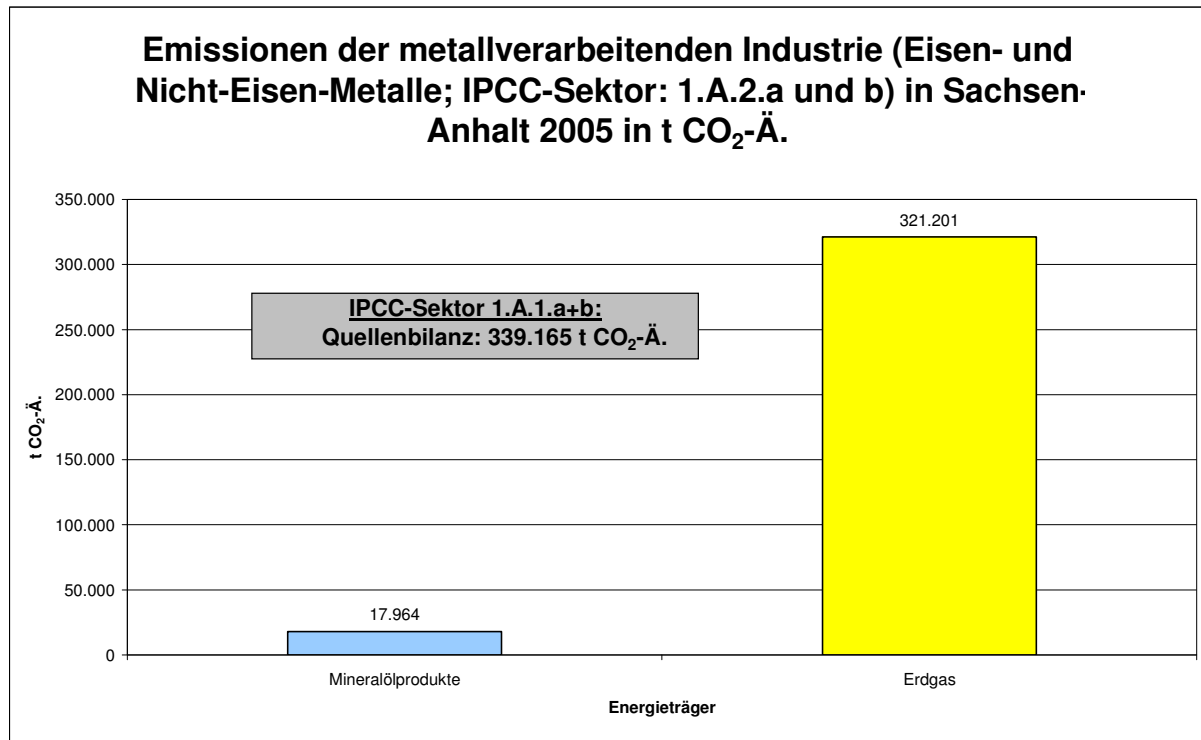


Bild 6-6: Emissionen der metallverarbeitenden Industrie 2005

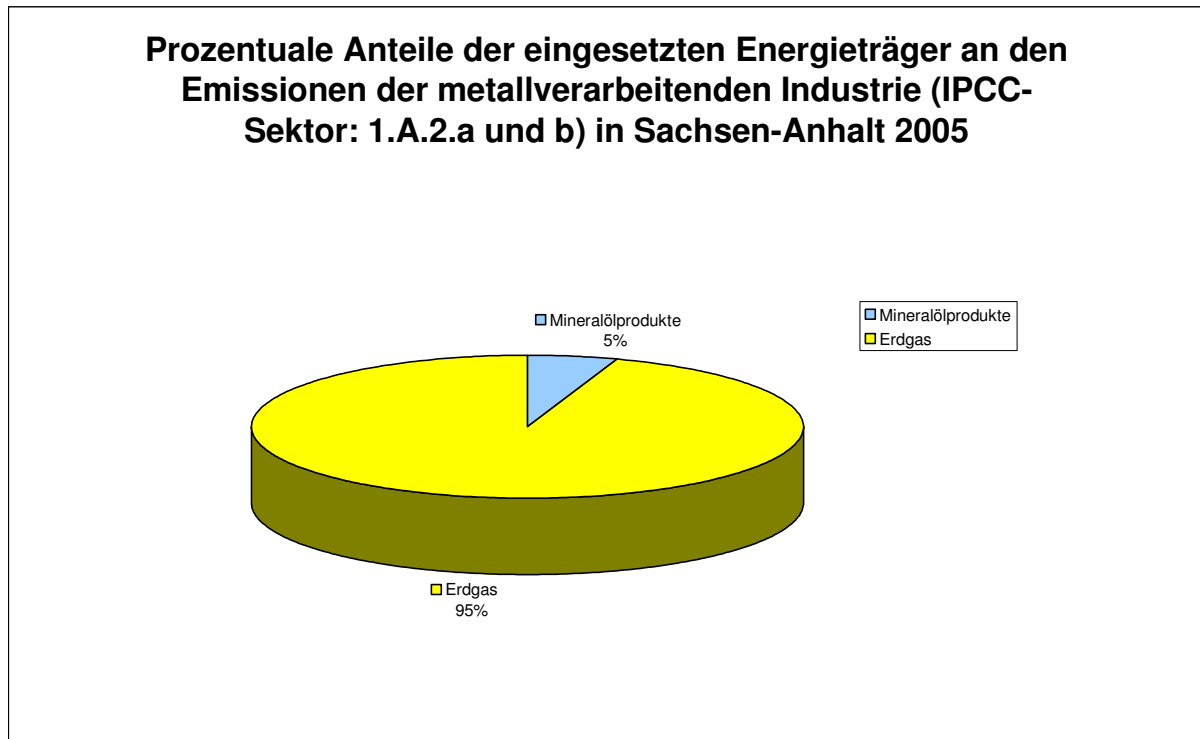


Bild 6-7: Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der metallverarbeitenden Industrie

6.1.4 Emissionen der chemischen Industrie Sachsen-Anhalts

Die Energiebilanzsektoren „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ und „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“ wurden im IPCC-Sektor 1 A 2 c zusammengefasst.

Auf den Einsatz von Erdgas entfallen 1.2 Mio. t CO₂-Ä/a oder 94% der durch die chemische Industrie verursachten Emissionen. 0,073 Mio. t CO₂-Ä/a oder 6% sind auf die Verwendung von Mineralölprodukten zurückzuführen. In der Summe ergeben sich Emissionen in Höhe von 1.27 Mio. t CO₂-Ä/a.

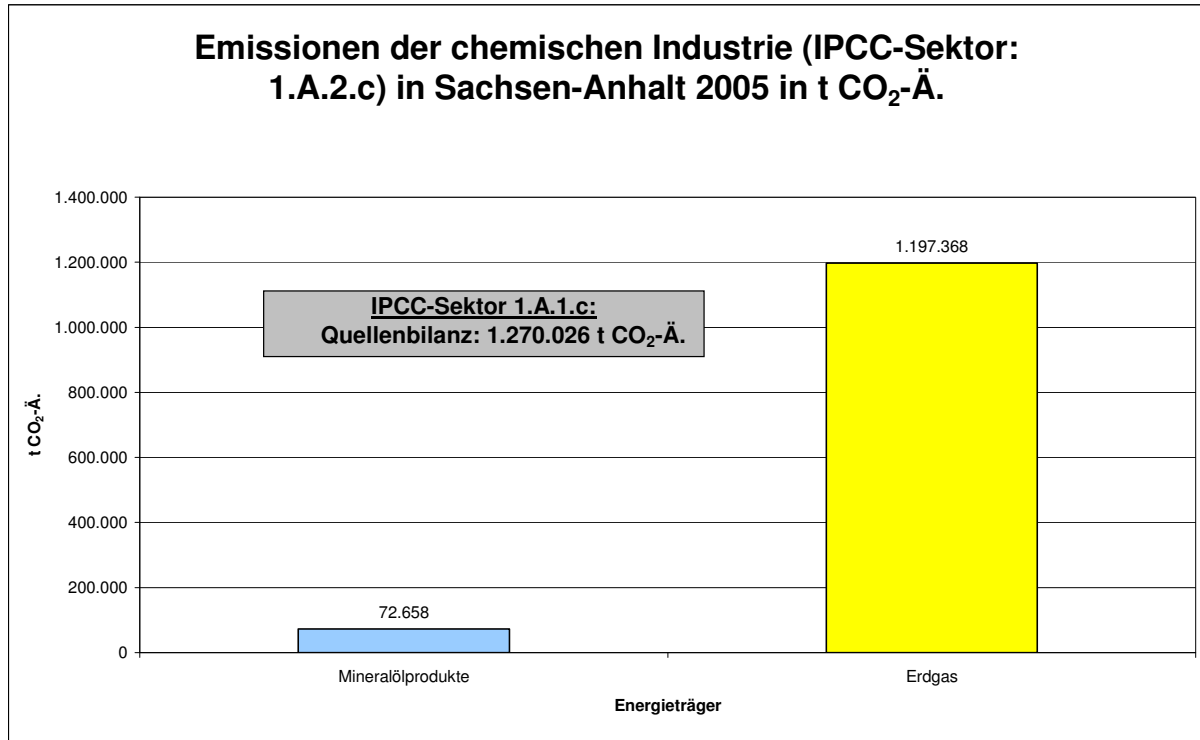


Bild 6-8: Emissionen der chemischen Industrie 2005

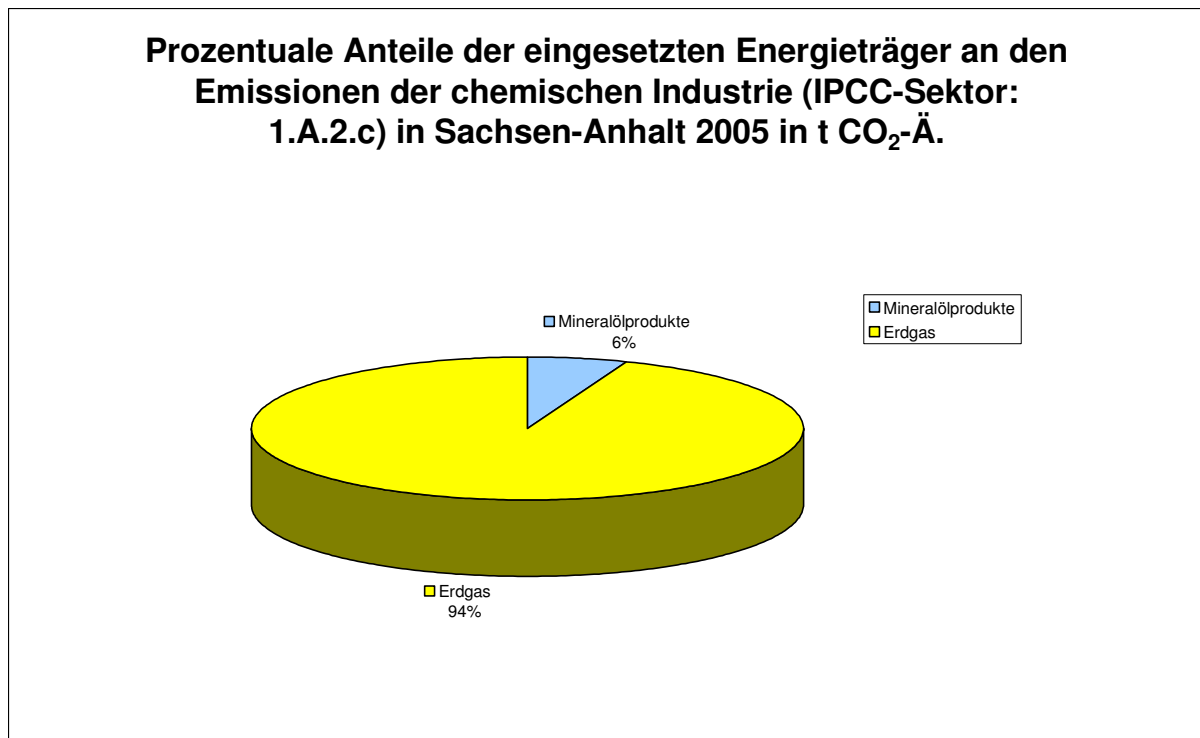


Bild 6-9: Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der chemischen Industrie

6.1.5 Emissionen der Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie Sachsen-Anhalts

In IPCC-Sektor Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie (1 A 2 d) wurden die Energiebilanzsektoren „Papiergewerbe“ und „Verlagsgewerbe, Druckgewerbe, Vervielfältigung“ zusammengefasst.

0,092 Mio. t CO₂-Ä/a wurden im Jahr 2005 durch den Einsatz von Erdgas emittiert. Es hat einen Anteil von 83% an den Emissionen dieses Sektors. Mineralölprodukte verursachten in diesem Sektor Emissionen in Höhe von 0,019 Mio. t CO₂-Ä/a (17%).

Der Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie sind insgesamt Emissionen von 0,11 Mio. t CO₂-Ä/a zuzurechnen.

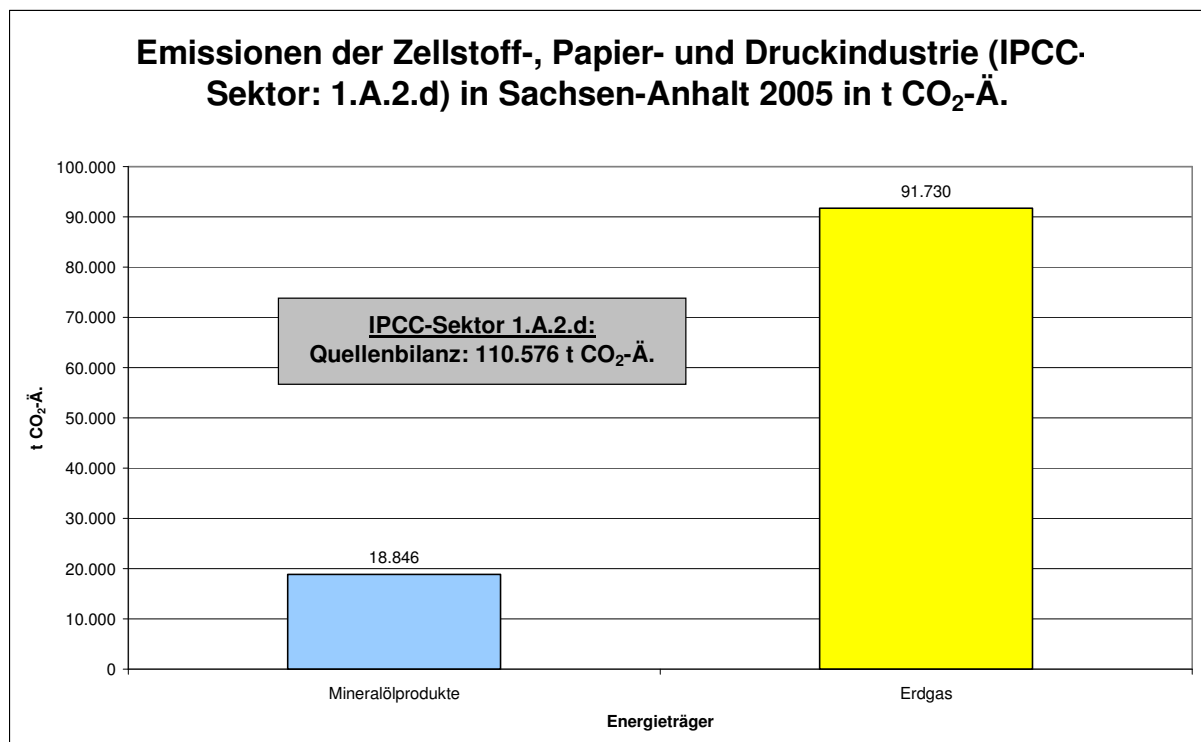


Bild 6-10: Emissionen der Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie 2005

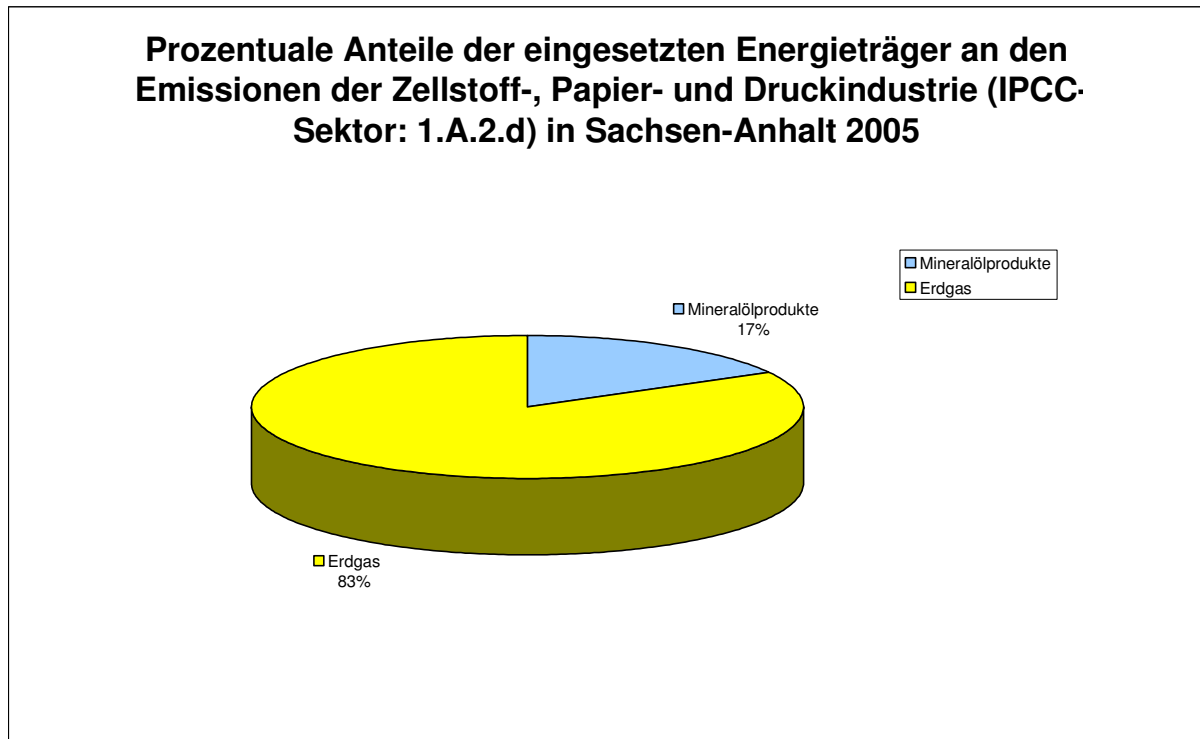


Bild 6-11 : Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie

6.1.6 Emissionen des Ernährungsgewerbes Sachsen-Anhalts

Im IPCC-Sektor 1 A 2 e wurden im Jahr 2005 insgesamt 0,715 Mio. t CO₂-Ä/a ausgestoßen. Auf den Hauptenergieträger Braunkohle entfielen 0,36 Mio. t CO₂-Ä/a oder 51% der Emissionen. Erdgas verursachte Emissionen von 0,28 Mio. t CO₂-Ä/a und hatte damit einen Anteil von 39%.

Außerdem wurden noch Mineralöl (0,058 Mio. t CO₂-Ä/a; 8%) und Steinkohle (0,018 Mio. t CO₂-Ä/a; 2%) als Primärenergieträger eingesetzt.

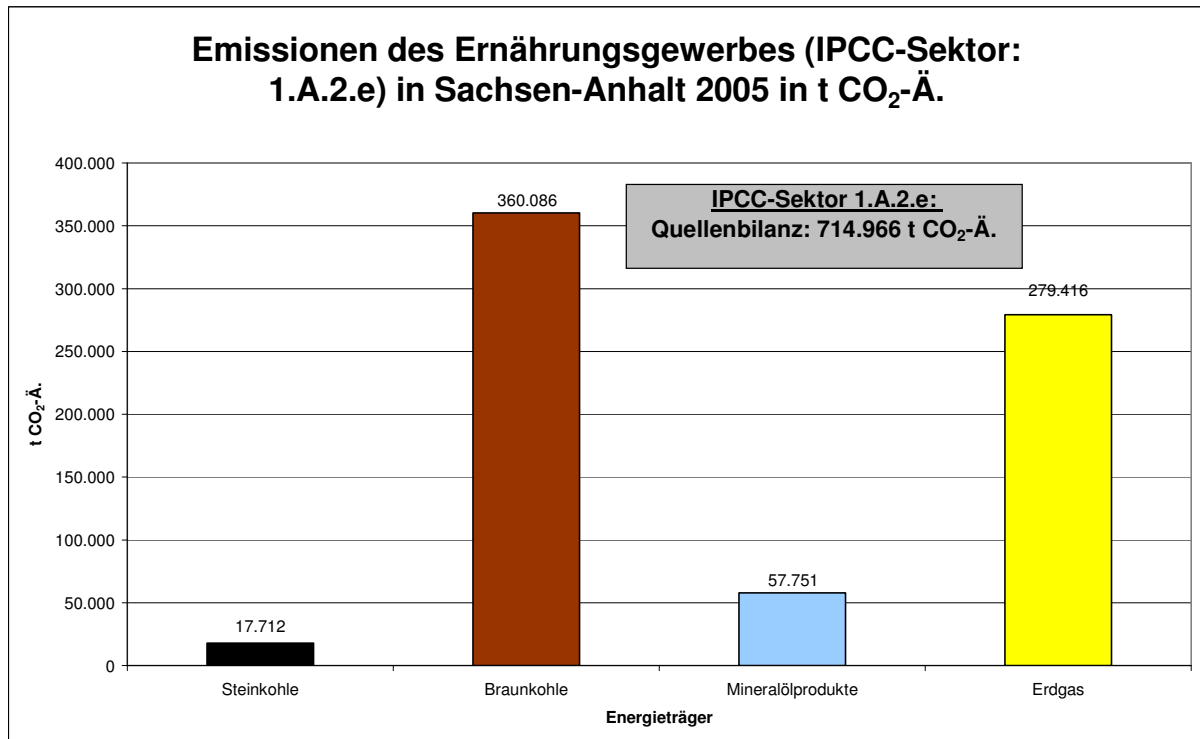


Bild 6-12 : Emissionen des Ernährungsgewerbes 2005

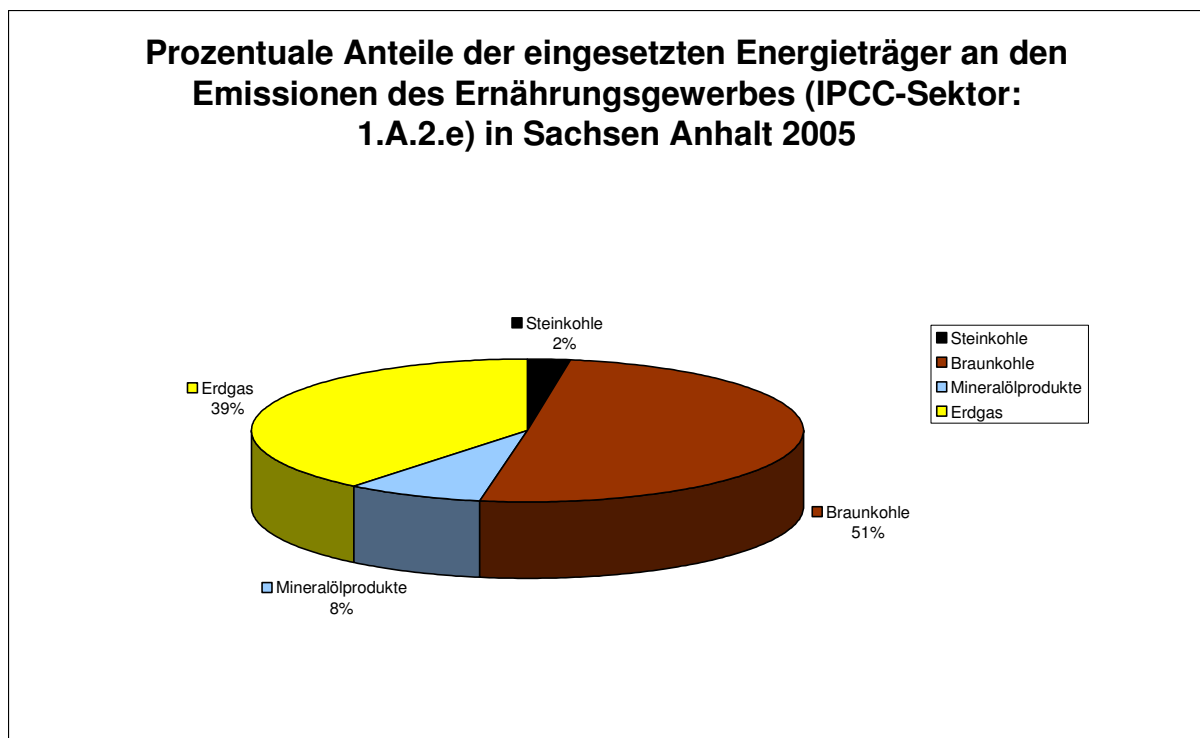


Bild 6-13 : Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen der Ernährungsindustrie

6.1.7 Emissionen sonstiger Industriebranchen in Sachsen-Anhalt

Im IPCC-Sektor Sonstige Industrie (1 A 2 f) wurden alle übrigen Sektoren der Energiebilanz, die keinem anderen der untersuchten Sektoren angehören, zusammengefasst. Außerdem wurde der Sonstigen Industrie auch der Primärenergieeinsatz der Industriewärme Kraftwerke zugerechnet. Die in der Endenergiebilanz der Industrie aus Datenschutzgründen keiner Branche zuordenbaren Energiemengen wurden ebenfalls diesem Sektor zugeschlagen.

Insgesamt ergibt sich für den Sektor eine Emissionsmenge von 3,52 Mio. t CO₂-Ä/a, wovon 1.56 Mio. t CO₂-Ä/a (44%) auf die Industriewärme Kraftwerke entfallen und 0,91 Mio. t CO₂-Ä/a keiner Branche zugeordnet werden konnten.

Erdgas hat an den Emissionen des Sektors einen Anteil von 1.38 Mio. t CO₂-Ä/a (39%). Mineralölprodukte (0,91 Mio. t CO₂-Ä/a, 26%) und Braunkohle (0,89 Mio. t CO₂-Ä/a., 25%) verursachen jeweils ein Viertel der Emissionen und 0,34 Mio. t CO₂-Ä/a oder 10% sind dem Einsatz von Steinkohle zuzurechnen.

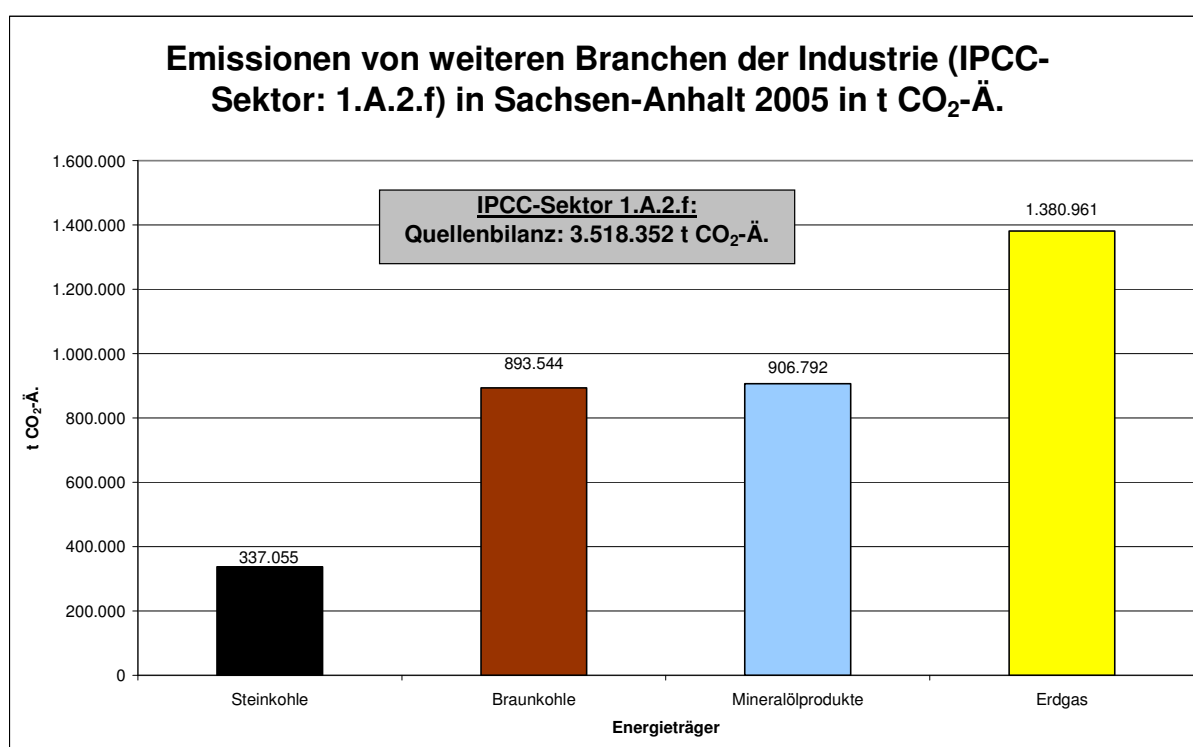


Bild 6-14 : Emissionen von sonstigen Branchen der Industrie 2005

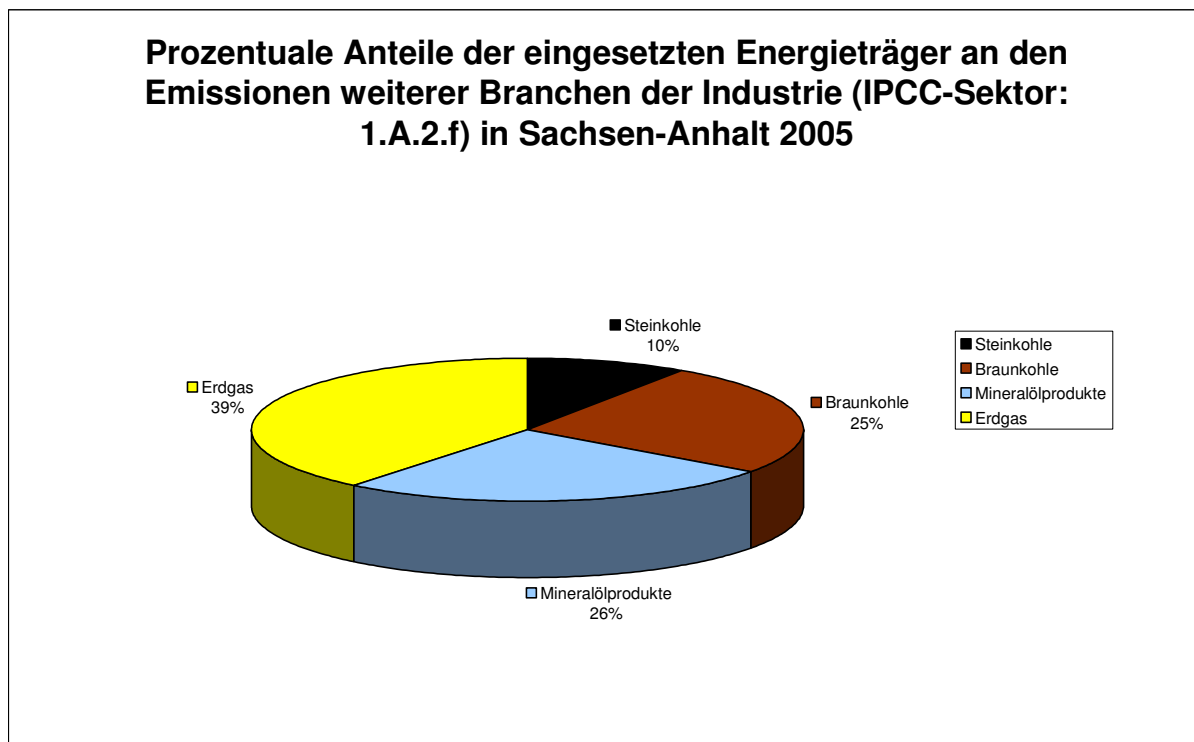


Bild 6-15 : Prozentuale Anteile der Energieträger an den Emissionen sonstiger Branchen der Industrie

6.1.8 Emissionen des Verkehrs in Sachsen-Anhalt

Straßenverkehr (Bottom-Up-Modell)

Auf der Basis der Modellrechnungen und unter Berücksichtigung des dynamischen Kfz-Bestandes für den 01.01.2006 ergeben sich die Klimagasemissionen für Sachsen-Anhalt in 2005 gemäß nachstehender Tabelle. Insgesamt wird durch die Verbrennung von Kraftstoffen im Straßenverkehr ein CO₂-Äquivalent von 5,136 Mio. t CO₂-Ä/a freigesetzt. Dabei berücksichtigt ist ein Anteil von 7,5 Massen% Biodiesel (bezogen auf die Dieselmasse), die in Bezug auf die direkten Emissionen gemäß Definition als CO₂-neutral gelten und daher hier nicht berücksichtigt sind.

Den höchsten Beitrag zu den Emissionen liefern die Pkw-Otto mit 59%, gefolgt von den schweren Lkw mit 28% und die Pkw-Diesel mit 9%. Der Güterverkehr insgesamt (alle Lkw) hat einen Anteil von etwas über 32%.

in 1000t	CO2	CH4	N2O	CO2-Ä
Pkw-Otto	3014,0	0,0829	0,0437	3029,3
Pkw-Diesel	453,4	0,0022	0,0120	457,2
Lkw≤3,5t, Otto	25,8	0,0015	0,0001	25,8
Lkw≤3,5t, Diesel	165,6	0,0004	0,0032	166,6
Lkw>3,5t	1451,5	0,0171	0,0169	1457,1
Kfz	5110,2	0,1040	0,0758	5135,9

Tabelle 6-3: EEV-bezogene Emissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeuggruppen/Antriebsarten in Sachsen-Anhalt 2005

Der auf den gefahrenen Kilometer bezogene CO₂-Ausstoß liegt bei den Pkw bei 179 g/km und ist damit (im realen Fahrbetrieb) noch weit vom EU-Ziel 130 gCO₂/km für 2012 entfernt.

Auf die Autobahnen entfallen 34% der Klimagasemissionen, auf die Außerortsstraßen 36% (ago) und auf die Innerortsstraßen 30% (igo).

Der Anteil des auf Sachsen-Anhalt bezogenen Verkehrs am gesamten Kfz-Verkehr innerhalb der Landesgrenzen Sachsen-Anhalts (Territorialprinzip) lässt sich mit etwa 60% abschätzen. Dabei wurde unterstellt, dass der Landesanteil auf Autobahnen 20%, und auf nachgeordneten Straßen 80% beträgt.

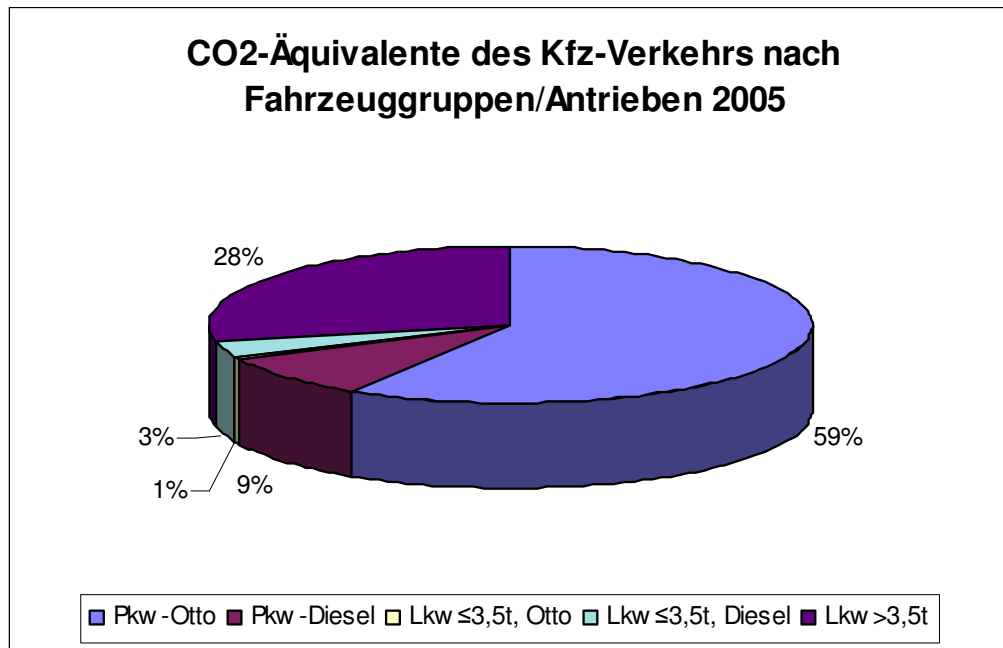


Bild 6-16 : Prozentuale Anteile der Fahrzeuggruppen/Antriebsarten an den EEV-bezogenen Emissionen des Straßenverkehrs

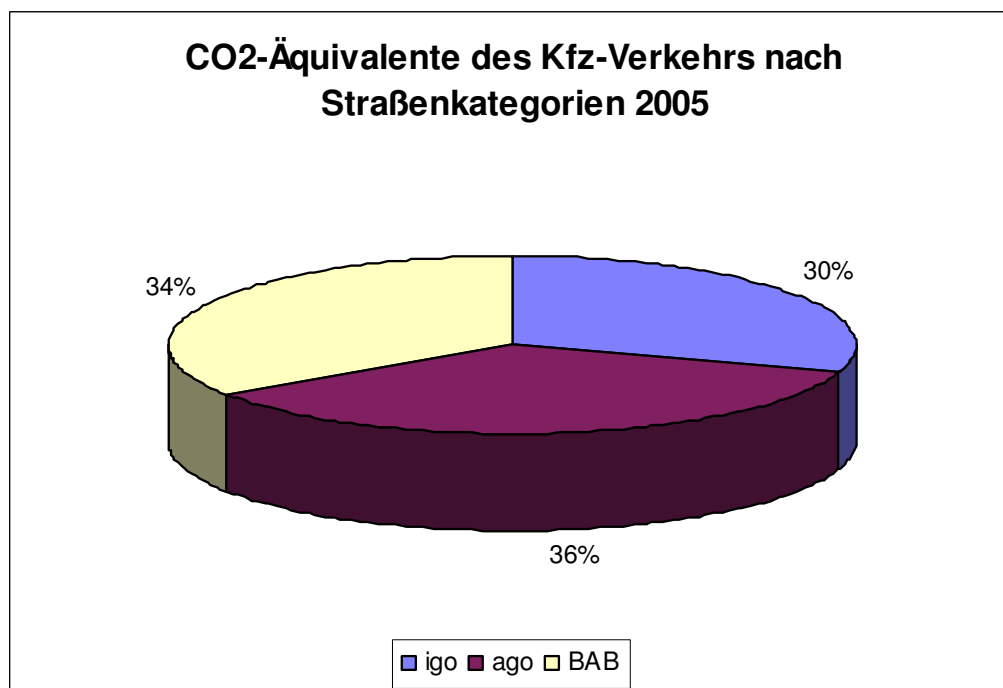


Bild 6-17 : Prozentuale Anteile der Straßenkategorien BAB, ago und igo an den EEV-bezogenen Emissionen des Straßenverkehrs

Nachfolgendes Bild zeigt die regionale Verteilung der CO₂-Äquivalente auf Kreisebene. Die Verteilung entspricht im Wesentlichen der des Kraftstoffverbrauchs. Besonders hervor treten die Kreise, die von hoch belasteten Autobahnen durchquert werden, insbesondere von der A 2 und der A 9.

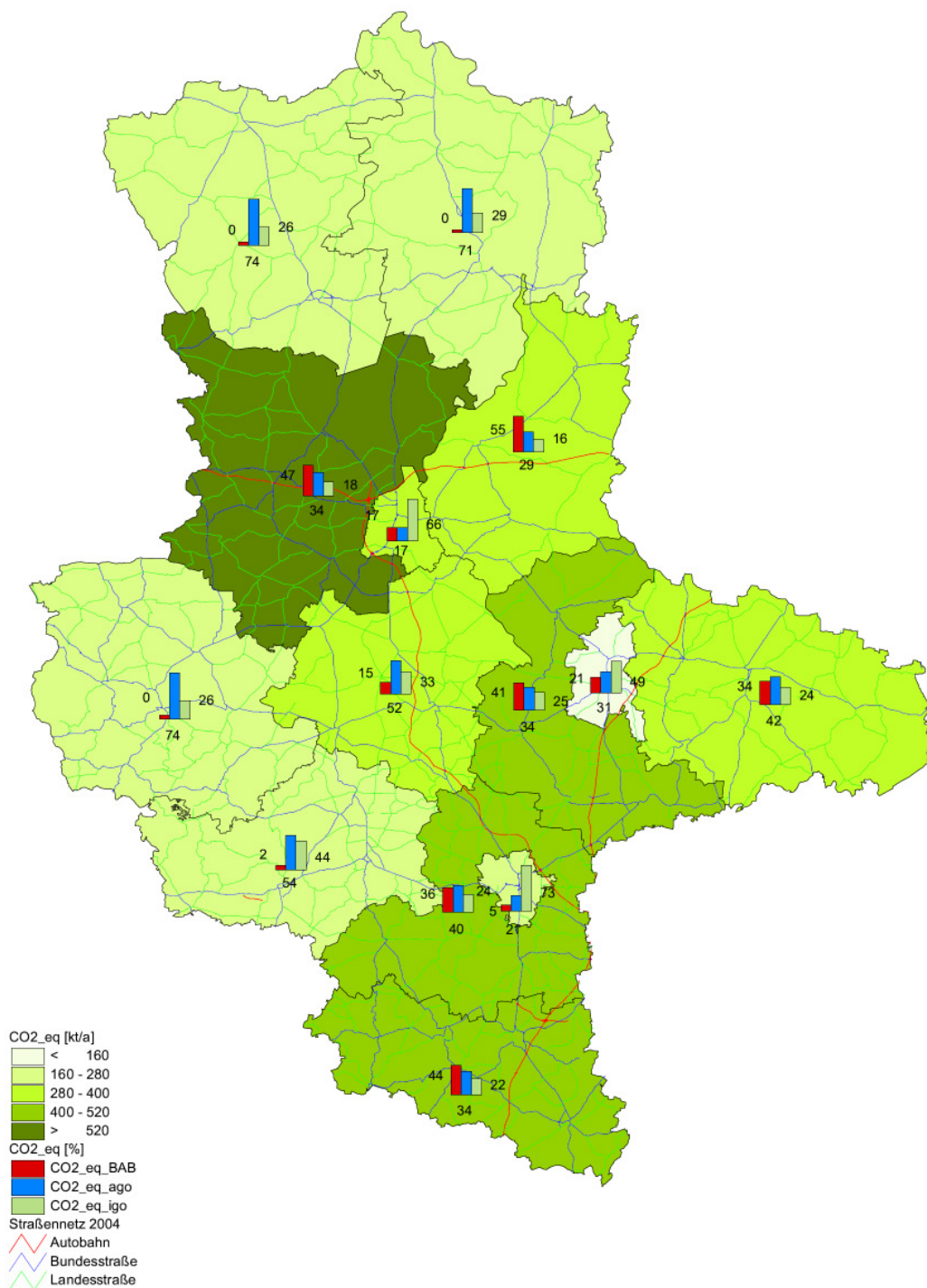


Bild 6-18 : Regionale Verteilung der EEV-bezogenen Klimagasemissionen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005 (CO₂-Ä in kt)

Unter Berücksichtigung der Vorkette (Erzeugung und Transport) ergibt sich ein Gesamt-CO₂-Äquivalent für den Straßenverkehr von 5,9 Mio. t CO₂-Ä/a.

Übrige Verkehrsträger und Gesamtverkehr

Die sich auf Basis des EEV der Energiebilanz (ohne Biomasse und Strom) ergebenden Emissionen der drei übrigen Verkehrsträger summieren sich auf insgesamt 0,133 Mio. t CO₂-

Ä/a, wobei der Schienenverkehr mit 74% die größte Quelle darstellt, gefolgt vom Flugverkehr mit 19% und dem Binnenschiffsverkehr mit 7%.

2005	EEV in GWh			CO ₂ -Ä in kt
	Otto	Diesel	Kerosin	
Schiene		370		98,4
Flug	12		84	25,0
BiSchiff		36		9,6

Tabelle 6-4: EEV-bezogene Emissionen der übrigen Verkehrsträger in Sachsen-Anhalt 2005 [STALA-2005]

Betrachtet man den Gesamtverkehr, so dominiert der Straßenverkehr mit Abstand. Die Schiene liegt bei nur 2%, Flug- und Binnenschiffsverkehr bei deutlich unter 1%.

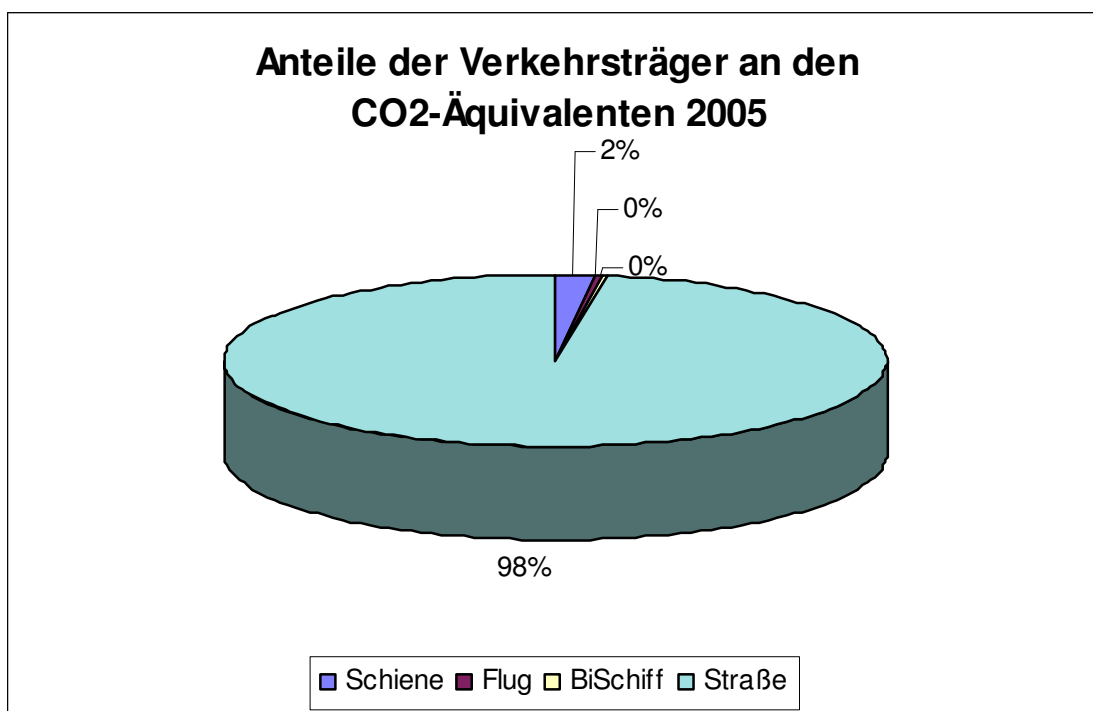


Bild 6-19 : Anteile der Verkehrsträger an den Klimagasemissionen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2005

Die CO₂-Ä-Jahrestonnen des Verkehrs in Sachsen-Anhalt für 2005 belaufen sich EEV-bezogen auf insgesamt 5,3 Mio. t CO₂-Ä/a, einschließlich der Vorkette auf **6,1 Mio. t CO₂-Ä/a**.

6.1.9 Emissionen der Feuerungsanlagen des Sektors GHD in Sachsen-Anhalt

Die Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wurden aus den Angaben der Energiebilanz 2005 [STALA-2005] ermittelt. Aus Datenschutzgründen nicht zuordenbare Energiemengen in der Energiebilanz wurden durch geeignete Annahmen auf die Sektoren Industrie, Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen aufgeteilt.

Der meistgenutzte Energieträger in diesem Sektor ist Erdgas, der im Jahr 2005 Emissionen in Höhe von 1,49 Mio. t CO₂-Ä/a (52%) verursachte.

Mineralölprodukte folgen auf dem zweiten Platz mit einem Anteil von 46% oder 1,30 Mio. t CO₂-Ä/a.

Braunkohle (0,028 Mio. t CO₂-Ä/a) und Steinkohle (0,03 Mio. t CO₂-Ä/a) tragen mit jeweils 1% zu den Emissionen bei.

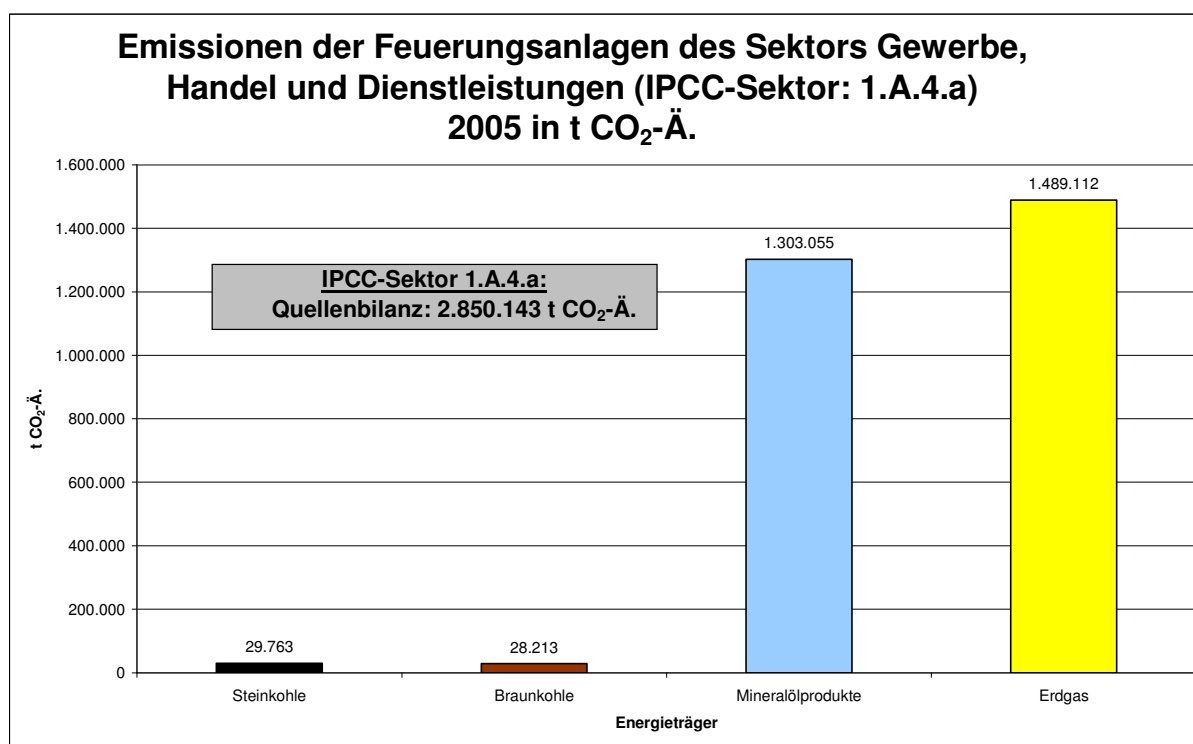


Bild 6-20 : Emissionen der Feuerungsanlagen des Sektors GHD 2005

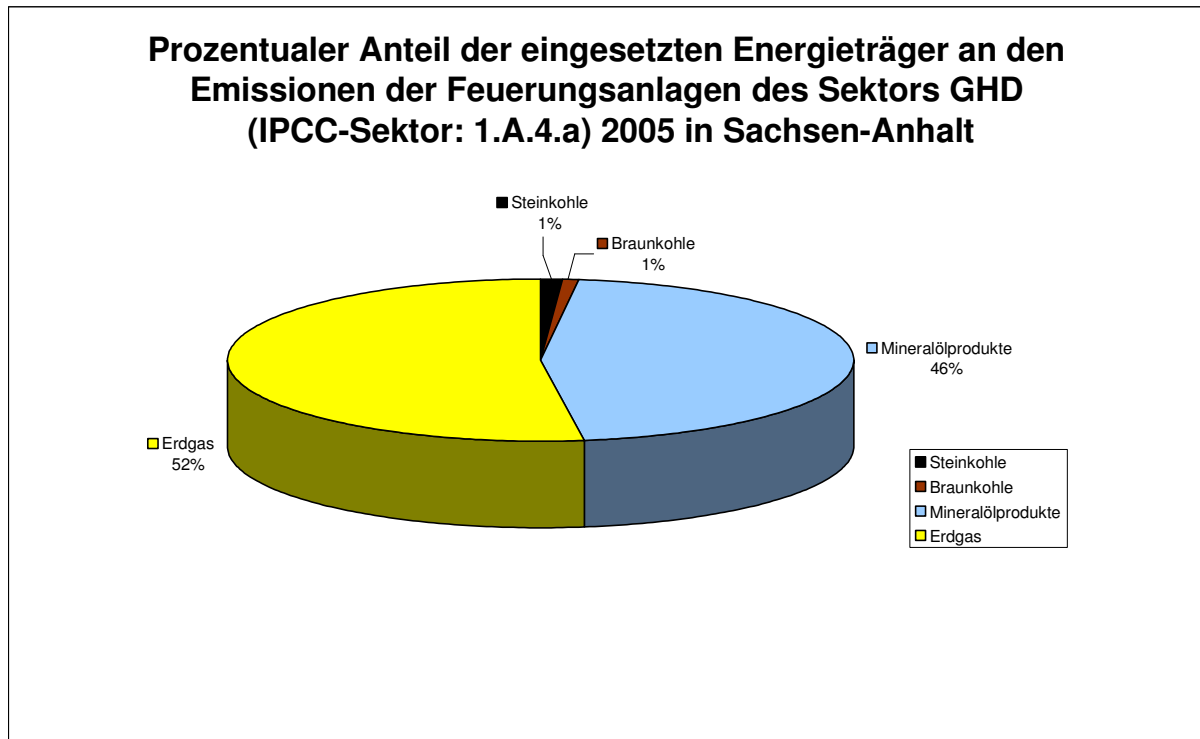


Bild 6-21 : Prozentualer Anteil der Energieträger an den Emissionen des Sektors GHD

Die Aufteilung der Emissionen nach Landkreisen erfolgte anhand der Erwerbstätigen in diesem Sektor (siehe Kapitel 5.5.2)

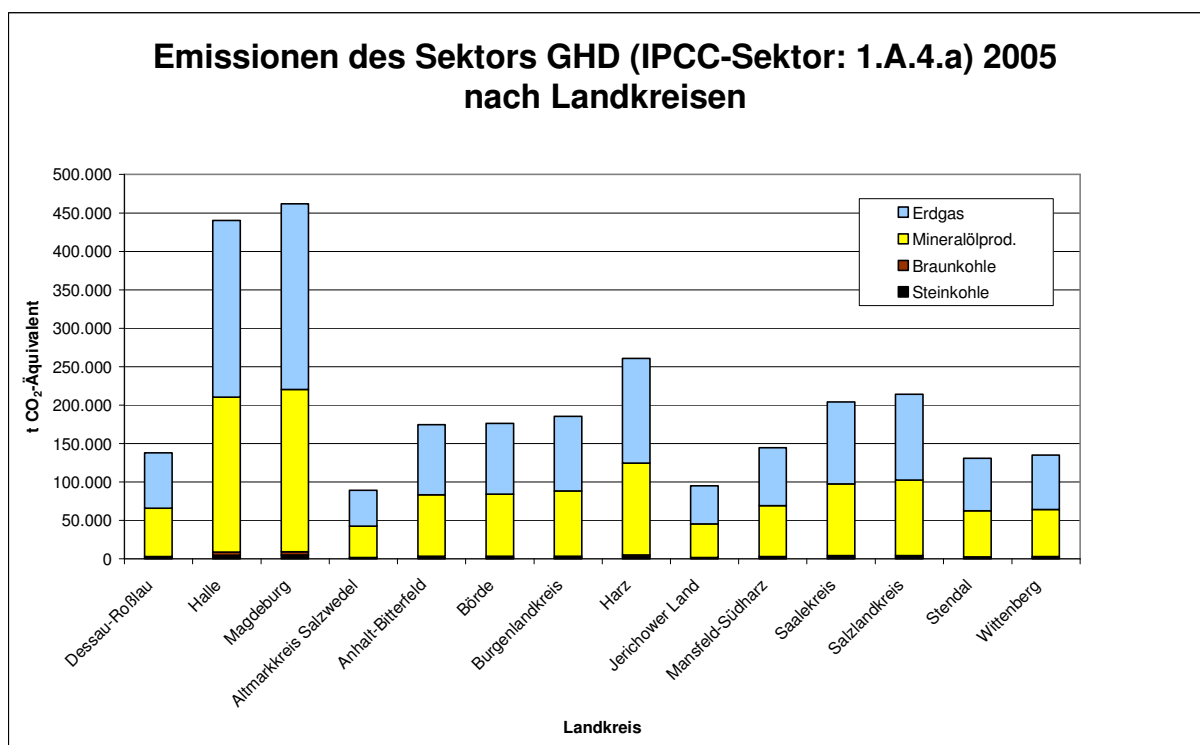


Bild 6-22: Emissionen des Sektors GHD 2005 nach Landkreisen

Das Bild 6-23 zeigt den Verlauf der Emissionen des Sektors GHD von 1990 bis 2005. Durch die unter Kapitel 5.5.2 erläuterte Veränderung des Energieträgermixes sind die Emissionen seit 1990 um 55% zurückgegangen.

Da die Kohle in den letzten Jahren nahezu vollständig durch die Energieträger Erdgas und Mineralölprodukte substituiert wurde, ist deren Beitrag zu den Emissionen auch nur noch marginal. Die Schwankungen 1993, 1996 und 2001 sind auf Witterungsbedingungen zurückzuführen.

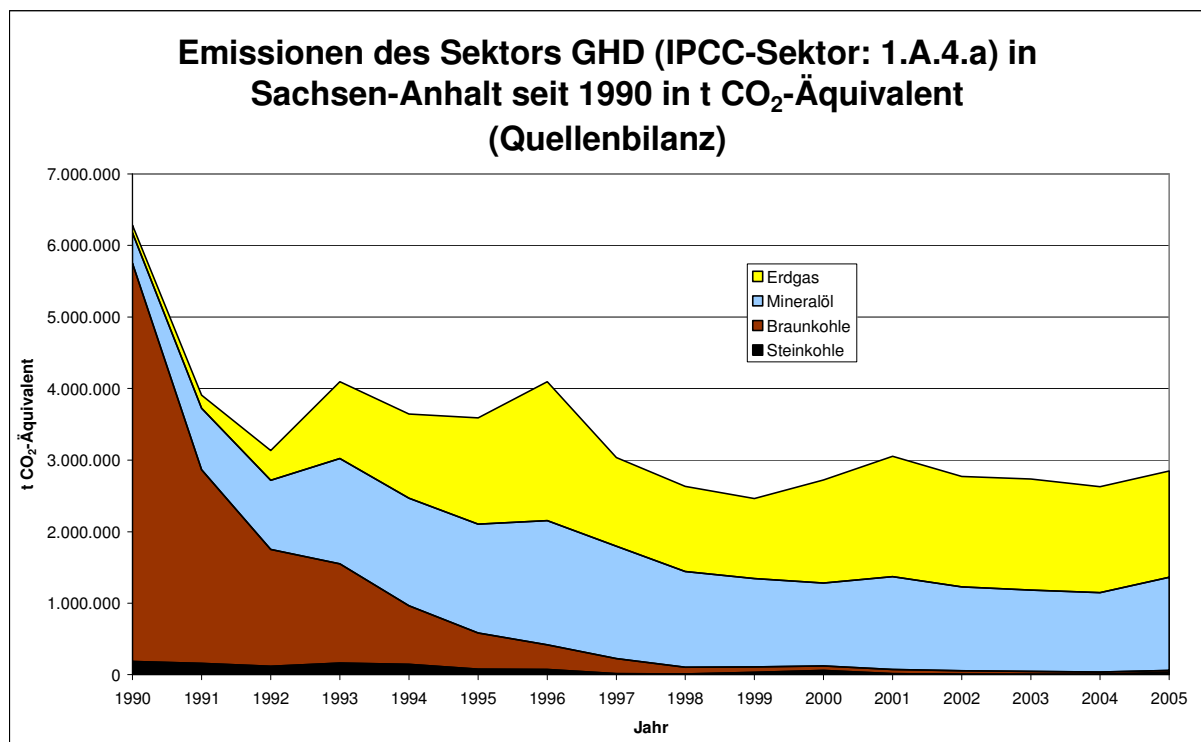


Bild 6-23 : Emissionen des Sektors GHD 1990-2005 (Quellenbilanz)

6.1.10 Emissionen der Feuerungsanlagen der Haushalte in Sachsen-Anhalt

Die Emissionen des IPCC-Sektors 1 A 4 b wurden aus den Angaben der Energiebilanz 2005 berechnet. Die in der Energiebilanz aus Datenschutzgründen nicht zuordenbaren Energiemengen wurden durch geeignete Annahmen auf die Sektoren Industrie, Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen aufgeteilt.

Die Feuerungsanlagen der Haushalte (IPCC-Sektors 1 A 4 b) emittierten im Jahr 2005 in Sachsen-Anhalt 3.23 Mio. t CO₂-Ä/a. Auf den Erdgaseinsatz ist ein Anteil von 63% (2,03 Mio. t CO₂-Ä/a) dieser Emissionen zurückzuführen. Mineralölprodukte verursachten mit 1,13 Mio. t CO₂-Ä/a noch 35% der Gesamtemissionen des Sektors. Die Steinkohle (0,036 Mio. t CO₂-Ä/a) und die Braunkohle (0,034 Mio. t CO₂-Ä/a) tragen beide nur zu jeweils 1% zum Gesamtausstoß bei.

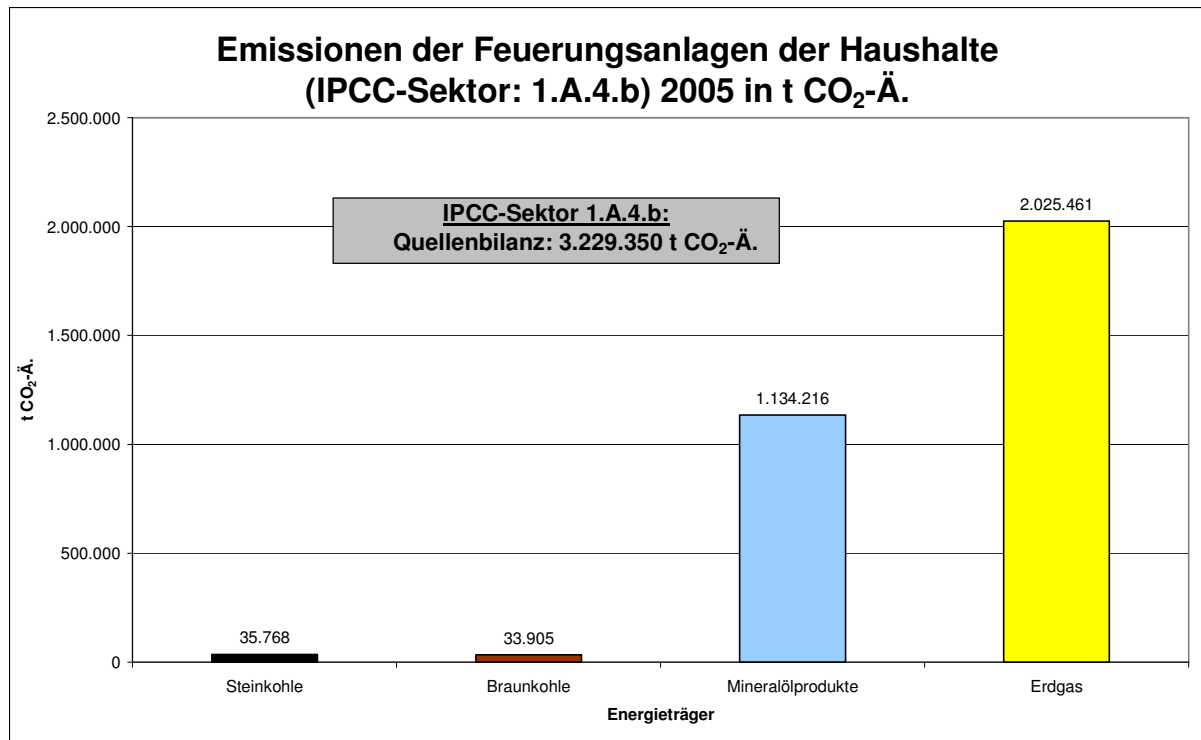


Bild 6-24: Emissionen der Haushalte 2005

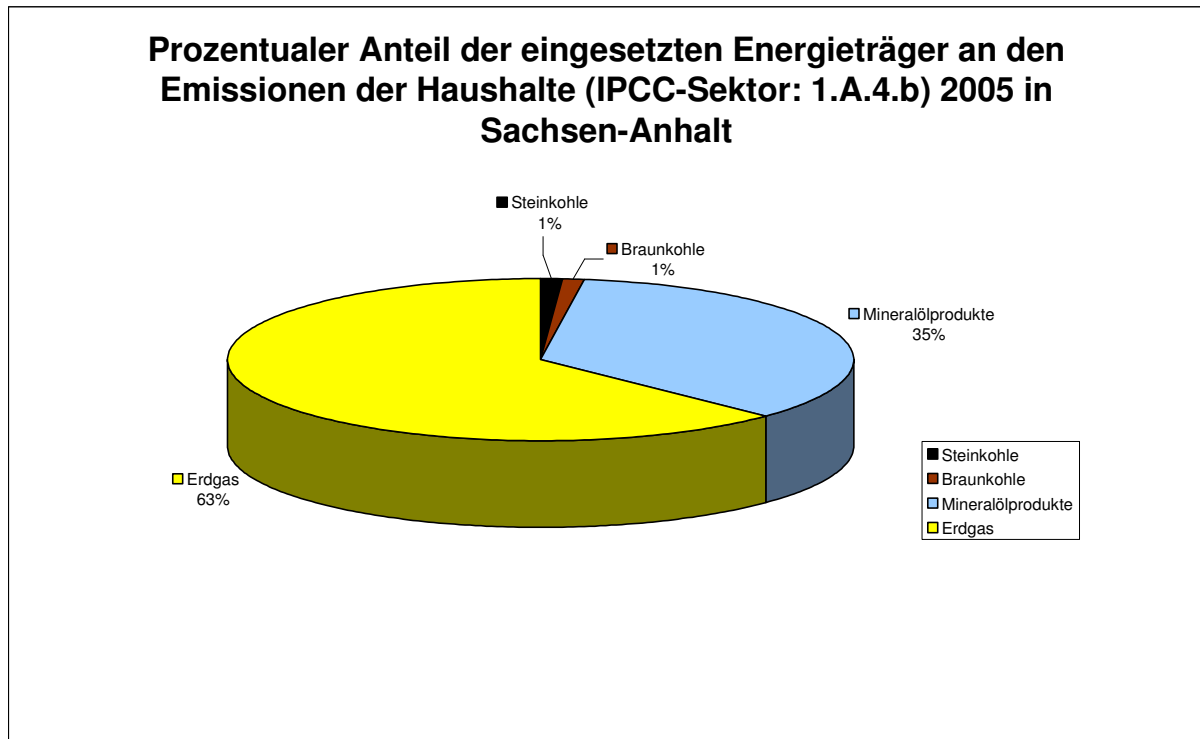


Bild 6-25 : Prozentualer Anteil der Energieträger an den Emissionen der Haushalte

Die Verteilung der Emissionen in der folgenden Abbildung erfolgte über die Einwohner-, bzw. Haushaltszahlen der Landkreise.

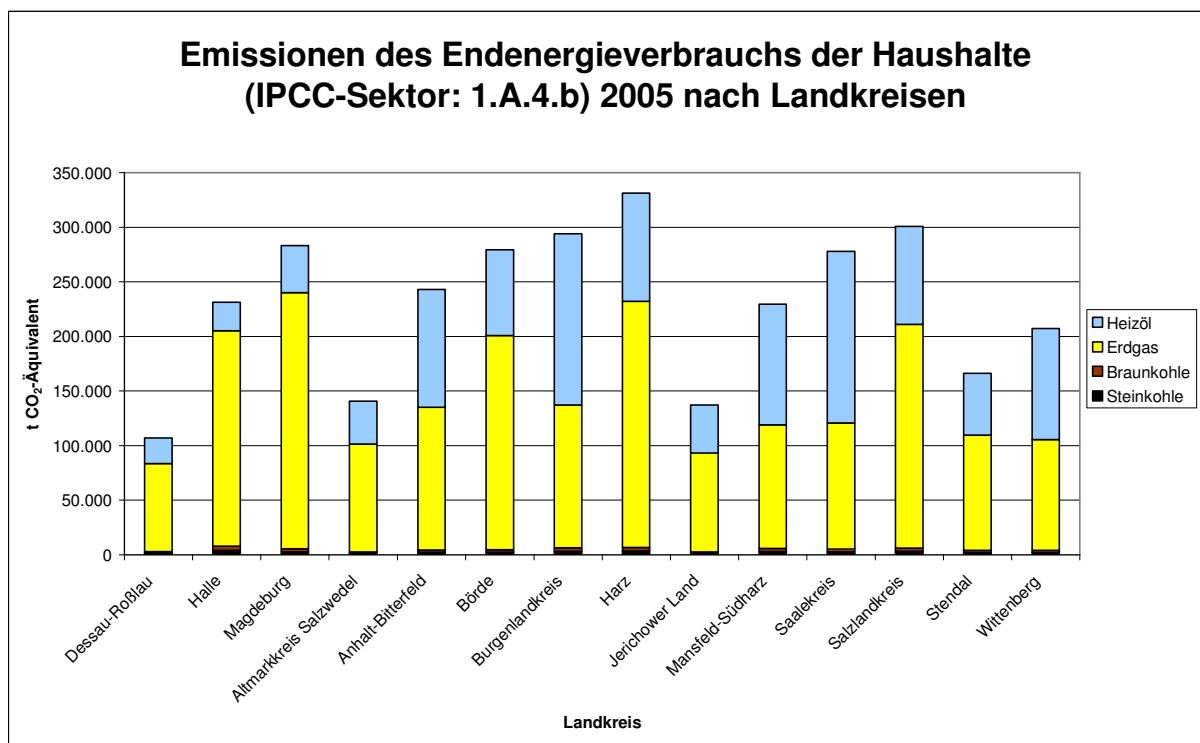


Bild 6-26 : Emissionen der Haushalte 2005 nach Landkreisen

Das folgende Bild 6-27 zeigt deutlich die Substitution der Kohle als Brennstoff in den Feuerungsanlagen der Haushalte in Sachsen-Anhalt seit den Neunzigern des letzten Jahrhunderts. Die Emissionen sind von 1990 bis 2005 um 43% zurückgegangen.

Auch hier finden sich Spitzen in den Jahren 1993, 1996 und 2001 bedingt durch kalte Jahre wieder.

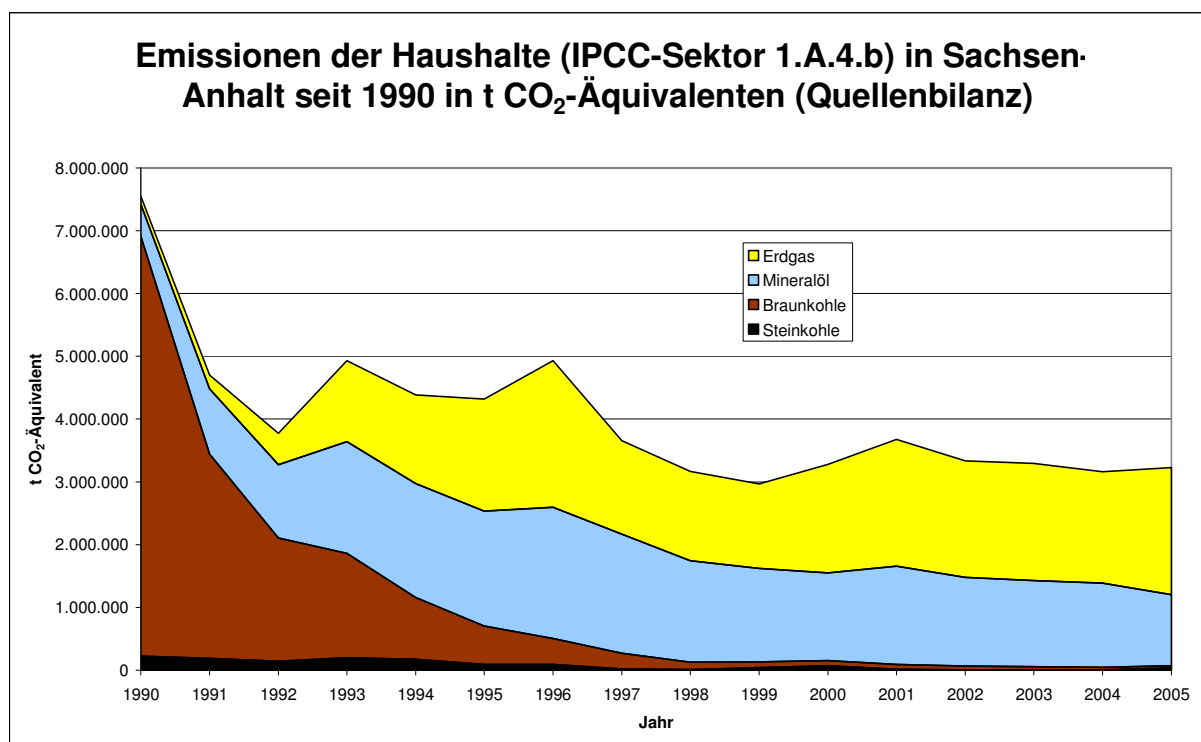


Bild 6-27 : Emissionen der Haushalte 1990-2005 (Quellenbilanz)

6.1.11 Übersicht der energiebezogenen Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005

Die energiebezogenen Emissionen in Sachsen Anhalt betragen 2005 insgesamt entsprechend der Energiebilanz 31,343 Mio. t CO₂-Ä/a.

Der größte Anteil fällt auf die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung mit 41%, gefolgt vom Sektor Verkehr, mit 16% (siehe Bild 6-28/Bild 6-29) [STALA2005]. Die hauptsächlich eingesetzte Energieform ist Braunkohle und Mineralöl mit je 34 % dicht gefolgt von Erdgas

mit 31%. Wohingegen Steinkohle mit 1 % nur noch vereinzelt hauptsächlich im Gewerblichen Bereich eingesetzt wird.

In Kapitel 6.1.8 wurde für den Verkehr, die in der Energiebilanz nicht berücksichtigten Vorketten und Differenzen, die sich dadurch ergeben, dass der Ort des Betankens nicht zu 100 % mit dem Ort der Emission identisch ist, durch den **bottom-up-Ansatz** berücksichtigt. Daraus ergibt sich eine Differenz gegenüber den Angaben aus der Energiebilanz von 1,19 Mio. t CO₂-Ä/a.

Danach betragen die energiebezogenen Emissionen in Sachsen Anhalt 2005 insgesamt 32,54 Mio. t CO₂-Ä/a.

Um in der Systematik der Energiebilanz zu bleiben, werden hier die Emissionen entsprechend dargestellt. In den folgenden Kapiteln wird jedoch das Ergebnis der Berechnung für die Emission der CO₂-Äquivalente gemäß bottom-up (Kap. 6.1.8) benutzt.

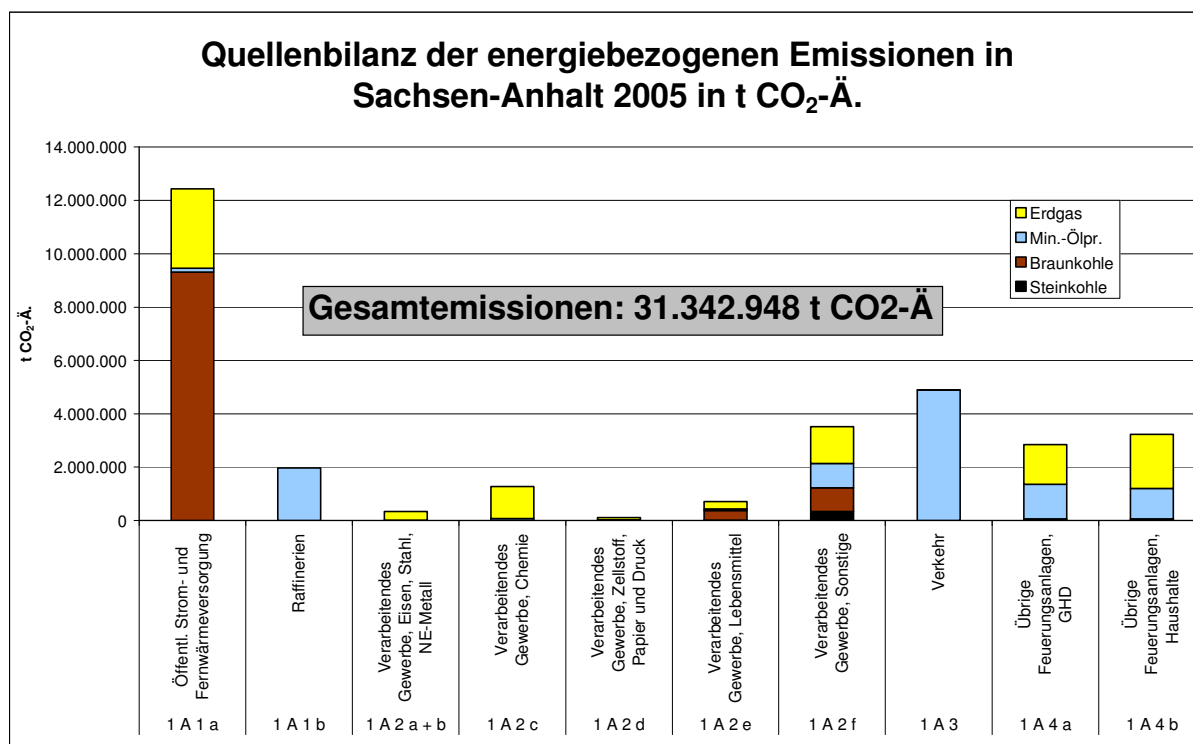


Bild 6-28 : Quellenbilanz der energiebezogenen Emissionen 2005 [STALA-2005]

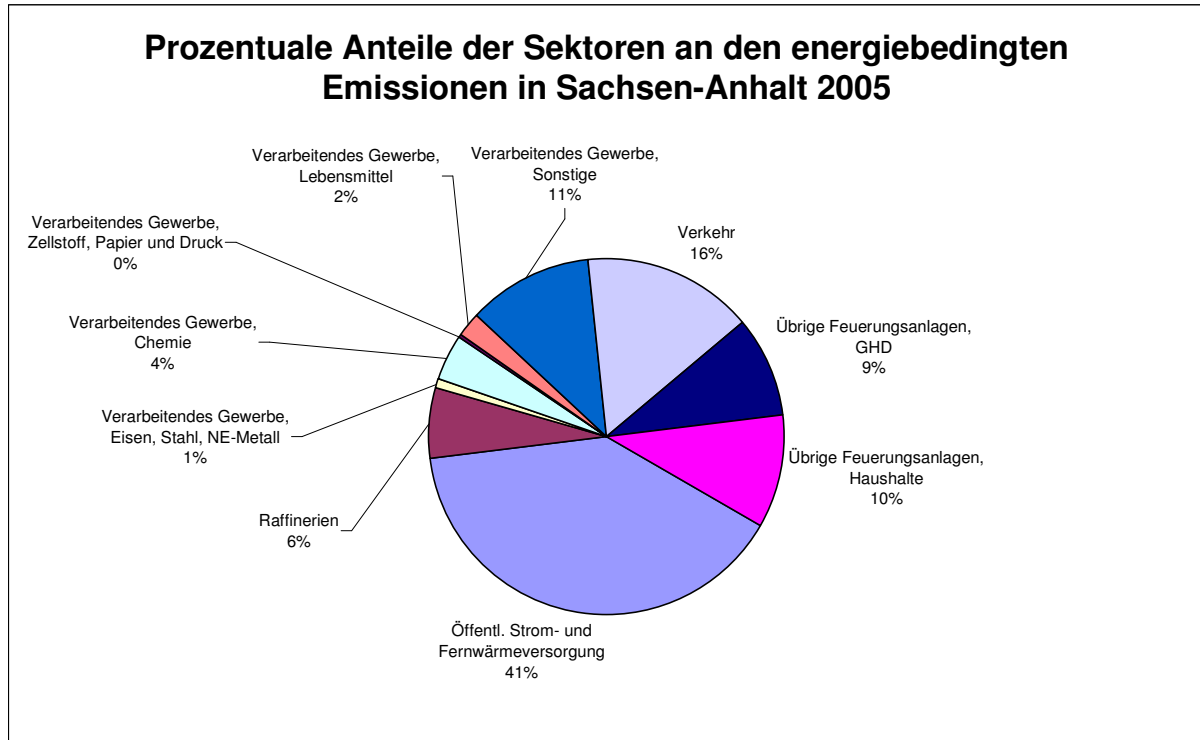


Bild 6-29 : Prozentuale Anteile der Sektoren an den energiebedingten Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005 [STALA-2005]

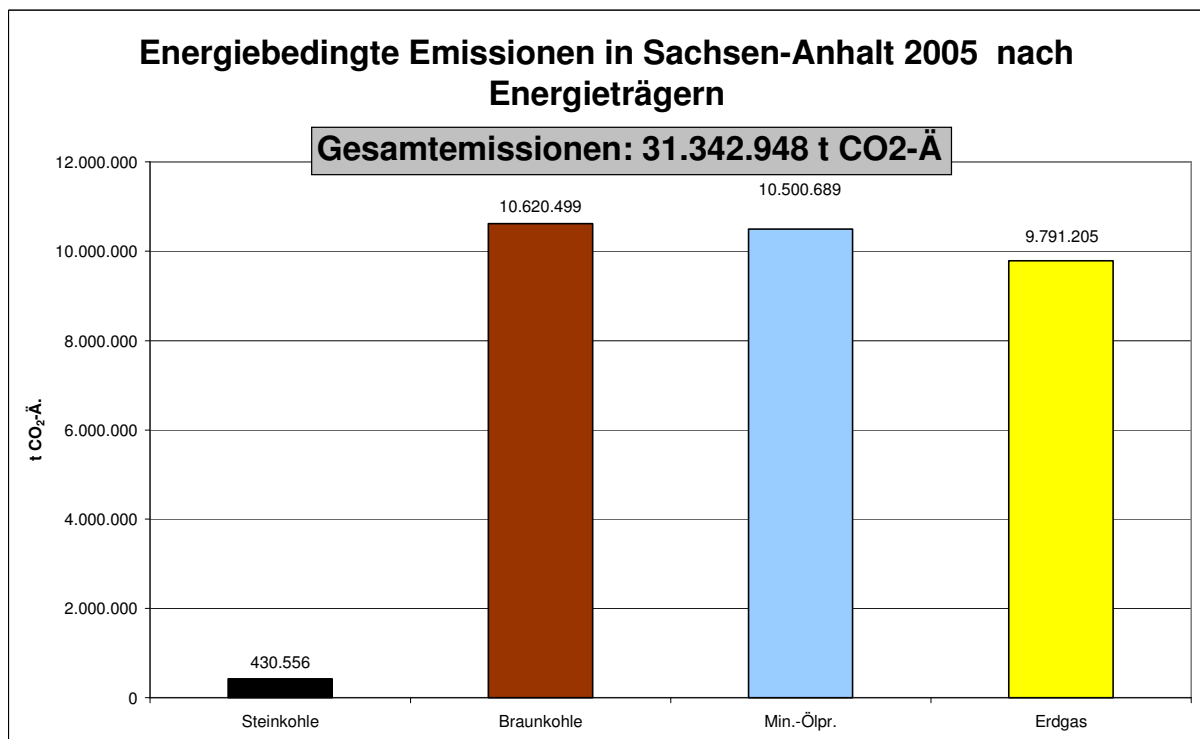


Bild 6-30 : Energiebedingte Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005 nach Energieträgern [STALA-2005]

Quellenbilanz		Emissionen	Emissionen Energieträger				Sektoren-
		Summe	Steinkohle	Braunkohle	Min.-Ölpr.	Erdgas	anteil
		t CO ₂ -A.	t CO ₂ -A.	t CO ₂ -A.	t CO ₂ -A.	t CO ₂ -A.	%
1 A 1 a	Offentl. Strom- und Fernwärmeversorgung	12.440.842	10.258	9.304.751	144.357	2.981.477	40%
1 A 1 b	Raffinerien	1.968.455	0	0	1.964.416	4.039	6%
1 A 2 a + b	Verarbeitendes Gewerbe, Eisen, Stahl, NE-Metall	339.165	0	0	17.964	321.201	1%
1 A 2 c	Verarbeitendes Gewerbe, Chemie	1.270.026	0	0	72.658	1.197.368	4%
1 A 2 d	Verarbeitendes Gewerbe, Zellstoff, Papier und Druck	110.577	0	0	18.846	91.730	0%
1 A 2 e	Verarbeitendes Gewerbe,	714.965	17.712	360.086	57.751	279.416	2%
1 A 2 f	Verarbeitendes Gewerbe, Sonstige	3.518.353	337.055	893.544	906.792	1.380.961	11%
1 A 3	Verkehr	4.901.072			4.880.634	20.439	16%
1 A 4 a	Übrige Feuerungsanlagen, GHD	2.850.143	29.763	28.213	1.303.055	1.489.112	9%
1 A 4 b	Übrige Feuerungsanlagen, Haushalte	3.229.350	35.768	33.905	1.134.216	2.025.461	10%
	Summe	31.342.948	430.556	10.620.499	10.500.689	9.791.205	100%

Tabelle 6-5: Quellenbilanz energiebedingte Emissionen

6.2 Nicht energiebedingte Emissionen

Die prozessbedingten Emissionen wie die Emissionen von CO₂ beim Brennen von Kalk oder der prozessbedingten Freisetzung von Klimagasen (z.B. PFC, SF₆) werden als CO₂-Äquivalente berechnet. Es wurden keine Vorketten für die Gewinnung und den Transport berechnet, da diese bereits in den energiebedingten Emissionen berücksichtigt sind. Die Klimagase wurden jeweils mit ihrem Treibhauspotenzial in CO₂-Ä umgerechnet.

6.2.1 Industrieprozesse (IPCC-Sektor 2)

In diesem Sektor werden Emissionen berichtet, die nicht durch die energetische Nutzung freigesetzt werden, sondern auf Grund chemischer Reaktionen während industrieller Fertigungsprozesse.

Mineralische Produkte (IPCC-Sektor 2.A)

Die Quellgruppe 2.A Mineralische Produkte wird im Zentralen System Emissionen (ZSE) in sieben Untergruppen aufgeteilt. In Sachsen-Anhalt sind folgende vier Bereiche der industriellen Erzeugung mineralischer Produkte von Belang:

2.A.1 Zementproduktion

2.A.2 Kalkbrennen

2.A.4 Sodaproduktion

2.A.7 Andere (Glas; Keramik)

Die Emissionen bei Produktion und der meist heiße Einbau von Bitumen zur Dachdeckung (2A5) und zur Straßendeckung (2A6) wird laut Nationalem Inventarbericht nicht erfasst und es liegen keine Berechnungsmethoden vor. Die Emissionen aus Lösemittel und die organischen flüchtigen Stoffe aus dem Produkt Bitumen sind jedoch im Vergleich mit den energiebedingten Emissionen aus der Herstellungsprozess (Verbrennung, von Erdgas, HEL und Braunkohlenstaub) vernachlässigbar.

Im Folgenden werden die relevanten Prozesse näher erläutert und die Ursache der Emissionen erklärt.

2.A.1 Zementproduktion

Bei der Produktion von Zement, bzw. beim Brennen des Zementklinkers werden klimarelevante Gase emittiert. Zum weit überwiegenden Teil ist dies CO_2 , das durch die Entsäuerung des eingesetzten Kalksteins (CaCO_3) freigesetzt wird.

Ab einer Temperatur von 800°C wird aus dem Kalziumkarbonat Kohlendioxid ausgetrieben und es entsteht Kalziumoxid. Aus der stöchiometrischen Rechnung für diese chemische Reaktion ergibt sich ein Emissionsfaktor von $0,785 \text{ t CO}_2$ pro t eingesetztem CaCO_3 . Diese CO_2 -Emissionen machen ungefähr einen Anteil von 60 % der CO_2 -Gesamtemissionen bei der Herstellung von Zement aus.

Der Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) [VDZ-2007] hat aus anlagen- und rohstoffspezifischen Daten einen Emissionsfaktor von $0,53 \text{ t CO}_2/\text{t}$ Zementklinker für die deutsche Zementproduktion ermittelt. Weitere klimarelevante Gase wie Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O) werden nur in sehr geringem Umfang emittiert. Das Statistische Landesamt Sachsen-Anhalt veröffentlicht aus Datenschutzgründen keine genauen Angaben zu den prozessbedingten Emissionen der Zementwerke im Land.

2.A.2 Kalkproduktion

Kalk und seine Folgeprodukte werden unter anderem in der Stahlindustrie, der Chemischen Industrie, im Umweltschutz (z.B. Bodenschutz im Wald, Entschwefelung in Kraftwerken, Abwasserreinigung) und in der Landwirtschaft eingesetzt.

Kalk entsteht durch das Brennen von Kalkstein oder Dolomit. Bei der Kalzinierung (Brennen) von Kalkstein wird CO_2 durch die Entsäuerung freigesetzt (siehe 2.A.1 Zementproduktion), der Emissionsfaktor beläuft sich auf $0,785 \text{ t CO}_2/\text{t}$ Kalk.

Beim Brennen von Dolomit ($\text{CaCO}_3+\text{MgCO}_3$) wird ebenfalls CO_2 in die Atmosphäre abgegeben. Der Emissionsfaktor für die Herstellung von Dolomitkalk beläuft sich auf $0,913 \text{ t CO}_2/\text{t}$ Dolomitkalk.

Die in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 bei der Produktion von Kalk und Dolomitkalk emittierte Menge an CO_2 beläuft sich auf $1,241 \text{ Mio t CO}_2\text{-Ä/a}$.

2.A.4 Sodaproduktion

Soda (Na_2CO_3) wird in der Industrie vielseitig verwendet, vor allem in der Glasindustrie, der Metallurgie, sowie der Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln.

In Deutschland kann Soda nur industriell auf chemischem Wege hergestellt werden. Der dafür eingesetzte Solvay-Prozeß ist zwar bezüglich des eingesetzten Kalziumkarbonats CO_2 -neutral, da das freigesetzte Kohlendioxid aus dem Kalkstein im Produkt Soda eingebunden wird. Bei der Kalzinierung werden aber pro Tonne Soda etwa 100 kg Koks eingesetzt, was einem Emissionsfaktor von in etwa $0,380 \text{ t CO}_2/\text{t}$ Soda entspricht. In Sachsen-Anhalt

produzieren zwei Unternehmen Soda. Aus Datenschutzgründen werden die genauen Emissionsdaten nicht veröffentlicht.

2.A.7 Glasproduktion

Da eine sehr große Anzahl an unterschiedlichen Gläsern, die sich in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden, produziert wird, enthält die momentan gültige IPCC Good Practice Guidance [IPCC 2007] keine Vorschläge zur Berechnung der prozessbedingten Emissionen der Glasindustrie.

Die wichtigsten natürlichen Rohstoffe für die Glasproduktion sind Sand, Kalkstein, Dolomit und Feldspat. Der wichtigste synthetische Rohstoff ist Soda. Je nach herzustellendem Glas wird das Glasgemenge bei 1450° bis 1650° C geschmolzen. Die hier betrachteten prozessbedingten Emissionen werden während der Glasschmelze aus den Karbonaten der Rohstoffe freigesetzt.

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2005 65.000 t CO₂ prozessbedingter Emissionen bei der Produktion von Glas freigesetzt [STALA-2005].

2.B Chemische Industrie

2.B.1 Ammoniakproduktion

Der einzige für die Bestimmung der prozessbezogenen Emissionen vom Statistischen Landesamt Sachsen-Anhalt berücksichtigte Produktionsprozess der Chemischen Industrie ist die Ammoniakproduktion. Zur Höhe der Emissionen bei der Ammoniakproduktion in Sachsen-Anhalt werden keine Zahlen veröffentlicht.

Ammoniak wird hauptsächlich nach dem Haber-Bosch-Verfahren auf Basis von Wasserstoff und Stickstoff gewonnen. Der Wasserstoff wird aus Synthesegas (mittels Dampfreformierung von Erdgas erzeugt) und der Stickstoff durch Luftzerlegung gewonnen.

Die bei der Produktion freigesetzten Kohlendioxidemissionen sind abhängig von der Menge und der Zusammensetzung der Einsatzstoffe. Es wird davon ausgegangen, dass der gesamte Kohlenstoff im Produktionsprozess in CO₂ umgewandelt wird und emittiert wird. Da keine anlagenspezifischen Daten vorliegen wird als Standardwert in Deutschland ein Emissionsfaktor von 1,5 t CO₂/t NH₃ verwendet.

Nach Auskunft des Landesamtes für Umweltschutz besteht eine Anlage in Sachsen Anhalt mit einer Produktion von rd. 45.425 t/a Ammoniakwasser (Annahme: Lösung mit 25% Ammoniak = 11.356 t Ammoniak) sowie 1,09 Mio. t reinem Ammoniak. Gesamt ergibt sich eine Erzeugung von 1,1 Mio. t Ammoniak.

Mit dem spezifischen Emissionsfaktor von 1,5 t CO₂/t NH₃ ergeben sich somit CO₂-Emissionen in Höhe von rd. 1,65 Mio. t CO₂.

2.B.2 Salpetersäureproduktion

Die Produktionsmenge von Salpetersäure wird statistisch nicht erfasst.

Laut dem Nationalen Inventarbericht wird zur Berechnung der Emissionsfaktor 5,5 N₂O/t HNO₃ angesetzt.

2.B.3 Adipinsäureproduktion

Die Produktionsmenge von Adipinsäure wird statistisch nicht erfasst. Nach Auskunft des Landesamtes für Umweltschutz besteht eine Anlage in Sachsen Anhalt mit einer Produktion von rd. 91.250 t/a. Nachdem bis 2003 alle Anlagen zur Aufbereitung des bei Prozess anfallenden N₂O nachgerüstet wurden, sind die Emissionen jedoch vernachlässigbar. Zu den Emissionen an NMVOC liegen keine Daten vor und es gibt laut Nationalem Inventarbericht keine Berechnungsmethoden.

2.B.4 Calciumcarbid

Die Produktionsmenge von Calciumcarbid wird statistisch nicht erfasst. Es besteht in Sachsen Anhalt keine Produktionsanlage mehr.

Zusammenfassung der durch Industrieprozesse verursachten Emissionen in Sachsen-Anhalt

Zu den oben beschriebenen IPCC – Sektoren liegen für die CO₂-Emissionen im Einzelnen nur sehr lückenhafte Daten vor. Die Statistik weist jedoch eine Gesamtsumme von 3,67 Mio t CO₂-Ä für das Jahr 2005 aus. Darin sind nur die prozessbedingten Emissionen enthalten und keine energiebedingten.

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Anteil an der CO ₂ –Emission	Mio.t CO ₂ -Ä 2005
2.A.1	Mineralische Produkte: Zement + Kalk	34%	1,241
2.A.7	Mineralische Produkte: Glas/Keramik	2%	0,06
2.B.1	Ammoniakproduktion	45%	1,654
Summe der anderen Sektoren	Salpeter- und Adipin-Säure usw.	19%	0,724
Summe Emissionen Industrieprozesse 2005			3,67

Daraus ergibt sich, dass die CO₂-Emissionen aus industriellen Prozessen zu rd. 34 % aus den Zement- und Kalkanlagen und zu 2 % aus den Anlagen zur Glas- und Keramik Produktion in Sachsen-Anhalt stammen. Die Ammoniakproduktion ist mit rd. 45 % die größte Emissionsquelle. Die restlichen Produktionsanlagen der verschiedenen Sektoren teilen sich die verbleibenden 19 % hierzu liegen keine detaillierten Daten vor.

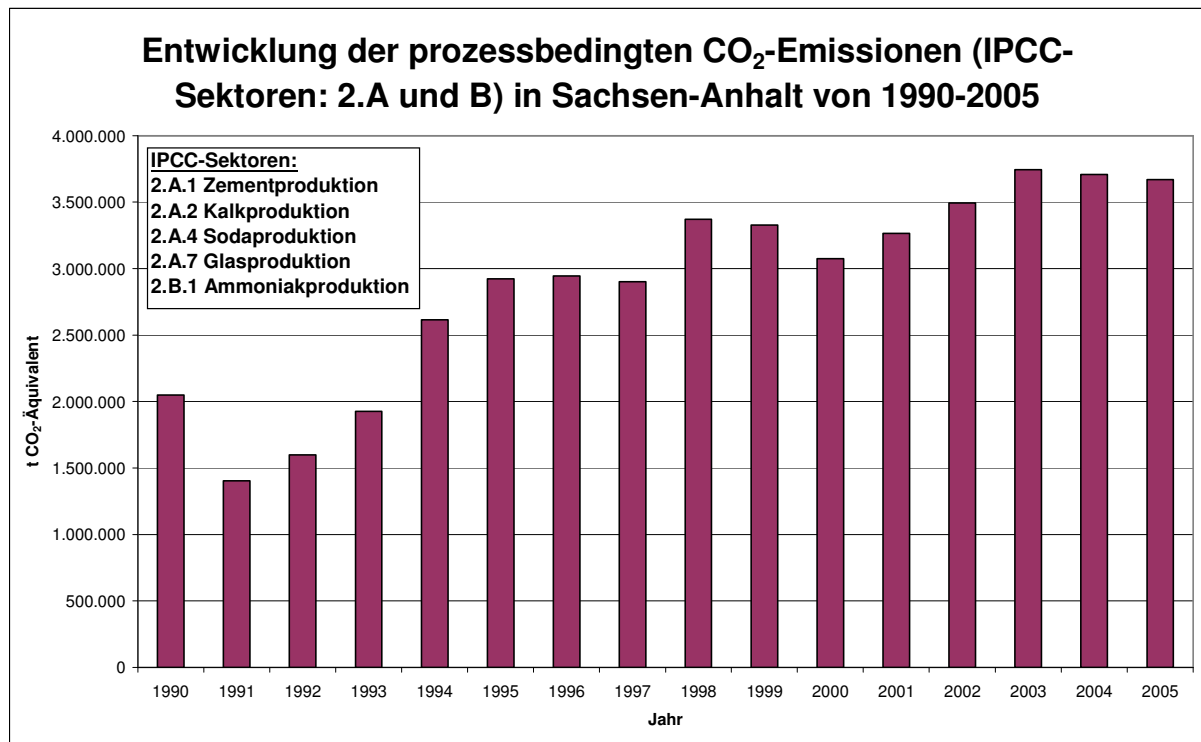


Bild 6-31: Entwicklung der prozessbedingten Emissionen 1990-2005 [STALA-2005]

Im Jahr 1991 erreichten die prozessbedingten Emissionen in Sachsen-Anhalt, bedingt durch den Zusammenbruch der Produktion vieler Industriebetriebe ihr Minimum. Seit dem Jahr 1991 steigt die allerdings wieder an. Obwohl die Höhe der Emissionen von Jahr zu Jahr leicht schwankt, ist eine steigende Tendenz zu erkennen. Dieser Trend dürfte einerseits auf eine gestiegene Produktion und andererseits auf eine genauere Erfassung der Emissionen zurück zu führen sein.

Das Absinken ist auf wirtschaftszyklische Gründe in den einzelnen Industriezweigen (z.B. die Nachfrage nach Zement, die sehr stark von der Bauwirtschaft abhängt) zurückzuführen. Hier machen sich auch wieder die kalten Winter bemerkbar (1996/97, 2000/01).

Insgesamt werden die prozessbedingten CO₂-Emissionen sehr von der Zementindustrie dominiert. (TEHG-Anlagen 2005, Zement und Kalk, weisen 1,241 Mio. t CO₂/a aus)

6.2.2 Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF₆ (IPCC-Sektor 3)

Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen (PFC; HFC)

Die Stofffamilie der Fluorkohlenwasserstoffe (HFC) besteht aus Kohlenwasserstoffen bei denen einzelne Wasserstoffatome durch Fluoratome ersetzt wurden. Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe besitzen sehr unterschiedliche atmosphärische Verweilzeiten, die zwischen 1,5 und 300 Jahren liegen. Dementsprechend variieren die Treibhauspotenziale der unterschiedlichen HFC auch erheblich. Sie reichen von 140 bis 12.000 CO₂-Äquivalenten.

Hauptanwendungsgebiete für teil-fluorierte Kohlenwasserstoffe sind gegenwärtig der Einsatz als Treibmittel in Polyurethan (PU)-Montageschaumsprays (Anteil ca. 50%) und die Verwendung als Kältemittel in Kälte- und Klimaanlage (ca. 20%). Weitere Einsatzgebiete sind die Herstellung von Schaumstoffen, Dämmplatten und die Halbleiterherstellung.

Da die HFC in den letzten Jahren zunehmend als Ersatz für die aufgrund ihres sehr hohen Ozonabbaupotenzials verbotenen FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) eingesetzt wurden, steigt die Höhe der Emissionen kontinuierlich an.

Die PFC (perfluorierten Kohlenwasserstoffe) unterscheiden sich von den HFC dadurch, dass bei ihnen die Wasserstoffatome vollständig durch Fluoratome ersetzt wurden. Sie sind also voll- bzw. perfluoriert und besitzen dadurch eine sehr stabile Molekülstruktur, die wiederum lange Verweilzeiten von bis zu 50.000 Jahren in der Atmosphäre verursacht.

Das Hauptanwendungsgebiet für PFC ist die Verhüttung von Aluminium wo es in der Elektrolyse eingesetzt wird. Der auf die Aluminiumindustrie entfallende Anteil macht in etwa 75% der Emissionen aus, der überwiegende Anteil der verbleibenden 25% wird bei der Halbleiterproduktion emittiert.

Durch Selbstverpflichtungen der Aluminiumindustrie konnten die Emissionen in den letzten Jahren deutlich vermindert werden.

Produktionsanlagen zur Herstellung von teil- oder perfluorierten Kohlenwasserstoffen existieren in Sachsen-Anhalt keine, so dass in diesem Bereich nur Emissionen aus der Verwendung dieser Stoffe erfasst werden. Da weder die Aluminium- noch die Halbleiterindustrie in Sachsen-Anhalt stark vertreten ist, erfasst das statistische Landesamt Sachsen-Anhalt nur die Verwendung als Kältemittel (IPCC-Sektor 2 F 1), als Treibmittel für Schaumstoffe (2 F 2) und als Treibmittel für Aerosole. Da die Erfassung des Verbrauchs

nicht nach beiden Stofffamilien getrennt wird, erfolgt die Darstellung der Emissionen ebenfalls gemeinsam.

Als **Kältemittel** wurden 61,2 t HFC und PFC eingesetzt. Aus den Angaben des statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt [STALA-2005] wurde ein durchschnittliches Treibhauspotenzial von 2.245 berechnet. Daraus ergeben sich Emissionen von 0,137 Mio. t CO₂-Äquivalenten pro Jahr.

Als **Treibmittel** bei der Herstellung von Schaumstoffen wurden 108,4 Tonnen [STALA-2005] teil- oder perfluorierte Kohlenwasserstoffe eingesetzt. Bei dieser Anwendung wurden mit einem durchschnittlichen Treibhausgaspotenzial von 471 Emissionen in Höhe von 0,051 Mio. t CO₂-Ä/a freigesetzt.

Die **Herstellung von Aerosolen** verursachte durch den Einsatz von 306,4 t HFC und PFC Emissionen in Höhe von 0,4 Mio. t CO₂-Ä/a. Das durchschnittliche Treibhauspotenzial belief sich hier auf 1.300.

Die **Verwendung von Chemikalien in Haushalten** und die daraus resultierende Lösemittlemissionen sind für das Jahr 2002 durch das UMEG für Sachsen Anhalt erfasst worden [UMEG-2002]. Die Daten für 2002 wurden aufgrund fehlender neuerer Daten verwendet. Demnach wurden rd. 6.317 t NMVOC durch die Produkthanwendung in Haushalten emittiert. NMVOC sind nur indirekte Treibhausgase (siehe Kapitel 3.3) und werden daher nicht mit einem GWP in CO₂-Äquivalente umgerechnet.

Schwefelhexafluorid

Schwefelhexafluorid (SF₆) setzt sich aus den Elementen Schwefel und Fluor zusammen und gehört zu den anorganischen Verbindungen. Es ist farb- und geruchslos und auf Grund seiner Struktur sehr reaktionsträge. Es hat eine fünfmal höhere relative Dichte als Luft.

Wegen seiner chemischen Trägheit wird es als Isolationsgas in Betriebsmitteln zur Übertragung und Verteilung von elektrischem Strom in der Hoch- und Mittelspannungstechnik verwendet. Das Gas löscht dabei die bei den Schaltvorgängen entstehenden Lichtbögen. Das Schwefelhexafluorid ist in den Schaltern hermetisch von der Umgebung abgetrennt und wird dementsprechend nur in geringen Mengen bei dieser Anwendung freigesetzt.

Bei der Erzeugung von Magnesium-Druckguss wird es als Schutzgas eingesetzt. Es verhindert den Kontakt der Schmelze mit der Umgebungsluft und beugt so einer Oxidation vor. Außerdem wird es in der Aluminiumindustrie in die Schmelze eingeleitet, um diese zu

reinigen. Bei diesen Anwendungen entweicht nahezu das gesamte eingesetzte Schwefelhexafluorid in die Atmosphäre.

Da Schwefelhexafluorid eine so große Dichte aufweist, wurde es in die Zwischenräume von Schallschutzfenstern geleitet, um die Schallschutzwirkung zu erhöhen. Aus dem gleichen Grund wurde es zur Befüllung von Autoreifen genutzt, um die Abrollgeräusche zu dämpfen. Ebenfalls wurde es in Sportschuhsohlen eingesetzt um die Dämpfungswirkung zu erhöhen. Auch hier ist bei allen drei Anwendungen davon auszugehen, dass das Gas nach dem Ende der Nutzung vollständig in die Atmosphäre entweicht. Aus diesem Grund ist die Anwendung von Schwefelhexafluorid in diesen Bereichen seit dem 4. Juli 2007 verboten.

Des Weiteren wird SF₆ in der Halbleiter- und Mikroelektronik eingesetzt. Hier dient es als Ätzgas bei der Erzeugung feinsten Strukturen auf einer Siliziumoberfläche.

Da es auf Grund der genannten Einsatzbereiche sehr schwierig ist, die genaue Emissionsmenge von Schwefelhexafluorid zu bestimmen, wurde die Höhe der Emissionen aus dem im Nationalen Inventarbericht [BMU-2007-03] ausgewiesenen Wert für Deutschland über einen durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch für Sachsen-Anhalt berechnet.

Schwefelhexafluorid hat mit 24.000 CO₂-Äquivalenten mit Abstand das höchste Treibhauspotenzial von allen Kyoto-Gasen. Die für Sachsen-Anhalt berechnete Emissionsmenge von Schwefelhexafluorid für das Jahr 2005 beträgt 5,9 Tonnen, was einer Emissionsmenge von 0,141 Mio. t CO₂-Ä / a entspricht.

6.2.3 Sonstige Branchen (N₂O (Anästhetikum), SF₆, HFC, PFC)

Verwendung von N₂O als Anästhetikum

Lachgas wird im medizinischen Bereich als Narkosegas eingesetzt. Es ist das älteste eingesetzte Anästhetikum und hat den Vorteil, dass seine Anwendung nahezu keine Nebenwirkungen für den Patienten hat. Weltweit gehen etwa 10 % der N₂O-Emissionen auf den Einsatz im medizinischen Bereich zurück. In Deutschland sinkt der Einsatz aufgrund des hohen Treibhausgaspotenzials von Lachgas kontinuierlich. Einerseits wird versucht, weniger Narkosegas einzusetzen (bei der Low-Flow-Methode wird dem Patienten nur wenig Frischgas zugeführt), und andererseits wird versucht, das Gas durch andere Anästhetika zu substituieren. Die hier angegebenen N₂O-Emissionen für Sachsen-Anhalt wurden anteilig aus den im Nationalen Inventarbericht für Deutschland ausgewiesenen Emissionen über einen Verbrauch pro Kopf berechnet. Insgesamt wurden im Jahr 2005 in Sachsen-Anhalt demnach 96,7 t N₂O (Treibhauspotenzial 310) aus medizinischen Anwendungen emittiert.

Andere Emissionen aus N₂O-Anwendungen, die in den IPCC-Sektor 3.D fallen, wie beispielsweise die Verwendung von Sprengstoff im Bergbau oder Treibgas in der Lebensmittelindustrie, wurden wegen ihrer geringen Bedeutung nicht näher betrachtet.

IPCC-Sektor	Bezeichnung	t CO ₂ -Äquivalent
3.D.1	Sonstige N ₂ O-Emissionen	29.976

Tabelle 6-6: Sonstige N₂O-Emissionen

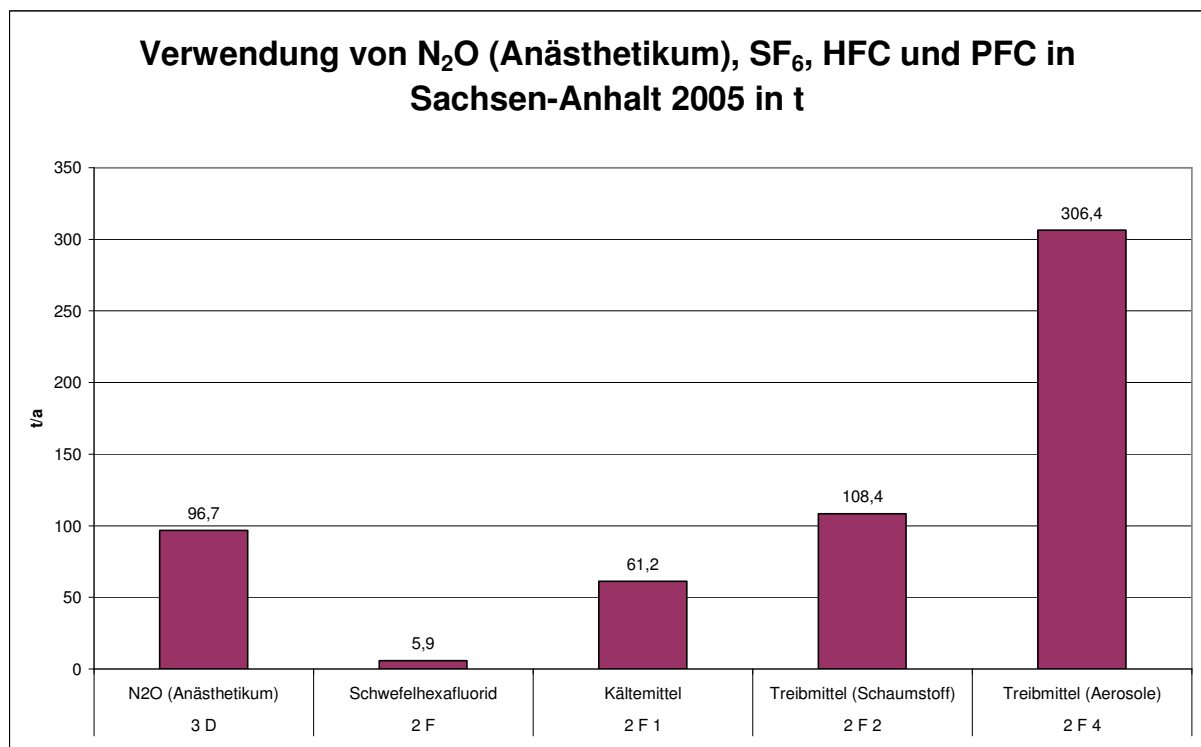


Bild 6-32: Verwendung von N₂O (Anästhetikum), SF₆ und teil- oder vollhalogenierten Kohlenwasserstoffen 2005

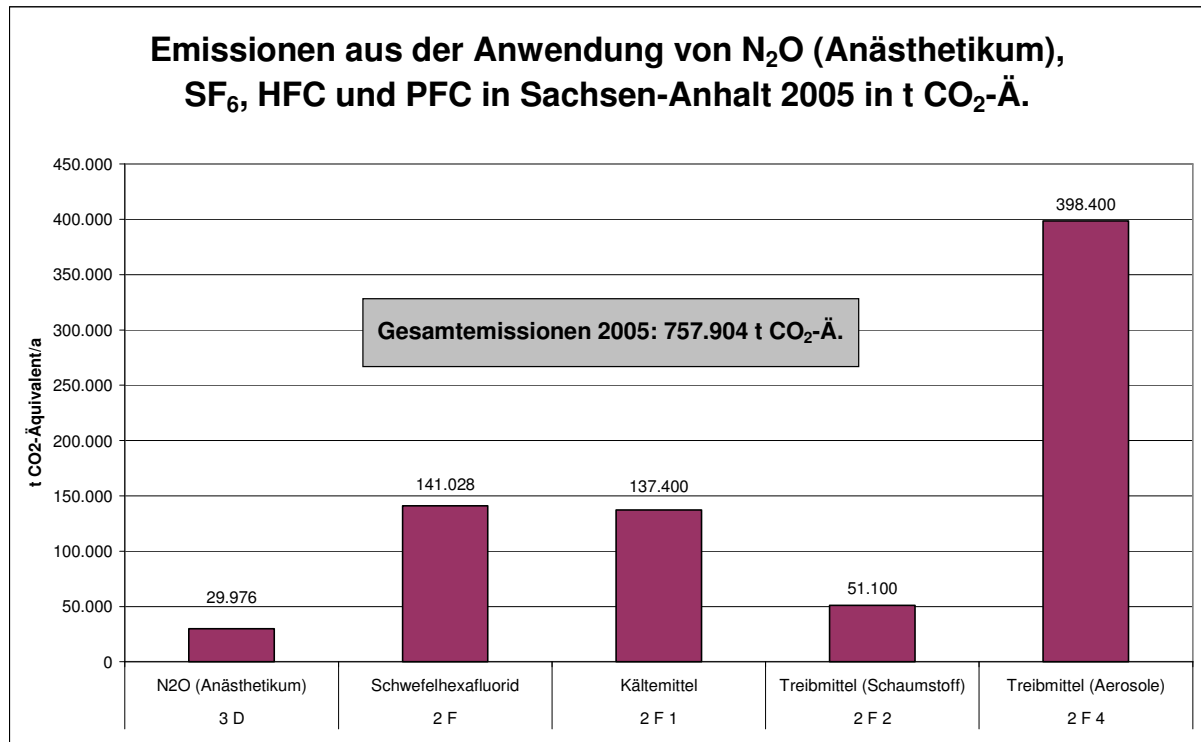


Bild 6-33: Emissionen aus der Anwendung von Verwendung von N₂O (Anästhetikum), SF₆ und teil- oder vollhalogenierten Kohlenwasserstoffen 2005

6.2.4 Landwirtschaft

Die Gesamtfläche Sachsens-Anhalts beträgt 20.446 km², wovon 12.881 km² landwirtschaftlich genutzt werden. Somit hat die Landwirtschaft einen Anteil von 63 % an der Flächennutzung. Die Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach Landkreisen ist in Bild 6-34 zu entnehmen. Unterdurchschnittliche Anteile haben erwartungsgemäß die drei kreisfreien Städte Dessau-Roßlau, Halle und Magdeburg. Überdurchschnittlich viel landwirtschaftliche Nutzfläche haben die drei im Norden Sachsens-Anhalts gelegenen Landkreise Altmarkkreis Salzwedel, Stendal und Börde.

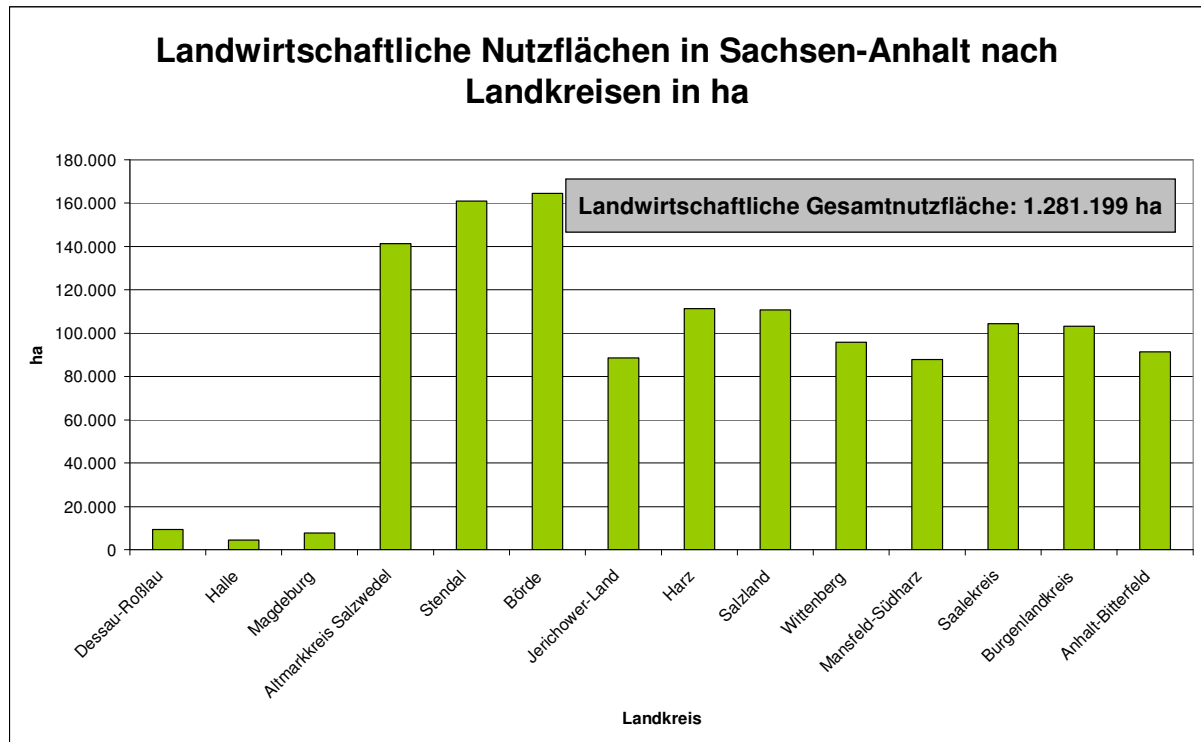


Bild 6-34: Landwirtschaftliche Nutzflächen in Sachsen-Anhalt nach Landkreisen

In Sachsen-Anhalt waren im Jahr 2005 4.887 landwirtschaftliche Betriebe tätig. Der Großteil von 3.507 Betrieben (72 %) hat die Rechtsform des Einzelunternehmens. Der Rest teilt sich auf in 830 Personengesellschaften (17 %) und 550 juristische Personen (11 %).

In der Landwirtschaft Sachsens-Anhalts arbeiteten im Jahr 2005 27.700 Personen, wovon 13.500 einer Vollbeschäftigung nachgingen.

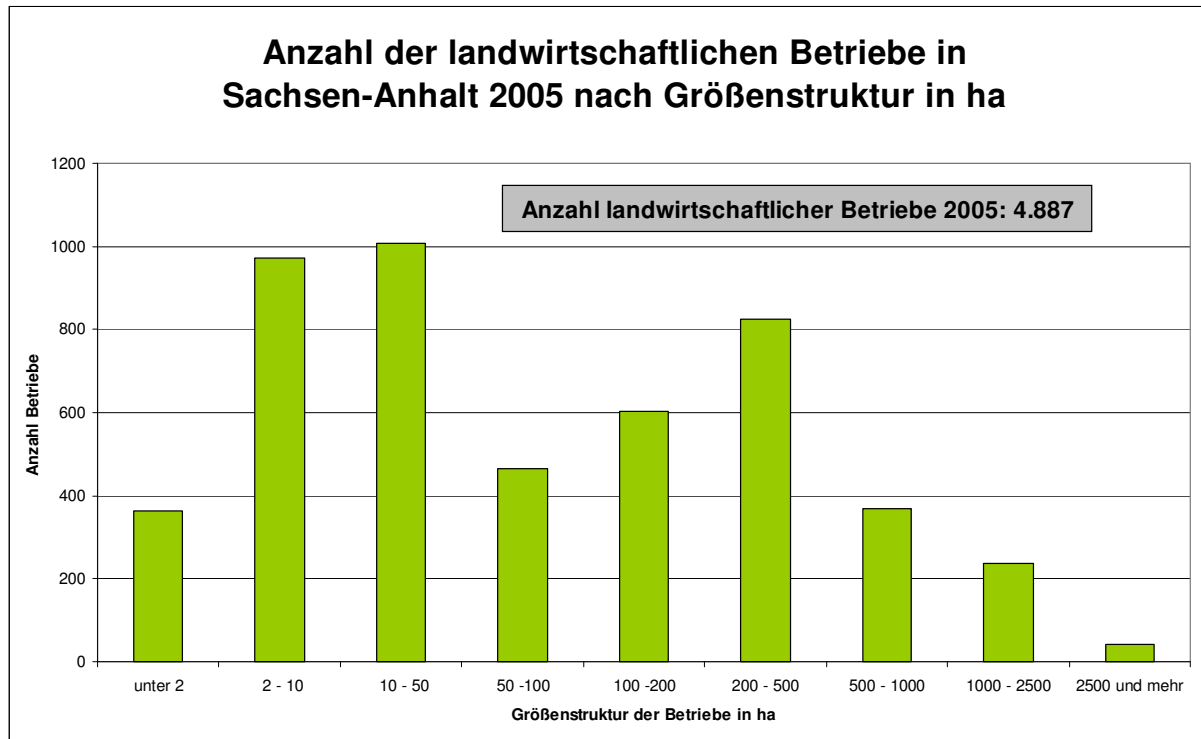


Bild 6-35: Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen-Anhalt nach Größenstruktur

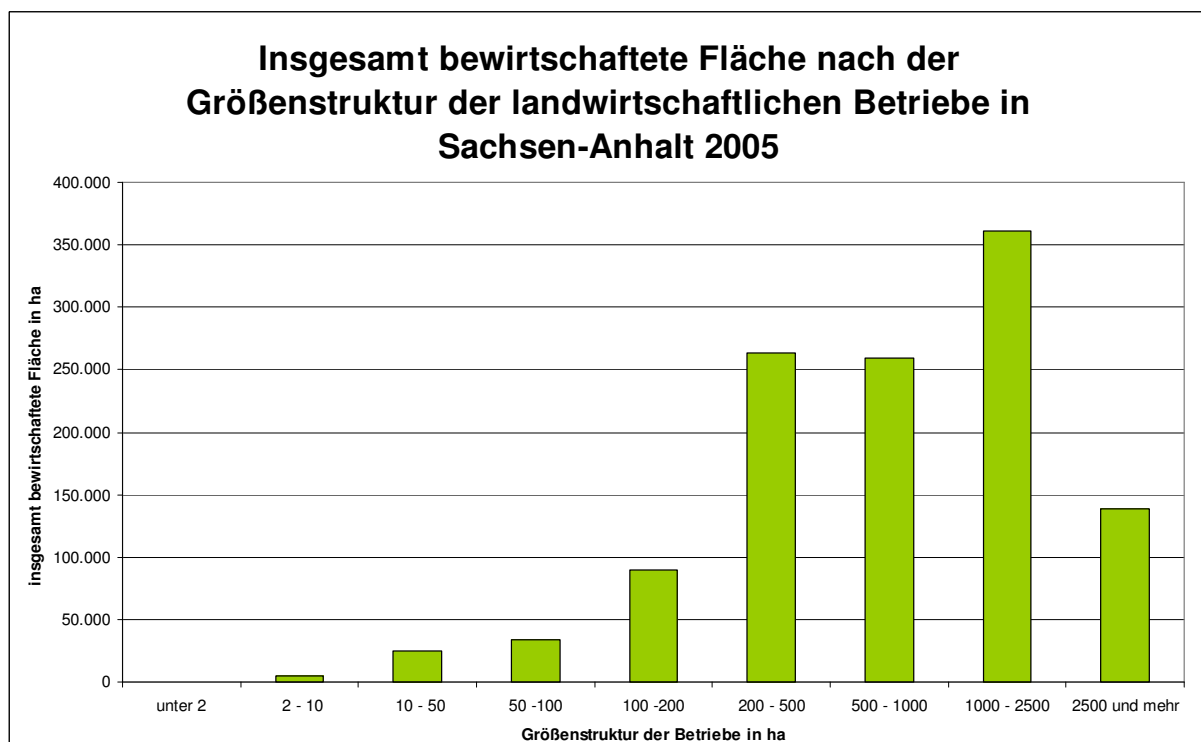


Bild 6-36: Insgesamt bewirtschaftete Fläche nach Größenstruktur der Betriebe

Die Größenstruktur der Betriebe ist dem Bild 6-35 zu entnehmen. Rund die Hälfte der Betriebe hat nur eine bewirtschaftete Fläche von 50 ha.

Nach Bild 6-36 zeigt sich, dass rund 87 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Sachsen-Anhalts von Betrieben mit einer Mindestgröße von 200 ha bewirtschaftet werden.

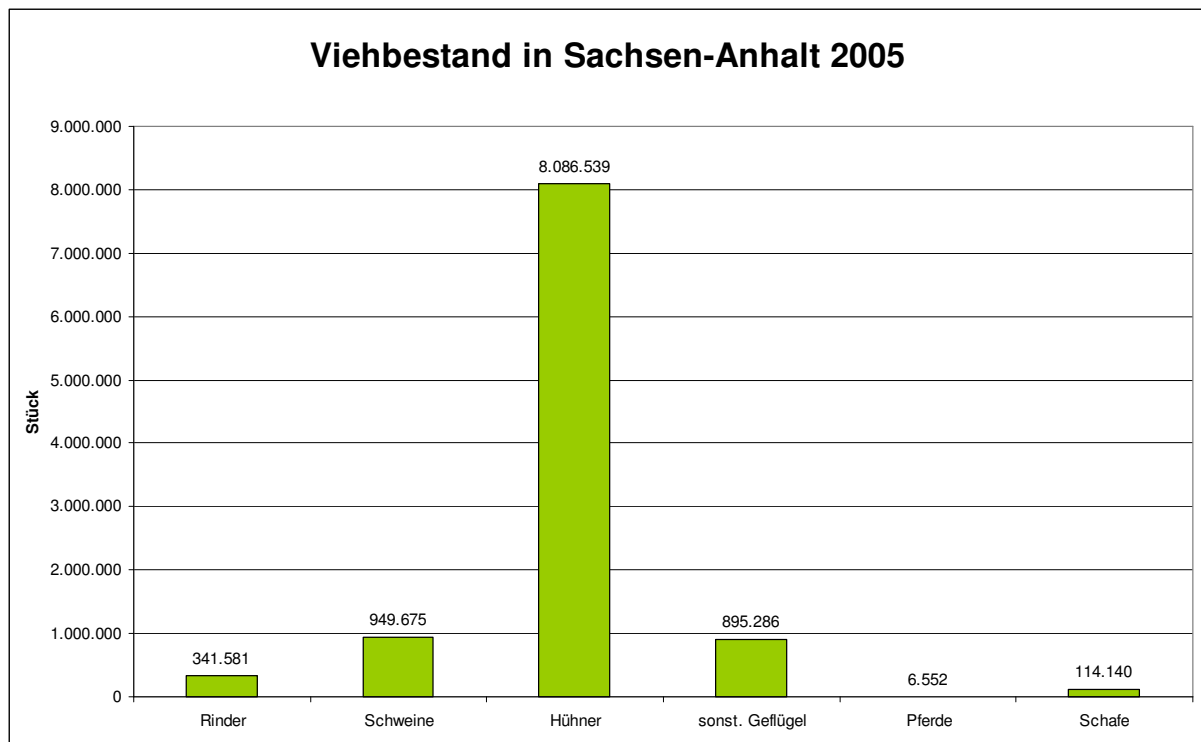


Bild 6-37: Viehbestand in Sachsen-Anhalt 2005 [STALA-2005]

Als Quelle für die Ermittlung der Emissionen aus der Landwirtschaft dienten die „Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft- Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005“ herausgegeben von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) [FAL-2007].

Die FAL hat im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) und des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ein modulares Tabellenkalkulationsprogramm (GASeous EMISSIONS, GAS-EM) entwickelt, um die landwirtschaftlichen Emissionen berechnen zu können. Um den Daten- und Informationsaustausch, sowie den Betrieb der Datenbank zu ermöglichen, haben BMU und BMELV eine Rahmen-Ressortvereinbarung geschlossen.

Die Agrarstatistik des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) [STABU-2005-01] stellt die wichtigste Datenquelle für die Emissionsberechnung der landwirtschaftlichen Tätigkeiten dar. Neben den aktuellen Tierzahlen (Fachserie 3, Reihe 4 des Statistischen Bundesamtes)

erfasst das DESTATIS unter anderem auch die verkauften Düngermengen, sowie Angaben zu landwirtschaftlichen Anbauflächen. Die fehlenden Daten des Berechnungsmodells werden durch Literaturangaben, bzw. durch spezielle Expertenschätzungen ergänzt.

Die Emissionen im Bereich Landwirtschaft werden üblicherweise in vielen Bereichen durch einfache EMEP/CORINAIR- bzw. Tier-1-Methoden (IPCC), die entweder Standard-Emissionsfaktoren der Revised guidelines 1996 (IPCC) oder aus dem EMEP/CORINAIR-Handbuch der United Nation Economic for Europe (UN ECE) [UNECE-2007] verwenden, berechnet. Wenn in bestimmten Bereichen genaue landesspezifische Faktoren und Parameter aus Forschungsvorhaben oder Literatur vorliegen, werden diese bevorzugt in das Berechnungsmodell eingebaut.

Nach Auskunft von Herrn Prof. Dr. Ulrich Dämmgen, dem Institutsleiter der Forschungsanstalt für Landwirtschaft liegt mittlerweile ein neuer, bisher aber unveröffentlichter Bericht zu den Emissionen der Landwirtschaft vor, dessen Ergebnisse, bzw. Emissionsfaktoren erheblich von den bisherigen abweichen. Der Grund dafür ist, dass viele Emissionsfaktoren bisher noch nicht exakt genug bestimmt werden konnten, da die dafür nötigen Mittel nicht zur Verfügung standen. Es ist also erst in einigen Jahren damit zu rechnen, dass wirklich belastbare Emissionsfaktoren zur Verfügung stehen werden.

Die Quellgruppe Landwirtschaft setzt sich in Deutschland aus folgenden IPCC-Unterkategorien zusammen:

- 4 A Fermentation bei der Verdauung
- 4 B Behandlung von Wirtschaftsdüngern
- 4 D Landwirtschaftliche Böden

Die anderen IPCC-Kategorien der Landwirtschaft spielen in Sachsen-Anhalt, bzw. in Deutschland keine Rolle (4 C Reisanbau), werden nicht praktiziert (4 E Brandrodung) oder sind sogar verboten (4 F Verbrennen von Ernterückständen).

6.2.4.1 Fermentation bei der Verdauung (IPCC-Sektor 4 A)

Die Verfahren zur Bestimmung der durch die Verdauung von landwirtschaftlichen Nutztieren verursachten Emissionen beruhen auf den Berechnungen des Energie- und Futterbedarfes der Tiere und der Zusammensetzung des Futters. Aus Bild 6-38 gehen wichtige Kenngrößen hervor:

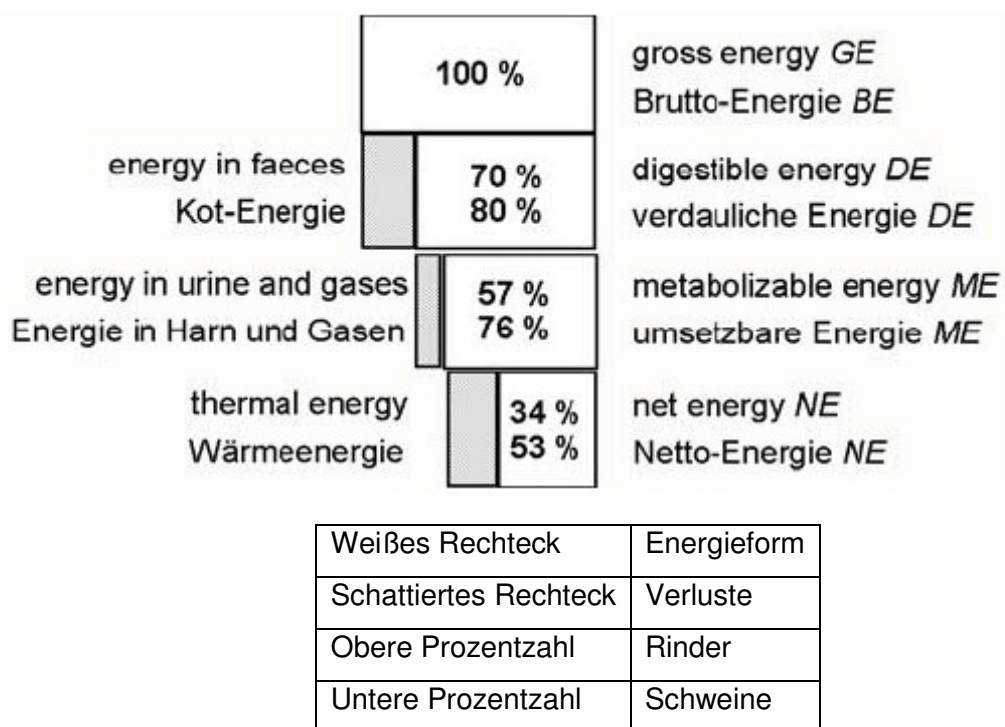


Bild 6-38: Energiebilanz für die Berechnung der Emissionen aus der Verdauung landwirtschaftlicher Nutztiere und der Wirtschaftsdünger-Behandlung; [NIR-2007]

Rinder werden in die zwei Kategorien Milchkühe (SNAP 10 04 01; CRF 4A1a) und Übrige Rinder (SNAP 10 04 02; CRF 4A1b) unterteilt. In die Kategorie Übrige Rinder fallen Kälber, Färsen, Mast- und Zuchtbullen sowie Mutterkühe. SNAP (selected nomenclature for sources of air pollution) ist die Bezeichnung einer Nomenklatur zur Einordnung emissionsverursachender Aktivitäten.

Für jede Unterkategorie wird mittels des jeweiligen Gesamtenergiebedarfes ein Emissionsfaktor bestimmt. Von jedem aufgenommenem Megajoule Energie setzt ein Rind 0,06 MJ an Methan frei. Da laktierende Kühe einen erheblich höheren Energiebedarf haben, als andere Rinder, sind die Emissionen in dieser Kategorie auch wesentlich höher. Deshalb stellen die Methan-Emissionen aus der Verdauung von Milchkühen eine Schlüsselquelle hinsichtlich der Menge dar. Sie werden detailliert nach IPCC(1996)-3-4.21 tier-2 bestimmt [IPCC-1996].

Milchkühe (SNAP 10 04 01, CRF 4A1a)

Das wesentliche Leistungskriterium einer Milchkuh ist die durchschnittliche Milchleistung. Da die Kuh je nach Milchleistung bedarfsgerecht gefüttert werden muss, wird die

unterschiedliche Futtermittelzusammensetzung in entsprechenden Datensätzen bei der Ermittlung des Emissionsfaktors berücksichtigt.

In Sachsen-Anhalt gibt eine Milchkuh im Schnitt pro Tag 21,7 kg Milch, was einer Jahresmilchleistung von 7.912 kg entspricht. Damit ist Milchleistung pro Kuh in Sachsen-Anhalt 17 % höher als im Bundesdurchschnitt.

Anzahl der Milchkühe in Sachsen-Anhalt in 1000															
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
272,4	166,9	161,1	165,6	168,9	168,6	168,8	166,5	153,6	159,9	154,0	149,3	144,6	142,9	140,9	137,9

Tabelle 6-7: Anzahl der Milchkühe in Sachsen-Anhalt 1990-2005

Milchleistung einer Milchkuh in Sachsen-Anhalt in kg Tier ⁻¹ d ⁻¹															
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
11,0	11,1	14,5	15,1	14,9	15,6	16,2	17,1	18,7	18,9	19,4	19,7	20,0	20,5	20,8	21,7

Tabelle 6-8: Milchleistung einer Milchkuh in Sachsen-Anhalt 1990-2005

In Sachsen-Anhalt hat die Milchleistung von Jahr 1990 bis 2005 um 97,3 % zugenommen. Ein Ende dieses Trends ist derzeit noch nicht abzusehen. Mit der Steigerung der Milchleistung muss der Kuh auch entsprechend mehr Energie zugeführt werden. Die Zunahme der täglich von Milchkühen aufgenommenen Energiemenge ist der Abbildung Tabelle 6-9 zu entnehmen.

Täglich aufgenommene Energiemenge einer Milchkuh in Sachsen-Anhalt in MJ Tier ⁻¹ d ⁻¹															
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
214,2	215,0	245,4	258,1	254,7	257,1	262,2	269,3	279,5	282,0	285,9	292,0	290,7	284,9	288,5	294,4

Tabelle 6-9 : Täglich aufgenommene Energiemenge einer Milchkuh in Sachsen-Anhalt 1990-2005

Da der Organismus einer Hochleistungskuh durch die Milchproduktion sehr stark beansprucht wird, ist es heutzutage üblich sie ungefähr nach zwei bis drei Laktationen, bzw. im Alter von vier bis fünf Jahren zu schlachten. In Sachsen-Anhalt betrug das durchschnittliche Schlachtgewicht einer Milchkuh im Jahr 2005 539 kg.

Titel:		CH₄-Emissionen aus der Haltung von Milchkühen (Verdauung) in Gg a-1 CH₄															
Tabelle:		EM1004.01			Bericht:		CRF/NFR 4A1a			GAS-EM Kap.:			4.4.1				
Rechenverfahren:				IPCC Tier 2								Stand:		Sep 06			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
23,0	14,1	15,6	16,8	16,9	17,1	17,4	17,6	16,9	17,7	17,3	17,2	16,5	16,0	16,0	16,0		

Tabelle 6-10: Methanemissionen aus der Haltung von Milchkühen

Die Gesamtemissionen aus der tierischen Verdauung in Sachsen-Anhalt des Jahres 2005 setzen sich aus den Emissionen zusammen, die bei der Haltung von Rindern (Milchkühe und sonstige Rinder), Schweinen, Schafen, Ziegen und Pferden freigesetzt werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Großvieheinheiten auf die Landkreise in Sachsen-Anhalt. Die Großvieheinheit ist eine in der Landwirtschaft gebräuchliche Umrechnungseinheit, um den Viehbesatz verschiedener Nutztiere pro Flächeneinheit vergleichen zu können. Sie wurde festgelegt auf ein Lebendgewicht von 500 kg.

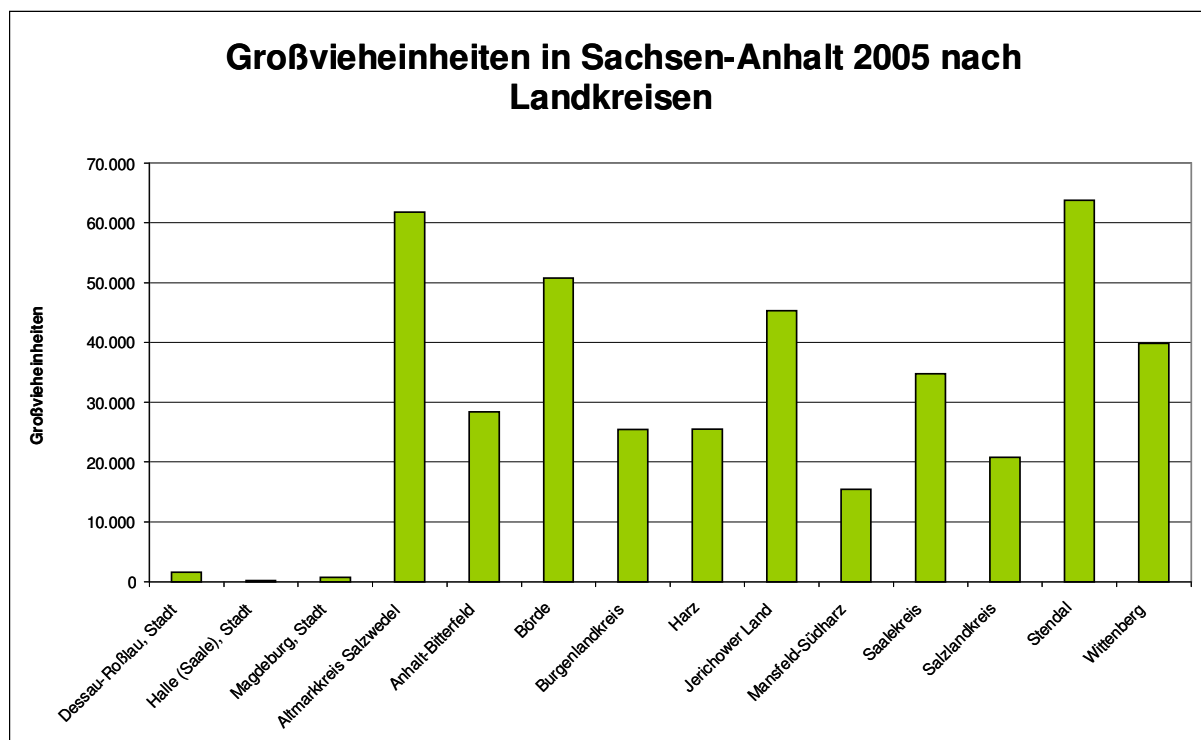


Bild 6-39: Großvieheinheiten in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen

Emissionen aus der tierischen Verdauung 2005	
Tierart	t CO ₂ -Ä.
Milchkühe	336.000
Sonstige Rinder	149.100
Schweine	23.100
Schafe	18.900
Ziegen	574
Pferde	10.500
Summe	538.174

Tabelle 6-11: Emissionen aus der tierischen Verdauung 2005

Die Emissionen aus der Verdauung erfolgt in Form von Methan (CH₄) mit einem Treibhausgaspotenzial von 21.

Der Großteil der Emissionen aus der tierischen Verdauung entfällt mit 90% auf die Rinderhaltung. Davon haben die Milchkühe einen Anteil von 62% (0,336 Mio. t CO₂-Ä/a) und die sonstigen Rinder von 28% oder 0,15 Mio. t CO₂-Ä/a. Schweine, 0,023 Mio. t CO₂-Ä/a, und Schafe, 0,019 Mio. t CO₂-Ä/a, verursachen jeweils 4% der Emissionen.

Die Pferdehaltung hat lediglich einen Anteil von 2% (0,010 Mio. t CO₂-Ä/a) an den Gesamtemissionen.

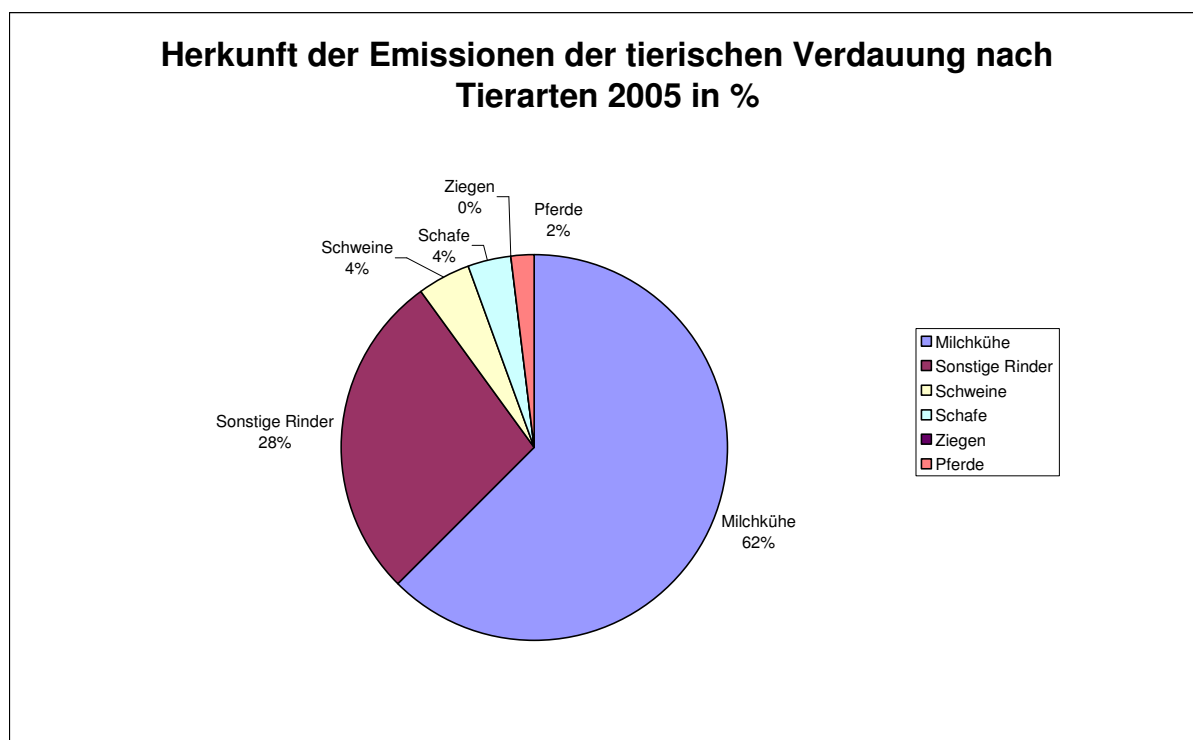


Bild 6-40: Herkunft der Emissionen der tierischen Verdauung nach Tierarten 2005

Die Höhe der Emissionen ist in den letzten Jahren leicht rückläufig, was hauptsächlich auf die gesunkene Zahl von in Sachsen-Anhalt gehaltenen Milchkühen zurückzuführen ist. Dieser erklärt sich durch die Steigerung der Milchleistung pro Kuh (siehe oben).

Hinter dem Bruch von 1990 zu 1991 steckt ein Rückgang von 272.400 gehaltenen Milchkühen auf 166.900 siehe Tabelle 6-7.

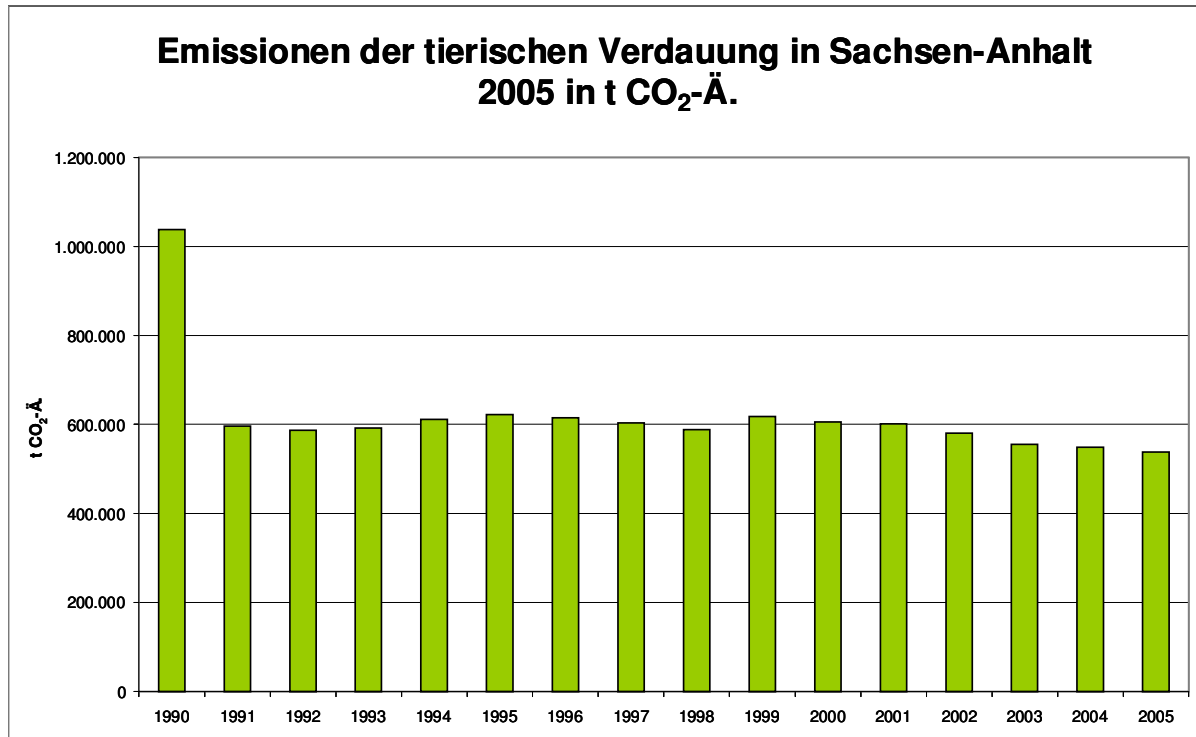


Bild 6-41: Emissionen der tierischen Verdauung in Sachsen-Anhalt 2005

6.2.4.2 Behandlung von Wirtschaftsdüngern (IPCC-Sektor 4 B)

Tierische Wirtschaftsdünger sind organische Substanzen wie Gülle, Jauche und Mist, die in der Tierhaltung anfallen und zur Düngung eingesetzt werden. Bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Stall oder außerhalb und beim Weidegang der gehaltenen Tiere werden unter anderem die Treibhausgase Methan und Lachgas (N₂O) freigesetzt.

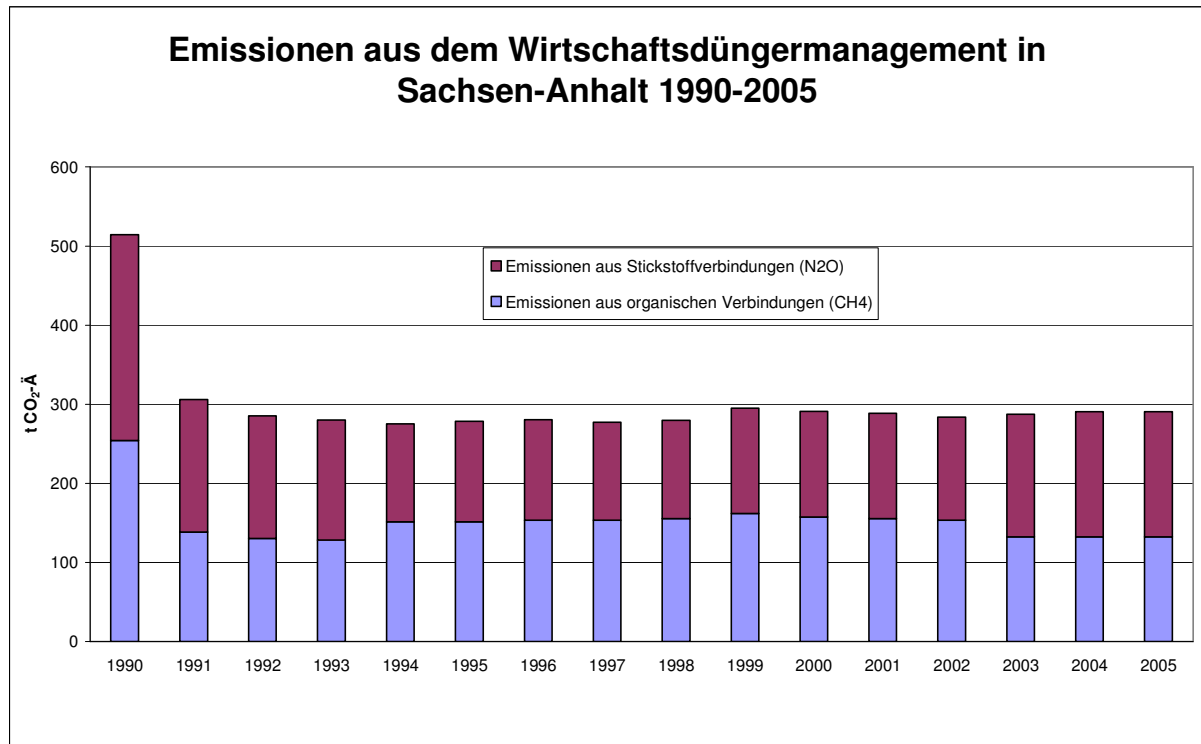


Bild 6-42: Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement in Sachsen-Anhalt 1990-2005 [FAL-2007]

Durch das Wirtschaftsdüngermanagement wurden im Jahr 2005 in Sachsen-Anhalt 0,132 Mio. t CO₂-Ä/a aus organischen Verbindungen (CH₄) und 0,158 Mio. t CO₂-Ä/a. aus Stickstoffverbindungen freigesetzt. Insgesamt entstanden also Emissionen von 0,29 Mio. t CO₂-Ä/a in diesem Sektor.

6.2.4.3 Landwirtschaftliche Böden (IPCC-Sektor 4 D)

Die Quellgruppe umfasst die direkten und indirekten Emissionen von Stickstoffverbindungen, sowie die Methan Konsumption der landwirtschaftlichen Böden.

Durch die mikrobielle Umsetzung von Stickstoffverbindungen (Nitrifikation und Denitrifikation) im Boden wird Lachgas emittiert. Je größer der Stickstoffeintrag in die Böden ist, desto höher werden die Emissionen.

Zu den direkten Stickstoffeinträgen zählen die Anwendung von Mineral- und Wirtschaftsdüngern, die Klärschlammasbringung, der Leguminosenanbau, die Einarbeitung von Ernterückständen in den Boden, sowie die Mineralisierung von Stickstoff bei der Bewirtschaftung organischer Böden.

Indirekte Lachgasemissionen entstehen durch die Auswaschung und den Oberflächenabfluss gedüngter Flächen.

In Sachsen-Anhalt entstanden in dieser Quellgruppe im Jahr 2005 direkte und indirekte Emissionen in Höhe von 2,19 Mio. t CO₂-Äquivalenten. Die Deposition von Methan in den Böden ist mit einer Senkenwirkung von 0,039 Mio. t CO₂-Ä. berücksichtigt.

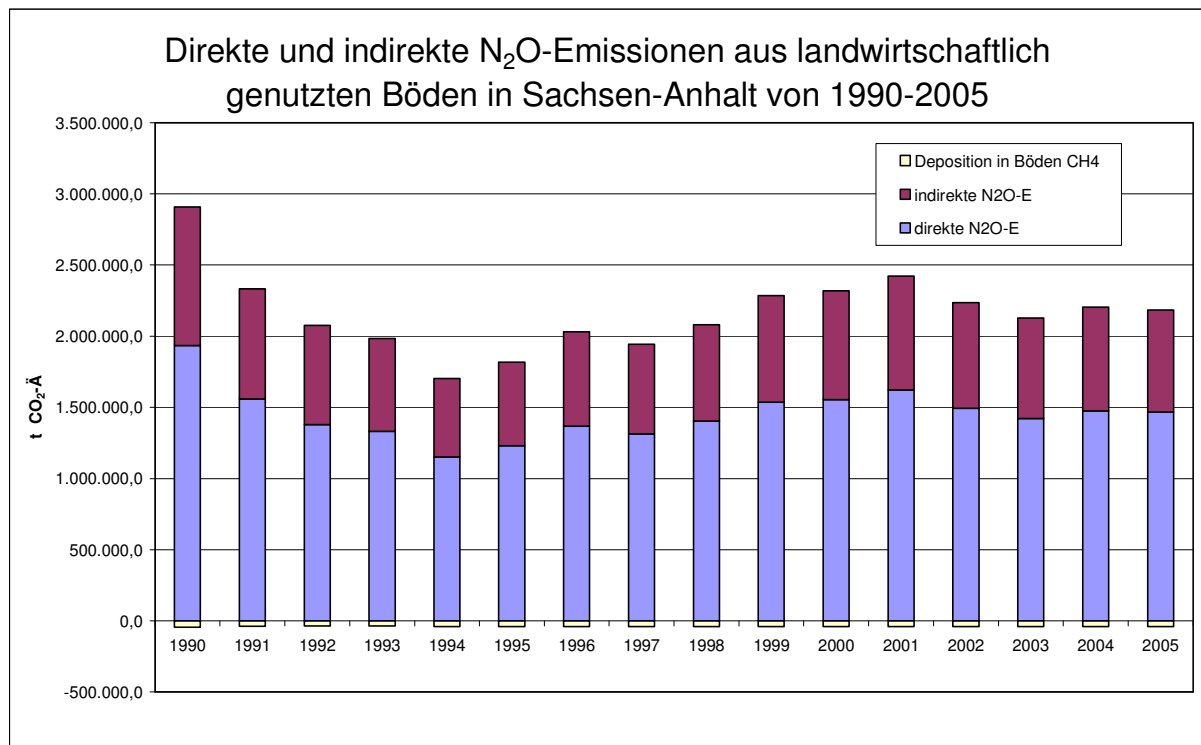


Bild 6-43: Direkte und indirekte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden in Sachsen-Anhalt von 1990-2005

6.2.5 Wald (IPCC-Sektor 5 A)

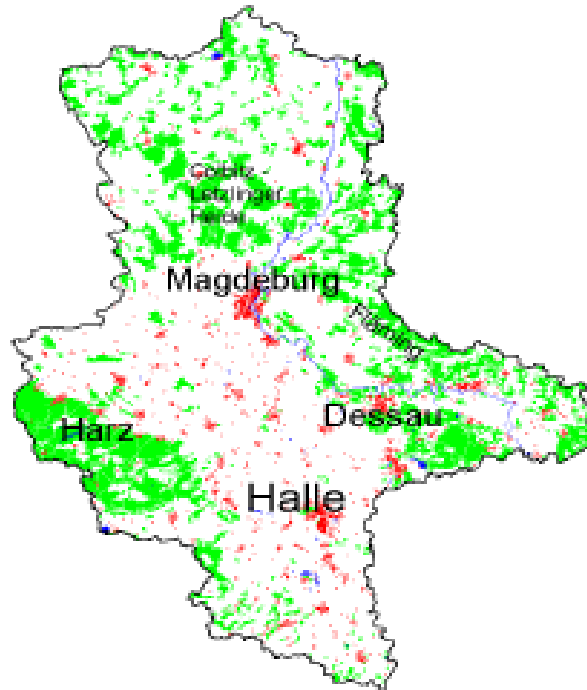


Bild 6-44: Waldverteilung in Sachsen-Anhalt [FAL-1999]

Von den 20.446 km² Sachsen-Anhalts sind etwa 4.760 km² bewaldet. Mit einem Waldanteil von 23 % gehört Sachsen-Anhalt zu den waldärmsten Bundesländern in Deutschland. Den höchsten Waldanteil hat mit 63 % der Fläche der Harz; in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft, wie beispielsweise der Magdeburger Börde, liegt er nur bei circa 6 %.

Die Bundeswaldinventur 2 (BWI 2) [BWI2-2004] hat zum Stichtag 01.10.2002 für den Gesamtwald von Sachsen-Anhalt einen Holzvorrat von 237 Vorratsfestmetern (Vfm) pro Hektar ermittelt. Sachsen-Anhalt liegt damit 26 % unter dem Durchschnitt der Bundesrepublik Deutschland von 320 Vfm/ha und ist somit das vorratsärmste Bundesland.

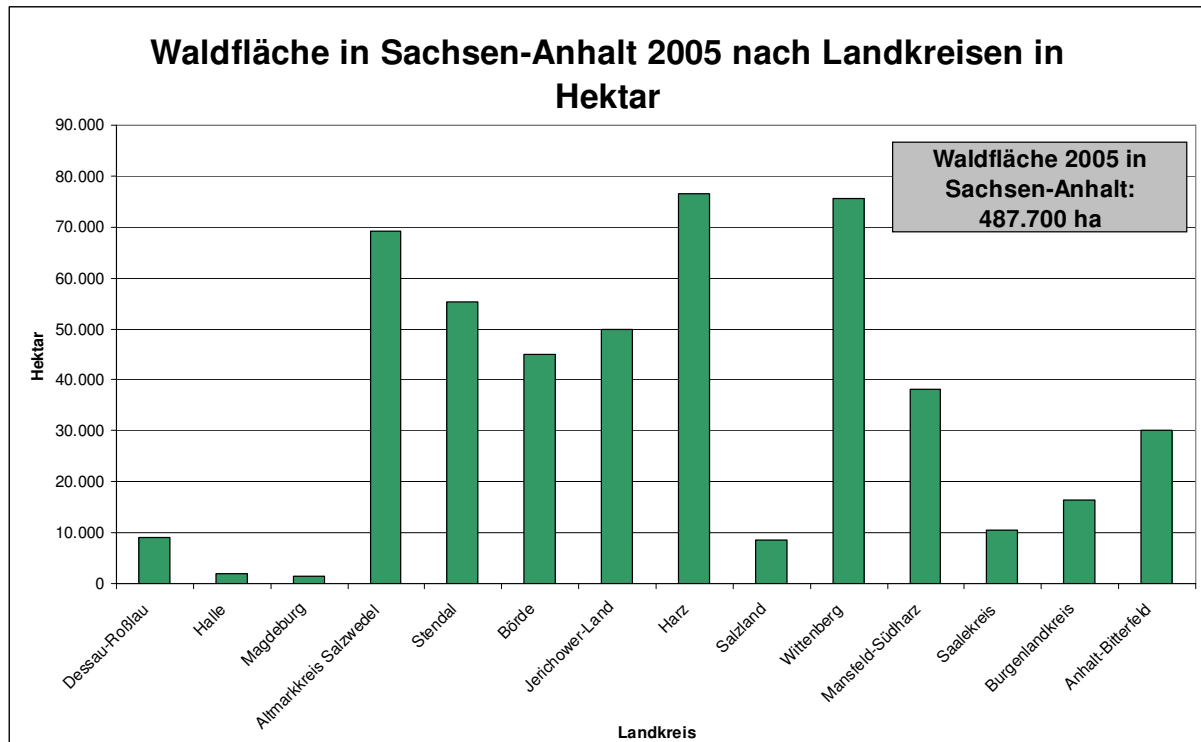


Bild 6-45 : Waldfläche in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen

Da die erste Bundeswaldinventur im Jahr 1987 durchgeführt wurde, ist die Datenlage in den neuen Bundesländern bezüglich der Waldentwicklung wesentlich schlechter als in den alten Bundesländern. Im Rahmen der Bundeswaldinventur 2 war es somit nicht möglich genaue Zuwachsraten zu bestimmen.

Durch einen Zuwachs von 6,5 Vfm/ha, dem nur eine Nutzung von 1,5 Vfm/ha entgegensteht wird der Holzbestand vergrößert. Dieser Zuwachs führt zu einer Senkenwirkung des Waldes, da das gebundene CO₂ mittel bis langfristig im Wald verbleibt. Für die Berechnung der Senkenwirkung des Waldes wurde angenommen, dass beim Wachstum eines Kubikmeters Holz eine Tonne CO₂ gespeichert wird.

Aus dem in der Bundeswaldinventur prognostizierten Zuwachs in Sachsen-Anhalt ergibt sich eine Senkenwirkung des Waldes von insgesamt 3,34 Mio t CO₂-Ä/a im Jahr 2005.

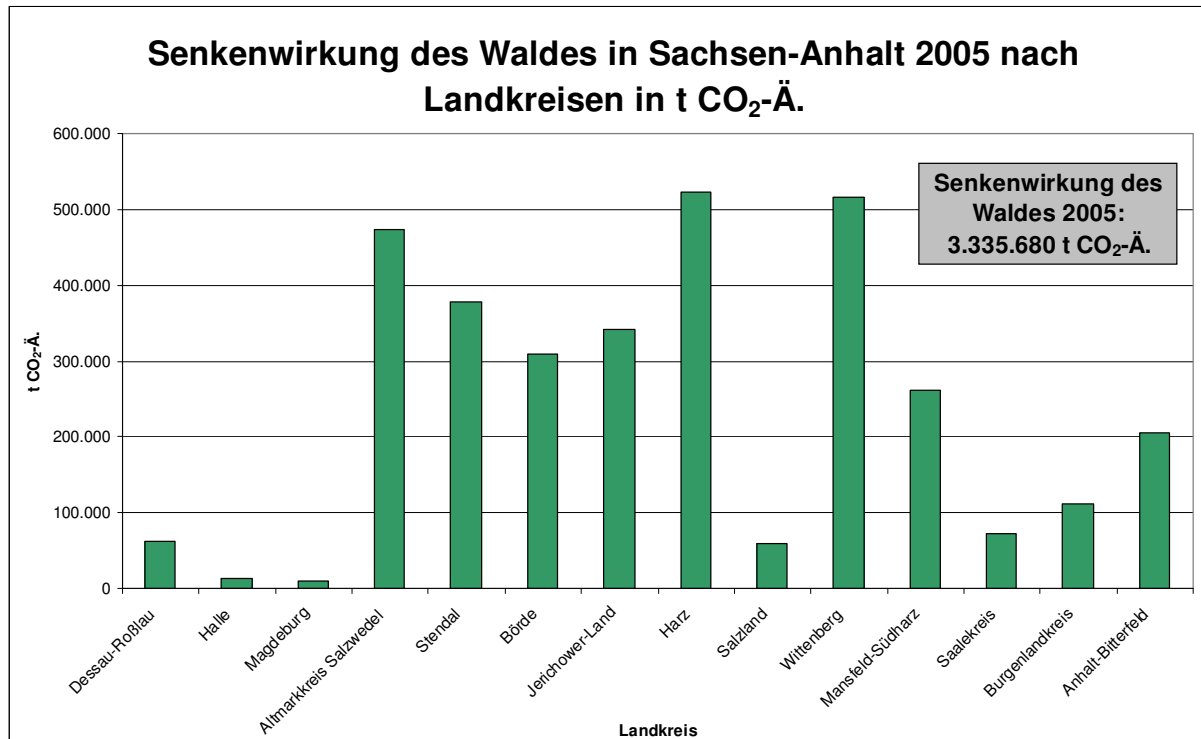


Bild 6-46 : Senkenwirkung des Waldes in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen

6.2.6 Deponien (IPCC-Sektor 6 A)

Durch den bakteriologischen und chemischen Abbau von Kohlenstoffverbindungen entstehen durch mikrobielle Umsetzung im anaeroben Milieu Methan und in aeroben Schichten Kohlendioxid. Die Gase diffundieren durch den Deponiekörper und gelangen, wenn sie nicht in Gasbrunnen gefasst werden, in die Atmosphäre. Existiert eine Gasfassung, wird ein Großteil des Methans gesammelt und einer Verwertung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zugeführt oder mit einer Fackel verbrannt. In der Regel liegt der Erfassungsgrad von Deponiegas bei Gasbrunnen zwischen 40 und 60%. Wenn die Deponie vollständig eingekapselt ist, können 90% des Gases gefasst werden. Die Deponiegasentwicklung ist von der Feuchte des Mülls abhängig. An Standorten, die durch sehr mächtige mineralische Schichten oder gas- und wasserundurchlässige Dichtungskomponenten abgeschlossen wurden, ist die Gasbildung aufgrund des Wassermangels schnell rückläufig. Es wird davon ausgegangen, dass sich nach etwa zwanzig Jahren das Methanbildungspotenzial einer Deponie erschöpft hat.

In Sachsen-Anhalt waren bereits einige Deponiebetreiber, die ein BHKW unterhielten, durch die fallenden Gasmengen oder der Verminderung des Methangehaltes gezwungen, die Anlage im Intervallbetrieb zu fahren oder sogar gänzlich abzuschalten. Das Landesamt für

Umweltschutz geht davon aus, dass im Jahr 2020 nur noch vier bis fünf Deponien aktive Gasfassungen betreiben werden.

Am 1. Juni 2005 ist die Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASi 2005) in Kraft getreten, die das Ablagern unvorbehandelter Abfälle auf Mülldeponien in Deutschland verbietet. Der deponierte Müll darf laut dieser Verwaltungsvorschrift seitdem nur noch einen geringen Restkohlenstoffgehalt aufweisen, der nur durch die thermische Verwertung oder die mechanisch-biologische Vorbehandlung erreicht werden kann. Dadurch werden in der Zukunft Emissionen aus Hausmülldeponien auf ein Minimum zurückgehen.

Das Landesamt für Umweltschutz hat 2004 Emissionsdaten für eine Berichterstattung an das europäische Schadstoffemissionsregister (EPER) erhoben und dem Umweltbundesamt übergeben [EPER-2004]. Neben den nach EPER erfassten Deponien gibt es noch weitere kleine oder bereits geschlossene Deponien. Deren Emissionen werden statistisch nicht erfasst, sie sind im Vergleich jedoch vernachlässigbar.

In Sachsen-Anhalt wurden 2005 aus elf untersuchten Hausmülldeponien insgesamt 1.507.317 t CO₂-Ä. freigesetzt. Die mit Abstand größte Deponie in Sachsen-Anhalt in Halle-Lochau hat daran einen Anteil von 51%.

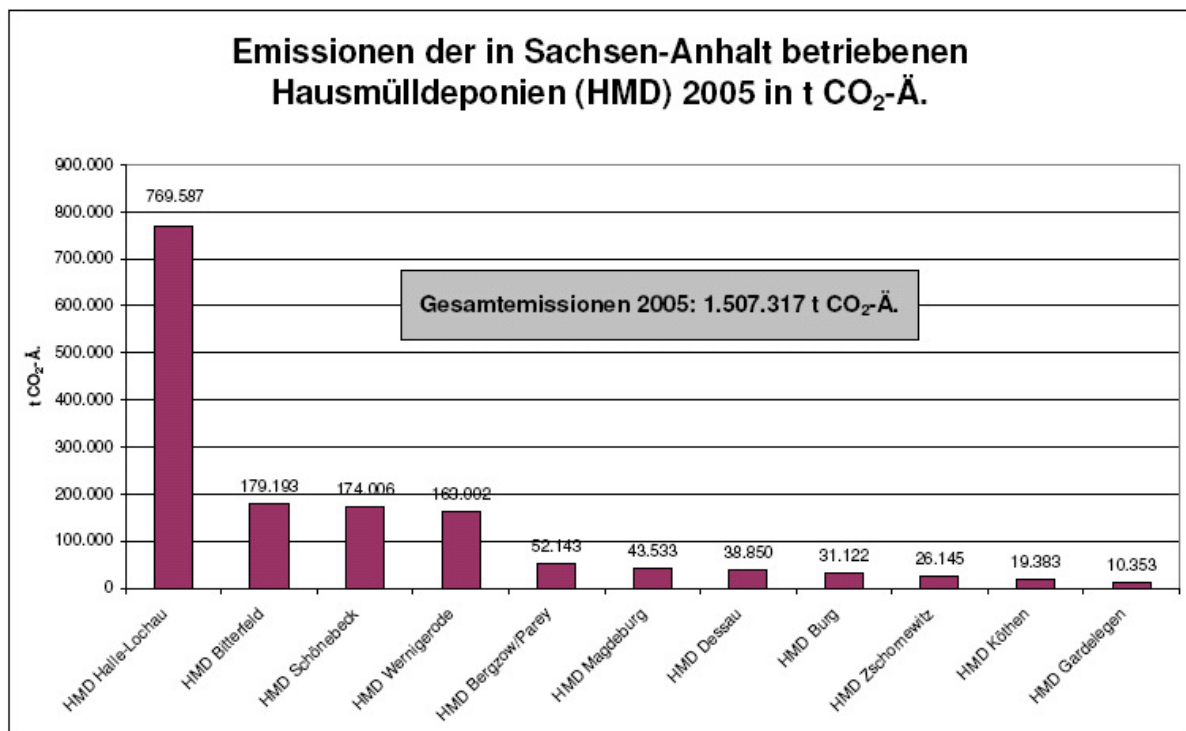


Bild 6-47 : Emissionen der betriebenen Hausmülldeponien in Sachsen-Anhalt 2005

6.2.7 Abwasser (IPCC-Sektor: 6 B)

Die kommunale Abwasserbehandlung erfolgt in Deutschland in Kleinkläranlagen unter aeroben Bedingungen. Da Methan nur in einem anaeroben Milieu entstehen kann, treten folglich keine Methanemissionen auf. Das bei der Klärschlammbehandlung entstehende Methan wird entweder im Kessel- oder BHKW-Anlagen genutzt.

Die Ausnahme bildet die Behandlung der Abwassermenge der Einwohner, die nicht an die Kanalisation, bzw. eine Kläranlage angeschlossen sind. Nach Angaben des statistischen Landesamtes lag der Anschlussgrad in Sachsen-Anhalt 2005 bei 84,6% der Bevölkerung. Das bedeutet, dass das Abwasser von 380.000 Einwohnern nicht geklärt wird. Die daraus maximal entstehenden Methanemissionen wurden nach der IPCC-Methode ermittelt. Die durchschnittliche organische Fracht pro Einwohner beträgt in Sachsen-Anhalt 60 g BSB₅.

Die Kennzahl BSB₅ gibt die Menge an Sauerstoff im mg/l an, welche Bakterien und andere Kleinstlebewesen in einer Wasserprobe im Zeitraum von 5 Tagen bei einer Temperatur von 20°C verbrauchen, um die organischen Wasserinhaltsstoffe aerob abzubauen. Somit ist der Sauerstoffbedarf ein indirektes Maß für die Summe aller biologisch abbaubaren organischen Stoffe im Wasser. Die IPCC gibt ein Methanbildungspotenzial von 0,6 kg Methan pro kg BSB₅ an. Des Weiteren wird eine Methankorrektur von 0,5 angenommen, da nicht davon auszugehen ist, dass die gesamte organische Fracht anaerob umgesetzt wird. Es ergeben sich nach dieser Rechenmethode Methanemissionen von 2.499 t pro Jahr, was einer Menge von 52.475 t CO₂-Ä. entspricht.

Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser werden nach der IPCC-Methode über die durchschnittliche Eiweißzufuhr pro Kopf bestimmt. Diese beträgt in Deutschland im Jahr 2005 97g pro Einwohner und Tag. Mittels eines Lachgasemissionsfaktors pro kg Stickstoff im Abwasser (0,01 kg N₂O-N//kg produziertes Abwasser-N) und dem Stickstoffanteil im Eiweiß (0,16 kg N/kg Eiweiß) können die N₂O-Emissionen berechnet werden. Für Sachsen-Anhalt ergeben sich Emissionen von 383 t Lachgas für das Jahr 2005. Das entspricht einer Menge von 118.823 t CO₂-Äquivalenten. Insgesamt verursacht die kommunale Abwasserbehandlung Emissionen in Höhe von 171.298 t CO₂-Äquivalenten. Das folgende Bild 6-48 zeigt die Emissionen aus der Abwasserbehandlung nach Landkreisen.

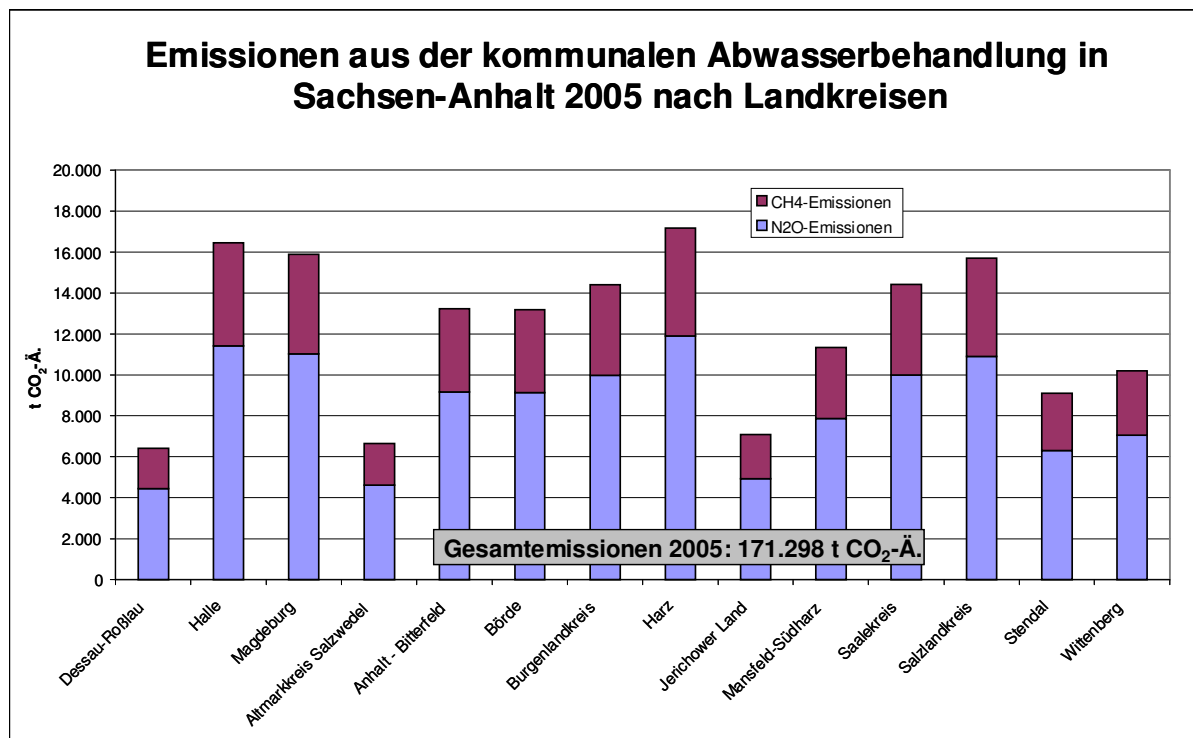


Bild 6-48 : Emissionen aus der kommunalen Abwasserbehandlung in Sachsen-Anhalt 2005 nach Landkreisen

6.2.8 Übersicht der nicht energiebedingten Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005

Die nicht energetisch bedingten Emissionen belaufen sich in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 auf insgesamt 9,1 Mio. t CO₂-Äquivalente. Die prozessbedingten Emissionen (3,7 Mio. t CO₂-Ä.) verursachen davon 40%. Fasst man die Sektoren 4 A, 4 B und 4 D zusammen, setzt die Landwirtschaft Emissionen in Höhe von 3 Mio. t CO₂-Ä. frei, was einem Anteil von 33% entspricht.

Nicht energiebedingte Emissionen 2005		Emissionen	Anteil
IPCC-Sektor	Sektorname	t CO ₂ -Ä.	%
2	Prozessbezogene Emissionen	3.670.000	40%
2 F	Verbrauch von HFC, PFC und SF ₆	727.928	8%
3 D	Sonstige N ₂ O-Emissionen	29.976	0%
4 A	Tierische Verdauung	538.174	6%
4 B	Düngermanagement	290.400	3%
4 D	Landwirtschaftliche Böden	2.145.600	24%
6 A	Deponien	1.507.317	17%
6 B	Abwasser	171.298	2%
	Summe	9.080.693	100%

Tabelle 6-12: Nicht energiebedingte Emissionen 2005

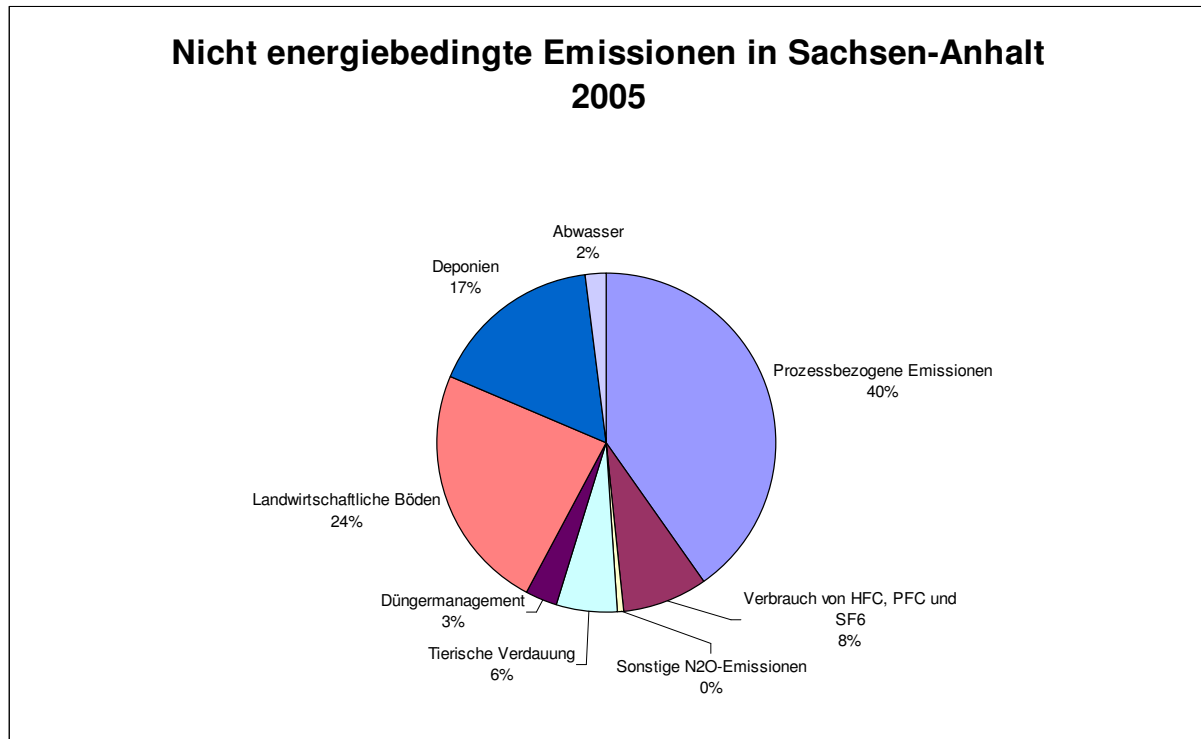


Bild 6-49: Nicht energiebedingte Emissionen in Sachsen-Anhalt 2005

6.3 Gesamtemissionen Sachsen-Anhalt

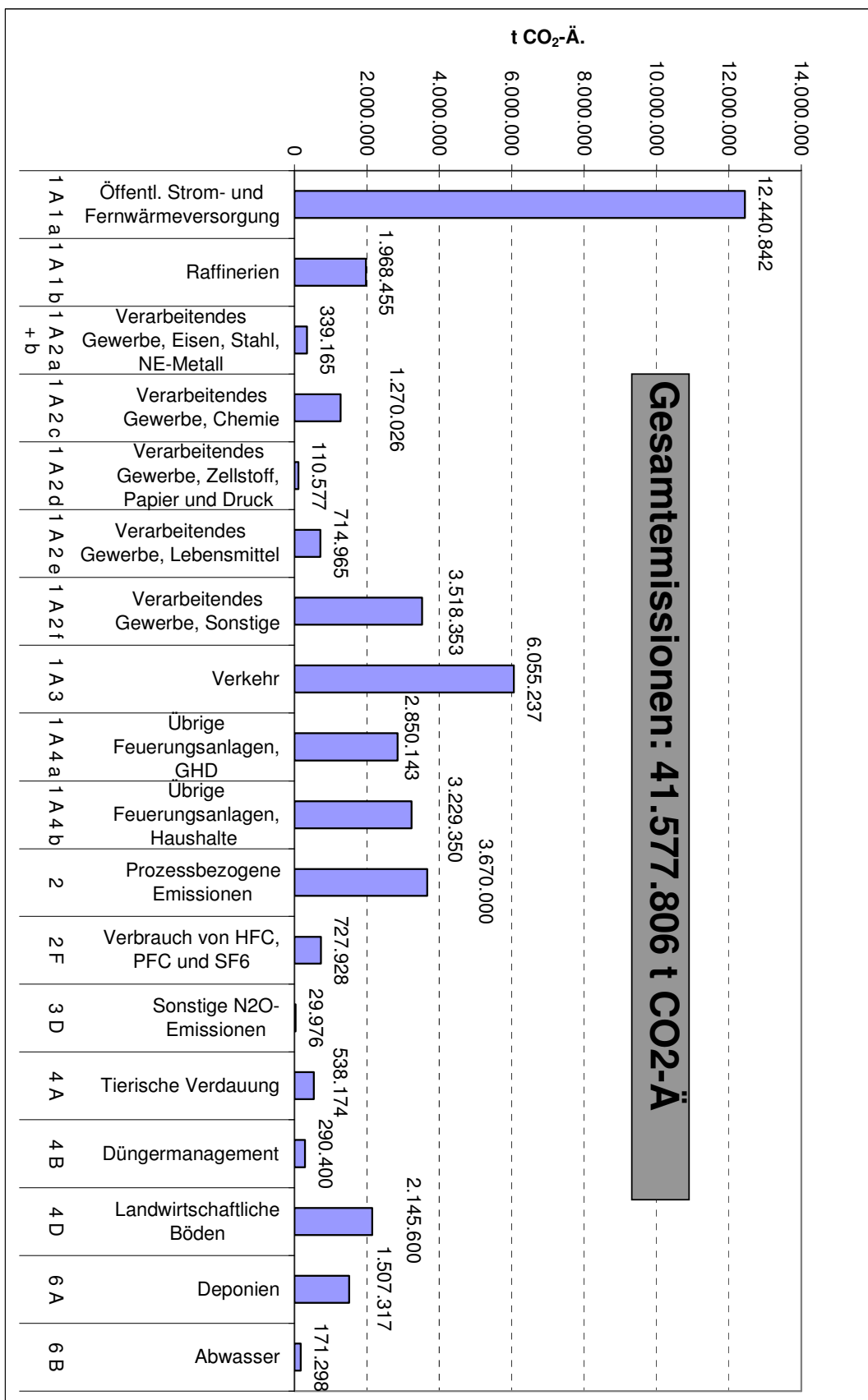
6.3.1 Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren

Fasst man die energiebedingten Emissionen mit 31.342.948 t CO₂-Ä. und die nicht energiebedingten Emissionen mit 9.080.693 t CO₂-Ä. zusammen, ergeben sich für das Land Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005 Gesamtemissionen in Höhe von 40.423.641 t CO₂-Äquivalenten. Über drei Viertel (77%) der Emissionen entfallen dementsprechend auf den Einsatz fossiler Brennstoffe im Bereich der energiebedingten Emissionen. Der IPCC-Sektor 1 A 1 a Öffentliche Strom- und Fernwärmeversorgung verursacht als größte Quelle 31% der Gesamtemissionen, gefolgt vom Bereich Verkehr mit 12%.

Bilanziert man im Verkehrsbereich nicht nur die verkauften Energiemengen, sondern die im Land verbrauchten Energiemengen (bottom-Up-Modell, siehe Kapitel 5.5.4), betragen die Gesamtemissionen 41.577.806 Mio. t CO₂-Ä. In den folgenden Kapiteln wird diese Bilanzierungslogik zugrunde gelegt.

Den Übersichten der beiden folgenden Abbildungen sind noch mal alle bilanzierten Quellen nach Sektoren, Emissionen und prozentualen Anteilen an den Emissionen zu entnehmen.

Bild 6-50: Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren



Übersicht aller Emissionen des Jahres 2005 in Sachsen-Anhalt nach Sektoren		Emissionen	Sektoren	Emissionen nach	Sektoren
		t CO ₂ -Ä.	anteil	Quellenbilanz	anteil
			%	t CO ₂	%
Energiebezogene Emissionen					
1 A 1 a	Öffentl. Strom- und Fernwärmeversorgung	12.440.842	30%	14.809.000	
1 A 1 b	Raffinerien	1.968.455	5%	*)	47%
1 A 2 a/b	Verarbeitendes Gewerbe, Eisen, Stahl, NE-Metall	339.165	1%		
1 A 2 c	Verarbeitendes Gewerbe, Chemie	1.270.026	3%		
1 A 2 d	Verarbeitendes Gewerbe, Zellstoff, Papier und Druck	110.577	0%		
1 A 2 e	Verarbeitendes Gewerbe, Lebensmittel	714.965	2%		
1 A 2 f	Verarbeitendes Gewerbe, Sonstige	3.518.353	8%	4.072.000	13%
1 A 3	Verkehr	6.055.237 **	15%	4.023.000	13%
1 A 4 a	Übrige Feuerungsanlagen, GHD	2.850.143	7%		
1 A 4 b	Übrige Feuerungsanlagen, Haushalte	3.229.350	8%	4.942.000	16%
Nicht energiebezogene Emissionen					
2	Prozessbezogene Emissionen	3.670.000	9%	3.670.000	12%
2 F	Verbrauch von HFC, PFC und SF6	727.928	2%		0%
3 D	Sonstige N2O-Emissionen	29.976	0%		0%
4 A	Tierische Verdauung	538.174	1%		0%
4 B	Düngermanagement	290.400	1%		0%
4 D	Landwirtschaftliche Böden	2.145.600	5%		0%
6 A	Deponien	1.507.317	4%		0%
6 B	Abwasser	171.298	0%		0%
	Summe	41.577.806	100%	31.516.000	100%

*) STALA führt Industriekraftwerke unter 1A1, IPCC unter 1A2

**) Verkehrsbilanzierung nach bottom-up Modell (siehe Kap. 6.1.8)

Bild 6-51: Übersicht aller untersuchten Quellen 2005

Im Bild 6-51 ist die Übersicht der untersuchten Quellen dargestellt. Die Quellen wurden nach den IPCC Sektoren aufgeteilt. Daher ergeben sich Verschiebungen im Vergleich zu den Sektoren nach denen das Statistische Landesamt (STALA) die Daten erhebt. Im Sektor Umwandlung führt das STALA die IPCC Sektoren 1A1 a + b sowie die Industriekraftwerke, die nach IPCC in den Sektoren 1A2 enthalten sind. Die vom STALA nicht erfassten Emissionen nach IPCC Sektor 2 F und folgende werden vom STALA nicht erfasst. Das STALA erfasst die CO₂ Emissionen, jedoch keine CO₂-Äquivalente daher ist der direkte Vergleich nicht möglich. Der Unterschied zwischen den energiebedingte Emissionen 2005 nach STALA von 27,8 Mio. t CO₂ zu den energiebedingte Emissionen 2005 incl. Vorketten von 32,5 Mio. t CO₂-Ä beträgt rd. 17%. Diese durchschnittlich rd. 17% sind bedingt durch den Anteil der Vorketten, die sich jedoch je Sektor und Brennstoff deutlich unterscheiden, und die andere Bilanzierung der Verkehrsemissionen nach bottom-up-Modell entsprechend der verbrauchten Treibstoffmengen (siehe Kapitel 6).

6.3.2 Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen mit den Ist-Emissionen 2005

Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Im Klimaschutzkonzept für Sachsen-Anhalt aus dem Jahr 1997 wurden für den Sektor Haushalte und Kleinverbraucher (HuK) Emissionen in Höhe von 15.300.000 t CO₂-Ä. prognostiziert. Heutzutage ist es üblich die Sektoren Haushalte und GHD getrennt zu betrachten und nicht mehr zum Sektor HuK zusammenzufassen. Um die 1997 prognostizierten Emissionen und die heutigen vergleichen zu können, wurden die Emissionen der Haushalte und des Sektors GHD addiert.

In der Grafik Bild 6-52 sind die verursacherbezogenen Emissionen abgebildet, was bedeutet, dass die Sekundäremissionsträger Strom und Fernwärme auch bei der Ermittlung der Höhe der Emissionen berücksichtigt werden. Zu den Emissionen der Quellenbilanz der Haushalte kommen weitere Emissionen in Höhe von 2.382.149 t CO₂-Ä. bedingt durch Stromverbrauch und 409.325 t CO₂-Ä durch den Fernwärmeeinsatz hinzu (siehe Tabelle 6-13) und zu der Quellenbilanz des Sektors GHD kommen 2.021.728 t CO₂-Ä aus Strom und 251.065 t CO₂-Ä aus Fernwärme hinzu. Die Quellenbilanz wurde berechnet aus dem Endenergieeinsatz in den Sektoren aus der Energiebilanz umgerechnet auf die CO₂-Äquivalente mit den Umrechnungsfaktoren siehe Kapitel 6.1.

Emissionen Endenergieverbrauch Haushalte			
Energieträger	Energieeinsatz	Emissionsfaktor	Emissionen
	GWh	g CO ₂ -Ä./kWh	t CO ₂ -Ä.
Strom	3.809	625,4	2.382.149
Fernwärme	2.339	175	409.325
Quellenbilanz			3.229.350
Gesamtemissionen			6.020.823

Emissionen EEV Gewerbe, Handel, Dienstleistungen			
Energieträger	Energieeinsatz	Emissionsfaktor	Emissionen
	GWh	g CO ₂ -Ä./kWh	t CO ₂ -Ä.
Strom	3.233	625,4	2.021.728
Fernwärme	1.435	175	251.065
Quellenbilanz			2.850.143
Gesamtemissionen			5.122.937

Tabelle 6-13: Emissionen Endenergieverbrauch

Der Vergleich ergibt, dass die 1997 prognostizierten Emissionen mit 15.300.000 t CO₂-Ä. um 27% gegenüber den Ist-Emissionen (11.143.760 t CO₂-Ä.) im Jahr 2005 zu hoch ausfallen. Begründet ist der stärkere Rückgang der Emissionen sowohl durch den

Bevölkerungsrückgang als auch durch den stärkeren Ersatz alter ineffizienter Heizungsanlagen.

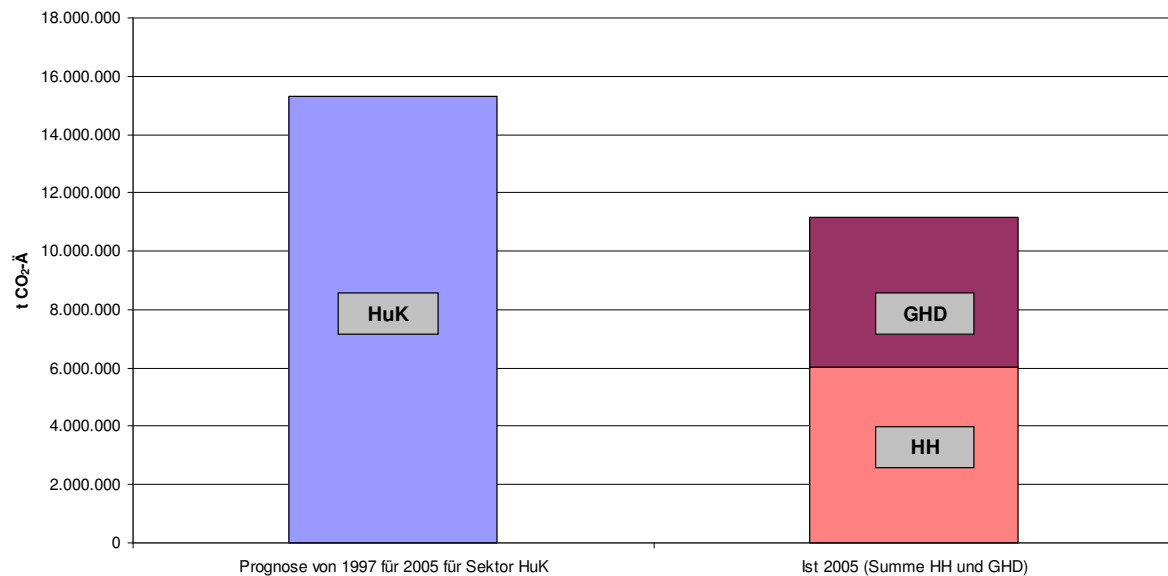


Bild 6-52: Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen der Sektoren Haushalte und GHD mit dem Ist 2005

Industrie

Zu der für den Endenergieverbrauch der Industrie ermittelten Quellenbilanz müssen für die Vergleichbarkeit der Prognosewerte noch die Emissionen der Sekundärenergieträger Strom und Fernwärme hinzugerechnet werden. Auf den Stromeinsatz der Industrie sind im Jahr 2005 in Sachsen-Anhalt Emissionen in Höhe von 4.893.427 t CO₂-Ä. zurückzuführen. Der Fernwärmeverbrauch zieht Emissionen in Höhe von 630.093 t CO₂-Ä. nach sich. Insgesamt ergeben sich also für die Verursacherbilanz der Industrie Emissionen in Höhe von 9.915.592 t CO₂-Ä. für das Jahr 2005.

Emissionen Endenergieverbrauch Industrie			
Energieträger	Energieeinsatz	Emissionsfaktor	Emissionen
	GWh	g CO ₂ -Ä./kWh	t CO ₂ -Ä.
Strom	7.824	625,4	4.893.427
Fernwärme	3.601	175	630.093
Quellenbilanz			4.392.072
Gesamtemissionen			9.915.592

Tabelle 6-14: Emissionen Endenergieverbrauch Industrie

Im Klimaschutzkonzept von 1997 wurden die Emissionen aus dem Endenergieverbrauch der Industrie in Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005 auf 14.500.000 t CO₂-Ä. prognostiziert. Das Ist 2005 fällt mit 9.915.592 t CO₂-Ä. um 32% geringer aus. Die Ursache der Differenz ist hauptsächlich durch die schlechte Entwicklung der Industrie und durch den deutlich stärkeren Ersatz der alten ineffizienten Feuerungsanlagen begründet.

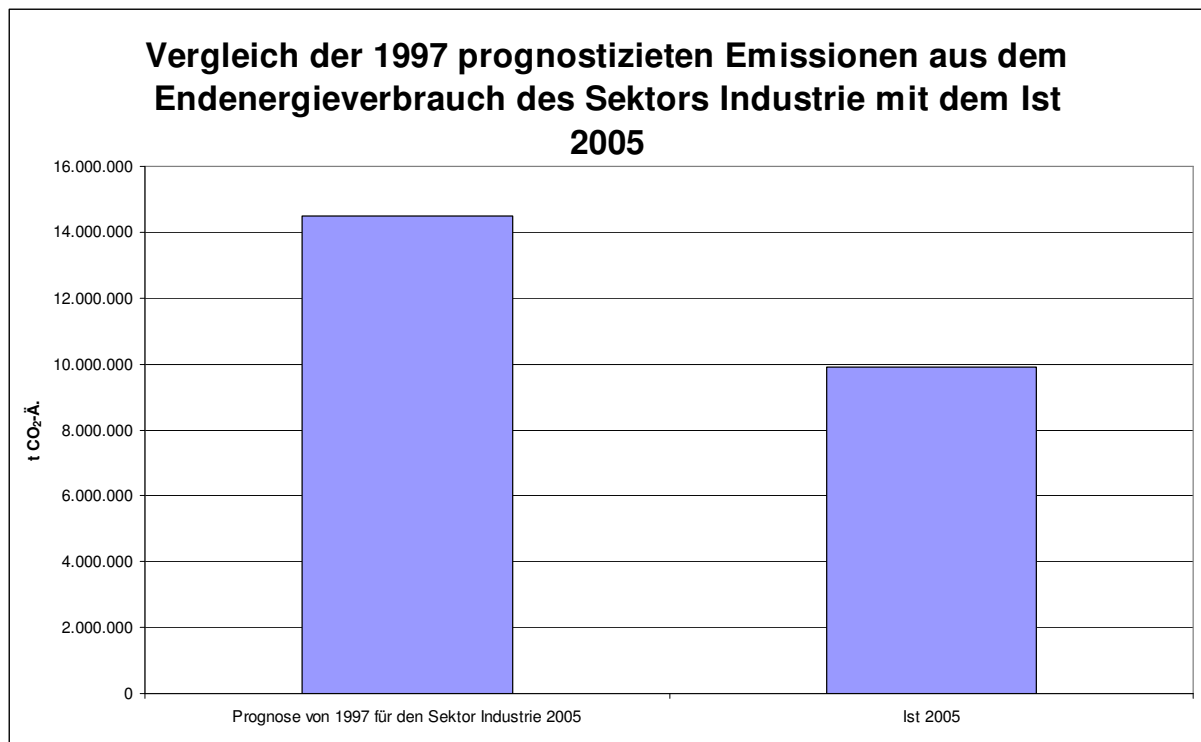


Bild 6-53: Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen aus dem Endenergieverbrauch des Sektors Industrie mit dem Ist 2005

Verkehr

Im Klimaschutzkonzept von 1997 wurden die Emissionen aus dem Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr in Sachsen-Anhalt für das Jahr 2005 auf 8.333.000 t CO₂-Ä. prognostiziert. Das Ist 2005 fällt mit 6.055.237 t CO₂-Ä. um 27% geringer aus. Hauptunterschied ist die unterschiedliche Betrachtung der weiteren Schadstoffe (N₂O und CH₄) neben dem energiebedingten Klimagas CO₂. Insbesondere, da der Endenergiebedarf nur mit einer Abweichung von 4,3 % abgeschätzt wird, siehe

Bild 5-23.

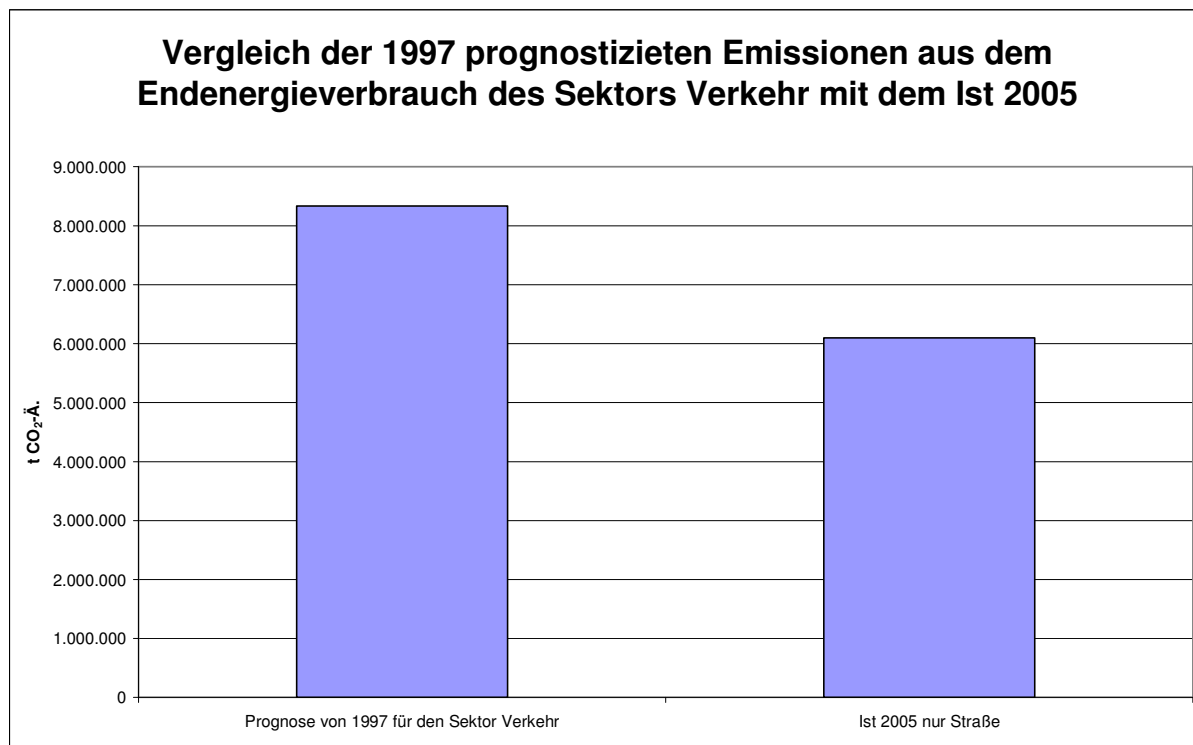


Bild 6-54: Vergleich der 1997 prognostizierten Emissionen aus dem Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr mit dem Ist 2005

7 Trendszenarien der einzelnen Verbrauchssektoren von 2005 - 2020

7.1 Erläuterung der Methodik

Ausgehend von dem energetischen und ökologischen IST-Zustand des Jahres 2005 in den einzelnen Verbrauchssektoren wird im Folgenden die voraussichtliche Entwicklung in Sachsen-Anhalt anhand heute bereits feststellbarer Trends auf der Bedarfs- und Angebotsseite (Bevölkerungsrückgang, Stadtumbau Ost, Bau von Müllverbrennungsanlagen etc.) analysiert. Darauf aufbauend wird dann in Kapitel 8 dargestellt, mit welchen Maßnahmen das Land Sachsen-Anhalt weitere Verbesserungen in der Öko-Bilanz erzielen kann und mit welchen Kosten dies verbunden sein wird.

7.2 Sektor Haushalte

7.2.1 Raumwärme und Warmwasser

7.2.1.1 Ausgangslage und Einflussgrößen bis 2020

Bei der Erstellung des Trendszenarios des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs der Haushalte wurden folgende Aspekte berücksichtigt, die in diesem Abschnitt näher erläutert werden:

- Demografische Entwicklung
- Wohnflächenentwicklung pro Haushalt/Leerstandsquote
- Baualtersklassen der Gebäude
- Wohnflächen nach Baualtersklassen
- Zubauquote
- Abbruchquote nach Altersklassen
- Energieverbrauch nach Gebäudealtersklassen
- Sanierungsquote nach Altersklassen
- Sanierungseffizienz nach Altersklassen
- Beheizungsstruktur
- Entwicklung des Nutzungsgrades der Energieträger
- Endenergiebedarf Warmwasser

Auf die demografische Entwicklung in Sachsen-Anhalt wurde unter Kapitel 4.2 bereits ausführlich eingegangen. Auch diesem Trendszenario liegt die „4. Regionalisierte Bevölkerungsprognose Sachsen-Anhalt 2005-2025“ des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt zugrunde.

Die zum 31.12.2005 verfügbare Wohnfläche in Sachsen-Anhalt gibt das Statistische Landesamt mit 97,8 Millionen Quadratmetern an. Daraus leitet sich die personenspezifische Wohnfläche je Einwohner ab, die bestimmt wird durch die insgesamt zur Verfügung stehende Wohnfläche geteilt durch die Einwohnerzahl.

Da nicht alle verfügbaren Wohnungen bewohnt sind, muss eine Leerstandsquote berücksichtigt werden, die dem verringerten Heizwärmebedarf leer stehender Wohnungen Rechnung trägt.

Die unternehmerische Wohnungswirtschaft ist in Sachsen-Anhalt im Verband der Wohnungswirtschaft Sachsen-Anhalt e.V. (vdw) und dem Verband der Wohnungsgenossenschaften e.V. (vdwg) organisiert. Die in diesen Verbänden in den Rechtsformen der Wohnungsgesellschaft und Wohnungsgenossenschaft vertretenen rund 210 Wohnungsunternehmen verwalteten und bewirtschafteten zum Ende des Jahres 2006 zusammen 405.000 Mietwohnungen. Dies entspricht einem Marktanteil von 61,4% am Mietwohnungsbestand in Sachsen-Anhalt. Die Leerstandsquote des Verbandes der Wohnungswirtschaft Sachsen-Anhalt e.V. beläuft sich nach der Presseerklärung vom 07.06.2007 auf 18,8% und die des Verbandes der Wohnungsgenossenschaften e.V. auf 12,9%. Für beide Verbände zusammen ergibt sich eine Leerstandsquote von 16,2% für das Jahr 2006.

ENERKO geht davon aus, dass die Relation von vermieteten zu unvermieteten Wohnungen auf dem restlichen Mietwohnungsmarkt gleich verteilt ist. Über den Leerstand von Eigentumswohnungen liegen keine Daten vor, es wird aber angenommen, dass die Leerstandsquote in diesem Bereich etwas geringer ist.

Für die vorliegende Prognose wird eine Leerstandsquote von 15% über den Betrachtungszeitraum hinweg für das gesamte Bundesland Sachsen-Anhalt angenommen.

Es ergibt sich also für das Bundesland Sachsen-Anhalt insgesamt eine bewohnte Fläche von 83,13 Millionen Quadratmetern.

Die zukünftige Entwicklung der Wohnfläche pro Einwohner ist von sehr vielen unterschiedlichen Faktoren abhängig, von denen die wichtigsten im Folgenden erläutert werden:

- Der teilweise drastische Bevölkerungsrückgang ist der wichtigste Einflussfaktor. Immer weniger Leute werden in Zukunft Wohnraum nachfragen. Wenn also der verfügbare Wohnraum nicht durch Maßnahmen wie den Stadtumbau Ost proportional zur

Bevölkerung abnimmt, wird notgedrungen entweder die Leerstandsquote oder der pro Einwohner bewohnte Wohnraum steigen.

-
- In den folgenden Jahren ist damit zu rechnen, dass die Zahl der Haushalte, trotz sinkender Bevölkerung, steigen wird. Hauptursachen sind die fortschreitende Singularisierung und die Alterung der Bevölkerung.
- Kohorteneffekt: Der Kohorteneffekt ist eine wichtige Größe für die Beurteilung von Unterschieden zwischen den Altersgruppen. In Zukunft wird es mehr Familien gelingen, Wohneigentum zu bilden oder Einfamilienhäuser zu beziehen.
- Remanenzeffekt: Der Remanenzeffekt beschreibt die Tatsache, dass Haushaltsgründer trotz des Auszugs der erwachsenen Kinder aus dem gemeinsamen Haushalt oder dem Tod des Partners weiter in der gleichen Wohnung bleiben und nicht in eine kleinere umziehen. In diesem Fall steigt der pro Person beanspruchte Wohnraum erheblich.

Ausgangspunkt für die Energiebedarfsprognose der Haushalte bis ins Jahr 2020 sind die Daten der Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) von 1995 des statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt, da hier letztmalig die Baujahre der Gebäude in Sachsen-Anhalt erfasst wurden. Die Baualtersstruktur wurde in der GWZ in acht verschiedene Baualtersklassen unterteilt, die der untenstehenden Tabelle zu entnehmen sind.

Baualtersklasse	Baujahr
1	bis 1900
2	1901-1918
3	1919-1948
4	1949-1968
5	1969-1981
6	1982-1987
7	1988-1990
8	1991 und später

Tabelle 7-1: Baualtersklassen nach der Gebäude- und Wohnungszählung

Diese acht Baualtersklassen wurden in vier Klassen zusammengefasst, wobei innerhalb einer Klasse ein konstantes Bauvolumen pro Jahr unterstellt wurde. Für Sachsen-Anhalt ergibt sich dann für 1995 folgende Wohnflächenverteilung:

Für jeden Landkreis und jede kreisfreie Stadt wurde anhand der GWZ-Daten die jeweilige Altersstruktur der Gebäude bestimmt. Tabelle 7-2 verdeutlicht, dass 35 % der Gebäude in Sachsen-Anhalt vor dem Ende des Ersten Weltkrieges gebaut wurden.

Gebäudealtersstruktur 1995/ Struktur Wohnfläche 1995		
	%	Mio. m ²
vor 1918	35%	30,4
1919-1948	21%	18,1
1949-1978	25%	21,7
1979-1995	19%	16,3
SUMME	100%	86,6

Tabelle 7-2: Gebäudealterstruktur und Wohnfläche 1995

Das hier eingesetzte Prognosemodell zur Berechnung der Wohnflächenentwicklung in jedem Landkreis setzt auf dem Stand von 1995 mit der entsprechenden Klassenverteilung der Baualtersklassen auf.

Da das Statistische Landesamt Sachsen-Anhalt die Wohnfläche der einzelnen Landkreise im Jahr 2005 veröffentlicht hat, ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Wert aus dem Jahr 2005 und 1995 der Zubau an Gebäuden in dieser Zeit.

Die Zubauquote von 1995 bis 2005 wurde individuell für jeden Landkreis so angepasst, dass die Wohnfläche im Jahr 2005 dem vom Statistischen Landesamt veröffentlichten Wert entspricht. Der in Tabelle 7-3 aufgeführte Faktor bezieht sich auf die Bauleistung der letzten in der Gebäude- und Wohnungszählung erfassten Periode 1979-1995. Die Faktoren für die Perioden 2006-2015 und 2015 und später sind niedrig angesetzt, da damit zu rechnen ist, dass die Bauleistung in Zukunft aufgrund des demografischen Wandels und der hohen Leerstandsquote zurückgehen wird.

Zubauquote Wohnfläche		
	Faktor	Bauleistung
		100 m ² /a
1995-2005	1,5	545
2006-2015	0,8	272
nach 2015	0,5	182

Tabelle 7-3: Zubauquote Wohnfläche eines Landkreises

Der Abriss von Gebäuden wird in einer für die jeweilige Altersklasse festgelegten Abbruchquote berücksichtigt

Abbruchquote nach Altersklasse	
	bis 2020
vor 1918	0,8%
1919-1948	0,7%
1949-1978	0,5%
1979-1995	2,0%
1995-2007	0,0%

Tabelle 7-4: Abbruchquote nach Altersklasse

Ausgehend von den Daten der Gebäude- und Wohnungszählung 1995 und den vom Statistischen Landesamt veröffentlichten Daten ergibt sich unter den oben beschriebenen Annahmen für das Jahr 2005 folgende Gebäudealtersstruktur für Sachsen-Anhalt.

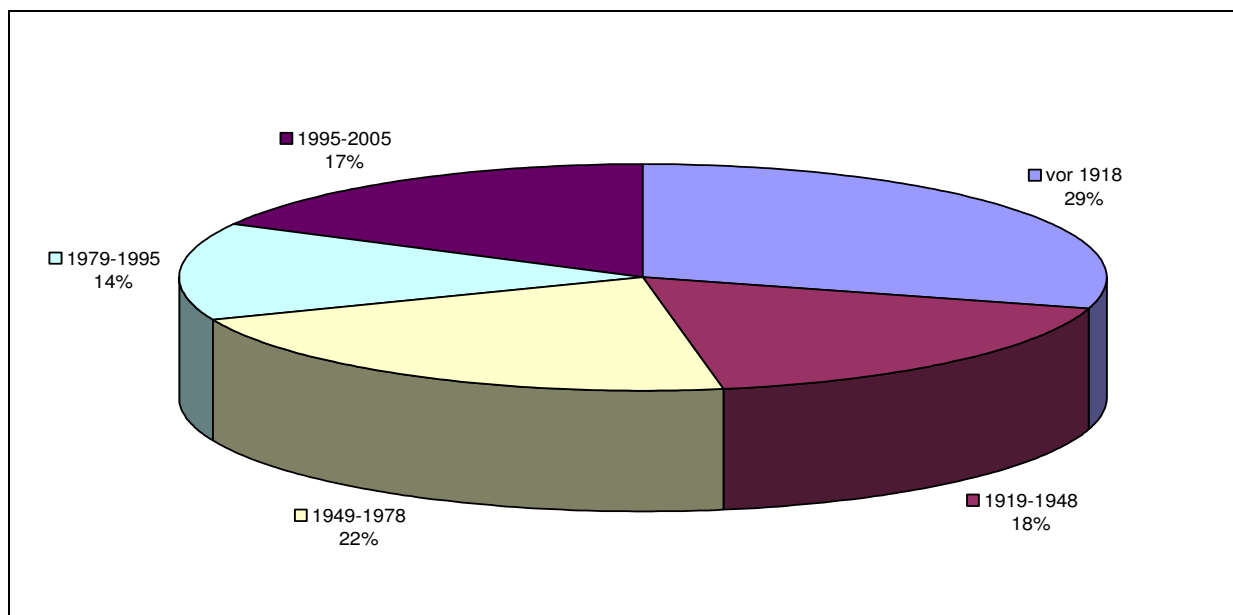


Bild 7-1: Gebäudealtersstruktur in Sachsen-Anhalt 2005

Die Modernisierung / Renovierung von Gebäuden wird über eine energetische Sanierungsquote berücksichtigt, die mit 1,5% pro Jahr angenommen wurde. Da aber nicht bei jedem Gebäude alle theoretisch möglichen Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt werden, wird mit der Sanierungseffizienzquote berücksichtigt, wie viel Prozent der theoretisch möglichen Einsparungen tatsächlich erzielt werden.

Energieverbrauch & Sanierung nach Altersklassen				
Baualterklasse	Heizenergieverbrauch	Sanierungsquote	Sanierungseffizienz	Anteil saniert (1995)
	kWh/m ²	%	%	%
vor 1918	176	1,5%	40%	20%
1919-1948	176	1,5%	40%	20%
1949-1978	147	1,5%	30%	15%
1979-1995	112	1,5%	30%	0%
1995-2007	70	1,5%	20%	0%
2008-2015	42	0%	0%	0%
ab 2016	28	0%	0%	0%

Tabelle 7-5: Energieverbrauch und Sanierung nach Altersklasse

Der Heizenergiebedarf in Kilowattstunden je Quadratmeter ist ebenfalls für jede Baualterklasse der Tabelle zu entnehmen. Die strengen Vorgaben der Energieeinsparverordnung wurden im Heizenergieverbrauch der zukünftigen Baualterklassen berücksichtigt.

Die Daten zur Beheizungsstruktur der einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte wurden dem Endbericht Energie- und Emissionskataster Sachsen-Anhalt für die Emittentengruppe „Nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen“ entnommen. Dieser Bericht wurde im Jahr 2000 durch die Arbeitsgemeinschaft des Ingenieurbüros für Energie und Klimaschutz (IfEK) und der Wärmetechnik und Umweltschutz GmbH (WTU) im Auftrag des Ministeriums für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt erstellt und enthält eine Prognose zur Beheizungsstruktur und zum Endenergieverbrauch im Jahr 2005 [IfEK-2000].

Aufgrund großer Differenzen des Endenergieverbrauchs zwischen dem Energie- und Emissionskataster und der Energiebilanz 2005 musste eine Anpassung erfolgen. Im Energie- und Emissionskataster wurde für 2005 ein Endenergieverbrauch (mit Heizstrom) der Haushalte von 20.744 GWh prognostiziert. In der Energiebilanz für 2005 ist aber lediglich ein Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser von 14.386 GWh ausgewiesen.

Da eine Regionalisierung der Daten auf Landkreisebene über die Energiebilanz nicht möglich war, wurden zunächst die prozentualen Anteile der Energieträger nach der alten Beheizungsstruktur auf Landesebene ermittelt. Anhand der Prozentzahlen wurde der in der Energiebilanz ausgewiesene Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser auf die Energieträger umgelegt. Aus der sich ergebenden Differenz zu den Anteilen der Energieträger laut Energiebilanz wurde die Veränderung in der Beheizungsstruktur bestimmt. Über die prozentualen Anteile eines Landkreises am Gesamtverbrauch des Landes wurde für jeden Energieträger der Verbrauch nach der Energiebilanz angepasst. Aus dem sich ergebenden Gesamtenergieverbrauch eines Landkreises und den eingesetzten Energieträgern ließ sich dann die neue Beheizungsstruktur bestimmen.

Beheizungsstruktur nach Landkreisen 2005							
Landkreis	Fernwärme	Erdgas	Heizöl	Heizstrom	Steinkohle	Braunkohle	Erneuerbare
Dessau-Roßlau	26%	58%	13%	1%	0,6%	0,7%	0,9%
Halle	34%	57%	6%	0%	0,7%	0,7%	1,0%
Magdeburg	15%	72%	10%	1%	0,5%	0,5%	0,7%
Altmarkkreis	13%	64%	20%	1%	0,5%	0,6%	0,8%
Anhalt-Bitterfeld	18%	47%	31%	2%	0,5%	0,5%	0,7%
Börde	7%	69%	22%	1%	0,5%	0,5%	0,7%
Burgenlandkrei s	14%	43%	41%	1%	0,6%	0,7%	0,9%
Harz	13%	62%	22%	2%	0,6%	0,6%	0,8%
Jerichower Land	13%	60%	23%	1%	0,6%	0,6%	0,8%
Mansfeld- Südharz	12%	48%	37%	1%	0,7%	0,8%	1,1%
Saalekreis	12%	41%	45%	1%	0,6%	0,6%	0,8%
Salzlandkreis	16%	61%	21%	1%	0,6%	0,6%	0,8%
Stendal	21%	53%	23%	1%	0,6%	0,7%	0,9%
Wittenberg	14%	46%	37%	1%	0,6%	0,6%	0,8%
Sachsen- Anhalt	14,9%	56,4%	25,5%	0,9%	0,7%	0,7%	0,8%

Tabelle 7-6: Beheizungsstruktur in den Landkreisen und im Land

Da es aufgrund der Datenlage nicht möglich ist, einer Gebäudealtersklasse eine Beheizungsstruktur zuzuordnen, wurde eine Gleichverteilung angenommen. Demzufolge liegt beispielsweise der Anteil der Fernwärme im Jahr 2005 bei allen Gebäudealtersklassen bei 16,3%. Die Beheizungsstruktur wird zunächst als konstant bis ins Jahr 2020 angesehen. Auswirkungen von Veränderungen in der Beheizungsstruktur werden im Kapitel 8 Maßnahmen zur Emissionsminderung untersucht.

Tabelle 7-7 gibt die angenommene Entwicklung des Nutzungsgrades der in Sachsen-Anhalt eingesetzten Primär- und Sekundärenergieträger an. Bis ins Jahr 2020 wird bei allen Energieträgern mit einer moderaten Steigerung des Nutzungsgrades gerechnet.

Nutzungsgrad				
Energieträger	2005	2010	2015	2020
Fernwärme	96,0%	96,3%	96,6%	97,0%
Erdgas	86,0%	86,2%	86,4%	86,6%
Heizöl	82,0%	82,5%	83,0%	83,5%
Strom	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
Sonstige	75,0%	75,5%	76,0%	76,5%

Tabelle 7-7: Nutzungsgrade der Umwandlung

Der Endenergiebedarf der Haushalte für Raumwärme ergibt sich aus dem Heizenergiebedarf der bewohnten Flächen und dem Heizenergiebedarf der leer stehenden Wohnungen. Um

Gebäudeschäden durch Frost vorzubeugen, müssen auch die leer stehenden Wohnungen beheizt werden. Im Modell wird für alle Landkreise und kreisfreien Städte ein Leerstand von 15% der zur Verfügung stehenden Wohnfläche angenommen. Der dadurch entstehende Energiebedarf wird im vorliegenden Modell mit 20% des Bedarfs bewohnter Wohnfläche berücksichtigt. Auch hier wird wieder eine Gleichverteilung des Leerstandes über alle Gebäudealtersklassen angenommen.

Der Endenergiebedarf der Haushalte für Warmwasser wird nach Angaben des Fachverbandes Energie-Marketing und -Anwendungen (HEA) e.V. auf 700 Kilowattstunden pro Person und Jahr abgeschätzt.

7.2.1.2 Trendszenario Raumwärme und Warmwasser Haushalte bis 2020

Aufgrund der getroffenen Annahmen nehmen die Wohnflächen in Sachsen-Anhalt, trotz sinkender Bevölkerung noch bis ins Jahr 2015 auf insgesamt 97,7 Mio. m² zu. Nach Erreichen des Höhepunkts im Jahr 2015 sinken sie in den Folgejahren leicht und erreichen im Jahr 2020 97,5 Mio. m².

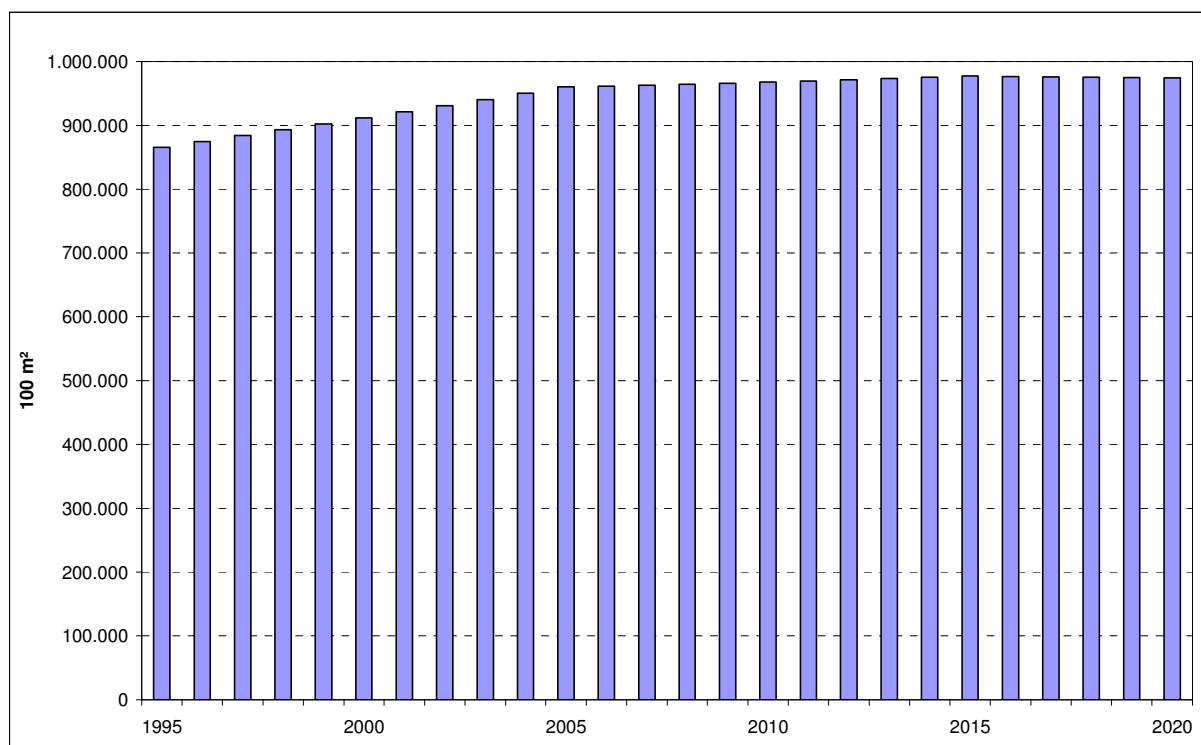


Bild 7-2: Flächenentwicklung Wohnflächen in Sachsen-Anhalt bis 2020

Die folgende Grafik zeigt den Nutzenergiebedarf für Heizung und Brauchwarmwasser bis 2020. Der Heizenergiebedarf nimmt auf Grund des Abrisses und der Sanierung von alten

und dem Zubau von modernen, besser isolierten Gebäuden ab, obwohl die Wohnfläche bis 2015 zunimmt. Der Energiebedarf für Warmwasser nimmt entsprechend dem Bevölkerungsrückgang ab. Da eine konstante Quote von 15% für den Leerstand angenommen wurde, verändert sich der Nutzenergiebedarf proportional zur Wohnfläche.

Der Endenergiebedarf der Haushalte wird dann mittels der Nutzungsgrade der Heizungsanlagen und der Beheizungsstruktur bestimmt.

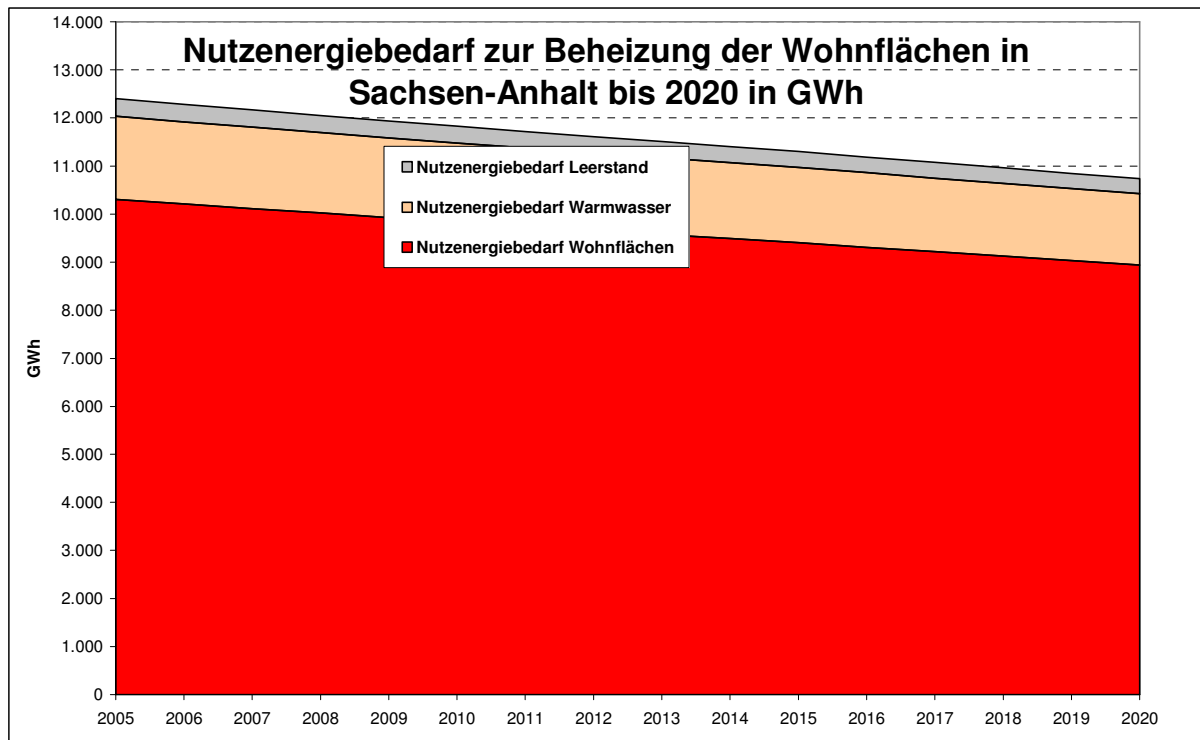


Bild 7-3: Nutzenergiebedarf Wohnflächen in Sachsen-Anhalt bis 2020

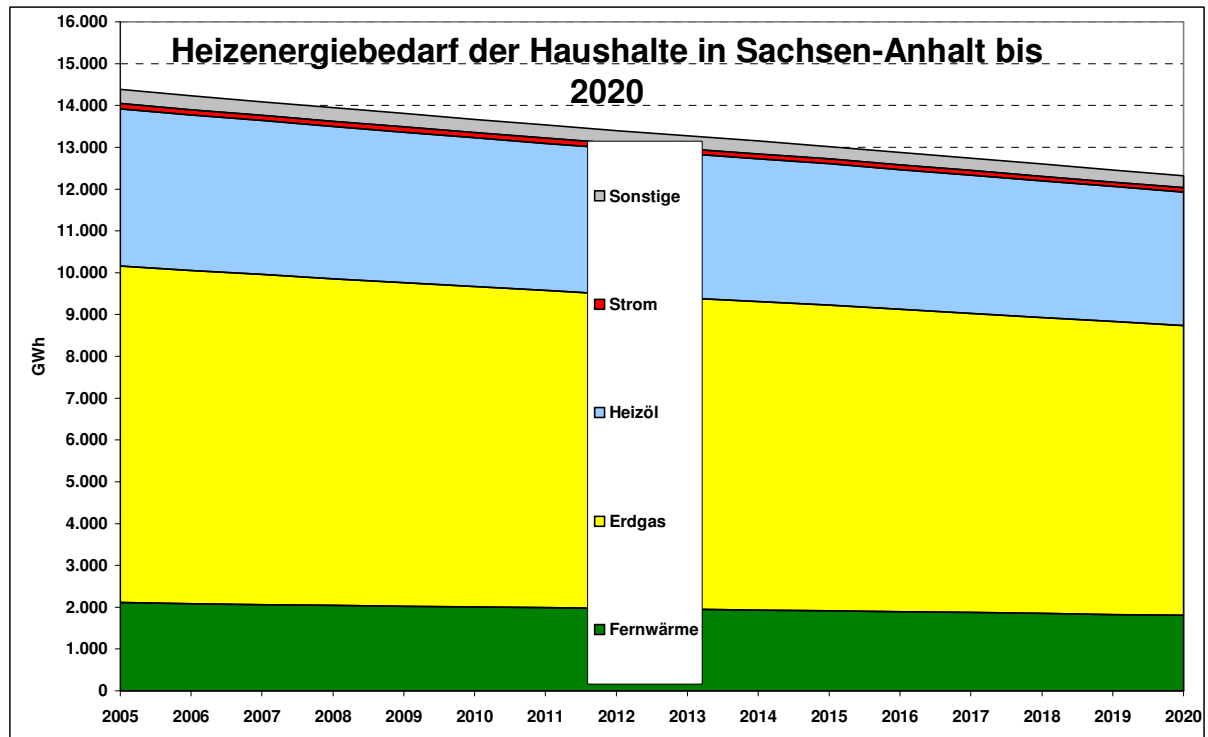


Bild 7-4: Heizenergiebedarf Haushalte in Sachsen-Anhalt bis 2020

7.2.2 Stromverbrauch Haushalte

7.2.2.1 Ausgangslage und Einflußgrößen bis 2020

Im Jahr 2005 entfallen auf den Stromverbrauch der Haushalte (ohne Heizstrom) nach der Energiebilanz 3.670 GWh. Damit hat der Strombedarf einen Anteil von rd. 21% am gesamten Endenergieverbrauch in diesem Sektor. Der jährliche Stromverbrauch pro Haushalt liegt bei 3.105 kWh. Dieser Stromverbrauch wird auf die in der folgenden Tabelle aufgeführten Nutzungsbereiche aufgeteilt.

Stromverbrauch Haushalte 2005		
Nutzungsbereich	Verbrauch	Anteil
	kWh/a	%
Weißer Ware	1.739	56%
Unterhaltungselektronik	333	11%
Kommunikation, IT	251	8%
Sonstige	269	9%
Beleuchtung	513	17%
Summe	3.105	100%

Tabelle 7-8: Aufteilung des Stromverbrauchs eines Haushaltes in Nutzungsbereiche. Quelle: [Prognos-2007], eigene Annahmen

Den größten Anteil hat mit 56% oder 1.739 kWh die Weiße Ware. Als Weiße Ware werden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Haushaltsgeräte bezeichnet.

Weiße Ware	Verbrauch	Anteil
	kWh/a	%
Elektroherd	390	22%
Kühlschrank	227	13%
Gefrierschrank/Kombi	347	20%
Waschmaschine	294	17%
Wäschetrockner	258	15%
Geschirrspüler	223	13%
Summe	1.739	100%

Tabelle 7-9: Aufteilung des Stromverbrauchs eines Haushaltes auf Haushaltsgeräte

Durch die Entwicklung bzw. Verfügbarkeit effizienterer Geräte und der Sensibilisierung der Kunden für Energiekosten ist davon auszugehen, dass der Durchschnittsverbrauch pro Haushalte bis zum Jahr 2020 pro Jahr um 0,8% sinken wird. Deutliche Verminderungen im Verbrauch werden bei Kühlschränken und Waschmaschinen erwartet, da bei diesen stromintensiven Geräten aufgrund der hohen Energiekosten mit einer beschleunigten Marktdurchdringung gerechnet werden kann [Prognos-1997] und außerdem der Sättigungsgrad bereits sehr hoch ist. Bei der Beleuchtung wird mit 1,7% pro Jahr die deutlichste Einsparung prognostiziert, weil von einer verstärkten Substitution konventioneller Glühlampen durch Energiesparlampen ausgegangen werden kann. Moderate Verbrauchssteigerungen werden in den Bereichen Kommunikation, IT und Sonstige erwartet, da hier mit einer steigenden Gerätezahl z.B. bei großformatigen Flachbildschirmen, bzw. einer längeren Nutzungsdauer gerechnet werden muss.

Verbrauchsentwicklung	2005	2020	Verminderung gesamt	Verminderung pro Jahr
	kWh/a	kWh/a	%	%
Elektroherd	390	354	9%	0,7%
Kühlschrank	227	176	22%	1,6%
Gefrierschrank	347	327	6%	0,4%
Waschmaschine	294	232	21%	1,5%
Wäschetrockner	258	240	7%	0,5%
Geschirrspüler	223	205	8%	0,6%
Weiße Ware gesamt	1739	1534	12%	0,8%
Unterhaltungselektronik	333	310	7%	0,5%
Kommunikation, IT	251	266	-6%	-0,4%
Sonstige	269	273	-2%	-0,1%
Beleuchtung	513	392	24%	1,7%
Durchschnittsverbrauch Haushalt	3.105	2.776	11%	0,8%

Tabelle 7-10: Entwicklung und Aufteilung des durchschnittlichen Strombedarfes eines Haushaltes von 1995-2020. Quelle: [Prognos-2007], eigene Annahmen

Das Trendszenario ergibt eine Verminderung des Stromverbrauchs eines durchschnittlichen Haushalts in Sachsen-Anhalt zwischen 2005 und 2020 um 11%. In diesem Zeitraum sinkt der Stromverbrauch der Haushalte von 3.105 kWh auf 2.776 kWh.

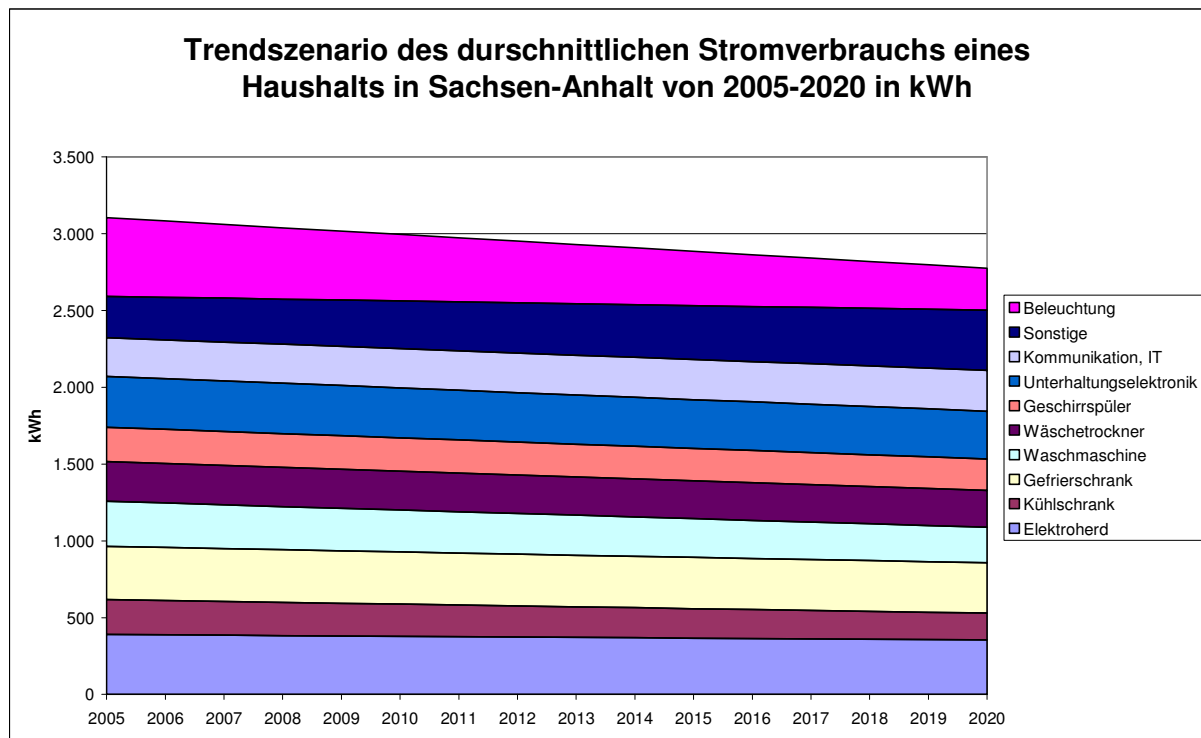


Bild 7-5: Entwicklung und Aufteilung des durchschnittlichen Strombedarfes eines Haushaltes bis 2020

Der durch die steigende Effizienz der Elektrogeräte verminderte Stromverbrauch sinkt durch die demografische Entwicklung und die damit korrelierte verringerte Zahl der Haushalte weiter. Im Jahr 2020 wird Sachsen-Anhalt nach der Prognose des statischen Landesamtes 2.115.273 Einwohner haben, die in 1.042.006 Haushalten leben (durchschnittliche Haushaltsgröße 2,03). Als Konsequenz ergibt sich eine Verringerung des Stromverbrauchs um insgesamt 21% bis 2020.

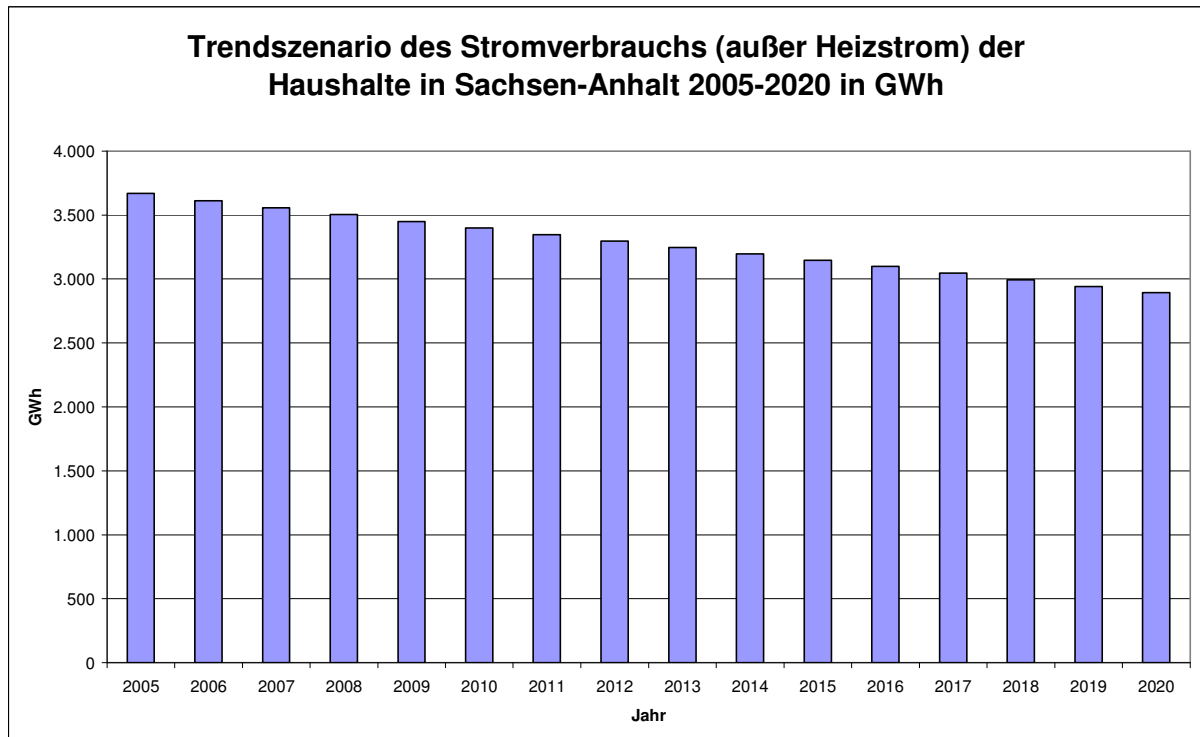


Bild 7-6: Entwicklung des Strombedarfes der Haushalte bis 2020

7.2.3 Emissionsentwicklung Haushalte

Der rückläufige Trend beim Endenergiebedarf zeigt sich analog auch bei der Entwicklung der Emissionen des Haushaltssektors. In der Quellenbilanz ergibt sich eine Einsparung von 14,4%, bezogen auf das Jahr 2005. Damit gehen die Treibhausgasemissionen auf rund 2,8 Mio. t/a zurück.

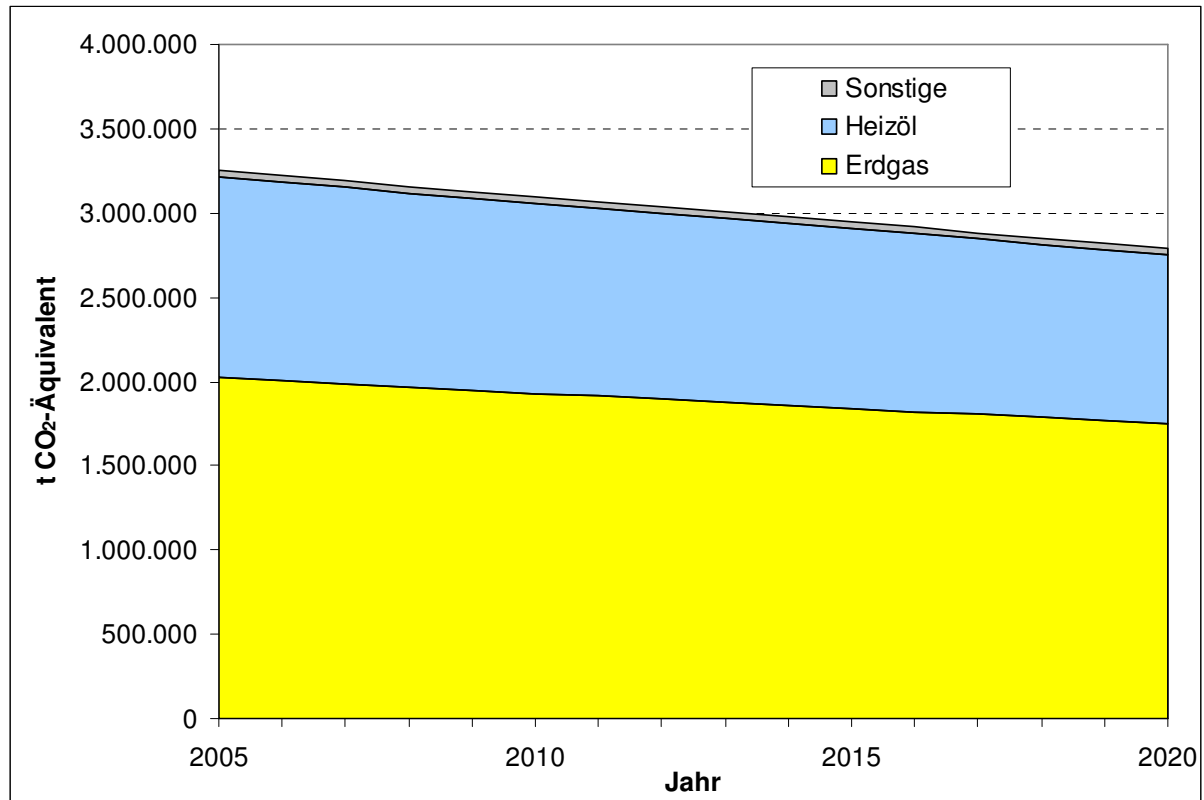


Bild 7-7: Entwicklung der CO₂-Äquivalente der Haushalte bis 2020

7.3 Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

7.3.1 Raumwärme und Warmwasser

7.3.1.1 Ausgangslage und Einflußgrößen bis 2020

Nach Auskunft des Statistischen Landesamtes liegen Angaben zu gewerblich genutzten Gebäudeflächen (i.w. „Gewerbeflächen“) in Sachsen-Anhalt nicht vor. Daher wurden die Gewerbeflächen analog zu anderen Untersuchungen mit 70 m² pro Erwerbstätigen und damit insgesamt ca. 50 Mio. m² zu beheizende Gebäudefläche abgeschätzt. Insgesamt waren im Bezugsjahr 725.700 Personen im Sektor GHD erwerbstätig.

Es wird angenommen, dass ein Prozent der bestehenden Gewerbeflächen pro Jahr abgerissen und 1,5 % der alten Flächen pro Jahr mit einer Sanierungseffizienz von 40 % modernisiert werden. Die Neubauquote wurde für jeden Landkreis an den Zubau der jeweiligen Wohnflächen angelehnt. Der Quotient bestehende Gewerbefläche zu bestehender Wohnfläche multipliziert mit der Bauleistung im Wohnungsbereich ergibt den jährlichen Zubau. Die Sanierungsquote von Neubauf lächen bleibt bis zum Jahr 2020 bei null.

Da weder über die Altersstruktur, noch über den durchschnittlichen Heizenergiebedarf pro Quadratmeter der Gewerbeflächen Datenmaterial vorliegt, wurde folgende Einteilung vorgenommen:

Energieverbrauch & Sanierung nach Altersklassen				
Baualterklasse	Heizenergieverbrauch	Sanierungsquote	Sanierungseffizienz	Anteil saniert (1995)
	kWh/m ²	%	%	%
Gewerbeflächen alt	182,4	1,5%	40,0%	0,0%
Gewerbeflächen neu	42,1	0,0%	0,0%	0,0%

Tabelle 7-11: Energieverbrauch und Sanierung nach Altersklassen (Gewerbeflächen)

Die Energiebilanz weist für den Sektor GHD einen Heizenergieeinsatz von rd. 10.400 GWh / a aus; daraus ergibt sich für den Bestand ein hoher spezifischer Heizenergieverbrauch von rd. 182 kWh/m². Für neue, ab dem Jahr 2005 errichtete, Gewerbeflächen wird ein Heizenergieverbrauch von rd. 42 kWh/m² angenommen.

7.3.1.2 Trendszenario Raumwärme und Warmwasser

Ausgehend von einer Gewerbefläche von rd. 50 Mio. m² im Jahr 2005 ergibt sich unter den getroffenen Annahmen im Jahr 2020 eine Gewerbefläche von knapp 49 Mio. m², was einer Abnahme von 1% entspricht.

Am Ende des Betrachtungszeitraums werden rd. 10 Mio. m² der Gewerbefläche in Sachsen-Anhalt saniert sein. Bis zum Jahr 2020 werden rd. 6 Mio. m² neue Fläche zugebaut und knapp 7 Mio. m² abgerissen. Im unsanierten Zustand befinden sich ohne weitere Maßnahmen 2020 noch 2/3 der Flächen.

Der Heizenergiebedarf im Sektor GHD wird unter diesen Annahmen von rd. 10.400 GWh/a auf rd. 7.800 GWh im Jahr 2020 abnehmen. Das entspricht einer Verminderung des Endenergiebedarfs für Raumwärme um 25 %.

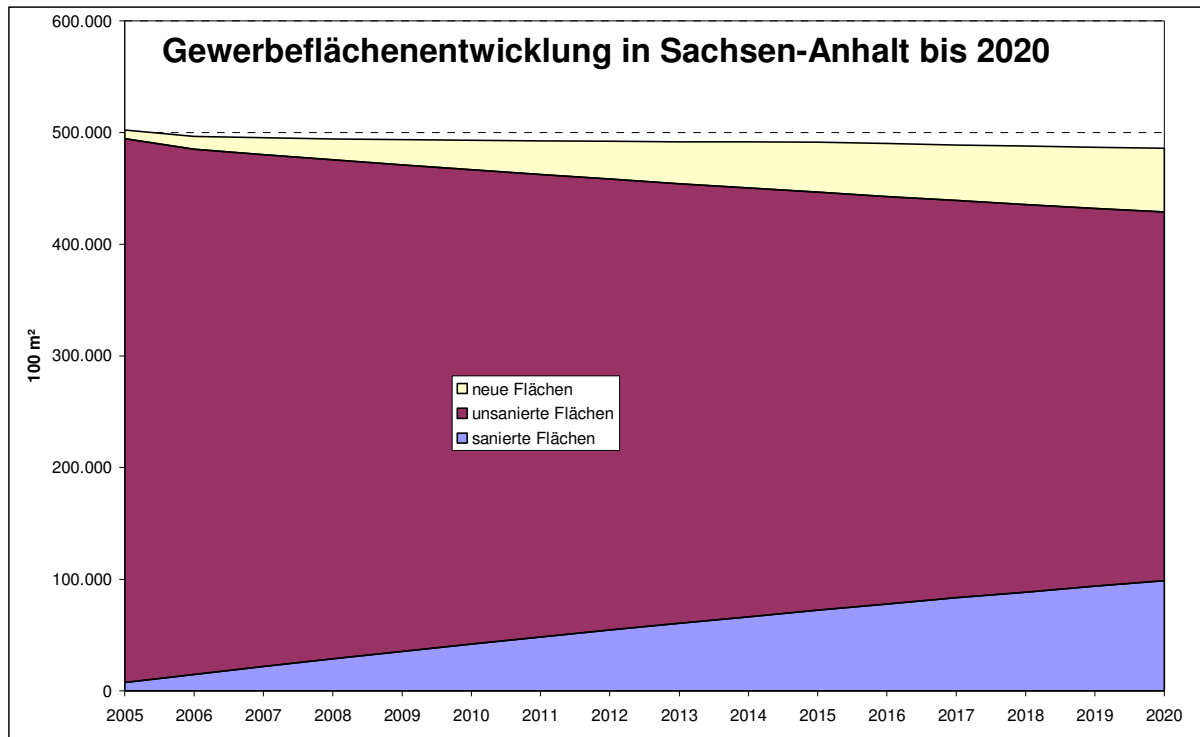


Bild 7-8: Gewerbeflächenentwicklung in Sachsen-Anhalt bis 2020

Da in diesem business-as-usual Trendszenario die Beheizungsstruktur des Jahres 2005 bis zum Ende des Betrachtungszeitraums fortgeschrieben wird, bleiben die Anteile der eingesetzten Energieträger am Heizenergiebedarf konstant.

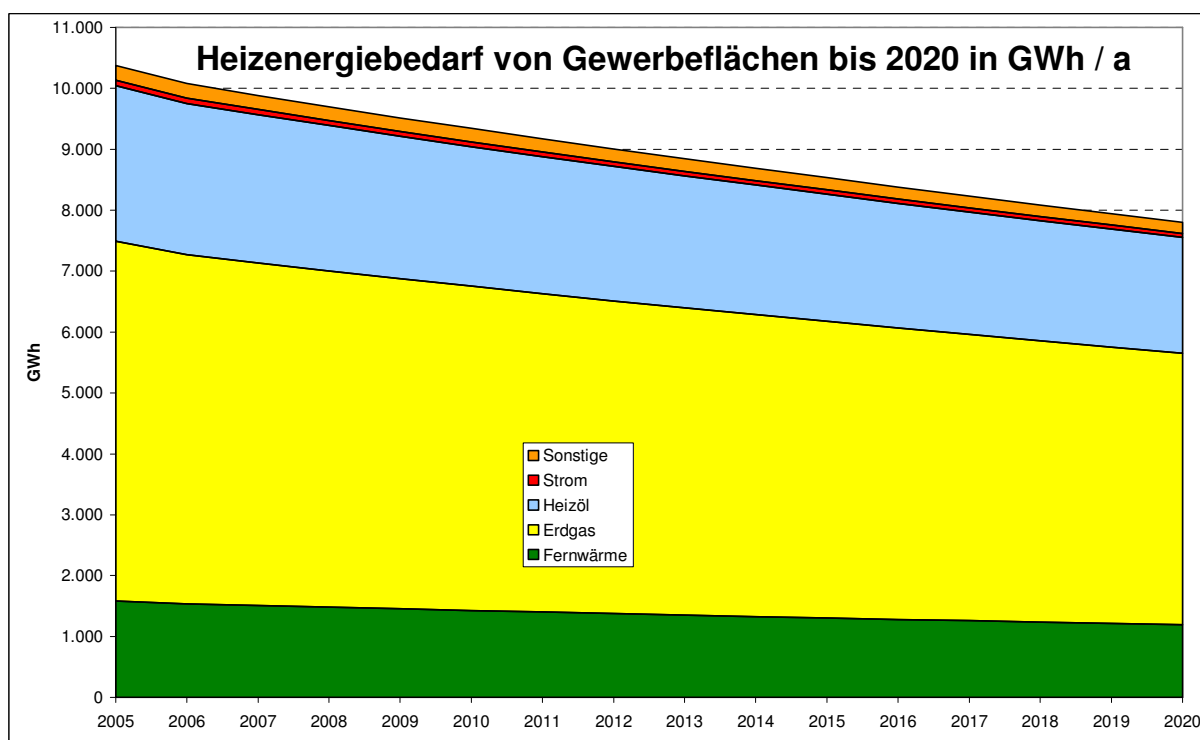


Bild 7-9: Heizenergiebedarf von Gewerbeflächen bis 2020

7.3.2 Stromverbrauch

7.3.2.1 Ausgangslage und Einflussgrößen bis 2020

Der Stromverbrauch des Sektors GHD betrug in Sachsen-Anhalt nach der Energiebilanz im Jahr 2005 3.233 GWh. Abzüglich der 210 GWh, die für Heizstrom verwendet wurden, bleibt ein resultierender Stromverbrauch von 3.023 GWh.

Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung des Stromverbrauchs auf die unterschiedlichen Nutzungsbereiche.

Verteilung des Stromverbrauchs auf die unterschiedlichen Nutzungsbereiche		
Nutzungsbereich	Stromverbrauch	Anteil
	GWh	%
Klimatisierung	159	5%
Kühlung (Handel)	318	11%
Bürogeräte	318	11%
Lüftung, Ventilatoren	636	21%
Sonstige	716	24%
Beleuchtung	875	29%
Summe	3.023	100%

Tabelle 7-12: Aufteilung des Stromverbrauchs auf Nutzungsbereiche im GHD

Für die Nutzungsbereiche wurden geeignete Annahmen getroffen, um einerseits die Effizienzsteigerungen der Geräte durch die Weiterentwicklung der entsprechenden Technologien im Betrachtungszeitraum und andererseits die Bedarfsentwicklung in den einzelnen Nutzungsbereichen berücksichtigen zu können.

Effizienzsteigerung und Bedarfssteigerung pro Jahr		
	Effizienzst./a	Bedarfssteigerung/a
Klimatisierung	2%	2%
Kühlung (Handel)	2%	0%
Bürogeräte	2%	1%
Lüftung, Ventilatoren	2%	0%
Sonstige	2%	1%

Tabelle 7-13: Effizienzsteigerung und Bedarfssteigerung im GHD

Über alle Nutzungsbereiche wird eine Effizienzsteigerung von 2% pro Jahr angenommen. Die größte Bedarfssteigerung wird mit 2% bei der Klimatisierung angenommen, da die Nachfrage nach klimatisierten Büroräumen in den letzten Jahren stark gestiegen ist. In den Bereichen Kühlung (Handel) und Lüftung wird von einer Stagnation des Bedarfs ausgegangen.

Im Nutzungsbereich Beleuchtung wurde angenommen, dass sich aufgrund verstärkter Substitution konventioneller Beleuchtungssysteme eine Einsparung von 1,5% pro Jahr ergibt. Weitere 1,5% Einsparung wurden für die Einführung von Beleuchtungsmanagementsystemen (z.B. tageslicht- und präsenzabhängige Steuerung) in den Betrieben des Sektors GHD angesetzt.

Das Wirtschaftswachstum im Sektor GHD wird über den gesamten Betrachtungszeitraum mit 1% angenommen. Das Wirtschaftswachstum und die Steigerung der Stromnachfrage wurden mit dem Faktor 0,7 verknüpft. Ein Wirtschaftswachstum von 1% führt dementsprechend zu einer Steigerung der Stromnachfrage von 0,7%.

7.3.2.2 Trendszenario

Aufgrund der getroffenen Annahmen ergibt sich im Trendszenario des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen eine Steigerung des Strombedarfs bis ins Jahr 2020 von 1%. Das heißt, dass die angenommene Steigerung der Effizienz der Geräte von 2% pro Jahr aufgrund der langsamen Marktdurchdringung der neuen Geräte vom Wirtschaftswachstum und der damit verbundenen Steigerung der Stromnachfrage mehr als wettgemacht wird.

Prognostizierte Verbrauchsentwicklung des Sektors GHD				
Nutzungsbereich	2005	2010	2015	2020
	GWh	GWh	GWh	GWh
Klimatisierung	159	180	203	229
Kühlung (Handel)	318	325	332	339
Bürogeräte	318	338	358	380
Lüftung, Ventilatoren	636	643	649	656
Sonstige	716	760	806	855
Beleuchtung	875	778	692	615
Summe	3.023	3.023	3.040	3.073

Tabelle 7-14: Stromverbrauchsentwicklung im Sektor GHD

In allen Nutzungsbereichen, außer der Beleuchtung, steigt der Bedarf an. Die größte Bedarfssteigerung im Betrachtungszeitraum ist mit 44% im Bereich Klimatisierung zu verzeichnen. Da die Beleuchtung mit einem Anteil von 29% am Stromverbrauch (2005) den größten Anteil ausmacht, federt die Verbrauchsverminderung in diesem Bereich die Steigerung der anderen Nutzungsbereiche ab.

Nutzungsbereich	2005	2010	2015	2020
	%	%	%	%
Klimatisierung	100%	113%	127%	144%
Kühlung (Handel)	100%	102%	104%	106%
Bürogeräte	100%	106%	113%	119%
Lüftung, Ventilatoren	100%	101%	102%	103%
Sonstige	100%	106%	113%	119%
Beleuchtung	100%	89%	79%	70%

Tabelle 7-15: Relative Stromverbrauchsentwicklung im Sektor GHD

Die Entwicklung des Gesamtverbrauches an Strom im Sektor GHD ist in der nächsten Abbildung dargestellt.

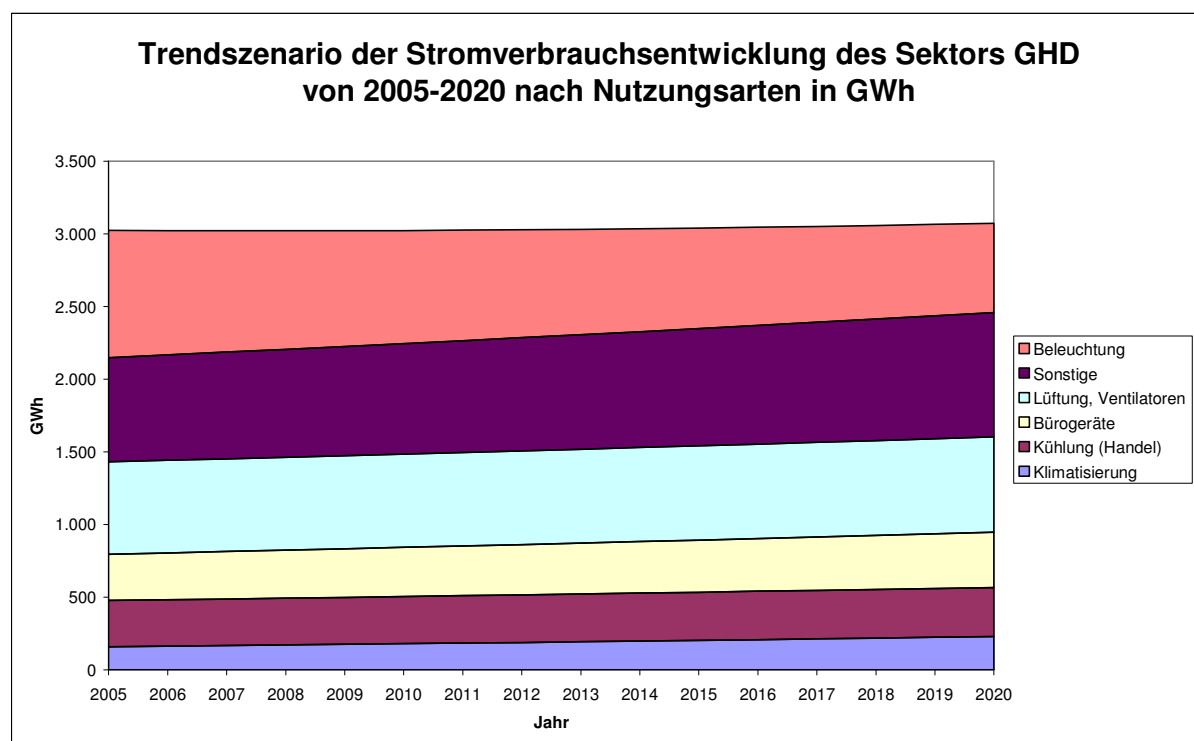


Bild 7-10: Strombedarf (ohne Heizstrom) im Sektor GHD bis 2020

7.3.3 Emissionsentwicklung GHD

Im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ist der Emissionsrückgang noch stärker ausgeprägt als im Haushaltsbereich.

Aufgrund der Verbesserungen beim Wärmestandard in Verbindung mit der leicht rückläufigen Flächenentwicklung gehen die Emissionen bis 2020 um 25% zurück und liegen dann bei rund 2,2 Mio. t/a CO₂-Äquivalent. Die etwa hälftige Aufteilung zwischen Mineralöl und Erdgas bleibt weitgehend konstant.

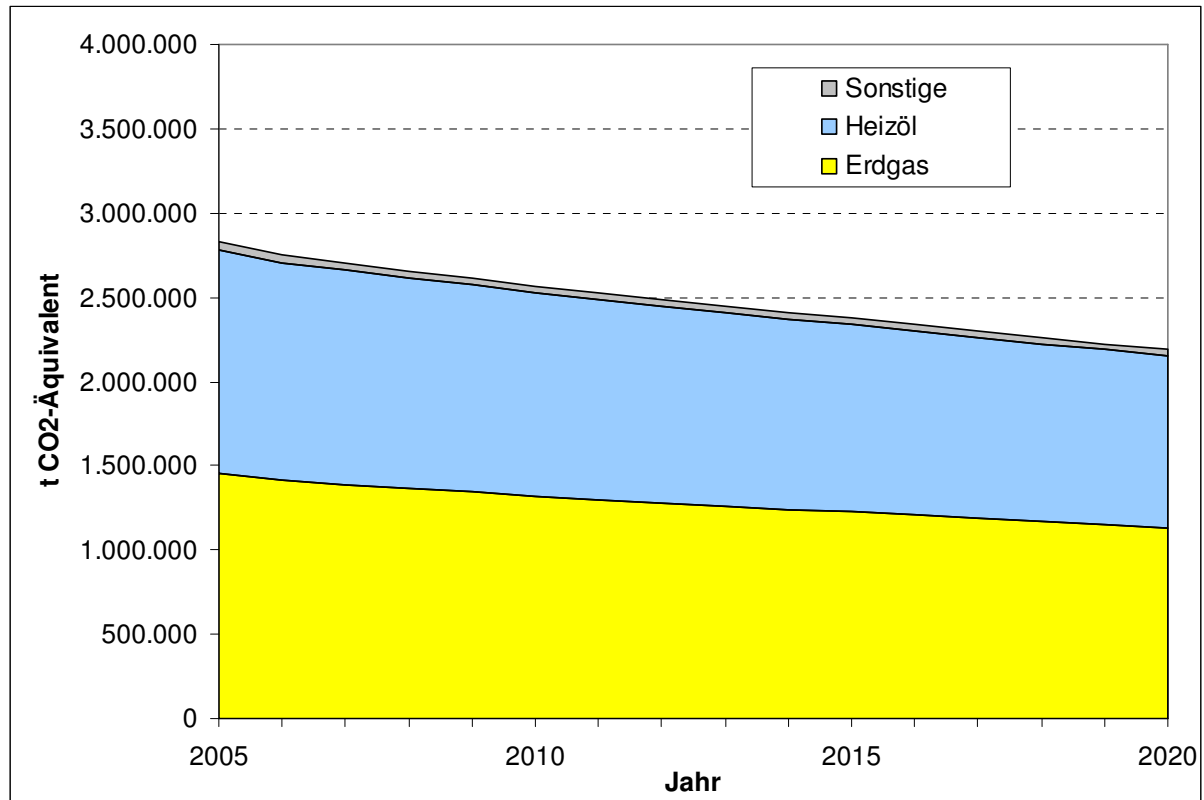


Bild 7-11: Entwicklung der CO₂-Äquivalente des Sektors GHD bis 2020

7.4 Trendszenario Industrie: Verarbeitendes Gewerbe, Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau

7.4.1 Ausgangslage und Einflussgrößen bis 2020

Die Industrie in Sachsen-Anhalt hat nach der Energiebilanz im Jahr 2005 einen Endenergieverbrauch von 31.955 GWh, ohne den Brennstoffverbrauch der Industriekraftwerke.

Endenergieverbrauch Industrie 2005	
Energieträger	GWh
Steinkohle	998
Braunkohle	1.829
Mineralöl	2.178
Erdgas	11.352
Abfälle	464
Strom	7.824
Fernwärme	3.601
Erneuerbare	2.254
Andere	1.455
Summe	31.955

Tabelle 7-16: Energieverbrauch der Industrie im Jahr 2005

Nach den Angaben der Deutschen Emissionshandelsstelle haben die Anlagen der Industrie, die verpflichtet sind am Emissionshandel teilzunehmen, im Jahr 2005 rd. 5,6 Mio. t CO₂-Ä. emittiert. Da nach der Energiebilanz die gesamte Industrie Sachsen-Anhalts im Jahr 2005 rd. 6 Mio. t CO₂-Ä. emittiert hat, kann man davon ausgehen, dass 91% der Emissionen dem Emissionshandel unterliegen.

Das Trendszenario für die Industrie wird unterschieden in den Teil der Industrie, der verpflichtet ist am Emissionshandel teilzunehmen und die restlichen Anlagen (9%).

7.4.2 Trendszenario für Anlagen, die am Emissionshandel teilnehmen bis 2020

Die Entwicklung der CO₂-Emissionen der Anlagen des Emissionshandels, also eines wesentlichen Anteils des Sektors Industrie, sind durch die Rahmenbedingungen, die durch das Zuteilungsgesetz und den von der EU vorgegebenen caps, bestimmt.

Diese Rahmenbedingungen liegen für die Jahre 2008 – 2012 durch den NAP und das Zuteilungsgesetz 2012 vor.

Die Emissionensentwicklung des Sektors wurde mittels der Minderungsvorgaben und den verifizierten Emissionen des Jahres 2005 abgeschätzt und hochgerechnet.

Für die Folgejahre der 2. Handelsperiode liegen noch keine Rahmenbedingungen vor, da das Post-Kyoto Regime erst noch in internationalen Verhandlungen festgelegt werden muss.

Die EU hat jedoch unabhängig vom Verlauf des internationalen Verhandlungsprozesses eigene Ziele zur dritten Handelsperiode, innerhalb ihres Energie- und Klimakonzeptes definiert und insbesondere den cap mit 21 % Minderung der CO₂-Emissionen mit Bezug auf das Jahr 2005 als Minimum festgelegt. Bei besonders glücklich verlaufenden Post-Kyoto-Verhandlungen, die dazu führen, dass ein internationales Treibhausgas-Handelssystem implementiert wird, will die EU darüber hinausgehend ein Minderungsziel von 30% festlegen.

Darüber hinaus haben das europäische Parlament und der Rat, im Januar diesen Jahres (2008) einen Vorschlag zur Änderung der Richtlinie zum Treibhausgasemissionshandel durch die Kommission vorgelegt.

Im Trendszenario gehen wir vom 21 % Minderungsziel aus und entsprechend der Logik des Emissionshandels werden vom entsprechenden Sektor auch nur die ihnen zugeteilten

erlaubten CO₂-Emissionen emittiert, da die zugekauften Zertifikate eine entsprechende Minderung an anderer Stelle bedeuten

Allerdings, steigt der Anreiz die CO₂-Emissionen der betroffenen Anlagen entsprechend vor Ort zu mindern mit der angestrebten Verknappung und dem damit zu erwartenden hohen Preis um die 30 €/t CO₂-Ä (der unter den von der EU angestrebten Rahmenbedingungen, nach Einschätzung mancher Experten auch Spitzen von 80 €/t CO₂-Ä erreichen wird), sowie der weitestgehenden Abschaffung der kostenlosen Zuteilung ab der 3. Handelsperiode (2013 bis 2020), signifikant an.

Für die nichtenergiebedingten CO₂-Emissionen sollen die Anteile der Zertifikate, die ersteigert werden müssen, nach den Vorstellungen der EU-Kommission während der 3. Handelsperiode von 20% kontinuierlich auf 100 % ansteigen. Die Durchsetzung dieser Vorstellung ist unwahrscheinlich, da die Industrie Wettbewerbsverzerrungen gegenüber Industrien von Staaten, die nicht zum Treibhausgashandel verpflichtet sind geltend machen, wegen derer sie nicht in der Lage sind, anders als die Stromerzeuger, die Preise für ihre CO₂-Emissionen auf den Produktpreis überzuwälzen. Die weitestgehende Versteigerung von CO₂-Zertifikaten für die übrigen Industrieanlagen wird daher erst mit der Einführung eines weltweiten CO₂-Handelssystems durchsetzbar sein.

Die Kommission geht dennoch davon aus, dass der Anteil der Zertifikate, die ersteigert werden müssen 2013 rd. 2/3 der Gesamtmenge beträgt und 2020 möglichst die Gesamtmenge versteigert wird.

Da aber dennoch der größte Teil auch der erlaubten CO₂-Emissionen ab 2013 einen Preis bekommt, der nach heutiger Einschätzung zwischen 25 und 30 €/t CO₂-Ä liegt, wird der Anreiz zur Durchführung von Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen, deren Kosten unterhalb des Marktpreises der Zertifikate liegen, stark ansteigen.

Statt zu Verschiebungen der Emissionen kommt es dann zu tatsächlichen Einsparungen vor Ort.

Wo entsprechende Maßnahmen nicht durchführbar sind, kommt es zur entsprechenden Verteuerung der Produkte oder möglicherweise zum Rückgang bzw. Verlagerung der Produktionsmengen, wenn die Nicht-Produktion wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Produktion hat.

Nach den Minderungszielen des Emissionshandels muss die Industrie ihre Emissionen im Zeitraum von 2005 bis 2020 um 8% senken, wenn man die nationalen Vorgaben 1:1 auf Sachsen-Anhalt überträgt. In diesem Fall gehen die Emissionen von 5,58 Mio. t CO₂-Ä. im Jahr 2005 auf 5,13 Mio. t CO₂-Ä. im Jahr 2020 zurück. Über die Emissionen wurde, unter Beibehaltung des Energieträgermixes, auf die Energieträger zurückgerechnet. Für die Jahre 2006 und 2007 wurden die von der DEHSt bereits verifizierten Emissionen berücksichtigt. Daher resultiert auch die Spitze im Jahr 2007, die durch die gute konjunkturelle Lage und den damit einhergehenden höheren Energieverbrauch bedingt ist.

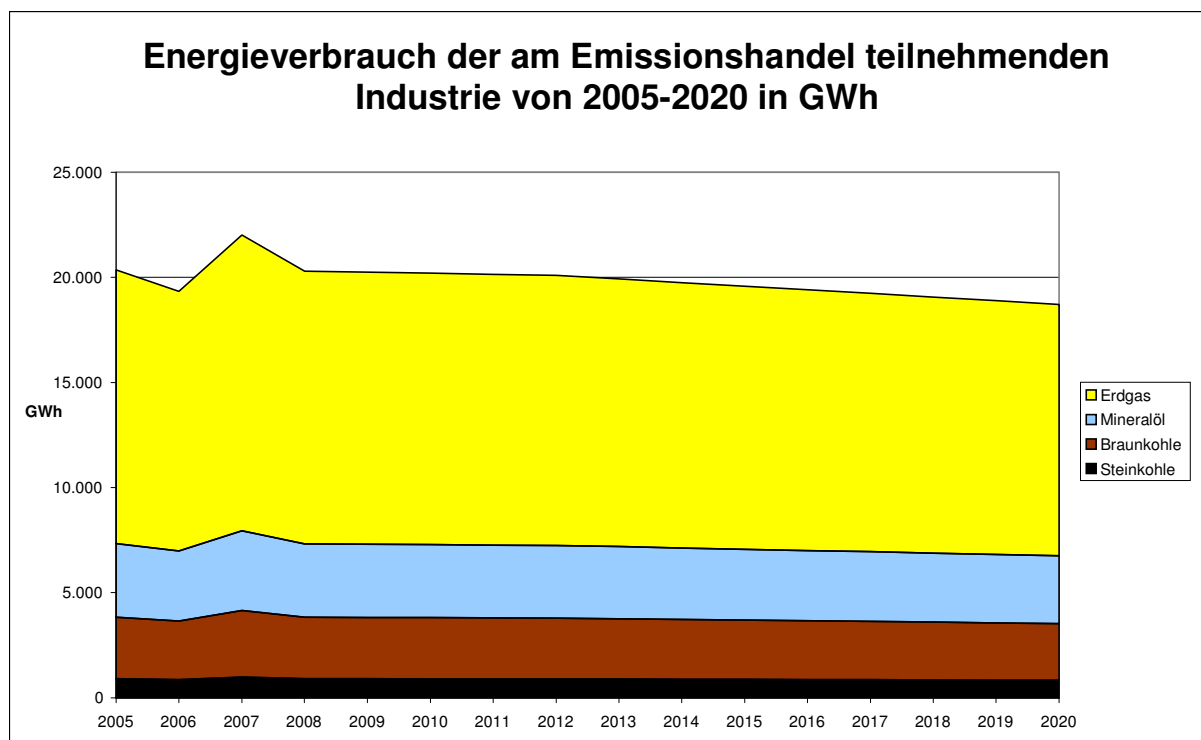


Bild 7-12: Brennstoffverbrauch der am Emissionshandel teilnehmenden Industrieanlagen bis 2020 ohne Industriekraftwerke

7.4.3 Trendszenario für Anlagen der Industrie, die nicht am Emissionshandel teilnehmen

Für diesen Teil der Industrie wurde ein Wirtschaftswachstum von 1,7% bis ins Jahr 2020 unterstellt. Das Wirtschaftswachstum wurde über den Faktor 0,85 mit dem Energieverbrauch verknüpft. Bis ins Jahr 2020 wurde eine Energieeffizienzsteigerung von 1,5% angenommen.

Einflußfaktoren bis 2020		
Wirtschaftswachstum/a	1,7	%
Zusammenhang Wirtschaftswachstum/Energieverbrauch	0,85	
Energieeffizienzverbesserung/a	1,5	%

Tabelle 7-17: Einflußfaktoren auf die Energiebedarfsentwicklung von Anlagen, die nicht am Emissionshandel teilnehmen

Unter den getroffenen Annahmen geht der Energieverbrauch der Industrie, die nicht verpflichtet ist am Emissionshandel teilzunehmen, bis 2020 von 1.400 GWh auf 1.389 GWh um 0,8% zurück.

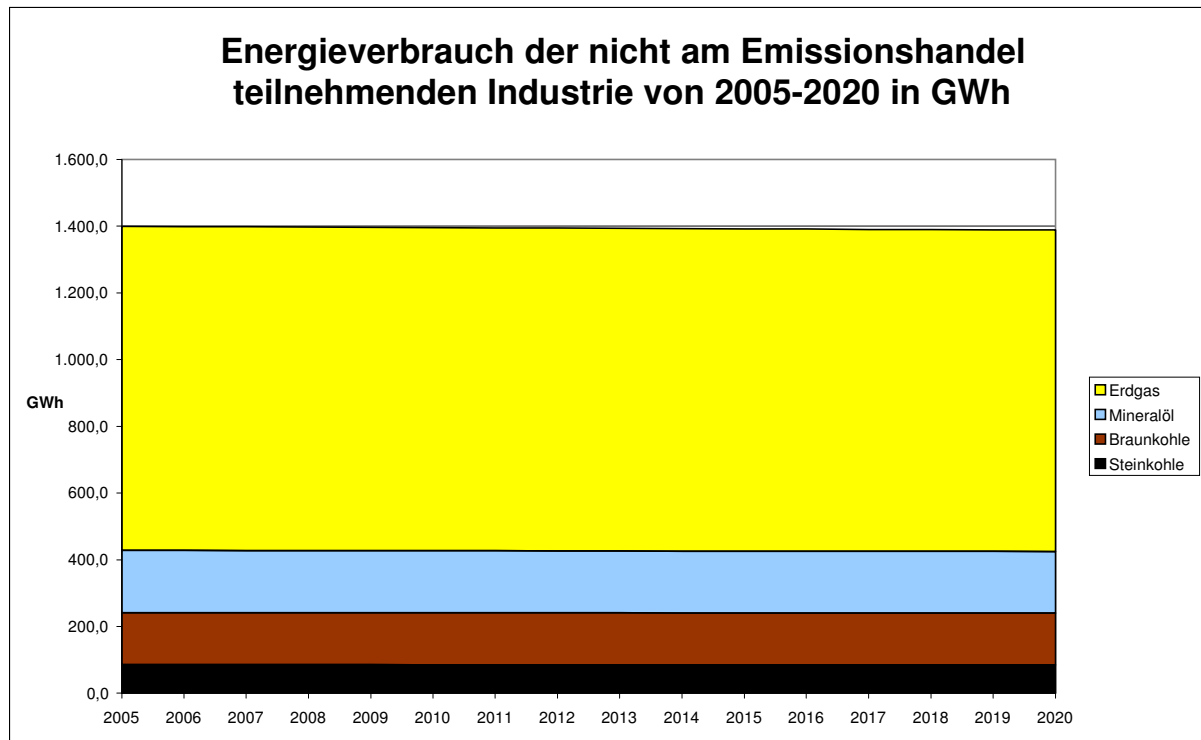


Bild 7-13: Brennstoffverbrauch der nicht am Emissionshandel teilnehmenden Anlagen bis 2020

7.4.4 Zusammenfassung Trendszenario Industrie

Zusammengefasst ergibt die Trendprognose für die Industrie eine Verminderung des Energiebedarfs um 7,5 % bis zum Jahr 2020.

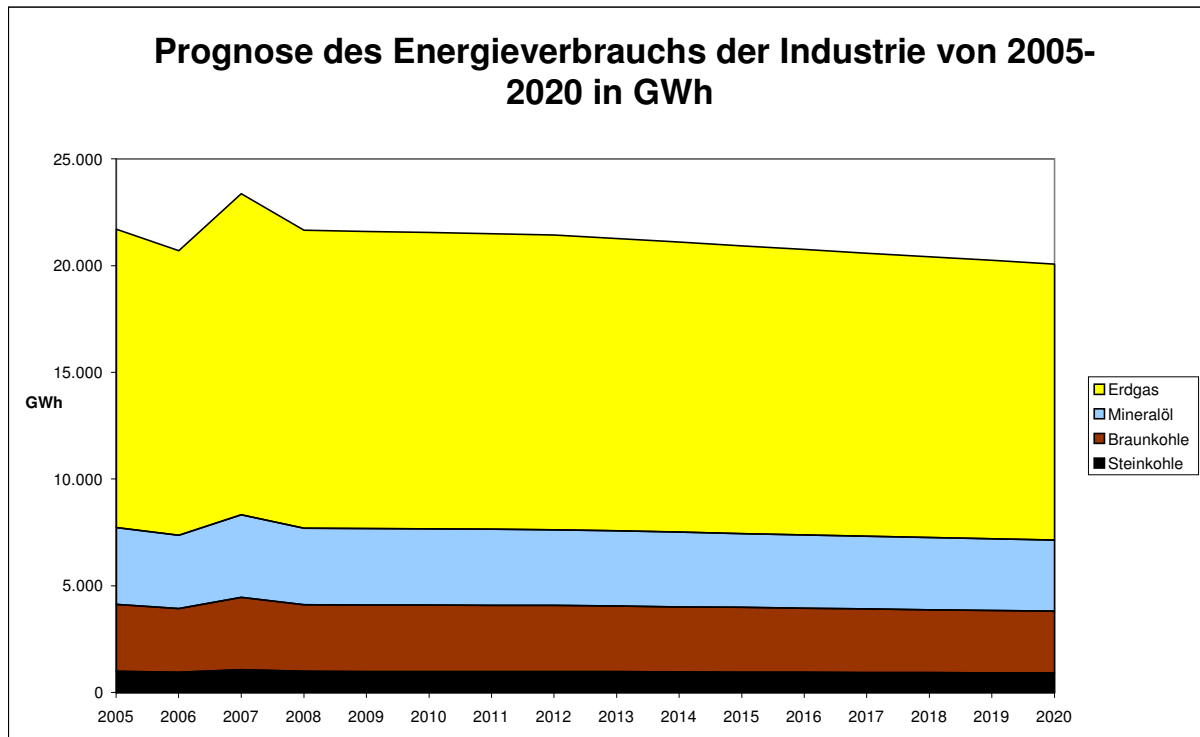


Bild 7-14: Brennstoffverbrauch des Sektors Industrie bis 2020

7.4.5 Emissionsentwicklung Industrie

Im verarbeitenden Gewerbe reduzieren sich die Emissionen entsprechend des Rückgangs der Endenergienachfrage ebenfalls um 7,5%. Hier wirkt sich vor allem die zunehmende Verknappung der Zertifikate aus, die zu Effizienzsteigerungen bei den am Emissionshandel teilnehmenden Anlagen führt.

Die absoluten Emissionen verringern sich von knapp 6 Mio. t/a auf 5,5 Mio. t/a

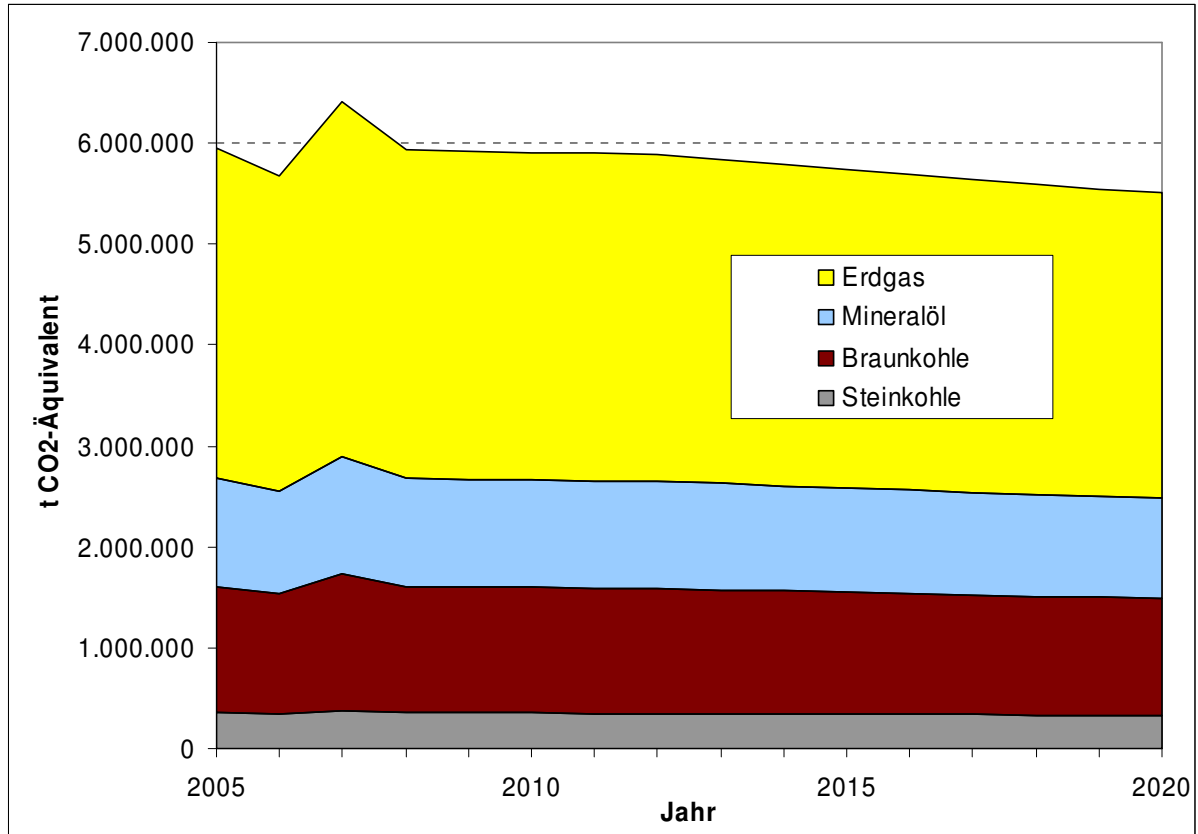


Bild 7-15: Entwicklung der CO₂-Äquivalente der Industrie bis 2020

7.5 Sektor Verkehr

7.5.1 Ausgangslage 2005/ Einflussgrößen bis 2020

Die Ausgangslage 2005 ist geprägt durch den Straßenverkehr, der mit fast 98% nahezu alleine zu den Emissionen des Verkehrs beiträgt, gefolgt vom Schienenverkehr mit 2% und Flug- und Binnenschiffsverkehr mit jeweils deutlich unter 1%. An diesem Status-Quo wird sich auch zukünftig nicht Wesentliches ändern.

Der Straßenverkehr in Sachsen-Anhalt wird bis 2020 von folgenden Faktoren bestimmt werden:

- dem demografischen Wandel mit höherer Altersmobilität auf der einen Seite
- starke Schrumpfungprozesse bei der Wohnbevölkerung im Vergleich zum Bundesdurchschnitt, insbesondere im ländlichen Raum,
- dem geplanten weiteren Netzausbau, insbesondere bei den Autobahnen
- dem weiter stark steigenden Transitverkehr auf den Autobahnen, insbesondere im Güterverkehr.

Im Einzelnen lassen sich die treibenden Faktoren wie folgt darstellen.

Netz- und Verkehrsentwicklung

Im überörtlichen Bereich der Bundesfernstraßen [BVWP-2003] ist vorgesehen, das Autobahnnetz durch die Realisierung von Projekten des vordringlichen Bedarfs um annähernd 200 km 4streifigen Neubau (+53%, davon in 2007 bereits 76 km in Bau) zu erweitern und knapp 95 km im Bestand von 4 auf 6 Fahrstreifen auszubauen. Der wesentliche Anteil des Neubaus entfällt dabei mit 96 km auf die A 14 zwischen A 2 und der nördlichen Landesgrenze mit Brandenburg.

Bei den Bundesstraßen belaufen sich die Projekte des vordringlichen Bedarfs auf insgesamt 490 km Neubau (davon 87 km mit 4 Fahrstreifen) und 11 km Ausbau von 2 auf 4 Fahrstreifen. Wesentliche Neubauten sind die Fortführung der B6n (71 km) im Westen und die B 190n (94 km) im Norden des Landes im Zusammenhang mit der geplanten A 14 (VUNO-Projekt).

Bezüglich des Ausbaus der Schienen- und Binnenwasserstraßeninfrastruktur wird entsprechend von den Vorgaben des Bundesverkehrswegeplans 2003 [BVWP-2003] für die übergeordneten Planungen ausgegangen.

Auf Landesebene werden die Leitlinien und Ausbaupläne des Landesverkehrskonzeptes, insbesondere der ÖPNV-Plan, der Teilplan Binnenschifffahrt, Häfen und Fähren sowie das Luftverkehrskonzept berücksichtigt [MBV-2004-5]. In Bezug auf die Erfüllung der Leitlinie 2

des Luftverkehrskonzeptes wird angenommen, dass ein „landesbedeutsamer Flugplatz im Großraum Magdeburg“ das derzeitige Flugaufkommen des Flughafens Erfurt erreicht.

Die Entwicklung der Mobilitätsraten wird geprägt sein durch den Schrumpfungsprozess bei der Bevölkerung (2005-2020: -14% Land, -0,5 % Bund) und der demografisch bedingten Überalterung, einhergehend mit einer Zunahme der Mobilität im Alter (höhere Pkw-Verfügbarkeit). Dies führt insgesamt zu deutlich geringeren Abnahmen des Verkehrsaufkommens im Vergleich zur Bevölkerungsabnahme.

Aus der jüngsten Prognose 2025 für den Bund kann im Zeitraum von 2004 bis 2020 von folgenden Veränderungen im Personen- und Güterverkehr ausgegangen werden [BMVBS-2007]. Dabei wurden die Werte für das Zieljahr 2020 des Klimaschutzkonzeptes aus der Entwicklung 2004-2025 abgeleitet.

PV (fahrtenbez.)	Straße	Schiene	ÖSPV*	Flug	Gesamt
Sachsen-Anhalt	-5,5%	-4,0%	-17,0%	0,0%	-6,7%
Bundesrepublik	8,9%	6,2%	-5,5%	107,0%	7,0%

*) Öffentlicher Schienenpersonennahverkehr

Tabelle 7-18: Fahrtenbezogene Veränderungsrate im Personenverkehr nach Verkehrsmitteln 2020/2004 [BMVBS-2007]

GV (V+E)*	Straße	Schiene	BischiFF	Gesamt
Sachsen-Anhalt	4,7%	-1,6%	22,6%	4,2%
Bundesrepublik	27,0%	34,0%	20,0%	7,0%

*) Versand+Empfang

Tabelle 7-19: Frachtaufkommensbezogene Veränderungsrate im Güterverkehr (Versand+Empfang) nach Verkehrsträgern 2020/2004 [BMVBS-2007]

Während der Personenverkehr in Sachsen-Anhalt bei allen Verkehrsmitteln, insbesondere beim ÖSPV verliert, ist im Güterverkehr vor allem bei der Binnenschifffahrt mit deutlichen Zuwächsen in der Größenordnung wie beim Bund zu rechnen. Dies wird auch durch die Leitlinien des Teilplans Wasserstraßen des Landesverkehrskonzeptes untermauert.

Fahrzeugbestands- und Verbrauchsentwicklung

Der Pkw-Bestand des Landes in 2005 ist gekennzeichnet durch einen im Vergleich zum Bund unterproportionalen Dieselanteil von nur 15% zu 22%. Auch bei den Neuzulassungen der letzten Jahre hinkte zwar die Landes- hinter der Bundesquote her (2006: 32%/44%,

2007: 38%/48%), aber mit stärker steigender Tendenz als beim Bund. Hier scheint sich in jüngster Vergangenheit ein gewisser Nachholbedarf entwickelt zu haben, der aufgrund der zwischenzeitlichen Preisstrukturentwicklung auf dem Kraftstoffmarkt nicht nachhaltig sein dürfte.

Die Entwicklung der zukünftigen Bestandsstruktur im Straßenverkehr hängt maßgeblich von folgenden Faktoren ab:

- der weiteren Abgasgesetzgebung
- der gesetzlichen Rahmenbedingungen für verbrauchsärmere Fahrzeuge
- der Preisentwicklung der unterschiedlichen Kraftstoffsorten

Zu rechnen ist insbesondere mit einer Senkung des CO₂-Ausstoßes von Pkw von derzeit 180 auf mindestens 130 g/km und weiteren Maßnahmen, die eine Senkung um weitere 10 g/km nach sich ziehen sollen. So wird bei den leichten Nutzfahrzeugen eine Absenkung von derzeit 220 auf 160 g/km unterstellt.

Die anhaltend hohen Tankstellenpreise für fossile Kraftstoffe werden sich weiter deutlich erhöhen, wobei der bisherige Dieselvorteil zukünftig nicht mehr gegeben sein wird. Diese Hebel führen zu einem deutlichen Strukturwandel in der Flotte, die sich bei den Pkw besonders bemerkbar machen wird.

Für Sachsen-Anhalt kann erwartet werden, dass der Anteil der Diesel-Neuzulassungen sukzessive von heute 38% auf 30% sinken wird. Dies führt zu einem Dieselanteil im Bestand 2020 von 28%. Der bundesweite Dieselanteil wird unter der gleichen Annahme eines Absinkens bei den Neuzulassungen auf 30% in 2020 von heute 22% auf nur 30% im Bestand steigen.

Gasfahrzeuge (Flüssig- und Erdgas) werden einen merklichen Anteil von 5% am Pkw-Bestand erreichen.

Durch den gesetzlichen Druck und die anhaltend starke Preisentwicklung werden sich die spezifischen Kraftstoffverbrauchswerte der einzelnen Fahrzeuggruppen unterschiedlich vermindern. Auf Basis des aktuellen Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs [HBEFA-2004] und der neuen Entwicklungen zur Verbrauchsbegrenzung ist im Zeitraum von 2005 bis 2020 (je nach Verkehrsablaufbedingungen der Straßenkategorien BAB, ago, igo) für Pkw von Minderungen in Höhe von 28-30%, für leichte Nutzfahrzeuge von 27-28% und für schwere Nutzfahrzeuge von 3-6% auszugehen.

Im Schienenverkehr wird der strombezogene Traktionsanteil weiter erhöht bei gleichzeitiger Verringerung des Dieselanteils. Durch Bestandserneuerung und weitere Effizienz steigernde

Maßnahmen lassen sich Verbrauchsreduktionen von 2-5% beim Personenverkehr und 5-8% beim Güterverkehr bis 2020 erreichen. Im gewerblichen Flugverkehr und im Binnenschiffsverkehr führen Bestandsveränderungen sowie Effizienzsteigerungen zu entsprechenden spezifischen Verbrauchsreduktionen von 7 bzw. 12%. Bei den Binnenschiffen ist aufgrund des hohen Flottenalters der Erneuerungsdruck besonders groß.

Kraftstoffmix

Durch den (zwar gebremsten) prognostizierten Anstieg des Dieselanteils bei den Pkw auf 28% landesweit bzw. 30% bundesweit wird sich der verbrauchte Kraftstoffmix deutlich in Richtung Diesel verschieben. Auch wird der Gasanteil am (energiebezogenen) Verbrauch auf 2,5% ansteigen.

Aufgrund der gesetzlichen und politischen Zielvorgaben in Bezug auf den Ausbau des Biomasseanteils ist davon auszugehen, dass in 2020 eine Beimischungsquote von Biokraftstoffen von 10% (energiebezogen) erreicht wird. Auf die Kraftstoffmasse bezogen liegen die jeweiligen Anteile bei 12% für Diesel und 15% bei Benzin. Des Weiteren ist durch die Beimischung mit spezifischen Verbrauchserhöhungen von 2% bei Dieselfahrzeugen und 6% bei Ottofahrzeugen zu rechnen.

Auch bei den übrigen Verkehrsträgern mit Dieselantrieben (Schiene und Binnenschiff) wird eine Beimischungsquote energiebezogen von 10% in 2020 unterstellt.

7.5.2 Trendszenario Verkehr bis 2020

7.5.2.1 Straßenverkehr

Fahrleistungen

Aufgrund der dargestellten Parameter der Mobilitätsentwicklung sowie dem geplanten massiven Ausbau des Autobahnnetzes wird sich die Fahrleistung insgesamt um 12% auf 25,2 Mrd. Fzkm in 2020 erhöhen. Dabei wächst die Fahrleistung auf Autobahnen um 69%, der Anteil liegt dann bei über 39% der Gesamtfahrleistung. Gleichzeitig nehmen die übrigen Fahrleistungen inner- und außerorts um 8-9% ab. Durch den Autobahnneu- und -ausbau wird der Transitverkehr weiter stark erhöht.

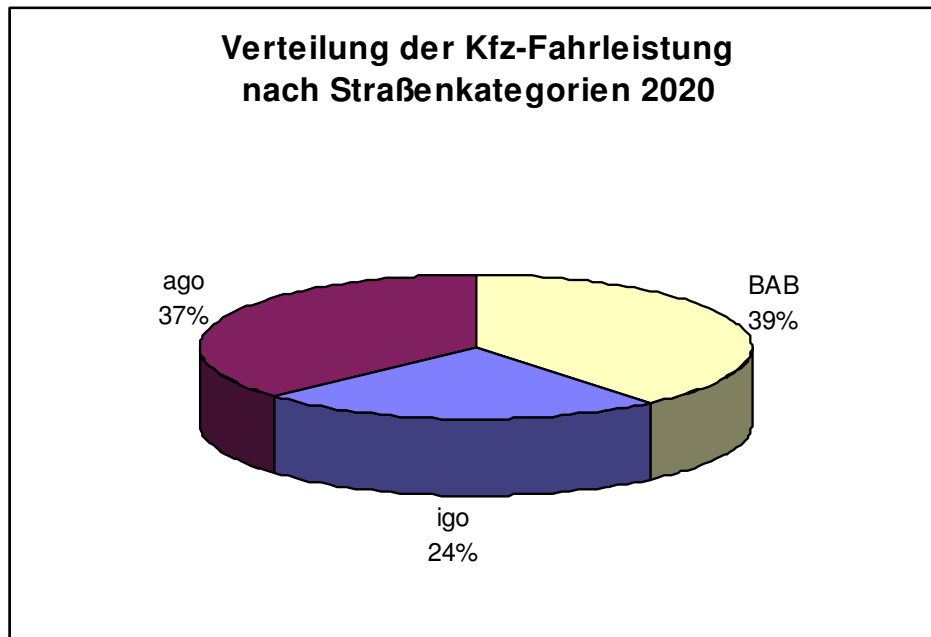


Bild 7-16: Verteilung der Kfz-Fahrleistung nach Straßenkategorien 2020

Durch die Zunahme der Lkw-Fahrleistung auf Autobahnen um 77% nimmt auch die gesamte Lkw-Fahrleistung in Sachsen-Anhalt um 36% deutlich zu. Der Lkw-Anteil auf Autobahnen wird dann 22% betragen, während die Anteile auf Außerortsstraßen bei 7% und auf Innerortsstraßen bei 6% liegen werden. Im Durchschnitt werden 12% der Kfz-Fahrleistung in Sachsen-Anhalt von Lkw erbracht.

Nachstehendes Bild zeigt die regionale Verteilung auf Kreisebene mit einer deutlichen Verschiebung bezogen auf das Bild in 2005 infolge des Autobahnneu- und -ausbaus.

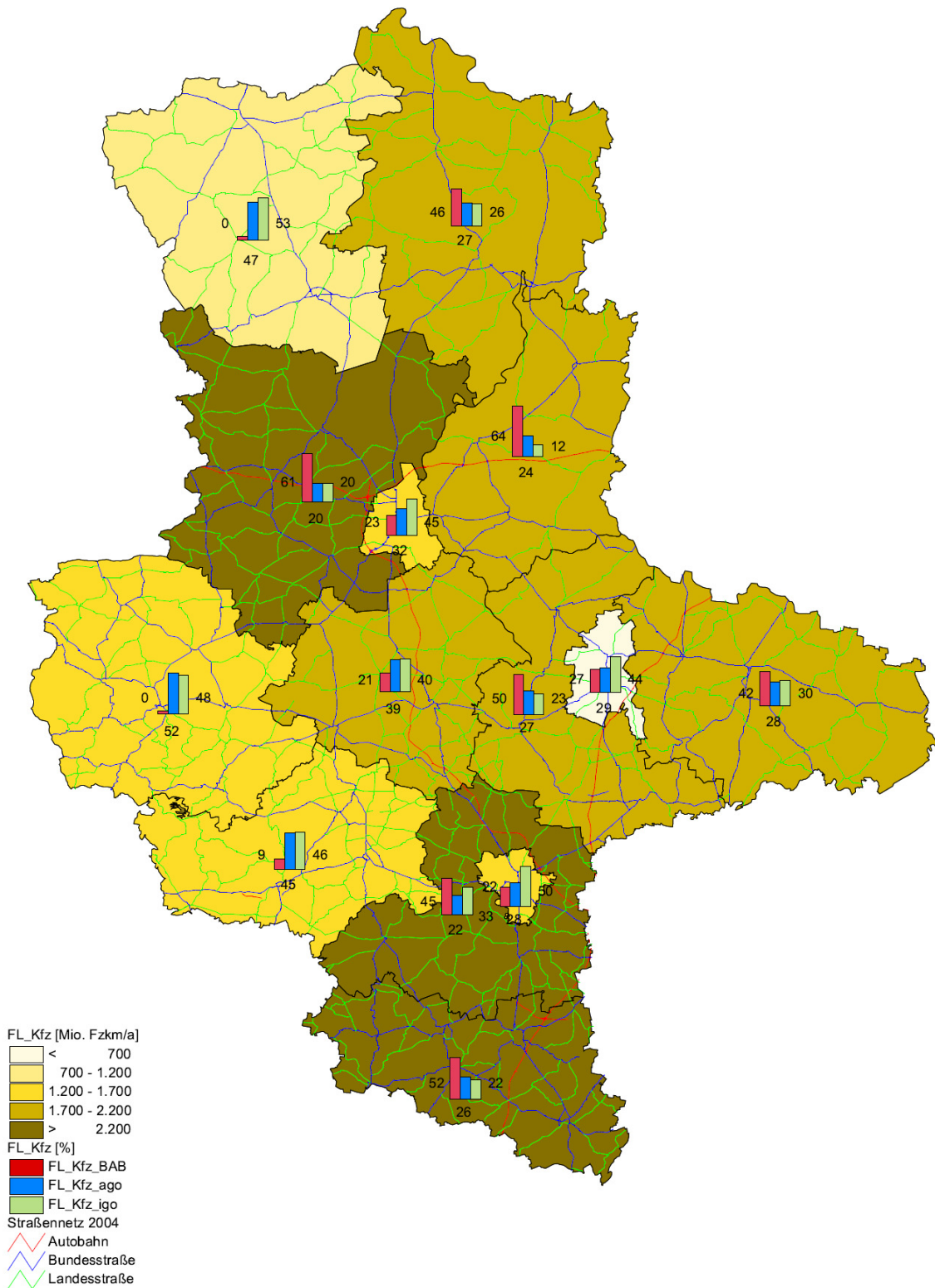


Bild 7-17 : Regionale Verteilung der Gesamtfahrleistungen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2020

Kraftstoffverbrauch

Der Kraftstoffverbrauch in 2020 beträgt massenbezogen 1.652 kt bzw. energiebezogen 19.180 GWh. Damit sinkt der EEV massenbezogen um 0,5% bzw. energiebezogen um 2,8% trotz einer massiven Fahrleistungszunahme. Auf Autobahnen nimmt der Verbrauch um 48% zu, während er im nachgeordneten Straßennetz um 26% sinkt. Insgesamt wirken sich die bis 2020 unterstellten Maßnahmen in Bezug auf Energieeffizienzsteigerungen nachhaltig aus.

Bezogen auf den Kraftstoffmix ergibt sich folgende energiebezogene Verteilung.

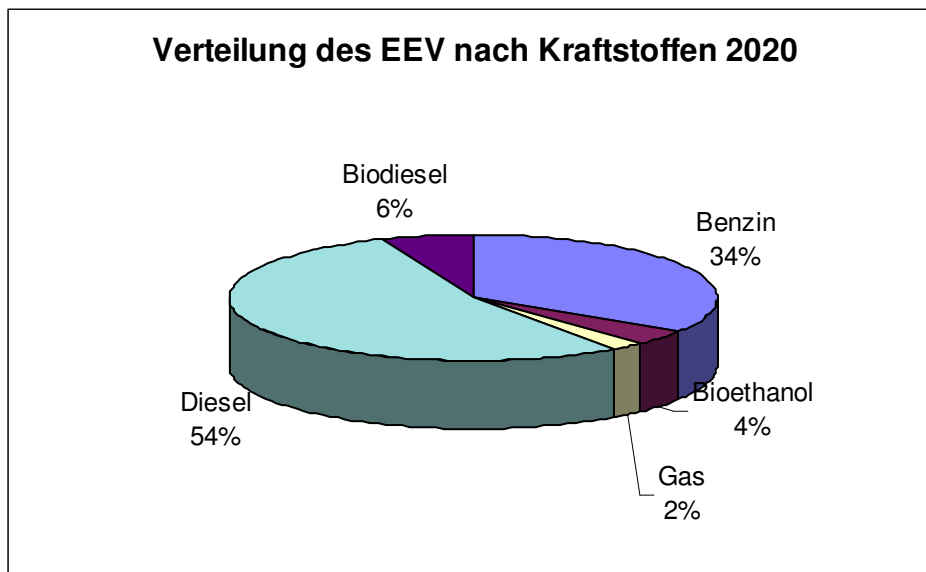


Bild 7-18: Verteilung des EEV nach Kraftstoffen 2020

Aufgrund der Erhöhung des Dieselanteils im Pkw-Bestand sowie der starken Zunahme der Lkw-Fahrleistung kommt es zu einer deutlichen Verschiebung des Kraftstoffmixes bezogen auf 2005. Der Dieselkraftstoff einschließlich Biodiesel macht etwa 60% am EEV aus. Der Ottoanteil einschließlich Bioethanol liegt bei 38%, der Gasanteil bei rund 2%.

Die regionale Verteilung des (massebezogenen) Endenergieverbrauchs zeigt folgendes Bild. Insbesondere die Kreise, in denen der Autobahnneu- und –ausbau erfolgt, treten mit hohen Verbrauchswerten hervor. Insbesondere betroffen ist der Kreis Stendal, wo der Neubau der A 14 den starken Zuwachs verursacht.

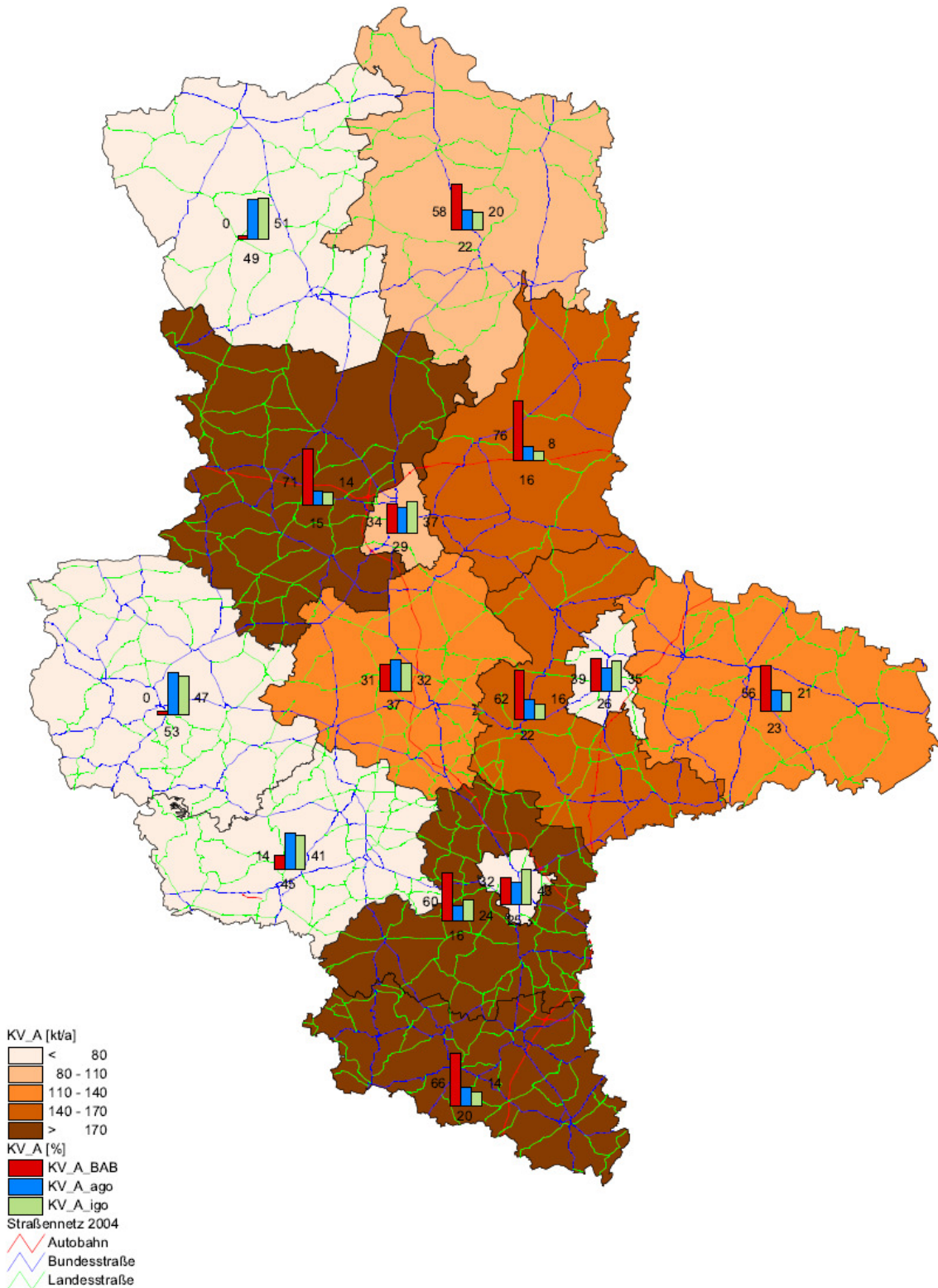


Bild 7-19 : Regionale Verteilung des Kraftstoffverbrauchs des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2020

Emissionen

Die aus dem lokalen Kraftstoffverbrauch resultierenden CO₂-Äquivalente belaufen sich im Straßenverkehr in Sachsen-Anhalt auf insgesamt 4,511 Mio. t CO₂-Ä/a. Das sind 12,2% weniger als 2005, was sowohl den Effizienz steigernden Maßnahmen als auch dem erhöhten Biokraftstoffanteil zuzurechnen ist.

In Bezug auf die Verteilung nach Straßenkategorien nimmt der Anteil der Autobahnen deutlich von 34% in 2005 auf 52% in 2020 zu. Die ago-Anteile sinken gleichzeitig von 36 auf 26%, die igo-Anteile von 30 auf 22%. Die auf den von Sachsen-Anhalt erzeugten Verkehr bezogenen Emissionen reduzieren sich aufgrund des zunehmenden Transitverkehrs infolge des Autobahnneu- und –ausbaus von 60% in 2005 auf 44%¹ in 2020.

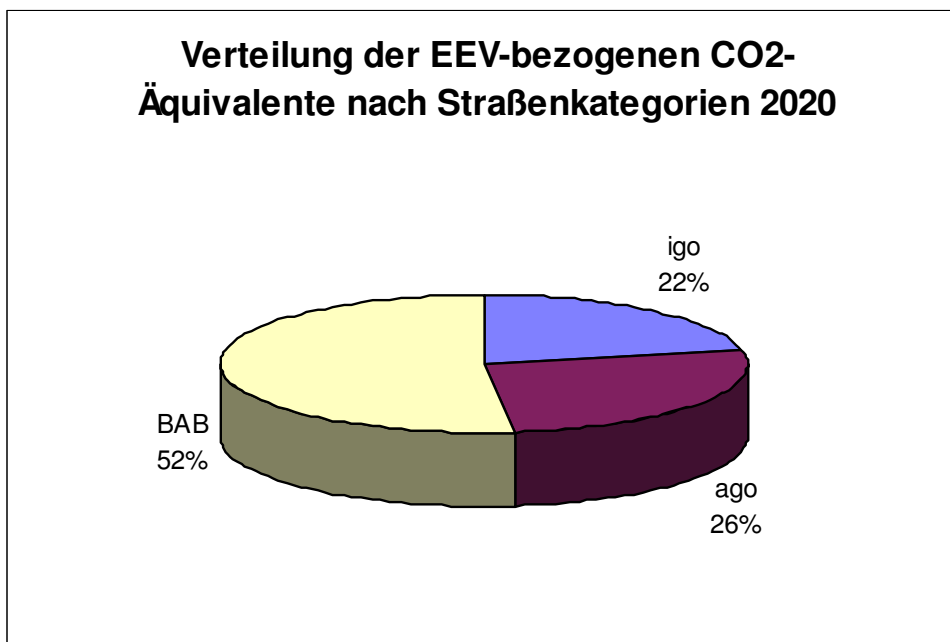


Bild 7-20: Verteilung der EEV-bezogenen Emissionen nach Straßenkategorien 2020

Der auf den gefahrenen Kilometer bezogene CO₂-Ausstoß liegt bei den Pkw bei nunmehr 118 und bei den leichten Nutzfahrzeugen bei 161 g/km.

Die nachstehend dargestellte regionale Verteilung der EEV-bezogenen Emissionen spiegelt i.w. das Bild des Kraftstoffverbrauchs wider.

¹ Die für 2005 angenommenen Landesanteile reduzieren sich aufgrund des Schrumpfungsprozesses auf 18% auf Autobahnen und 73% auf den nachgeordneten Straßen.

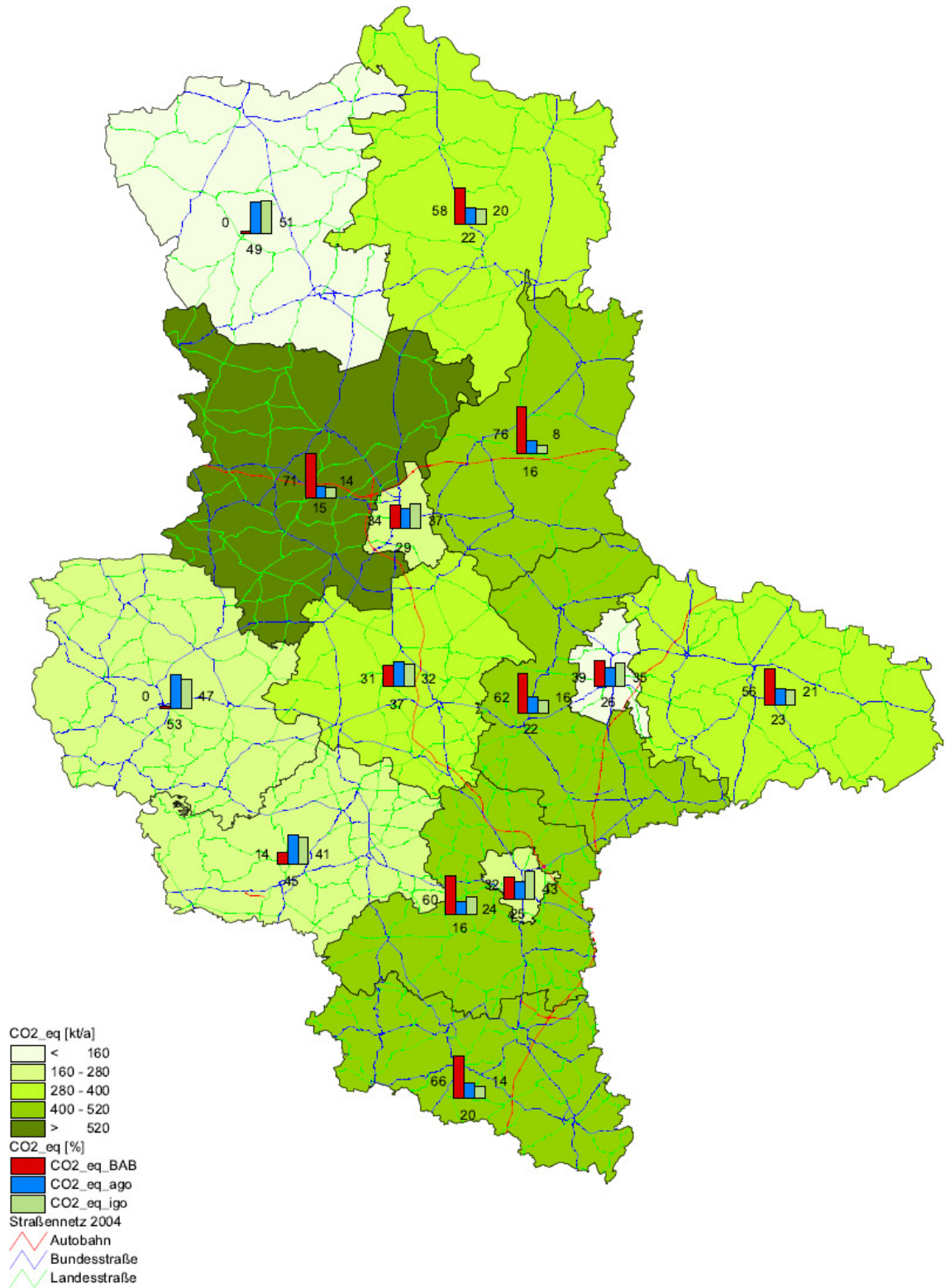


Bild 7-21 : Regionale Verteilung der EEV-bezogenen Klimagasemissionen des Kfz-Verkehrs in Sachsen-Anhalt in 2020

Inklusive der Vorketten ergibt sich insgesamt für den Straßenverkehr ein CO₂-Äquivalent von **5,288 Mio. t CO₂-Ä/a** in 2020.

7.5.2.2 Gesamtverkehr

Der Endenergieverbrauch des Gesamtverkehrs in Höhe von 20.377 GWh wird mit 94% weiterhin eindeutig dominiert vom Straßenverkehr, gefolgt vom Schienenverkehr mit 4% und vom Flugverkehr (unter der Annahme eines auf das Niveau von Erfurt heute entwickelten Flughafens Magdeburg) mit 2%. Der Binnenschiffsverkehr liegt weiter unter 1%.

Bezogen auf 2005 reduziert sich der Endenergieverbrauch des Gesamtverkehrs um -1,7%.

Bezüglich der Verteilung des EEV nach Energieträgern zeigt sich folgendes Bild.

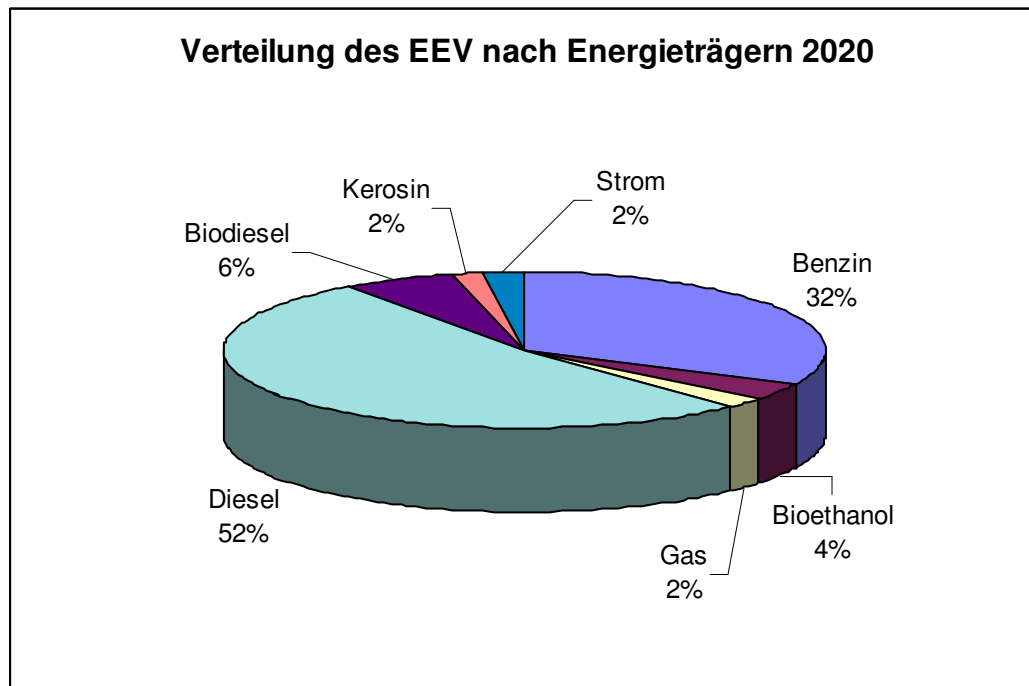


Bild 7-22: Verteilung des EEV des Gesamtverkehrs nach Energieträgern 2020

In der Verteilung spiegelt sich i.w. die Verteilung des Straßenverkehrs wieder. Diesel und Benzin haben zusammen einen Anteil von 84%. Die Biokraftstoffquote liegt bei 10%, wobei auch bei der Schiene und beim Binnenschiff entsprechende Beimischungen unterstellt werden.

Die Emissionen des Gesamtverkehrs einschließlich Vorketten summieren sich auf insgesamt **5,5 Mio. t CO₂-Ä/a**. Bezogen auf die einzelnen Verkehrsträger ergibt sich eine Verteilung von 96% für den Straßenverkehr, jeweils 2% für den Schienen- und Flugverkehr sowie deutlich unter 1% für den Binnenschiffsverkehr.

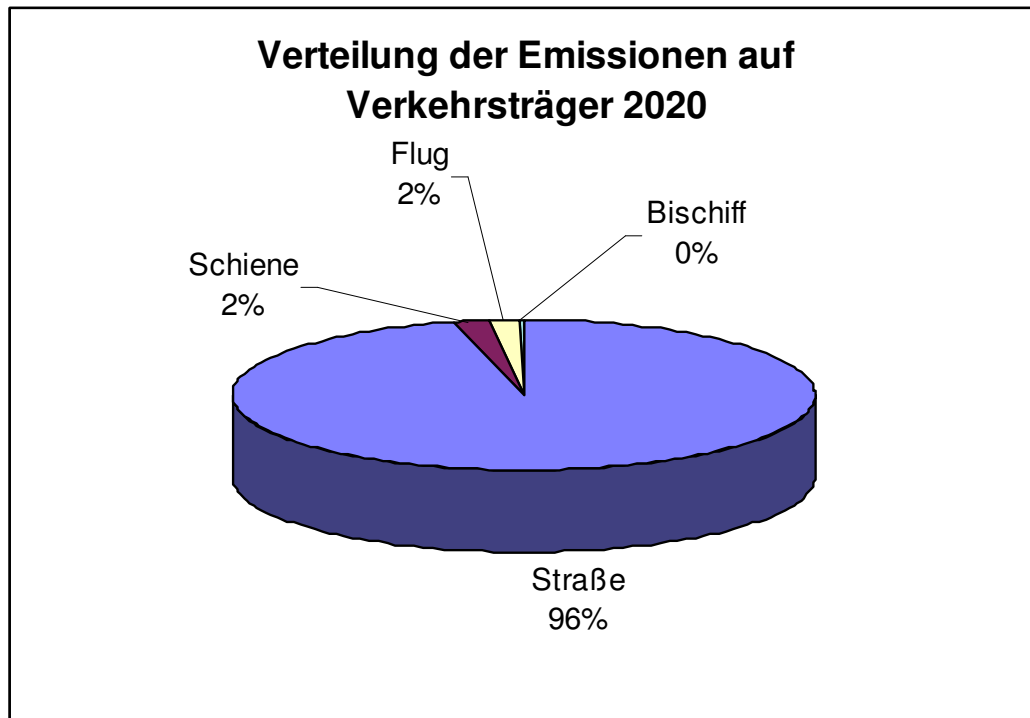


Bild 7-23: Verteilung der Emissionen des Gesamtverkehrs (einschließlich Vorketten) nach Verkehrsträgern 2020

Vergleicht man die Ergebnisse der Trendprognose 2020 mit dem Basisjahr 2005, so ist für Sachsen-Anhalt insgesamt im Verkehrsbereich mit einem Emissions-Reduktionspotenzial von ca. 0,556 Mio. t CO₂-Ä/a oder 9% (11% bezogen auf den EEV) zu rechnen. Der auf den Straßenverkehr entfallende Beitrag von 0,614 Mio. t CO₂-Ä/a wird im Wesentlichen durch den unterstellten Zuwachs im Flugverkehr teilweise kompensiert.

Im Einzelnen sind die verkehrsträgerbezogenen Veränderungen im folgenden Bild dargestellt. Die relativen Veränderungen liegen bei -10,4% (EEV-bezogen bei -12,2%) im Straßenverkehr, -11,2% (-11,4%) im Schienenverkehr und +2,5% (+2,0%) im Binnenschiffsverkehr. Die Emissionen des Flugverkehrs steigen aufgrund der Entwicklungsannahmen mit +241,5% (+240,0%) annähernd auf das Niveau des Schienenverkehrs.

Aufgrund des gesteigerten Biokraftstoffanteils reduzieren sich die Emissionen stärker bzw. erhöhen sich geringer als der EEV. Beim Flugverkehr sind die Erhöhungen quasi identisch.

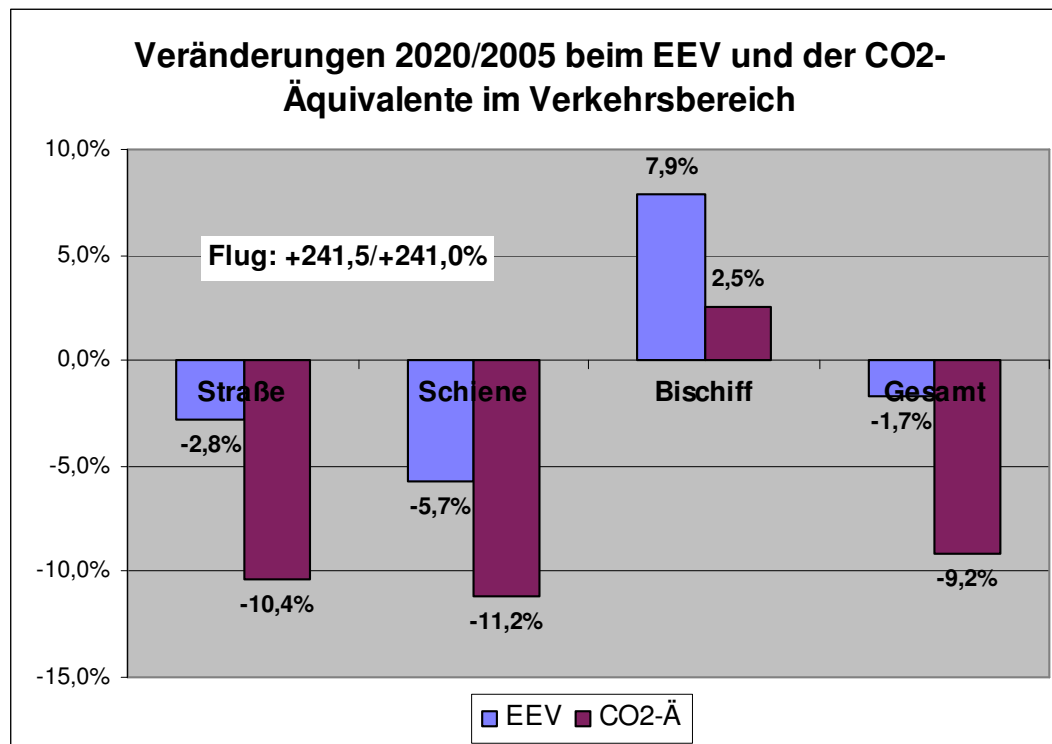


Bild 7-24: Veränderungen 2020/2005 des EEV und der Emissionen (einschließlich Vorketten) im Verkehrsbereich

7.6 Nicht energiebedingte Emissionen

Die Nicht energiebedingten Emissionen betragen in Sachsen-Anhalt im Jahr 2005 rd. 9,1 Mio. t CO₂-Ä mit folgender Aufteilung:

Sektor	im Jahr 2005		Trend 2020	
	Mio. t CO ₂ -Ä.	%	Mio. t CO ₂ -Ä.	%
2 nicht Energiebedingte Emissionen	3,67	40,4%	3,67	47,5%
2 F Verbrauch von HFC,PFC und SF 6	0,73	8,0%	0,73	9,4%
3 D sonstige N ₂ O - Emissionen	0,03	0,3%	0,03	0,4%
4 A Tierische Verdauung	0,54	5,9%	0,54	7,0%
4 B Düngermanagement	0,29	3,2%	0,29	3,8%
4 D Landwirtschaftliche Böden	2,15	23,6%	2,15	27,8%
6 A Deponien	1,51	16,6%	0,15	2,0%
6 B Abwasser	0,17	1,9%	0,17	2,2%
Summe	9,08	100,0%	7,72	100,0%

Tabelle 7-20: Entwicklung der prozessbedingte Emissionen bis 2020

Unter der Annahme, dass die prozessbedingten Emissionen konstant bleiben, da hier bei gleichem Massenumsatz kaum Minderungsmöglichkeiten vorhanden sind, und auch die landwirtschaftlichen Emissionen auf heutigem Niveau bleiben, ergibt sich ein Rückgang nur im Bereich der Deponien. Hier ist bereits kurzfristig mit einer spürbaren Entlastung zu rechnen. Da die Deponien seit 2005 geschlossen sind, inzwischen praktisch überall eine aktive Gasabsaugung betrieben wird und die Gasproduktion im Zeitablauf ohnehin rückläufig ist, werden diese Emissionen bis 2020 um etwa 90 %, entsprechend ca. 1,4 Mio. t CO₂-Ä. zurück gehen.

In den anderen Bereichen werden sich ohne gezielte Maßnahmen u.E. keine Entlastungen ergeben.

Damit ergibt sich eine gesamte Entlastung von gut 1,4 Mio. t CO₂-Ä. bei den prozessbedingten Emissionen.

7.7 Trendszenario Ausbau erneuerbarer Energien

7.7.1 Biomasse

Die Biomassenutzung wird aufgrund der Komplexität der Einsatzstoffe und Nutzungspfade in die vier Bereiche Landwirtschaft Pflanzenbau, Landwirtschaft Tierhaltung (Biogaspotenzial aus organischem Dünger), Holzartige Biomasse und Biogene Abfälle und sonstige Stoffe unterteilt. Die verwendeten Daten wurden der Biomassepotenzialstudie des Landes Sachsen-Anhalt entnommen [BMST-2007].

Da der Biomassepotenzialstudie das Bezugsjahr 2006 zugrunde liegt und eine Rückrechnung auf das Jahr 2005 nicht sinnvoll ist, startet die Prognose des Ausbaus ebenfalls in 2006.

Der Ausgangspunkt ist die heutige Nutzung und die freien Potenziale bis zum Jahr 2020, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind.

Biomassenutzung und freies Potenzial	Technisches Potenzial		Nutzung	Freies Potenzial	
	2006	2020	2006	2006	2020
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
Landwirtschaft					
Pflanzenbau	27.444	27.083	15.947	11.497	12.000
Biogaspotenzial org. Dünger	833	1.111	255	556	1.083
Holzartige Biomasse					
Erntemenge Wald,KUP,Gebrauchtholz	9.917	9.972	8.028	1.889	1.889
Biogene Abfälle und sonst. Stoffe					
Feste, fl. und gasförm. Biomassen	1.472	1.306	639	833	666

Tabelle 7-21: Biomassenutzung und freies Potenzial. [BMST-2007]

Der Ausbau der unterschiedlichen Nutzungspfade orientiert sich am freien Potenzial des Jahres 2020. Dabei wird für das Trendszenario ein Ausbau der freien Potenziale unterstellt, der sich an dem heutigen Stand der Nutzung und der vorhandenen Flächen und der zu erwartenden Wirtschaftlichkeit einzelner Nutzungspfade in den nächsten Jahren orientiert.

Für die einzelnen Nutzungspfade wurde jeweils eine eigene Potenzialausschöpfung zwischen 24 und 60% angenommen, siehe Tabelle 7-22. Die höchste Potenzialausschöpfung wurde für den Bereich Biogaspotenzial aus org. Dünger angenommen, durch die geplanten Zusatzvergütungen für die Nutzung von Gülle im aktuellen Entwurf des EEG-2009 [BMU-2007-03] wird eine weitere Erschließung des Potenzials als wirtschaftlich betrachtet, siehe auch Bild 7-26.

Im Pflanzenbau wird nur ein Teil des Ausbaus durch die Erzeugung von Nawaro's für die Biogasanlagen erfolgen. Auch die Nutzung von Pflanzenprodukten in thermischen Anlagen (z.B. Stroh) wird gesteigert werden können, siehe Tabelle 7-23.

Die holartige Biomasse wird in großem Maße auch eine stoffliche Verwertung finden, in gleicher Größenordnung aber auch einen Einsatz zur Produktion von Wärme und Strom in KWK-Anlagen. Bei steigenden Energiepreisen für Gas und Öl wird auch der Zuwachs von Pelletheizungen, sowie der sonstigen Holzheizungen (Scheitholzkessel und Kamine) im Bereich der Haushalte zunehmen.

Die getrennte Erfassung der Biomasse aus dem Abfallbereich ist der größte limitierende Faktor, nur bei flächendeckender Einführung einer „Braunen Tonne“ ist ein größerer Ausbau realistisch möglich (Tabelle 7-22). Der Ausbau der Nutzung von biogenen Abfällen wird fast ausschließlich in Biogasanlagen erfolgen, da die Nutzung von Klärgas und Altholz weitestgehend ausgebaut ist und die Nutzung von Deponiegas sogar rückläufig ist (Tabelle 7-22)

Erschließung des Biomassepotenzials bis 2020	Potenzialausbau bis 2020	Potenzialausbau bis 2020	Restpotenzial 2020	jährl. Steigerung Ausbau
	%	GWh	GWh	%
Landwirtschaft				
Pflanzenbau	24%	2.880	9.120	1,2%
Biogaspotenzial org. Dünger	60%	650	433	9,5%
Holzartige Biomasse				
Erntemenge Wald,KUP,Gebrauchtholz,Lands.pfl.	40%	756	1.133	0,6%
Biogene Abfälle und sonst. Stoffe				
Feste, fl. und gasförm. Biomassen	30%	200	466	2,0%

Tabelle 7-22: Erschließung des Biomassepotenzials bis 2020 im Trendszenario

Nutzungspfade Biomasse bis 2020	Anteil jährl. Steigerung	Nutzung 2006	Nutzung 2013	Nutzung 2020
	%	GWh	GWh	GWh
Landwirtschaft				
Pflanzenbau				
Biogas pflanzlich	50%	1.417	2.107	2.857
Ethanol	0%	4.389	4.389	4.389
RME	0%	9.944	9.944	9.944
thermisch	33%	3	458	953
stofflich	17%	194	429	684
Biogaspotenzial organischer Dünger				
Biogas org. Dünger	95%	204	418	821
stoffliche Nutzung	5%	51	62	83
Holzartige Biomasse				
Stoffliche Verwendung	40%	5.399	5.546	5.701
Holzheizwerke	18%	431	498	567
Holzheizkraftwerke, KWK	18%	1.802	1.869	1.938
Pelletheizungen	18%	95	161	231
sonst. Holzfeuerungsanlagen	6%	301	323	347
Biogene Abfälle und sonst. Stoffe				
Biogas	100%	639	732	839

Tabelle 7-23: Aufteilung der gesamten Biomassenutzung bis 2020 im Trendszenario

Zur Berechnung der Endenergie-Einsparung durch die Nutzung von Biomasse ist noch der jeweilige Umwandlungswirkungsgrad der einzelnen Nutzungspfade zu berücksichtigen. So können rd. 64% der chemisch gebundenen Energie der Biomasse durch den Biogasprozess in die Endenergie Biogas umgewandelt werden (Tabelle 7-24)

Nutzbare Endenergie aus der Biomassenutzung bis 2020	Verhältnis Output/Input	Endenergie 2006	Endenergie 2013	Endenergie 2020
	%	GWh	GWh	GWh
Landwirtschaft				
Pflanzenbau				
Biogas pflanzlich	64%	905	1.346	1.825
Ethanol	51%	2.804	2.804	2.804
RME	45%	6.353	6.353	6.353
thermisch	90%	2	293	609
stofflich	100%	124	274	437
Biogaspotenzial organischer Dünger				
Biogas org. Dünger	64%	130	267	525
stoffliche Nutzung	100%	51	62	83
Holzartige Biomasse				
Stoffliche Verwendung	100%	5.399	5.546	5.701
Holzheizwerke	85%	366	423	482
Holzheizkraftwerke, KWK	95%	1.712	1.775	1.842
Pelletheizungen	90%	85	145	207
sonst. Holzfeuerungsanlagen	70%	211	226	243
Biogene Abfälle und sonst. Stoffe				
Biogas	64%	408	468	536

Tabelle 7-24: Energieerzeugung aus Biomasse bis 2020 im Trendszenario (Nutzungsgrad bei der Umwandlung in Endenergie)

Die Gesamtentwicklung der unterschiedlichen Biomassearten ist in den nächsten Abbildungen dargestellt.

Bei dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau ist von einem Ausbau der Nutzung in Biogasanlagen auszugehen.

Einen deutlichen relativen Anstieg wird es auch im Bereich der Nutzung von Gülle und Festmist vor allem in Biogasanlagen (Bild 7-26) und im Bereich der Pelletheizungen geben (Bild 7-28).

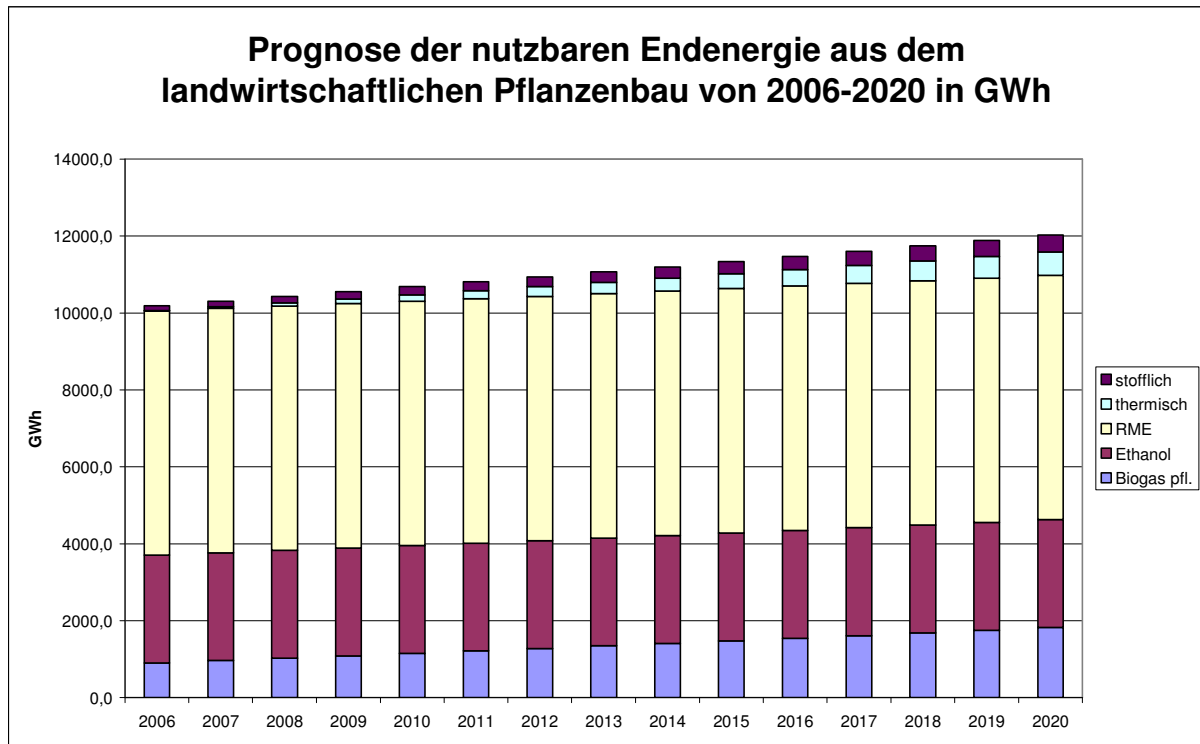


Bild 7-25: Entwicklung der nutzbaren Energie aus dem Bereich Pflanzenbau bis 2020

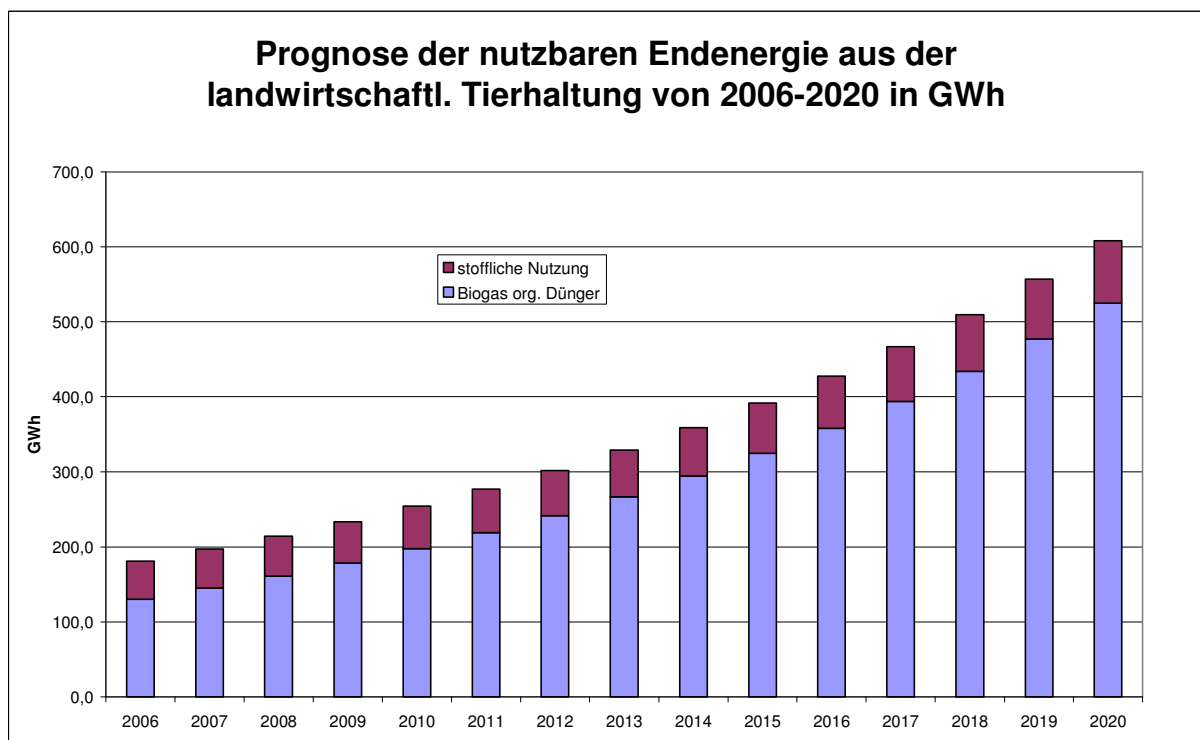


Bild 7-26: Entwicklung der nutzbaren Energie aus landw. Tierhaltung bis 2020

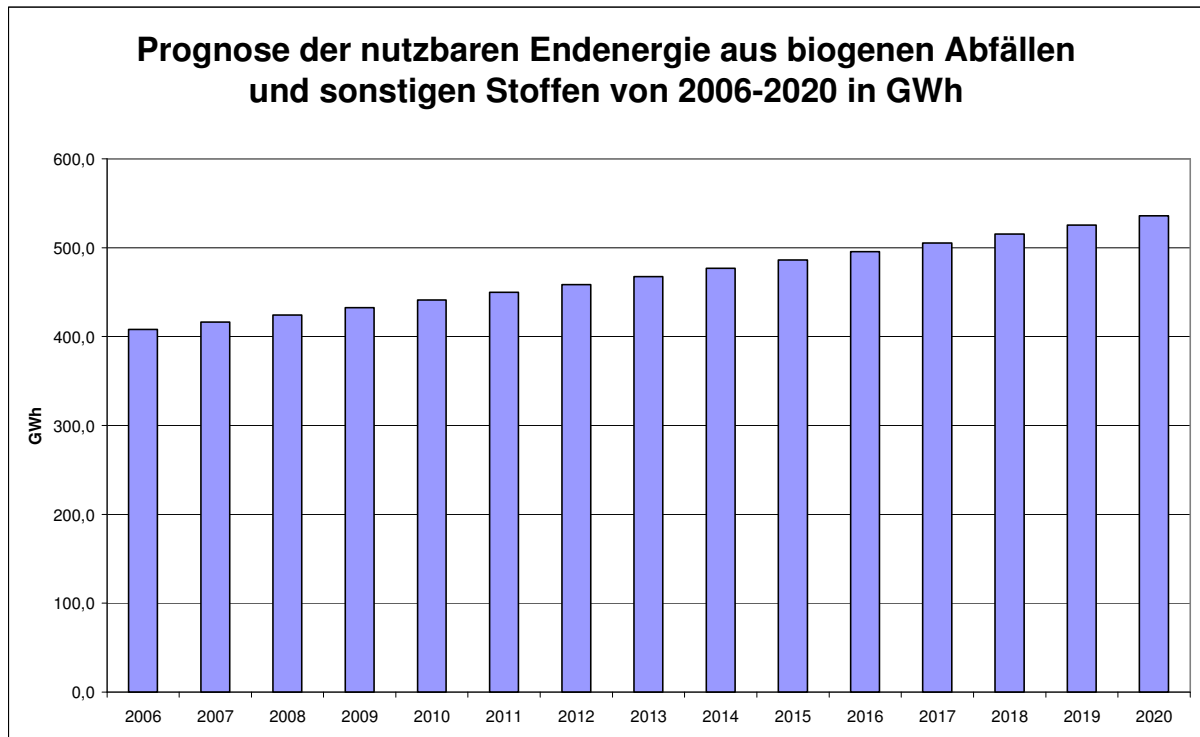


Bild 7-27: Entwicklung der nutzbaren Energie aus biogenen Abfällen bis 2020

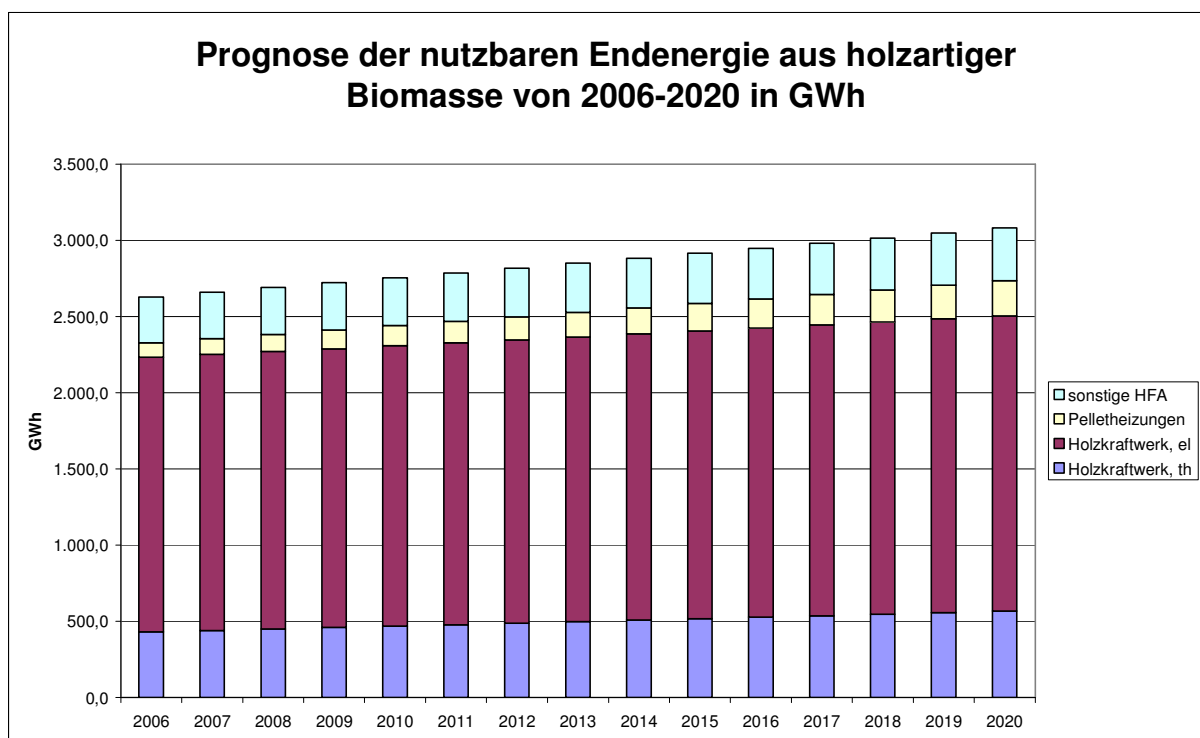


Bild 7-28: Entwicklung der nutzbaren Energie aus holzartiger Biomasse bis 2020

7.7.2 Wasserkraft

Im Januar 2007 sind nach der Energiestudie des Landes Wasserkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von 15.663 kW installiert. Für 2005 wird eine installierte Leistung von 15.000 kW angenommen. Die im Jahr 2005 in Sachsen-Anhalt durch Wasserkraft eingespeiste elektrische Jahresarbeit liegt nach Energiebilanz bei 69,1 GWh. Damit ergibt sich eine mittlere Auslastung von 4.600 b_{VH} (b_{VH} = Volllaststunden).

Für den zukünftigen Ausbau der Wasserkraft wird angenommen, dass die geplanten Talsperrenprojekte an fünf Talsperren mit einer Gesamtleistung von 3,2 MW umgesetzt werden [vgl. IE-2007].

Die Umsetzung kleinerer Wasserkraftprojekte wird im Trendszenario aus Gründen fehlender Wirtschaftlichkeit wegen des überproportional hohen Investitionsaufwandes nicht unterstellt, diese werden in Kapitel 8 als Maßnahme abgebildet.

Insgesamt steigt die installierte Leistung von 15,2 MW in 2006 auf 18,6 MW in 2020. Die Stromproduktion erreicht unter der Annahme, dass auch die zugebauten Anlagen eine durchschnittlich Auslastung von 4.600 b_{VH}/a haben, im Jahr 2020 insgesamt 85,7 GWh/a.

7.7.3 Windkraft

In der Energiebilanz wird im Jahr 2005 eine Windenergiemenge (Strom) in Höhe von 2371,6 GWh ausgewiesen. Laut Energiestudie [IE-2007] sind 2005 insgesamt 1.854 MW elektrische Leistung in Windkraftanlagen installiert gewesen. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Volllaststundenanzahl von 1.285 b_{VH}/a . Beachtet werden muss dabei, dass 2005 im Mittel rd. 13,7% weniger windstark war als das vergleichbare 5 Jahres Mittel [IWR-2007]. Die durchschnittliche Volllaststundenanzahl der Anlagen müsste damit rd. 1.460 b_{VH}/a betragen. Der Sprung in der Windstromerzeugung 2005 auf 2006, im folgenden Bild 7-29 dargestellt, ist durch die Anpassung des windarmen Jahres 2005 auf das langjährige Mittel begründet.

Für das Jahr 2006 wurde mit der in der Studie [IE-2007] ausgewiesenen installierten Leistung von 2.533,0 MW gerechnet und mit der eingespeisten Strommenge von 3.445 GWh [LSA-2007] gerechnet, was nur einer Volllaststundenanzahl von 1.360 h/a entspricht. Ab 2007 wurde dann mit der durchschnittlichen Volllaststundenanzahl von rd. 1.460 b_{VH}/a gerechnet. Es wurde mit einer Steigerung der installierten Leistung von 5% pro Jahr für 2007 und 2008 und von 4% in den Jahren 2009 bis 2015 danach mit 3% pro Jahr, gerechnet. Diese Steigerungsraten berücksichtigen die ausgewiesenen Flächen sowie ein zunehmendes Repowering mit Leistungserhöhung ab 2010.

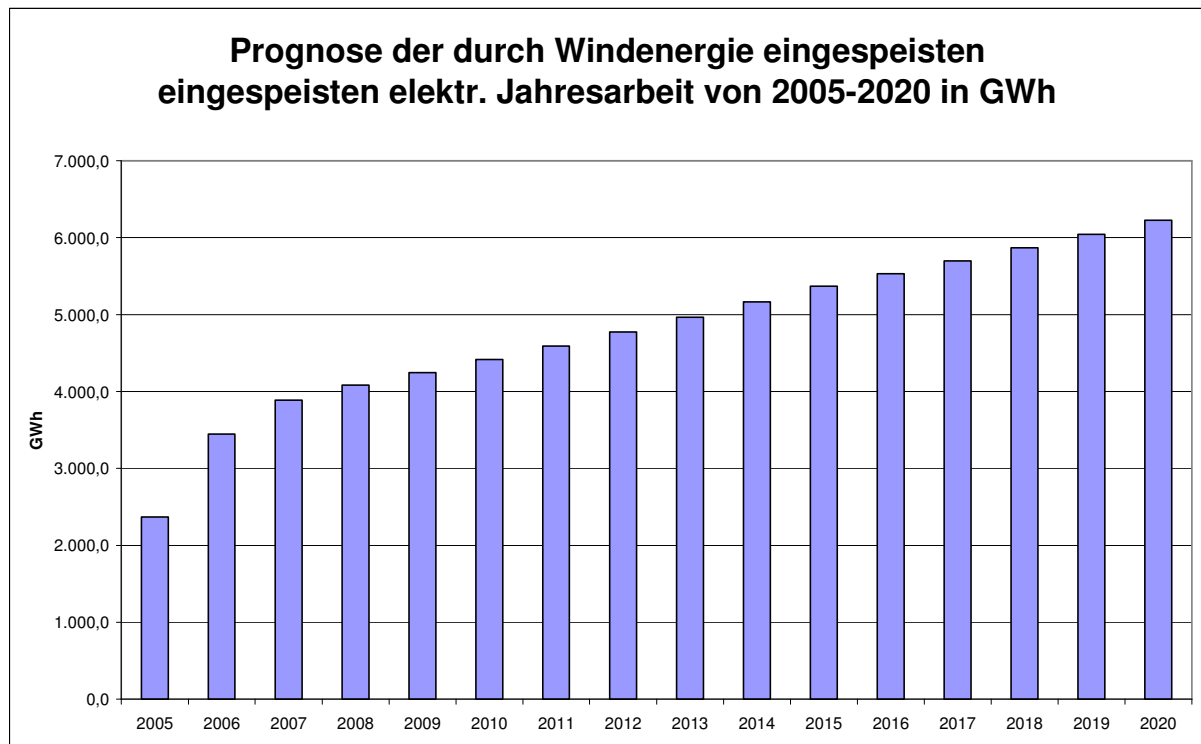


Bild 7-29: Entwicklung der Windstromerzeugung bis 2020

7.7.4 Photovoltaik

Die installierte Leistung der Photovoltaikanlagen in Sachsen Anhalt lag 2006 bei rd. 26 MW [MWST-2007-02]. Relativ gesehen zum bundesdeutschen Durchschnitt ist Sachsen Anhalt damit sowohl flächen- als auch einwohnerbezogen nur mit einer geringen PV-Anlagenkapazität vertreten. Das liegt u.a. an der in Relation zu Süddeutschland geringeren solaren Einstrahlung und der geringeren Einkommenssituation. Im Trendszenario wird durch die Fortführung des EEG ein deutlicher Ausbau auf rd. 180 MW in 2015 erwartet [MWST-2007-02]. Bis zum Jahr 2020 dürfte dann ein Ausbau auf insgesamt rd. 240 MW erfolgen können. Da im EEG auch eine Vergütungsdegression vorgesehen ist, wird der Ausbau zwischen 2015 und 2020 nicht mehr so stark sein wie in den Jahren davor.

Zur Berechnung des eingespeisten Solarstroms wurde ein spezifischer Ertrag von 900 kWh/kW_{Peak} angenommen. Dieser übliche Auslegungswert wird auch benötigt, um eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Die installierte Leistung in 2005 wurde mit 80% der 2006 installierten Leistung angenommen. Der berechnete Solarstromertrag (18 GWh in 2005) passt jedoch nicht zu dem in der Energiebilanz ausgewiesenen 11,6 GWh, da sich diese eher auf die bereits Ende 2004 installierte Leistung bezieht.

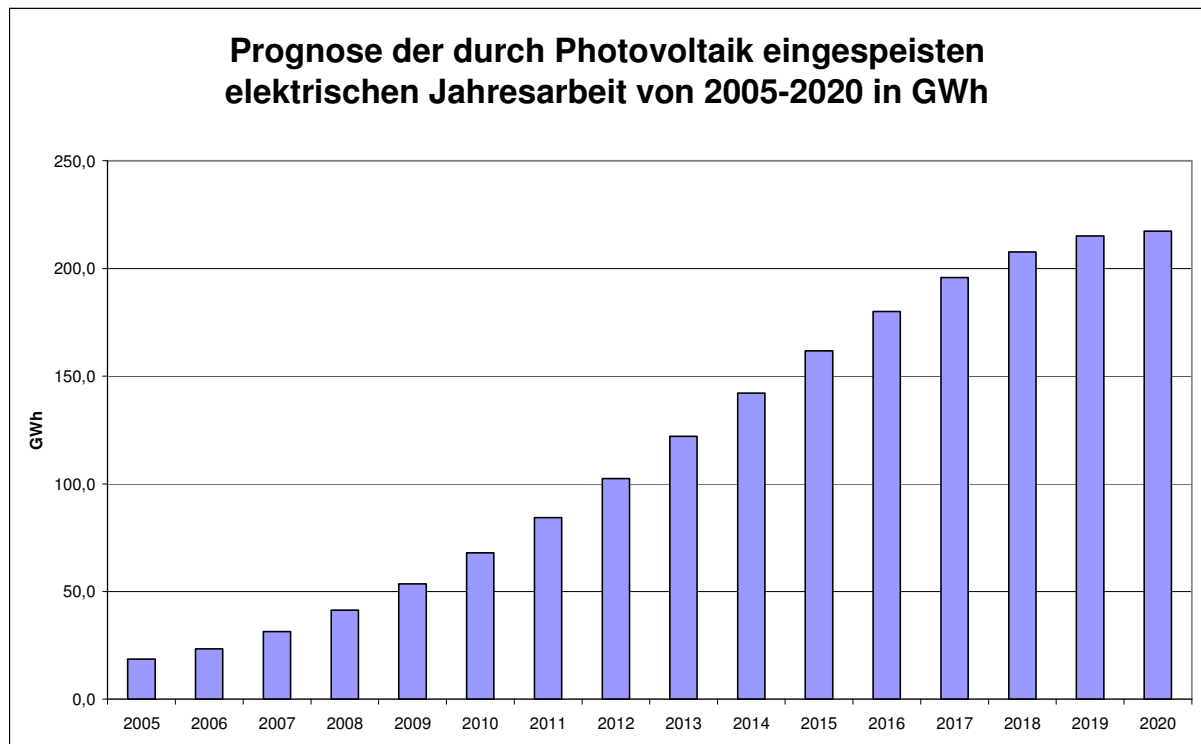


Bild 7-30: Entwicklung der photovoltaischen Stromerzeugung bis 2020

7.7.5 Solarthermie

In der Energiebilanz wird 13,6 GWh Endenergie aus Solarenergie für den Bereich Haushalte und GHD ausgewiesen. In dieser Position müssten die solarthermischen Anlagen betrachtet sein. Aus einer durchschnittlichen Wärmebereitstellung von rd. 350 kWh/m² Kollektorfläche und Jahr ergeben sich rd. 40.000 - 41.000 m² Kollektorfläche. Die Wärmebereitstellung ist nur gering, da die solarthermischen Anlagen im Sommer überdimensioniert sind, um auch in der Übergangszeit den Energiebedarf noch ausreichend zu decken. Bei der angestrebten solaren Deckungsrate von 50% wird die meiste im Kollektor gewonnene Wärme nicht genutzt. Bei einer durchschnittlichen Kollektorfläche von 5 m² pro Einfamilienhaus (EFH) ergibt sich eine bereits installierte Anzahl von rd. 8.000 - 8.200 Anlagen in Sachsen-Anhalt.

Es wurde mit einem anfangs stark steigenden Ausbau der solarthermischen Anlagen von 10% pro Jahr gerechnet. Je mehr Anlagen installiert sind, desto ungünstiger werden die Einbaubedingungen (Dachneigung und Ausrichtung) und damit die potentiellen Erträge für neue Anlagen. Daher ist mit einem leichten Rückgang des Ausbaus zu rechnen. Bis 2020 kann damit eine Kollektorfläche von bis zu 100.000 m² installiert werden.

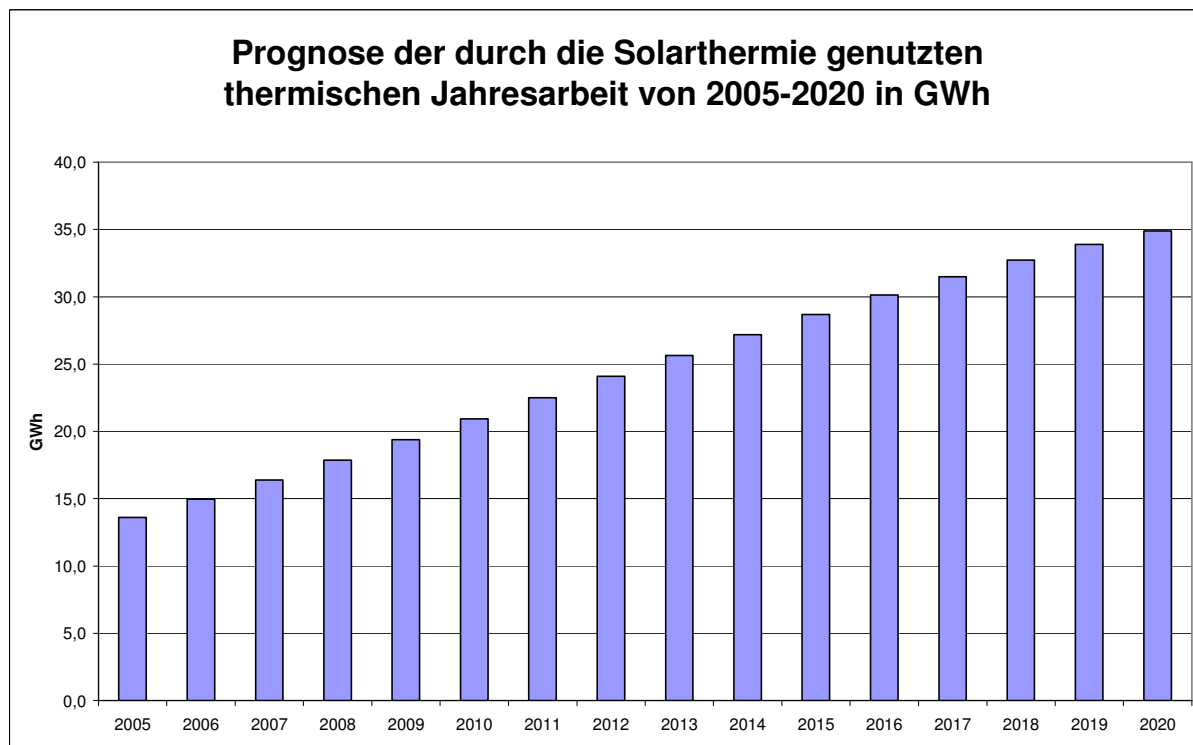


Bild 7-31: Entwicklung der solarthermischen Wärmeerzeugung bis 2020

7.7.6 Geothermie

Unter Geothermie werden alle Techniken zur Nutzung der im zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherten Wärme zusammengefasst. Üblicherweise wird dabei zwischen oberflächennaher Geothermie bis etwa 100 m Tiefe und der tiefen Geothermie in einigen 1000 m unterschieden.

Die Nutzung umfasst sowohl rein thermische Anwendungen als auch Anlagen zur Stromerzeugung.

Zurzeit sind in Sachsen-Anhalt keine Anlagen zur Nutzung der tiefen Geothermie in Betrieb. Oberflächennahe Geothermie hingegen wird vor allem in kleinen Anlagen in Verbindung mit Erdwärmepumpen zur Gebäudeversorgung genutzt.

Tiefe Geothermie

Das entscheidende Kriterium für die Bewertung ist der Temperaturgradient zum Untergrund, der von den geologischen Gegebenheiten bestimmt wird. Sachsen-Anhalt bietet hier im Gegensatz etwa zum Oberrheingraben oder einigen Regionen in Süddeutschland keine besonders günstigen Möglichkeiten, sogenannte Anomalien [IE-2007]. Um ein für die Stromerzeugung ausreichendes Temperaturniveau von 150°C zu erreichen, muss man flächendeckend etwa 5000m tief bohren.

Das theoretische Potenzial ist somit sehr groß, eine wirtschaftliche Nutzung ist allerdings nicht absehbar. Als Maßnahme zur CO₂-Reduzierung wird die tiefe Geothermie daher nicht weiter berücksichtigt.

Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie in Verbindung mit Erdwärmesonden und Wärmepumpenanlagen erlebt, nach einem Einbruch in den 90er Jahren, seit 2004 eine Renaissance sowohl in Deutschland, als auch in Sachsen-Anhalt, wo im Neubau Wärmepumpen einen Marktanteil von rund 10% haben.

Deutschlandweit sind heute rund 300.000 Wärmepumpen installiert.

In Sachsen-Anhalt werden heute – vor allem im Bereich des Einfamilienhausneubaus – einige hundert neue Anlagen pro Jahr errichtet.

Die Wärmepumpen erreichen normalerweise eine 100% Deckung des Wärmebedarfs. Der Wärmebedarf für Einfamilienhäuser wurde mit durchschnittlich 27.000 kWh/a angenommen. Da es keine aktuellen Statistiken über die installierten Wärmepumpen gibt, wurde eine Wärmebereitstellung von rd. 8 GWh/a abgeschätzt. Diese Wärmebereitstellung entspricht rd. 296 Anlagen der Größenklasse EFH.

Für die Entwicklung bis 2020 wurde mit einem durchschnittlichen Ausbau der Wärmepumpen in der Größenordnung von 200 Anlagen pro Jahr gerechnet. Bis 2020 kann dann mit rd. 3.300 Anlagen und einer Wärmebereitstellung von rd. 89 GWh/a gerechnet werden. Der Strombedarf der Anlagen liegt bei rd. 20,6 GWh/a was einer Leistungszahl von 4,3 entspricht. Diese Leistungszahl ist nur mit einer Niedertemperaturheizung (Fußbodenheizung) zu erreichen.

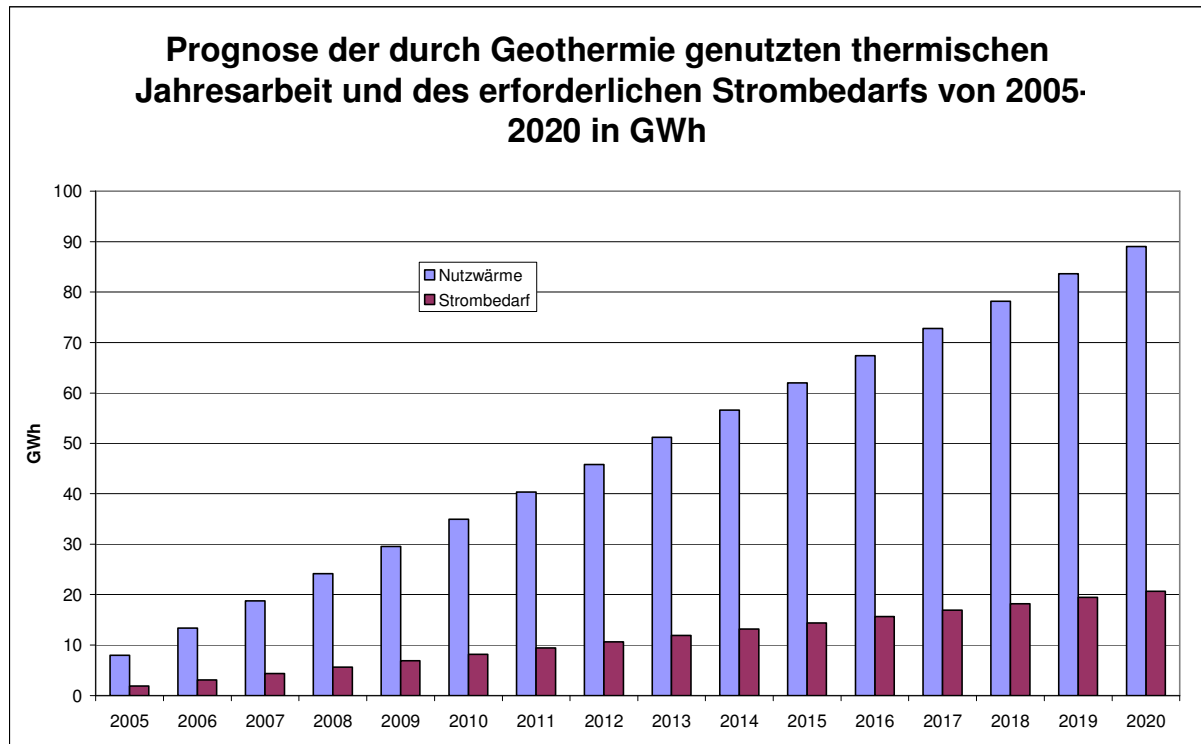


Bild 7-32: Entwicklung der oberflächennahen Geothermie in Wärmepumpen bis 2020

7.7.7 Gesamtentwicklung erneuerbare Energien bis 2020

Im Trendszenario ergibt sich in der Summe eine Steigerung der regenerativen Stromerzeugung von 2006 bis 2020 um 54% von 6 TWh/a auf 9,3 TWh/a. Obwohl auch andere Energieträger relativ gesehen einen deutlichen Ausbau erfahren, geht der absolute Zuwachs weitgehend auf den weiteren Ausbau der Windenergie zurück.

Die Aufteilung auf die einzelnen Energieträger ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

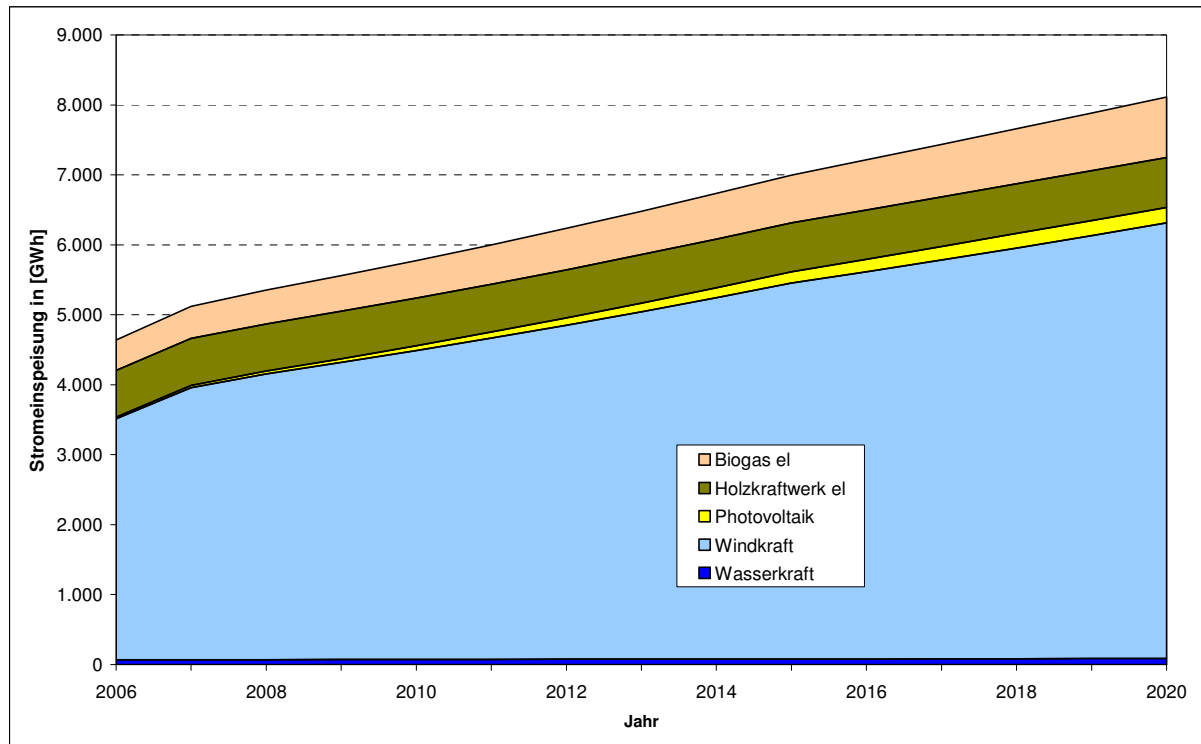


Bild 7-33: Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung im Trendszenario bis 2020

Die regenerative Wärmeerzeugung steigt ebenfalls deutlich auf 2.466 GWh an und verdoppelt sich damit bis zum Jahr 2020. Zu diesem Ausbau tragen alle Energieformen bei, wobei ein besonderer Beitrag auf die Wärmeerzeugung aus pflanzlichen Rohstoffen (vor allem Stroh) entfällt. Während der Ausbau der regenerativen Energien hauptsächlich zur Produktion von Kraftstoff (Ethanol, RME) und der Produktion von EEG-Strom (Biogas) genutzt wird, bietet das beim Getreideanbau anfallende Getreidestroh ein großes Potenzial in der Wärmebereitstellung.

Bezogen auf den Heizenergiebedarf von Haushalten und Gewerbe würden die erneuerbaren Energien bis 2020 (ohne Berücksichtigung von Netzverlusten beim Wärmetransport) einen Anteil von 13% im Wärmemarkt erreichen.

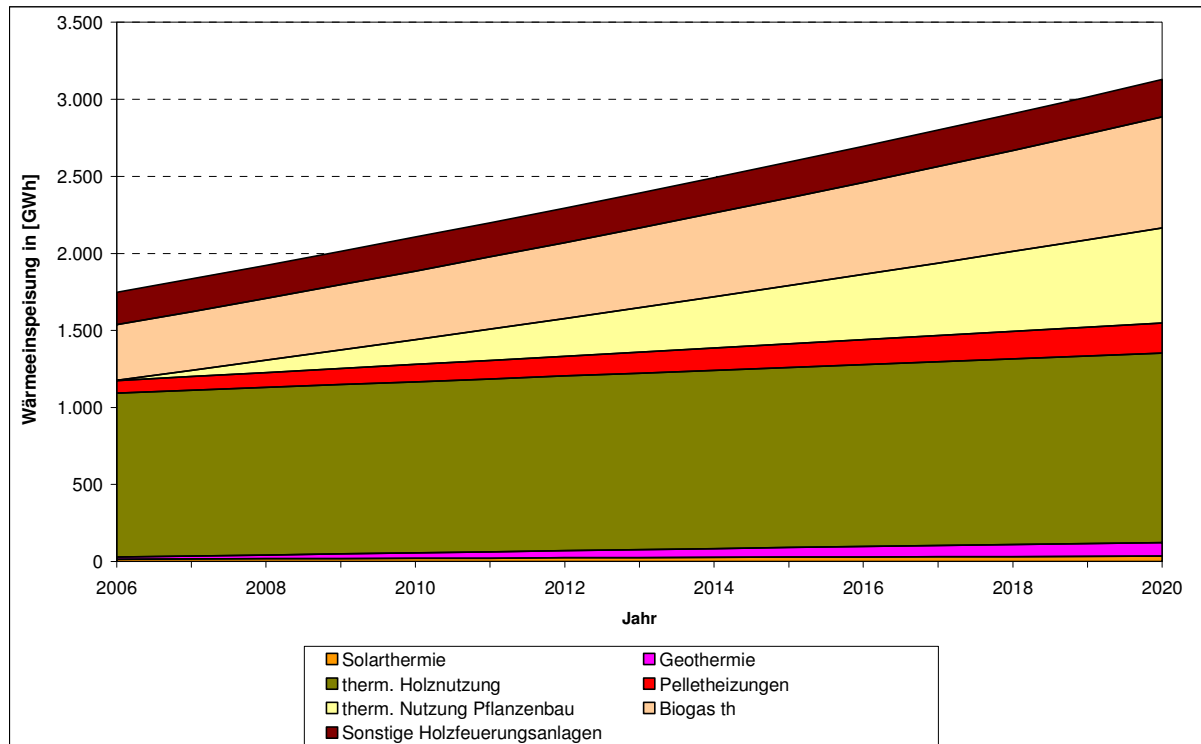


Bild 7-34: Entwicklung der regenerativen Wärmeerzeugung im Trendszenario bis 2020

Durch den in diesem Trendszenario angenommenen Ausbau der erneuerbaren Energien werden rd. 2,9 Mio. t CO₂-Ä vermieden gegenüber dem Stand von 2005. Die Einsparung wurde berechnet in der Verdrängung der jeweils entsprechenden konventionellen Endenergiebereitstellung. Für die Produktion von Strom aus Wind-, Wasser-, PV- und Biomasse wurde eine Vermeidung von 0,606 t CO₂-Ä/MWh_{EE} als Verdrängung des Strommix incl. Vorketten berechnet. Bei der Produktion von Endenergie Wärme wurde mit dem Faktor 0,254 t CO₂-Ä/MWh_{EE} als Mix unterschiedlicher Wärmeerzeuger (FW, Gas und Öl) gerechnet. Wärme, die aufgrund der Leistungsgröße der Erzeuger über FW-Netze übertragen werden muss (Biogas, Holzkraftwerke), wird pauschal mit 10% Leitungsverlusten versehen. Für die Bereitstellung von Wärme durch Geothermie (hier Erd-Wärmepumpen) wurde mit einer Leistungszahl von 4,3 gerechnet, der Strombedarf wurde in der CO₂- Bilanz mit 0,625 t CO₂-Ä/MWh (Strommix kundenseitig) berücksichtigt.

Mit 1,9 Mio. t CO₂-Ä hat die Windkraft den größten Anteil (>66%) an den Einsparungen.

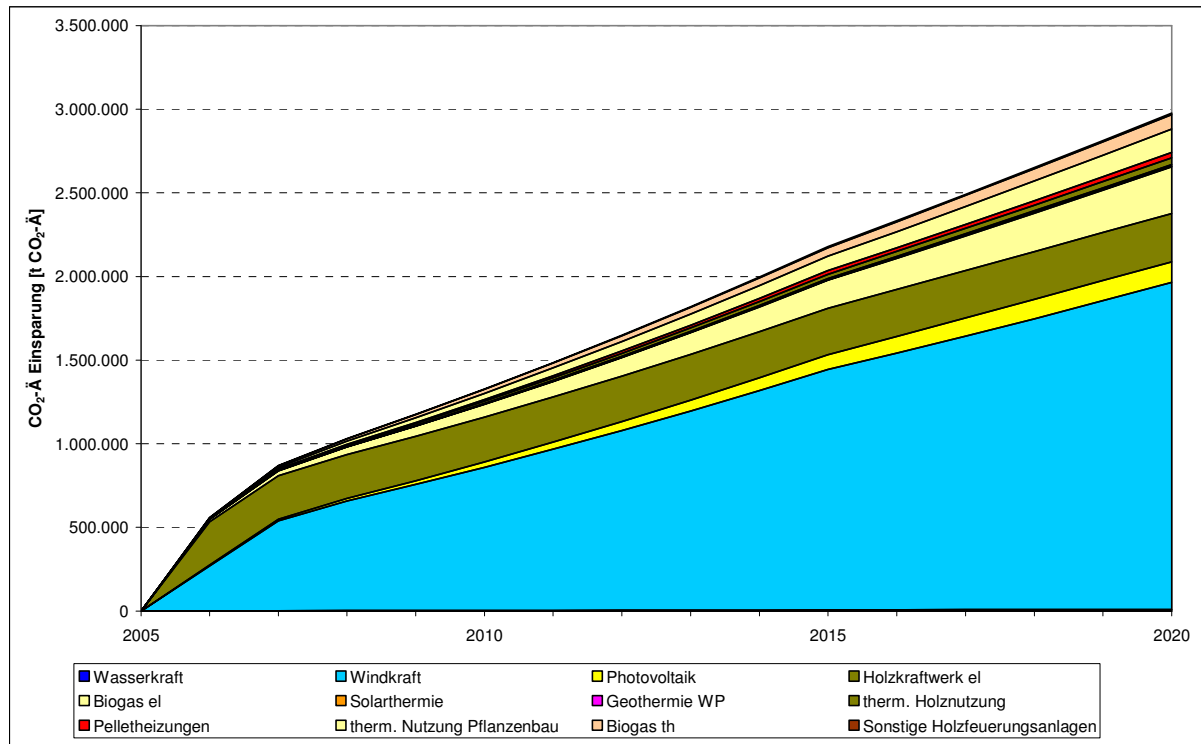


Bild 7-35: CO₂-Ä Einsparung durch Ausbau der regenerativen Energie im Trendszenario

7.8 Umwandlungsbereich: Energiewirtschaft und Industrie

7.8.1 Umwandlungsbereich: Ausgangslage 2005 / Einflussgrößen bis 2020

Der Umwandlungsbereich mit insgesamt 59 Anlagen der öffentlichen und industriellen Strom- und Wärmeversorgung ist mit jährlichen Emissionen von rd. 13,5 Mio. t CO₂ (ohne Vorketten) bzw. 14,4 Mio. t CO₂-Ä. (mit Vorketten) der bei weitem größte und wichtigste Sektor für die CO₂ – Bilanz (Tab. 7-25).

Weitere 18 Anlagen aus den Bereichen Raffinerien, Zement und Kalk-, Glas-, Keramik-, Papier und Zellstoff- sowie Zuckerherstellung unterliegen ebenfalls dem Emissionshandel; die gesamten jährlichen Emissionen liegen hier bei rd. 5,6 Mio. t CO₂ (ohne Vorketten) bzw. 5,9 Mio. t CO₂-Ä. (mit Vorketten). Bei diesen Anlagen ist aus den Angaben der DEhSt nicht erkennbar, welcher Anteil der Emissionen aus Verbrennungsprozessen der eingesetzten Brennstoffe stammt und welcher Anteil aus den Produktionsprozessen.

Betreibername	Anlagenname	Anlagenort	Tätigkeit	geprüfte Emissionen in t CO ₂	
				2005	2006
E.ON Kraftwerke GmbH	Kraftwerk Schkopau	Korbetha	1 Verbrennung	6.125.032	6.213.414
RKB Raffinerie- Kraftwerks-Bef	Raffineriekraftwerk Leuna	Leuna	1 Verbrennung	925.062	923.686
MIBRAG Industriekraftwerke B	Kraftwerk Mumsdorf	Mumsdorf	1 Verbrennung	897.240	858.917
MIBRAG Industriekraftwerke B	Kraftwerk Deuben	Deuben	1 Verbrennung	870.058	755.102
Solvay Infra GmbH	IKB Bernburg	Bernburg	1 Verbrennung	591.609	590.768
ROMONTA GmbH	Industriekraftwerk Amsdorf	Amsdorf	1 Verbrennung	564.192	540.806
KWG- Kraftwerksgesellschaft	GuD-IKW Staßfurt	Staßfurt	1 Verbrennung	520.677	492.579
MIBRAG Industriekraftwerke B	Kraftwerk Wühlitz	Wühlitz	1 Verbrennung	337.207	332.353
Kraftwerk Bitterfeld Wolfen Gm	GuD-Anlage Bitterfeld	Bitterfeld	1 Verbrennung	326.261	307.129
ILE InfraLeuna Energiegesells	GuD-Anlage mit Spitzen- und Reserve	Leuna	1 Verbrennung	220.645	195.769
Kraftwerk Dessau GmbH	HKW Dessau	Dessau	1 Verbrennung	216.992	200.185
Kraftwerk Bitterfeld/Wolfen Gm	GuD-Anlage Leuna	Leuna	1 Verbrennung	199.365	190.946
EVH GmbH	HKW Dieselstraße	Halle	1 Verbrennung	196.184	257.806
Heizkraftwerk Halle- Trotha Gm	VASA Halle-Trotha (Gasturbine/Spitzen	Halle (Saale)	1 Verbrennung	164.955	162.748
Südzucker AG Mannheim/Och	Anlage zur Herstellung von Zucker	Zeitz	1 Verbrennung	164.407	192.129
K+S Kali GmbH	Kraftwerk Werk Zielitz	Zielitz	1 Verbrennung	116.774	124.420
Cerestar Deutschland GmbH	Cerestar Deutschland GmbH - Werk Ba	Barby	1 Verbrennung	98.024	98.004
SKW Stickstoffwerke Piesteritz	Zusatzdampferzeuger 106 UA/B	Lutherstadt Wittenberg	1 Verbrennung	69.190	55.931
K+S Kali GmbH	Trocknung Werk Zielitz	Zielitz	1 Verbrennung	69.093	70.729
SKW Stickstoffwerke Piesteritz	Industriekraftwerk Wittenberg	Lutherstadt Wittenberg	1 Verbrennung	68.814	56.616
EnBW Energy Solutions GmbH	Dampferzeugungsanlage Burg	Burg	1 Verbrennung	66.948	72.442
Nordzucker AG	Dampferzeuger Klein Wanzleben	Klein Wanzleben	1 Verbrennung	65.352	46.944
VASA Kraftwerke-Pool GmbH	VASA Kraftwerke-Pool GmbH&Co. KG	Stendal	1 Verbrennung	62.731	57.000
Städtische Werke Magdeburg	Heißwassererzeuger 11 und 12	Magdeburg	1 Verbrennung	60.442	17.058
EEG - Erdgas Erdöl GmbH	GuD Steinitz	Steinitz	1 Verbrennung	46.728	43.704
Dow Olefinverbund GmbH	Kraftwerk I72 Schkopau	Schkopau	1 Verbrennung	31.353	29.963
Avacon AG	BHKW Salzwedel	Salzwedel	1 Verbrennung	30.749	27.867
Stadtwerke Merseburg GmbH	SW Merseburg HW-BHKW	Merseburg	1 Verbrennung	29.423	28.538
Stadtwerke Bernburg GmbH	HW-BHKW Bernburg Roschwitz	Bernburg	1 Verbrennung	26.715	26.044
StadtStadtwerke W GmbH	Stadtwerke Wolfen	Wolfen	1 Verbrennung	25.640	24.489
Stadtwerke Schönebeck GmbH	BHKW Stadtwerke Schönebeck GmbH	Schönebeck	1 Verbrennung	25.510	24.996
Stadtwerke Lutherstadt Witten	Heizkraftwerk Berliner Straße	Lutherstadt Wittenberg	1 Verbrennung	23.099	21.227
Stadtwerke Wernigerode GmbH	HW/MHKW Wernigerode	Wernigerode	1 Verbrennung	21.453	20.264
VNG - Verbundnetz Gas Aktie	Bad Lauchstädt Gasturbinen	Teutschenthal	1 Verbrennung	20.006	23.276
MBE Mitteldeutsche Bioenergi	Bioethanolanlage Zörbig	Zörbig	1 Verbrennung	19.915	28.690
DHW Deutsche Hydrierwerke	Dampferzeuger 8 und 9 Rodleben	Rodleben	1 Verbrennung	19.168	19.139
Stadtwerke Burg GmbH	HKW Burg	Burg	1 Verbrennung	17.069	16.581
GETEC AG	Dampfkesselanlage Milchwerk Stendal	Stendal	1 Verbrennung	16.889	16.731
Halberstadtwerke GmbH	Heizkraftwerk Ost der Halberstadtwerke	Halberstadt	1 Verbrennung	16.141	15.651
Stöver Produktion GmbH&Co.	Kesselanlage Oschersleben	Oschersleben	1 Verbrennung	15.326	16.562
Stadtwerke Zeitz GmbH	HKW Stadtwerke Zeitz GmbH	Zeitz	1 Verbrennung	13.798	12.720
Hasseröder Brauerei GmbH	Energiezentrale Hasseröder Brauerei	Wernigerode	1 Verbrennung	13.585	13.019
Stadtwerke Sangerhausen Gm	SW Sangerhausen Heizwerk Süd-West	Sangerhausen	1 Verbrennung	10.209	11.527
IPF- Heizkraftwerksbetriebsg e	Heizkraftwerk IPF Magdeburg	Magdeburg	1 Verbrennung	9.492	9.926
MKM Mansfelder Kupfer und M	Kesselhaus 2 Hettstedt	Hettstedt	1 Verbrennung	7.665	7.227
Fernwärme- Energiewerke Bad	Fernwärme-Energiewerke Bad Dürrenbr	Bad Dürrenberg	1 Verbrennung	7.177	6.753
Kraftwerk Bitterfeld/Wolfen Gm	Spitzenstromanlage Wolfen	Wolfen	1 Verbrennung	6.938	7.807
EWR Energiewerke GmbH & C	EWR Motorenheizkraftwerk	Calbe/Saale	1 Verbrennung	6.454	1.642
Harpen Energie Contracting G	Blockheizkraftwerk Merseburg incl. Spit	Merseburg an der Saale	1 Verbrennung	5.989	5.388
EVH GmbH	HW Ammendorf (DWA)	Halle (Saale)	1 Verbrennung	5.949	3.923
Stadtwerke- Altmärkische Gas	Heizwerk Schillerstraße	Stendal	1 Verbrennung	5.899	6.109
Kraftwerk Bitterfeld/Wolfen Gm	Spitzenstromanlage Großkayna	Großkayna	1 Verbrennung	4.930	10.739
MKM Mansfelder Kupfer und M	Kesselhaus 1 Hettstedt	Hettstedt	1 Verbrennung	2.891	2.391
Städtische Werke Magdeburg	Heißwassererzeuger 21	Magdeburg	1 Verbrennung	2.033	2.570
SARIA Bio - Industries GmbH	SARIA Bio - Industries GmbH NL Mütze	Mützel	1 Verbrennung	1.462	251
VNG - Verbundnetz Gas Aktie	Bad Lauchstädt Heizhaus	Teutschenthal	1 Verbrennung	1.281	814
Kraftwerk Dessau GmbH	HWO Dessau	Dessau	1 Verbrennung	457	520
VNG - Verbundnetz Gas Aktie	Bobbau Gasturbinen	Bobbau	1 Verbrennung	111	100
Big Standortentwicklung und I	HW Zschornewitz	Zschornewitz	1 Verbrennung		
TOTAL Raffinerie Mitteldeutsc	Mineralölr Raffinerie Leuna	Spergau	2 Raffinerien	2.337.129	2.079.999
Lafarge Zement Karsdorf GmbH	Zementwerk Karsdorf	Karsdorf	6 Zement und Kalk	1.040.978	1.035.395
SCHWENK Zement KG	SCHWENK Werk Bernburg	Bernburg	6 Zement und Kalk	843.924	805.483
FELS-Werke GmbH	Fels KH NSO 1-5 Rübeland	Rübeland	6 Zement und Kalk	225.278	196.629
FELS-Werke GmbH	Fels KK RSO 1-3 Rübeland	Rübeland	6 Zement und Kalk	192.823	251.729
FELS-Werke GmbH	Fels KR NSO 1-8 Rübeland	Rübeland	6 Zement und Kalk	159.607	203.038
FELS-Werke GmbH	Fels KK GGR 6	Rübeland	6 Zement und Kalk	118.193	102.970
FELS-Werke GmbH	Fels KR GGR Rübeland	Rübeland	6 Zement und Kalk	103.550	102.593
FELS-Werke GmbH	Fels KK NSO 4-5 Rübeland	Rübeland	6 Zement und Kalk	74.077	76.413
Nordzucker AG	Kalkbrennanlage Klein Wanzleben	Klein Wanzleben	6 Zement und Kalk	6.721	5.196
Guardian Flachglas GmbH	Flachglasproduktionsanlage Thalheim	Thalheim	7 Glas	114.807	117.396
Euroglas GmbH	Flachglasanlage Haldensleben	Haldensleben	7 Glas	110.817	108.786
Wienerberger Ziegelindustrie G	Hintermauerziegelwerk Wefensleben	Wefensleben	8 Keramik	16.362	18.353
Wienerberger Ziegelindustrie G	Vormauerziegelwerk Baalberge	Baalberge	8 Keramik	14.396	12.580
D.A.P. Klinkerwerke GmbH	Tunnelofen Bernburg	Bernburg (Saale)	8 Keramik	322	395
Zellstoff Stendal GmbH	Zellstoff Stendal GmbH - Zellstofffabrik	Arneburg	9 Papier und Zellstoff	81.616	72.673
Kartogroup Deutschland GmbH	Tissue-Anlage Leuna der Kartogroup De	Spergau	9 Papier und Zellstoff	12.154	14.712
Diamant Zucker KG	Zuckerfabrik Könnern	Könnern	99 andere Tätigkeiten	124.418	95.615
			Summe	19.065.930	18.594.584

Tabelle 7-25: Emissionen der Anlagen die am Emissionshandel teilnehmen

7.8.2 Trendszenario Heizkraftwerke bis 2020

Anlagen-Stillegung

Bei den Mibrag Kraftwerken in Mumsdorf und Deuben ist mit einer Stilllegung bis 2020 zu rechnen; daraus ergibt sich ein Rückgang der Emissionen um ca. 1,8 Mio. t CO₂-Ä/a – verbunden mit einem Rückgang der Stromerzeugung um ca. 1.200 GWh/a. Der Neubau des 600 MW Kraftwerks in Profen sowie der mögliche Neubau eines Steinkohleblocks in Arneburg ist noch nicht gesichert und wird daher im Trendszenario nicht mit betrachtet.

Bei den Industriekraftwerken und der Raffinerie gehen wir von einem Einsatz in der gleichen Größenordnung wie in 2005 aus, da diese Anlagen für die industrielle Produktion unvermindert gebraucht werden. Allerdings müssen die Betreiber ab 2013 in ganz erheblichem Umfang CO₂-Zertifikate kaufen - oder aber ihre Emissionen entsprechend reduzieren.

Die Emissionen von derzeit rd. 14 Mio. t/a für die öffentlichen Kraftwerke werden dann um rund 2 Mio. CO₂-Ä. t/a sinken

Abfall- und Ersatzbrennstoffe

Eine bemerkenswerte Entwicklung hat seit 2005 mit dem Bau von Abfall- und Ersatzbrennstoff-Heizkraftwerken eingesetzt: bis zum Jahr 2010 werden gut 8.851 GWh Primärenergieträgereinsatz durch Reststoffe verdrängt.

Standorte in Betrieb	Name	Stand 2005 t/a	Trend ab 2010 t/a	Brennstoff-energie Abfall/EBS 2005/GWh	Brennstoff-energie Abfall/EBS ab 2010/GWh	eta _{el}	Strom GWh/a	eta _{th}	Wärme GWh/a
Magdeburg	MHKW Rothensee	300.000	630.000	917	1.925	19%	370	18%	345
LK Merseburg-Querfurt	TREA Leuna	195.000	390.000	596	1.192	20%	240	46%	550
Zorbau	SITA (AVS) Zorbau	300.000	300.000	833	833	19%	160	0%	3,1
Amsdorf	ROMONTA Mitverbrennung	60.000	60.000	240	240		41		90
Bernburg	Zementwerk Bernburg	156.407	156.407	487	487	Verwertung im Drehrohr			
Karsdorf	Zementwerk Karsdorf	119.730	119.730	333	333	Verwertung im Drehrohr			
in Bau/genehmigt									
Staßfurt	EVZA		300.000		833	9%	75	44%	365
Bitterfeld-Wolfen	PD energy/Danpower Chemiepark		100.000		400	17%	68	38%	150
Bernburg	Solvay		552.000		2208	18%	393	0	709
Langendorf (Weißenfels)	HKW Langendorf (geschätzt)		100.000		400		68		150
Summe		1.131.137	2.708.137	3.406	8.851	16%	1.414	27%	2.362

Quellen: [LVWA-2007], Veröffentlichungen der Betreiber, eigene Berechnungen, Angabe aus Emissionsberichten, MUSA

Tabelle 7-26: Abfall- und Ersatzbrennstoffkraftwerke in Sachsen-Anhalt

Die Nutzung der bei der Abfallverbrennung anfallenden „ohnehin“ – Energie ist sehr zu begrüßen, insbesondere wenn neben dem Strom auch die Abfallwärme des Heizkraftwerks genutzt wird.

Die Nutzung von Ersatzbrennstoffen ist ebenfalls zu begrüßen, da diese Brennstoffe „ohnehin“ anfallen und eine thermische Verwertung bisher die sinnvollste Option ist. Ersatzbrennstoffe sind für die Industrie eine der wenigen Chancen, sich den immer weniger kalkulierbaren Öl- und Gaspreisen zu entziehen.

Per Saldo ergibt sich durch Abfall- und Ersatzbrennstoffe eine spürbare Verbesserung der Primärenergiebilanz, aber leider keine spürbare CO₂- Entlastung: es werden lediglich Kohle, Öl und Gas durch Abfälle und Ersatzbrennstoffe substituiert. Allerdings wird die „offizielle“ CO₂- Bilanz entlastet. Es entstehen auch beim Einsatz von Abfall und Ersatzbrennstoffen noch Emissionen (basierend auf dem fossilen Anteils des Abfalls). Unterstellt wird ein CO₂-Ä Faktor von durchschnittlich 0,321 t CO₂-Ä/t Abfall [TUD-2006]. Ab der Realisierung der geplanten Anlagen, deren Realisierungswahrscheinlichkeit bis 2010 als sehr hoch einzustufen ist, werden rd. 2,7 Mio. t Abfall pro Jahr eingesetzt. Daraus folgen Emissionen von rd. 0,9 Mio. t CO₂-Ä, eine Entlastung wäre somit nur gegeben wenn der Energieträger Abfall den Energieträger Braunkohle verdrängen würde. Die Emissionen aus dem Abfalleinsatz werden jedoch in den folgenden Summen nicht berücksichtigt.

Heizkraftwerke

Die Heizkraftwerke der Stadtwerke, die ca. 1 Mio. t CO₂-Ä/a emittieren, werden ganz überwiegend wärmebedarfs-orientiert eingesetzt. Daher muss parallel mit dem Rückgang des Fernwärmeabsatzes (-16 % bis 2020) auch mit einem entsprechenden Rückgang des HKW - Einsatzes gerechnet werden. Daraus ergibt sich dann eine Entlastung von rund 0,16 Mio. t / a. verbunden mit einem Rückgang der KWK-Stromerzeugung um ca. 200 GWh / a.

Insgesamt werden die CO₂- Emissionen im Umwandlungsbereich durch Anlagenstilllegung und reduzierten Einsatz der HKW infolge des Verbrauchrückgangs um ca. 2 Mio.t CO₂-Ä/a, entsprechend 14 % sinken.

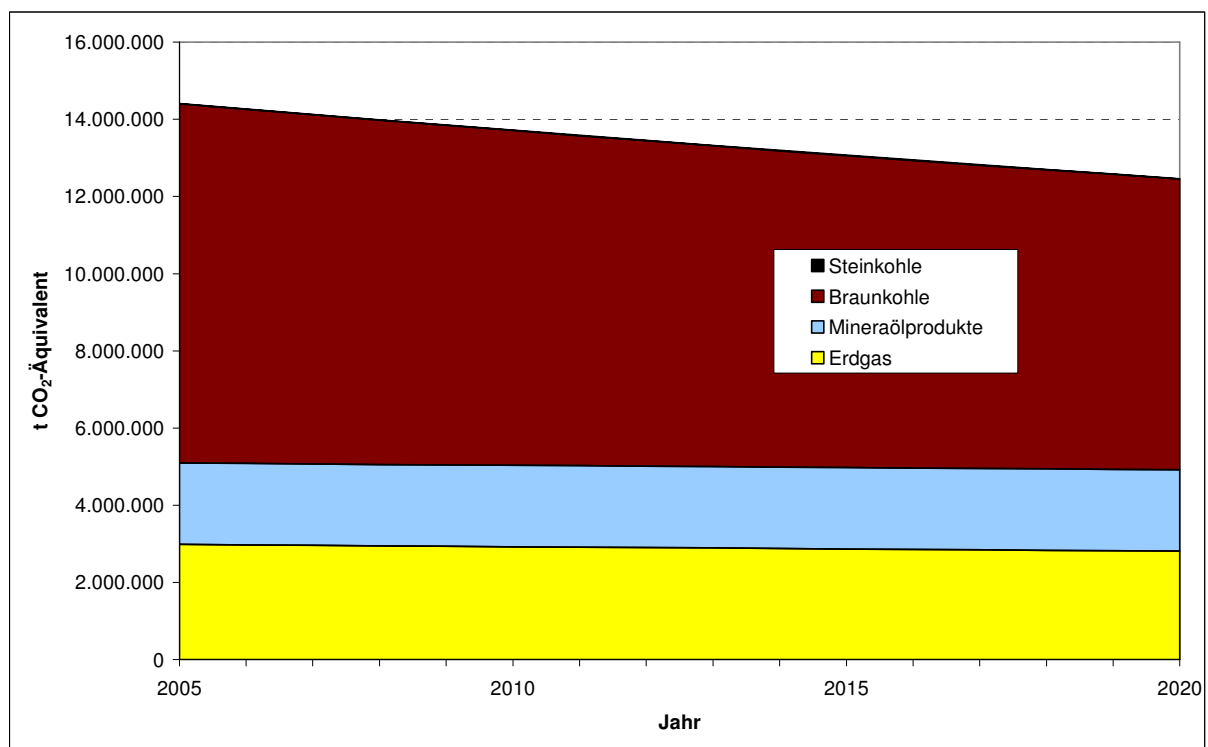


Bild 7-36: Entwicklung der Emissionen (mit Vorketten) in den Heizkraftwerken bis 2020

7.9 Gesamtentwicklung bis 2020

7.9.1 Entwicklung des Energieverbrauchs

In der Gesamtbilanz aller Endverbrauchssektoren zeigt sich eine Einsparung auf der Ebene Endenergie bis 2020 von 8%. Besonders in den raumwärmeintensiven Bereichen Haushalte und GHD geht der Endenergiebedarf deutlich zurück.

Die Aufteilung auf die einzelnen Sektoren ist in Tabelle 7-27 dargestellt.

Endenergie	2005	2010	2015	2020	Veränderung 2005-2020
Haushalte	18.053	17.067	16.169	15.213	-15,7%
GHD	14.817	13.751	12.965	12.237	-17,4%
Industrie	37.309	37.153	36.533	35.672	-4,4%
Verkehr	20.737	20.617	20.497	20.377	-1,7%
Summe	90.916	88.587	86.164	83.499	-8,2%

Tabelle 7-27: Endenergieverbrauch bis 2020 in GWh/a im Trendszenario inkl. Industriekraftwerke

Im Bereich der Industrie ist der Bedarf weitgehend konstant, hier kompensieren sich Wirtschaftswachstum auf der einen und Effizienzverbesserungen auf der anderen Seite. Die industriellen KWK-Anlagen sind in dieser Darstellung – anders als in der Energiebilanz – enthalten, die Energie- und Emissionsbilanzen des Industriesektors entsprechen somit dem IPCC-Sektor 1 A 2 (vgl. auch Abschnitt 6.3). Im Verkehr wird die Modellierung wie in Kapitel 6 erläutert nach der bottom-up-Methodik (gefahrte km) durchgeführt, weshalb die Energiemengen und auch die nachfolgend dargestellten Emissionsbilanzen nicht direkt mit Energiebilanz (verkaufte Mengen) vergleichbar sind.

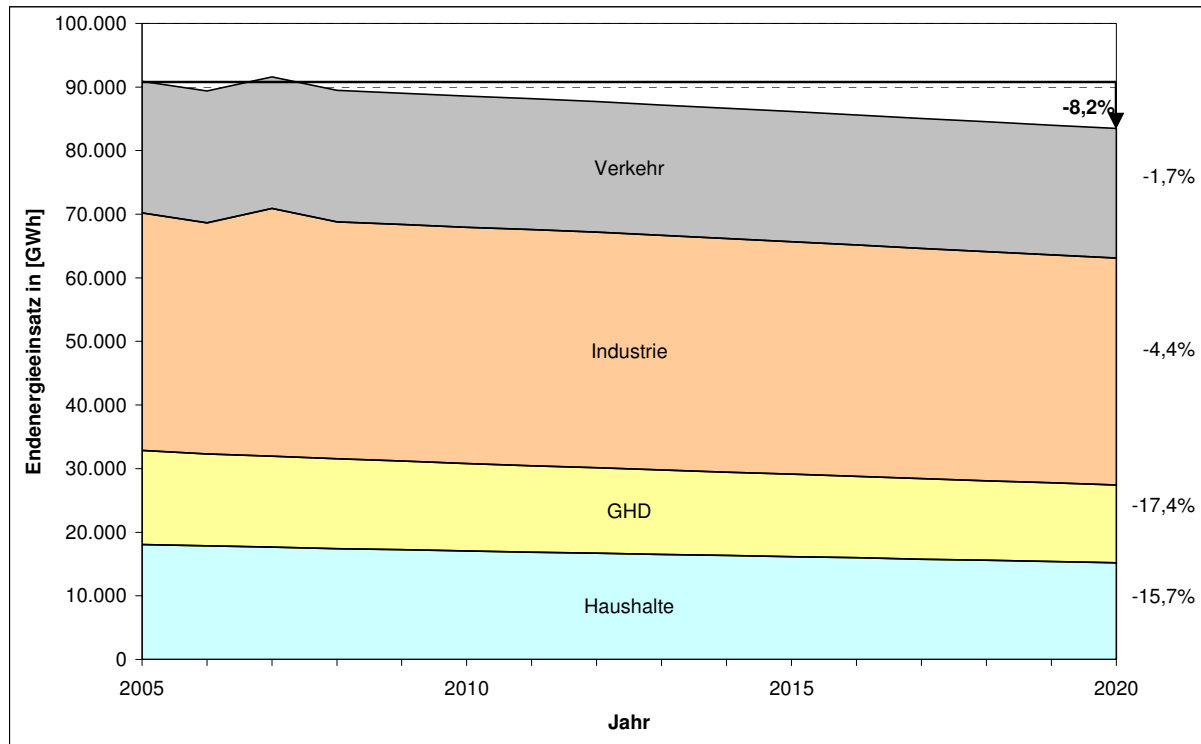


Bild 7-37: Entwicklung des Endenergieverbrauches im Trendszenario bis 2020

7.9.2 Entwicklung der Emissionen

Analog zu den Verbrauchsreduktionen entwickeln sich auch die Emissionen bis 2020. Aufgrund der Einsparungen verringert sich die Gesamtmenge bis 2020 auf 35,8 Mio. t/a, dies entspricht in der Quellenbilanz einer Einsparung von 13,9%.

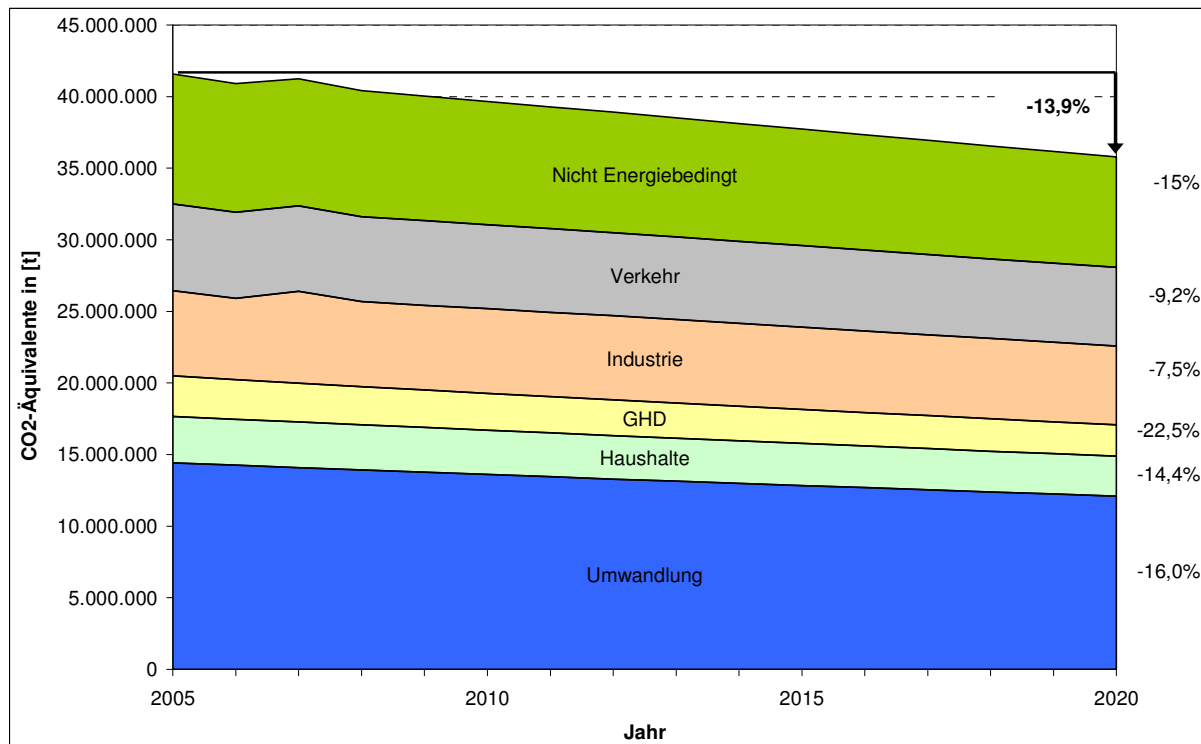


Bild 7-38: Entwicklung der Emissionen im Trendszenario bis 2020 (Quellenbilanz)

Nicht berücksichtigt sind in dieser Darstellung die Einsparungen beim Stromverbrauch sowie die Beiträge des Ausbaus erneuerbarer Energien, da diese zu einem zunehmenden Stromexport führen, der in der Quellenbilanz nicht berücksichtigt wird. Wenn man das Export/Importsaldo in der Strombilanz berücksichtigt, ergibt sich die in der folgenden Abbildung (Bild 7-39) gezeigte Entwicklung.

Durch den weiter ansteigenden Stromexport aufgrund des Ausbaus erneuerbarer Energien und dem Weiterbetrieb der vorhandenen, relativ neuen Kraftwerke steigt der Stromexport bis 2020 auf rund 3.300 GWh/a und liegt damit bei gut einem Fünftel des Strombedarfes im Land selber. Bewertet man den Export mit dem Emissionsfaktor des Strommix in Deutschland (vgl. Kapitel 6.1), so ergibt sich bis 2020 eine Gesamtreduktion um 18,3%.

Absolut gesehen verringern sich die Emissionen damit von 41,6 auf 34,0 Mio. t CO₂-Äquivalenten pro Jahr. Im Vergleich zum Stand im Jahr 1990 werden sich die Sachsen-Anhalt zuzuordnenden Klimagasemissionen bis 2020 mehr als halbiert haben.

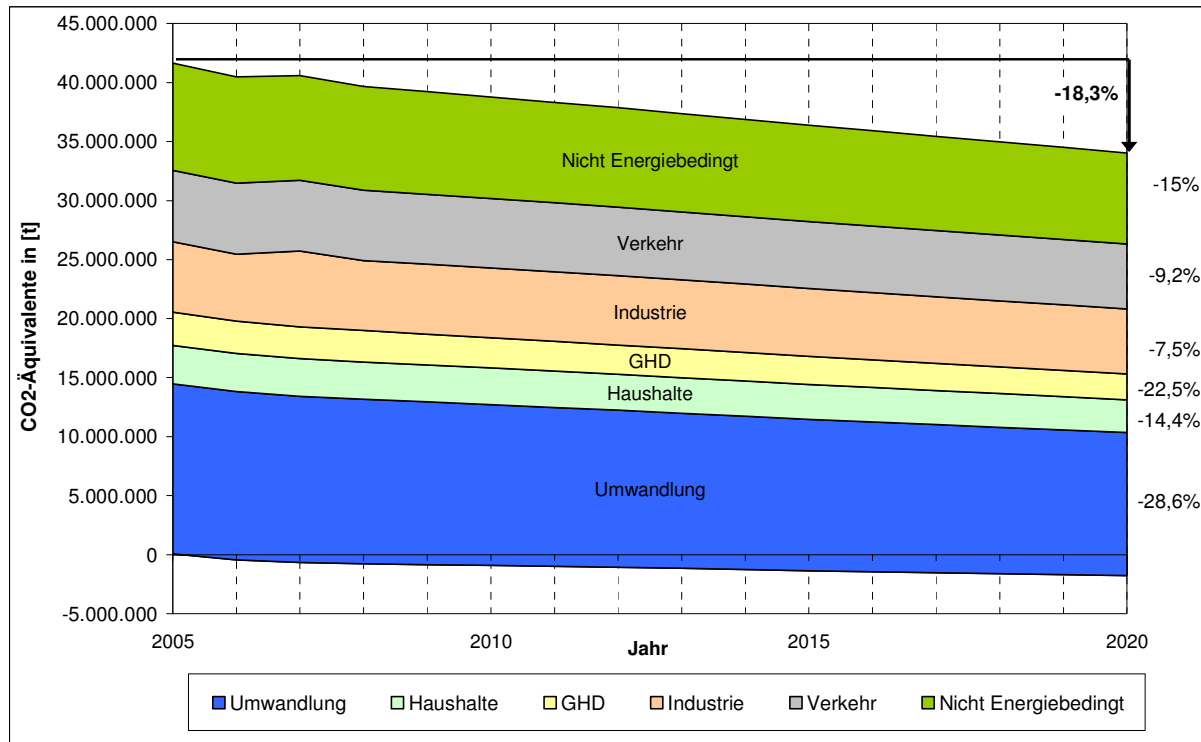


Bild 7-39: Entwicklung der Emissionen im Trendszenario bis 2020 (Quellenbilanz mit Bilanzierung Stromexport)

Ursächlich für diese erheblichen Einsparung sind sowohl Verbrauchsreduktionen in allen Endverbrauchssektoren (insgesamt 27% der Gesamtreduktion), der Ausbau der regenerativen Strom- und Wärmeversorgung (40%) sowie der Rückgang der Deponieemissionen (18%). Der restliche Effekt resultiert aus Brennstoffeinsparungen (vor allem Braunkohle) im Umwandlungsbereich durch rückläufige Stromproduktion aus konventionellen Kraftwerken.

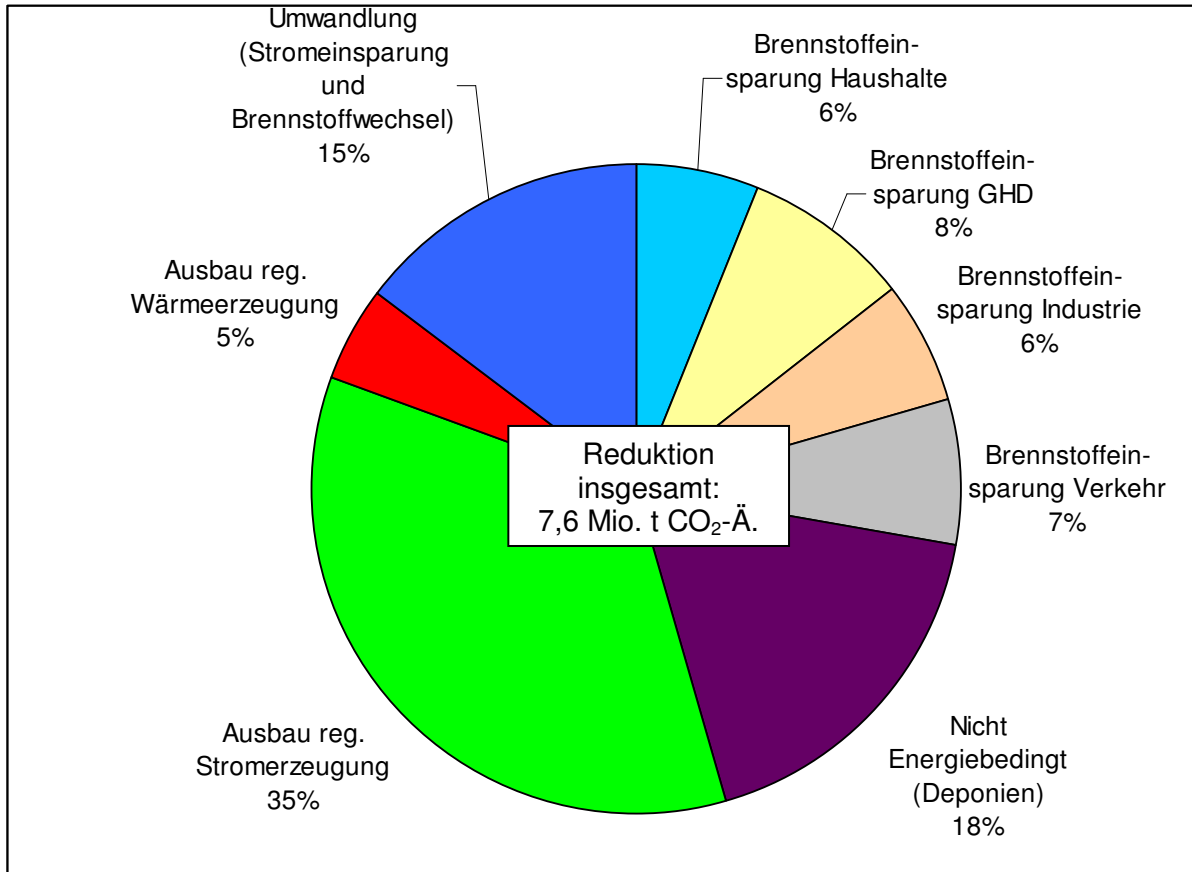


Bild 7-40: Aufteilung der CO₂-Ä.-Reduktion von 2005 bis 2020

8 Maßnahmen zur Emissionsminderung in den einzelnen Sektoren

Ziel der Untersuchungen ist die Erstellung einer Rangfolge von Klimaschutz - Maßnahmen unter dem Aspekt der Kosteneffizienz: es soll geprüft werden, wie mit einem gegebenen Geldbetrag ein maximaler Klimaschutzeffekt realisiert werden kann.

Praktisch alle Maßnahmen für den Klimaschutz benötigen Investitionen.

Im **ersten Schritt** werden diese Investitionen aus der Perspektive des Investors / Entscheiders betrachtet unter betriebswirtschaftlichen Aspekten. Ein Investor wird eine klimaschutzrelevante Investition - genauso wie alle anderen Investitionen – daran messen, ob er langfristig daraus einen finanziellen Vorteil erzielen kann. Neben der reinen Investition in die Klimaschutzmaßnahme und den daraus folgenden jährlichen Betriebskosten wird er öffentliche Zuschüsse, zinsvergünstigte Kredite, Steuervergünstigungen etc. berücksichtigen. Wenn unter dem Strich nach Einbeziehung alle direkten und indirekten Förderungen sich für den Investor langfristig ein positives Ergebnis darstellt und die Risiken, die den wirtschaftlichen Erfolg dieser Maßnahme gefährden könnten überschaubar sind, wird er die Investitionen umsetzen.

Im Bereich des Mietwohnungsbaus ergibt sich hier häufig das Problem, dass Klimaschutzmaßnahmen (baulicher Wärmeschutz, neue Heizungsanlagen etc.) für den Mieter durchaus rentabel wären, aber aus Gründen des deutschen Mietrechtes der Eigentümer die Kosten dieser Maßnahme nicht vollständig an den Mieter weitergeben kann. Daraus ergibt sich dann ein grundsätzliches Hemmnis zur Umsetzung dieser klimapolitisch durchaus erwünschten Maßnahmen. Diese Problematik wird im Einzelfall näher betrachtet.

Im **zweiten Schritt** werden diese Investitionen unter gesamtwirtschaftlicher Perspektive, also ohne Berücksichtigung von direkten und indirekten Förderungen betrachtet.

So zahlen die Verbraucher in Sachsen-Anhalt der Bereiche Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen jedes Jahr mehr als 100 Mio. Euro zur Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien sowie der Kraft-Wärme-Kopplung (in den Strompreisen enthaltene Zahlungen entsprechend den Gesetzen EEG und KWKG bei rund 7.000 GWh Strombedarf pro Jahr, anteilig heruntergerechnet auf die Letztverbraucher in Sachsen-Anhalt). Hinzu kommen weitere rd. 140 Mio. € p. a. aus der Stromsteuer (die für

Umweltschutzmaßnahmen nicht zur Verfügung stehen) und die Kosten der Anlagenbetreiber für den Erwerb von CO₂-Zertifikaten ab 2008 (bei insgesamt 15 Mio. t CO₂ p.a. und 90 % kostenloser Zuteilung ergeben sich bei einem Preis von 25 € / t Kosten von fast 40 Mio. € p.a). Umweltschutz hat einen spürbaren Preis, der aber unter langfristigen Gesichtspunkten notwendig ist.

8.1 Ziele und Zielkonflikte sowie Prämissen bei der Bestimmung von Einsparpotenzialen

Der Energieverbrauch in Sachsen-Anhalt ist im Zeitraum 1990 bis 1993 um rund 40 % gesunken und hat sich seither auf dem Niveau gehalten. Die CO₂-Emissionen sind mit rund 60 % noch deutlicher gesunken (weniger Braunkohle, mehr Erdgas). Die Trendprognose zeigt, dass sich – ohne weitere Maßnahmen - im Zeitraum bis 2020 nur noch kleine Einsparerfolge bei den CO₂-Emissionen ergeben werden.

Ziel ist es jedoch, möglichst in allen Sektoren eine weitere dauerhafte Senkung der Emissionen zu erreichen. Dazu müssen ökologisch und ökonomisch sinnvolle Maßnahmen in den Bereichen

- der Strom- und Fernwärmeerzeugung
- der industriellen Produktion
- der Raumwärme
- des Verkehrs
- der Landwirtschaft und
- der Abfallbehandlung

identifiziert werden. In den folgenden Kapiteln werden solche Maßnahmen untersucht, die einen Beitrag zur Primärenergieeinsparung und zum Klimaschutz leisten können.

Wesentliche Zielsetzungen hierbei sind:

1. Reduktion der Energienachfrage (u.a. Wärmedämmung, Verbraucherverhalten, Verkehrsvermeidung)
2. Effizienzsteigerung der Energiebereitstellung (u.a. Ausweitung der Kraft-Wärme-Kopplung, Einsatz Kraftstoff sparender Motoren)

3. Substitution ineffizienter Altanlagen durch neue Anlagen (vermehrter Einsatz regenerativer Energien, Ausbau der Fernwärmeversorgung, Abwärmenutzung)
4. Verringerung der Jahresfahrleistung (u.a. vermehrte Nutzung des öffentlichen Personen-Nahverkehrs)
5. Verringerung der Emissionen aus der Landwirtschaft

Als weitere Zielsetzung der Landespolitik sind zu nennen:

6. Effizienzsteigerung in der Energieversorgung (u.a. Anreizregulierung zur Senkung der Kosten für die Strom- und Gasverteilung bei Wahrung der Wirtschaftlichkeit der Versorgungsunternehmen)
7. Steigerung der Energie-Produktivität in der Industrie
8. Steigerung der Attraktivität des Wirtschaftsstandortes Sachsen-Anhalt
9. Steigerung der Zahl von Arbeitsplätzen
10. Sicherung der Landwirtschaft als einen der Wirtschaftsfaktoren in Sachsen-Anhalt
11. Sicherung der Nachhaltigkeit der Energieversorgung
12. Sozialverträglichkeit

Zwangsläufig treten zwischen diesen Zielen zahlreiche Zielkonflikte auf, die regelmäßig auf das Spannungsfeld zwischen Ökonomie, sozialer Sicherheit und Ökologie zurückzuführen sind. Bei der sozialen Sicherheit ist zu differenzieren zwischen dem kurzfristigen direkt erfahrbaren Aspekten (heutiger Wohlstand, Arbeitsplatz, Konsum, Mobilität) und den langfristigen Aspekten wie (Klimaänderung, Versorgungssicherheit, Artenvielfalt etc).

Sowohl die kurzfristigen als auch die langfristigen Aspekte müssen bei politischen Entscheidungen berücksichtigt werden. Als ein Fallbeispiel werden die Zielkonflikte, die im Handlungsbereich Energie auftreten, betrachtet. Grundsätzlich soll die optimale Energieversorgung folgende Kriterien erfüllen.

1. Umweltschonende Versorgung
2. Preisgünstige Versorgung
3. Sichere Versorgung

In den Zeiten niedrigerer Preise für die fossilen Energieträger Kohle, Gas und Öl ergab sich regelmäßig ein erheblicher Zielkonflikt zwischen einer möglichst preisgünstigen Versorgung der Verbraucher auf der einen Seite und einer möglichst umweltschonenden Versorgung z.B. durch regenerative Energieträger auf der anderen Seite. Durch den schon als

dramatisch zu bezeichnenden Preisanstieg bei Öl und Gas seit 2004 und im verstärkten Umfang in 2007 und 2008 scheint sich diese Kluft allerdings etwas zu schließen. Zudem tragen Klimaschutzmaßnahmen zur Ressourcenschonung und Verringerung der Importabhängigkeit bei.

Aktuelle politisch-rechtliche Rahmenbedingungen

Klimaschutz

Bei kritischer Würdigung der in Kapitel 3.1.2 dargelegten aktuellen Rahmenvorgaben für die Ziele der Klimaschutzpolitik ist aus der Sicht zu übernehmender Verpflichtungen durch das Land Sachsen-Anhalt zu berücksichtigen, dass im Zeitraum von 1990 bis 2005 die CO₂-Emissionen um 54 % gesunken sind. Anteil an dieser Entwicklung hatte der weitgehende Zusammenbruch der alten Industrie in Sachsen-Anhalt verbunden mit erheblichen Verlusten an Arbeitsplätzen.

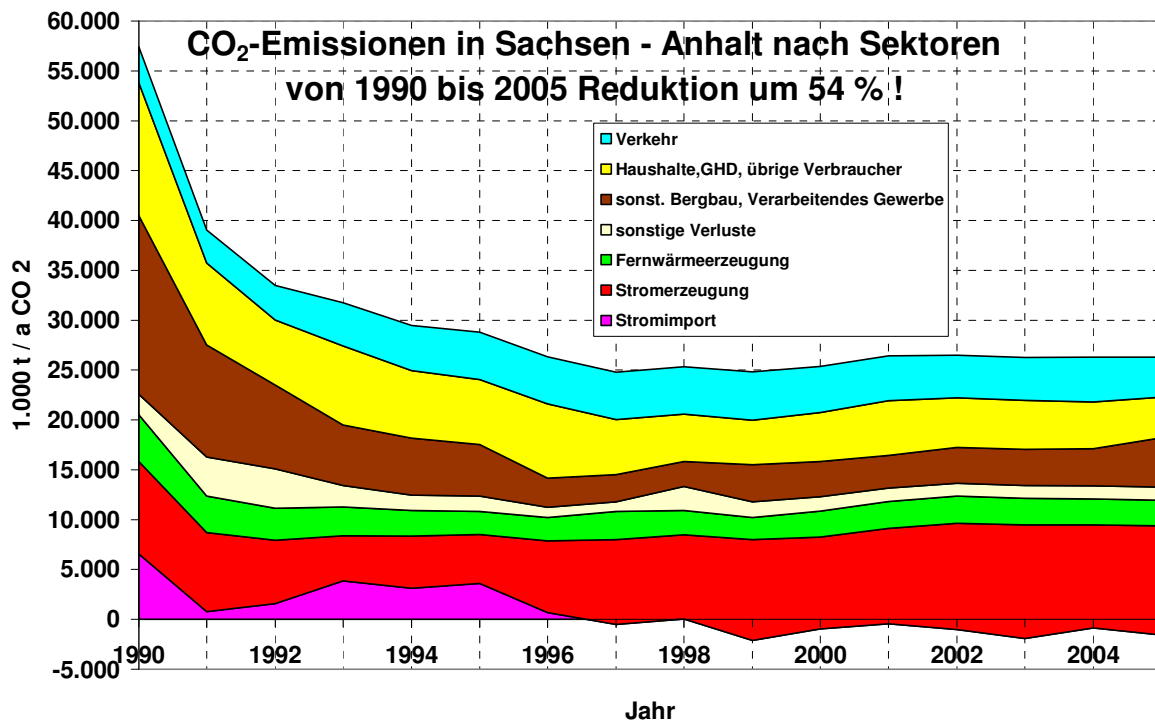


Bild 8-1: energiebedingte CO₂-Emissionen in Sachsen-Anhalt nach Sektoren

CO₂-Handel

In 2005 hat die Europäische Union ein Emissionshandelssystem für CO₂ eingeführt, an dem alle Betreiber von Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 20 MW teilnehmen müssen. Die Zuteilung der Emissionsberechtigungen wird bis zum Jahr 2012 in Nationalen Allokationsplänen (NAP) geregelt. Während in der Pilotphase 2005 bis 2007 praktisch alle Emissionsberechtigungen kostenlos zugeteilt wurden, sieht der NAP für die zweite Handelsperiode von 2008-2012 diese kostenlose Zuteilung nur noch in Grenzen vor.

Ab 2013 sollen Stromerzeugungsanlagen (Stromlieferung an Dritte) nach den Vorstellungen der EU-Kommission keine kostenlosen Emissionsberechtigungen mehr erhalten. Für die Wärmeproduktion in KWK-Anlagen ist weiterhin eine kostenlose Zuteilung vorgesehen [EU-2008]. Für Anlagen der Industrie soll der Anteil kosteloser Zuteilung bis 2020 sukzessive auf Null heruntergefahren werden. Auf jeden Fall werden so CO₂-Emissionen für die Betreiber ein deutlich spürbarer Kostenfaktor.

KWK-Gesetz

Mit dem Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung werden Erhalt, Modernisierung und Neubau von KWK-Anlagen gefördert. Das KWK-Gesetz trat am 1. April 2002 in Kraft.

Eine Novelle des KWKG befand sich während der Erarbeitung dieser Studie in der parlamentarischen Beratung und soll mit dem Ziel der Erweiterung der Förderung der KWK zum 1.1.2009 in Kraft gesetzt werden [BMWI-2007-02]:

- Auslaufen der Förderung von Bestandsanlagen in 2009 bzw. 2010;
- Förderung des Neubaus und der Modernisierung von hocheffizienten KWK-Anlagen, die bis Ende 2016 in Betrieb gehen mit ca. 1,5 bis 2,1 ct / kWh. Die Förderdauer ist auf den Zeitraum bis Ende 2016 bzw. 30.000 Vollbenutzungsstunden begrenzt.
- Förderung auch für Neuanlagen > 2 MW und auch industrieller KWK.
- Förderung des Ausbaus von Nah- und Fernwärmenetzen mit 1 € je Millimeter Nenndurchmesser und Meter Trassenlänge, max. jedoch 20% der Investitionskosten.

Das ist sicher besser als nichts, aber angesichts der Kostensteigerungen in den letzten Jahren im Anlagen- und Rohrleitungsbau von 30% bis 50 % völlig unzureichend!

- Weiterführung und Deckelung der KWK-Umlage auf derzeitigem Niveau (ca. 750 Mio. €/a), davon bis zu 150 Mio. €/a vorgesehen für den Ausbau Nah-/ Fernwärmenetze.

Eine Anschlussförderung von KWK-Anlagen nach 2016 ist noch nicht absehbar.

Die Bundesregierung strebt an, den Anteil des in KWK erzeugten Stroms von derzeit 12 % im Bundesdurchschnitt auf 25 % zu steigern – ein ehrgeiziges Ziel für den Bund!

In Sachsen-Anhalt wurden nach der Energiebilanz in 2005 bereits rund 40 % des Stroms in industriellen und kommunalen KWK - Anlagen erzeugt und weitere 15 % aus erneuerbaren Energieträgern. Im Bereich der öffentlichen Stromversorgung liegt der KWK-anteil bei gut 20%. Aber wegen des drohenden weiteren Absatzrückgangs bei der Fernwärme ist eine weitere Steigerung ein anspruchvolles Ziel.

Energiesteuern

Das Energiesteuergesetz vom 15. Juli 2006 regelt die Besteuerung von Mineralölen, Erdgas und Kohle als Heiz- oder Kraftstoff in der Bundesrepublik Deutschland. Wesentliche Änderungen der Besteuerungssystematik sind nicht bekannt. Für den Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung ist vor allem die Strom- und Mineralölsteuerbefreiung von großer Bedeutung.

EEWärmeG

Der Bundestag hat im Juni 2008 im Rahmen des integrierten Energie- und Klimaprogramms ein Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) beschlossen [BMU-2007-01]

Die Bundesregierung hat weiterhin eine Aufstockung der begleitenden Förderprogramme von 350 Mio. €/a auf 500 Mio. €/a beschlossen. Die Länder können jedoch eine Pflicht zur Nutzung von erneuerbaren Energien auch im Gebäudebestand festlegen.

Das EEWärmeG ermächtigt die Gemeinden und Gemeindeverbände, aus klimapolitischen Gründen den Anschluss- und Benutzungszwang an ein Nah- oder Fernwärmenetz vorzusehen.

Das EEWärmeG wird in den kommenden Jahren zu einer deutlichen Ausweitung des Einsatzes regenerativer Energien im Wärmemarkt vor allem in Neubauten, über die Ausweitung der Förderung aber auch im Gebäudebestand führen. Ausnahmen bezüglich des Einsatzes von regenerativen Energien besteht durch die Nutzung von Fernwärme mit mindestens 50% KWK oder 50% Abwärme-Anteil, sowie einer besseren Wärmedämmung als nach ENEC gefordert. Zielgröße der Bundesregierung ist die Erhöhung des Anteils regenerativer Energien im Wärmemarkt bis zum Jahr 2020 auf 14 Prozent. In Ostdeutschland dürfte dieses Ziel schwieriger zu erreichen sein, da aufgrund der Einkommenssituation und der hohen Leerstände Investitionen schwieriger zu mobilisieren sind und die Härtefallklausel des EEWärmeG auch öfters greifen dürfte.

Entwicklung der globalen und nationalen Energiepreise bis 2020

Führungsgröße für die Energiepreise ist seit langer Zeit Heizöl. Während im Zeitraum 1990 bis 2004 dieser Preis nur relativ wenig angestiegen ist, hat sich aktuell die Preisentwicklung drastisch beschleunigt: noch Anfang 2007 erschien bei Rohölpreisen von 40 – 50 \$/bbl ein Anstieg auf 100 \$/bbl wenig realistisch, aber im Mai und Juni 2008 sind bereits Preise von über 130 \$/bbl Realität – und erste Prognosen lassen einen weiteren Anstieg auf bis zu 200 \$/bbl befürchten. Allerdings wird auch vermehrt eine „Spekulationsblase“ diskutiert – und damit ein Absinken auf Werte unter 100 \$/bbl. In dem vorliegenden Konzept gehen wir davon aus, dass die Phase des billigen Öls beendet ist und alle Verbraucher sich auf ein Preisniveau von 75 €/MWh + x einrichten müssen (Bild 8-2).

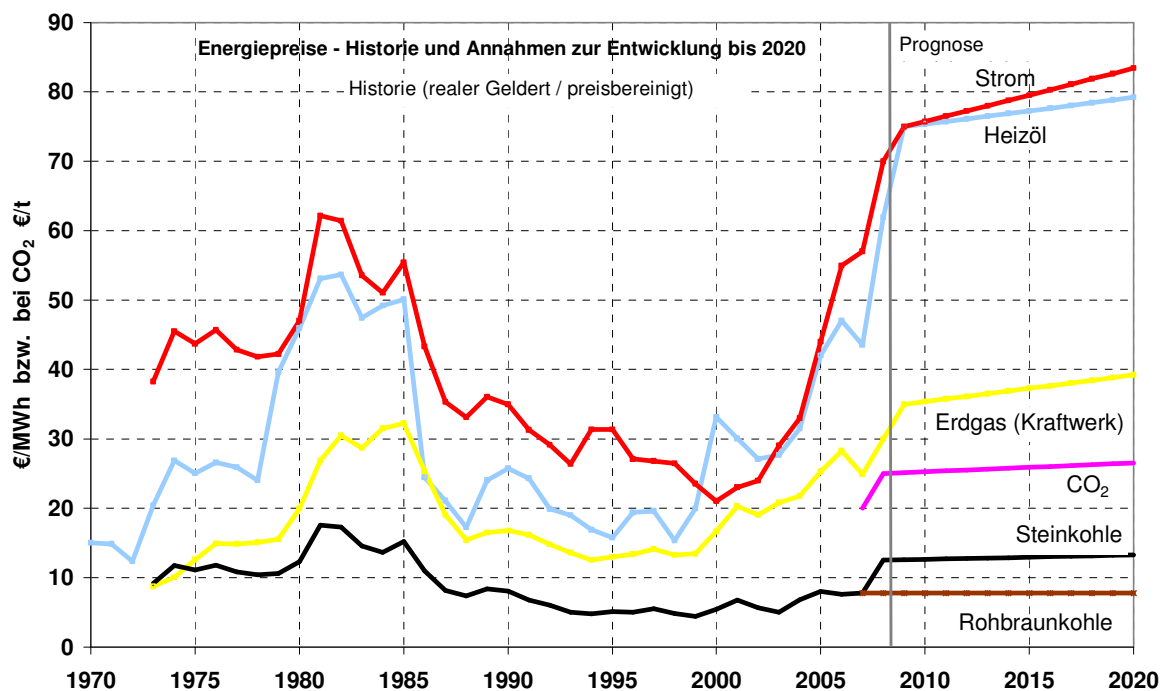


Bild 8-2: Energiepreise – Historie und Annahmen zur Entwicklung bis 2020

Die Erdgaspreise an den internationalen und nationalen Handelsplattformen werden auch weiterhin den Ölpreisen folgen, da diese Energieträger in weiten Bereichen austauschbar sind. Beim Erdgas ist wegen der Unterschiede bei den Kosten der Netznutzung und der steuerlichen Belastung eine große Spanne zwischen den Preisen für Großverbraucher (Heiz- Kraftwerke, Industrieanlagen) und „normalen“ Endverbrauchern (Haushalte, GHD) zu verzeichnen.

Eine Sonderrolle nehmen Braunkohle und Steinkohle ein: die Preisentwicklung wird hier wohl weniger steil verlaufen, da Kohle überwiegend in der Verstromung eingesetzt wird und hohe Beträge für den Erwerb von Emissionsrechten einkalkuliert werden müssen.

Die Strompreise werden aller Voraussicht nach im Zeitraum bis 2020 nicht mehr nachhaltig unter die heutigen Preise von fast 75 €/MWh für Grundlaststrom („base“) und 110 €/MWh für Spitzenlaststrom („peak“) fallen.

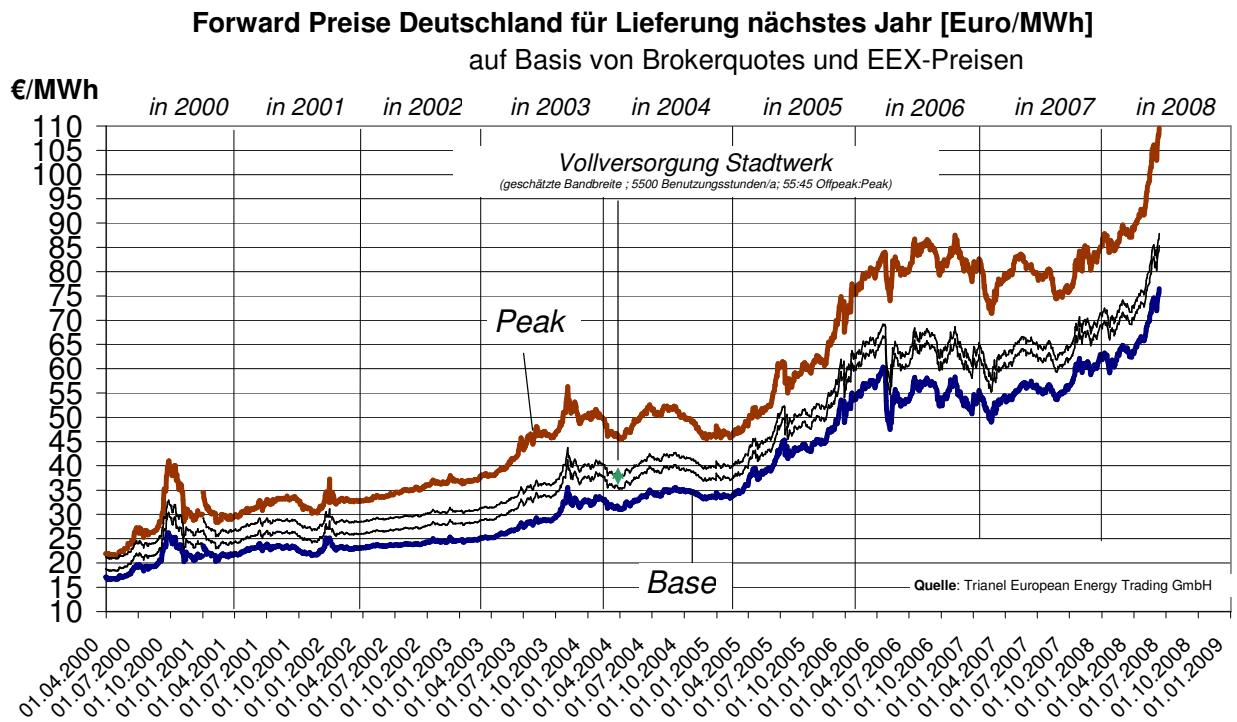


Bild 8-3: Entwicklung der Strom - Preise in Deutschland für Lieferung im jeweils folgenden Jahr

Entwicklung des Preises für CO₂-Zertifikate

Die Preisbildung in dem noch sehr jungen Markt für CO₂-Zertifikate ist genauso schwierig einschätzbar, wie die in den Energiemärkten, da sehr viele Wirkungsmechanismen ineinander greifen.

In diesem Konzept gehen wir von einem Preis in der Spanne zwischen 25 und 30 €/t CO₂ aus.

Eine Übersicht über die in diesem Konzept zu Grunde gelegten Energiepreise für die verschiedenen Verbrauchergruppen zeigen die folgende Tabelle und Grafiken.

Diese Preise sind als Mittelwerte der Jahre 2008-2020 im Geldwert von 2008 zu verstehen.

Die Entscheiderperspektive beinhaltet alle Verbrauchssteuern sowie im Bereich der Haushalte auch die Umsatzsteuer.

	Gesamtwirtschaftliche Perspektive (netto)	Entscheiderperspektive	
		anlegbarer Preis	Bemerkung
HEL 50 hl Deutschlandmittel	Großhandelspreis EUR/hl	70,0	ohne Energiesteuer, ohne MWSt
Mischpreis Wärme (nach Umwandlung) ohne Kapitaldienst	Haushalt EFH EUR/MWh	77,8	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	Haushalt MFH EUR/MWh	72,2	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	GHD EUR/MWh	72,2	ohne Energiesteuer, ohne Ust
Endenergiepreis Erdgas	Industrie EUR/MWh	44,4	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	Haushalt EUR/MWh	63,6	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	Haushalt KWK EUR/MWh	63,6	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	GHD EUR/MWh	57,6	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	GHD KWK EUR/MWh	57,6	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	Industrie EUR/MWh	40,0	ohne Energiesteuer, ohne Ust
	Industrie KWK EUR/MWh	40,0	ohne Energiesteuer, ohne Ust
Endenergiemischpreis Strom	Haushalt EUR/MWh	156,0	ohne Steuern und Abgaben, inkl. NNE
	GHD EUR/MWh	136,0	ohne Steuern und Abgaben, inkl. NNE
	Industrie EUR/MWh	92,0	ohne Steuern und Abgaben, inkl. NNE
	Base EUR/MWh	75,0	Börsenpreis EEX
Grosshandelspreis Strom	Peak EUR/MWh	110,0	Börsenpreis EEX
	Industrie (Landschaftspflegeholz) EUR/MWh	24,4	ohne Ust
Endenergiepreis Biobrennstoffe	Haushalt (Pellets) EUR/t	250,0	ohne Ust
	Haushalt (Pellets) EUR/MWh	50,0	ohne Ust
	GHD (Hackschnitzel) EUR/MWh	34,4	ohne Ust
	Industrie (Landschaftspflegeholz) EUR/MWh	24,4	ohne Ust
Grosshandelspreis CO2	EUR/EUA	30,0	Börsenpreis EEX
Endenergiepreis Verkehr	Benzin EUR/MWh	77,8	ohne Steuern und Abgaben
	Diesel EUR/MWh	86,7	ohne Steuern und Abgaben
	Erdgas EUR/MWh	49,7	ohne Steuern und Abgaben

Tabelle 8-1: Annahmen zu den Energiepreisen (Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der Grosshandelspreise vom Juni 2007)

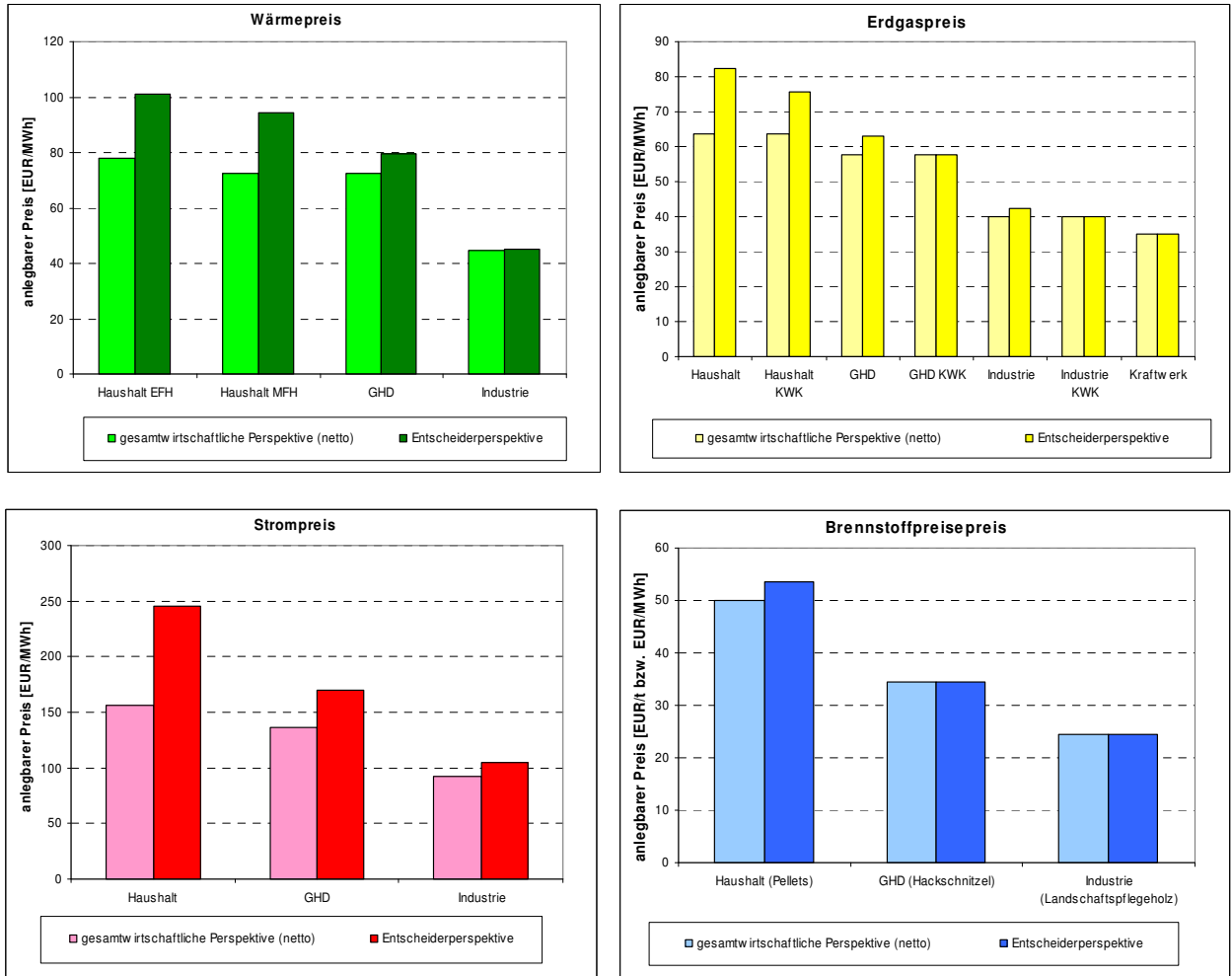


Bild 8-4: Annahmen zu den Energiepreisen

8.2 Wirkungsmechanismen bei der Reduktion von Emissionen

Treiber für die CO₂ Emissionen in Sachsen-Anhalt ist im Wesentlichen der „Energiehunger“ in den Bereichen

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| - Haushalte: | Raumheizung und Strom |
| - Gewerbe, Handel, Dienstleistung: | Raumheizung und Strom |
| - Industrie: | Prozesswärme, Raumheizung und Strom |
| - Verkehr: | Kraftstoffe |

Zusätzlich sind die nicht energiebedingten Emissionen aus den Bereichen

- Industrieprozesse
- Landwirtschaft
- Wälder
- Deponien und
- Abwasserbehandlung

zu betrachten.

Für jeden Bereich müssen differenziert die Ursachen und Wirkungsmechanismen sowie Wege zur Reduktion untersucht werden.

Im Bereich der Raumheizung ist die Entwicklung des Raumwärmebedarfs der Haushalte zu untersuchen mit folgenden Einflussgrößen:

1. Einwohnerentwicklung bis 2020
2. spezifischer Wohnflächenbedarf (nach dem Krieg < 10 m²/Einwohner, heute ca. 40 m²/Einwohner, Entwicklung auf 50 m²/Einwohner)
3. gesetzliche Vorgaben zu :
Wärmeschutz (Wände, Decken, Keller, Fenster, Lüftungstechnik)
Heizungstechnik (Nutzungsgrad, Nah-/Fernwärme, erneuerbare Energieträger)
4. Nutzerverhalten (Kostenbewusstsein, Komfortansprüche)

Einsparmaßnahmen basieren immer auf folgenden Ansätzen:

1. der Vermeidung von Energieeinsatz durch Reduzierung des Bedarfs (Wärmedämmung)

2. der Nutzung von Abwärme aus (Heiz-) Kraftwerken und industriellen Anlagen
3. dem Einsatz regenerativer Energieträger
4. dem Einsatz hocheffizienter Heizungsanlagen

die einzeln oder in Kombination je nach Kosten/Nutzenverhältnis zum Zug kommen können.

Analog ist der Raumwärmebedarf für den Bereich GHD zu analysieren.

Instrument	Handlungsfeld Maßnahmenbereiche
Energierrecht	<div data-bbox="767 898 1230 1827" style="border: 1px solid black; padding: 20px;"> <p data-bbox="855 1037 1142 1126">Reduktion der Energienachfrage</p> <p data-bbox="826 1243 1171 1440">Effizienzver- besserung der Energiebereitstellung</p> <p data-bbox="852 1556 1145 1697">Umweltentlastung durch Substitution</p> </div>
Öffentlich-rechtlicher Anschluß- und Benutzungszwang	
Immissionsschutz- Gesetzgebung	
Energieeinspargesetz	
Planungs- und Baurecht	
Energiepreise	
Privatrechtliche Vereinbarungen	

Bild 8-5: Instrumente zur Beeinflussung der Energienachfrage

Die Mechanismen, die den Strombedarf der Haushalte beeinflussen, verdeutlicht die folgende Grafik:

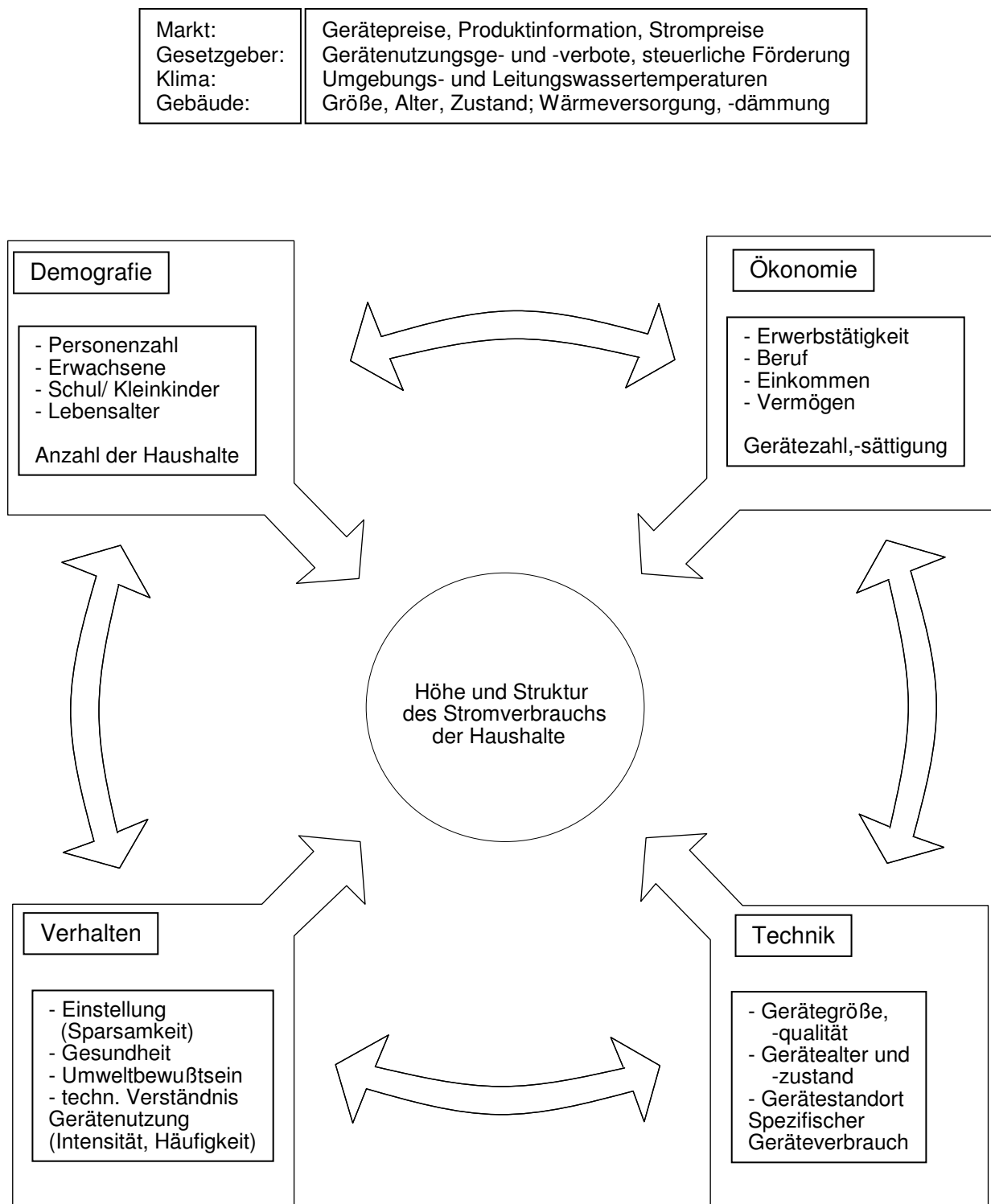


Bild 8-6: Determinanten des Strombedarfs der Haushalte

Entscheidend für die Emissionen bei der Stromerzeugung ist der eingesetzte Primärenergieträger und die Energieeffizienz der (Heiz-) Kraftwerke: Nutzung der Abwärme für die Raumwärmeversorgung oder Verlust über Kühltürme.

Der Prozesswärmebedarf der Industrie hängt ab von

- der Konjunktur bedingten Auslastung der Produktionskapazitäten
- dem Anlagenpark unter den Aspekten eingesetzter Primärenergieträger und Energieeffizienz der Anlagen.

Der Energiebedarf im Verkehrssektor wird entscheidend beeinflusst von:

- Mobilitätsansprüchen
- Wahl der Verkehrsmittel
- gesetzlichen Vorgaben

Die nicht energiebedingten Emissionen spielen momentan mit rund 25% der Gesamtemissionen eine kleinere Rolle und werden im Wesentlichen durch weitere gesetzliche Vorgaben zukünftig positiv beeinflusst.

Für jeden einzelnen Bereich werden im Folgenden die o.g. Einflussfaktoren analysiert und auf dieser Basis die erzielbaren Emissionsminderungen unter Angabe der dabei anfallenden Kosten zum einem aus der Perspektive des jeweiligen Entscheiders / Investors und zum anderen aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive vorgestellt.

8.3 Methodik zur Berechnung der Vermeidungskosten für Klimagase

8.3.1 Methodik zur Berechnung der Vermeidungskosten aus Sicht des jeweiligen Entscheiders

Zur Bestimmung der CO₂-Äquivalent-Vermeidungskosten werden die Investitionen und die zukünftigen jährlichen Betriebskosten des Investors / Entscheiders abzüglich aller direkten und indirekten Fördermittel und abzüglich verminderter Kosten für die Energiebeschaffung für jede einzelne Maßnahme den erzielten Einsparungen beim CO₂ – Ausstoß gegenübergestellt. Als Kenngröße für die Kosteneffizienz dient der Quotient aus Kostenänderung und CO₂-Ä–Verminderung. Dabei werden folgende Kostenbestandteile einer Maßnahme betrachtet:

- Investitionskosten als jährlicher Kapitaldienst, bewertet mit 6% Kalkulationszinssatz und der Lebensdauer der Maßnahme (maximal 20 Jahre)
- Betriebskosten, falls vorhanden
- Personalkosten, falls vorhanden
- Brennstoffkosten, falls vorhanden (nicht bei Einsparmaßnahmen)

Die Kosten enthalten in der einzelwirtschaftlichen Perspektive alle Steuerbestandteile (Energiesteuern, Umsatzsteuer bei privaten Nutzern)

Erlösseitig werden berücksichtigt:

- Eingesparte Energiekosten (bei Einsparmaßnahmen), bewertet mit den jeweiligen anlegbaren Preisen
- Erlöse aus Energieverkauf (z.B. Stromerlöse bei KWK-Anlagen)
- Fördermittel und Bonus-Vergütungen

Die CO₂-Ä.-Minderung wird aus der eingesparten Energie bzw. der erzeugten Energie mit den in Tabelle 6-1 und Tabelle 6-2 dokumentierten Emissionsfaktoren berechnet.

Aus der Differenz von Kosten und Erlösen in Relation zur CO₂-Ä.-Minderung ergeben sich dann die spezifischen Vermeidungskosten. Sind diese negativ, übersteigen die Erlöse die Kosten und die Maßnahme ist wirtschaftlich.

Im Falle einer Gebäudesanierung innerhalb der Renovierungszyklen berechnen sich die Vermeidungskosten beispielsweise als Relation aus jährlichem Kapitaldienst für die zusätzliche Wärmedämmung (wenn das Gebäude ohnehin saniert wird) abzüglich der jährlich dadurch eingesparten Energiekosten dividiert durch die erreichte Einsparung an CO₂-Äquivalenten.

8.3.2 Methodik zur Berechnung der Vermeidungskosten aus gesamtwirtschaftlicher Sicht

In Fortführung der Berechnungen nach Kapitel 8.3.1 sollen hier die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Klimaschutzes betrachtet werden. Dazu werden alle direkten und indirekten Förderungen klimaschutzpolitischer Maßnahmen sowie alle steuerlichen Anteile aus der Kostenbetrachtung eliminiert. Damit soll überprüft werden, ob unter volkswirtschaftlichen Aspekten eine bestimmte Klimaschutzmaßnahme eine Be- oder eine Entlastung für die deutsche Volkswirtschaft darstellt. Konkret bedeutet dies, dass bei Maßnahmen zur Nutzung regenerativer Energieträger die Förderung nach dem EEG herausgerechnet wird und in analoger Anwendung bei Maßnahmen zum Ausbau der Kraft-Wärmekopplung die Fördermittel nach KWKG.

In Ermangelung belastbarer Kostenansätze für externe Kosten (langfristige Kosten des CO₂-Anstiegs) und der großen Bandbreite von Schadensschätzungen (vgl. z.B. [DLR2006]) wird diese Betrachtung ohne Berücksichtigung dieser externen Kosten durchgeführt. Da die volkswirtschaftlichen Effekte einer möglichen Klimaänderung, sofern sie auf anthropogene Aktivitäten zurückzuführen ist, auch nur im globalen Maßstab zu bewerten sind und auch eine andere Zeitdimension haben, macht eine pauschale Berücksichtigung in einem Klimaschutzkonzept auf Landesebene wenig Sinn. Bei der Bewertung der Maßnahmen in der Gesamtsicht in Abschnitt 8.7 werden die Vermeidungskosten auch im Kontext von publizierten Schätzwerten von Schadenskosten durch den Klimawandel diskutiert.

8.4 Maßnahmen zur Minderung energiebezogener Emissionen

8.4.1 Energiewirtschaft und Industrie

8.4.1.1 Strom- und Wärmeerzeugung

Die Strom- und Wärmeerzeugung der öffentlichen Energieversorger und der Industrie ist mit einem Brennstoffeinsatz von rd. 40.000 GWh / a und gesamten CO₂ - Emissionen von über 12 Mio. t / a für rd. 31 % der gesamten CO₂ - Emissionen in Sachsen-Anhalt verantwortlich. Daher muss hier besonders sorgfältig geprüft werden, welche Beiträge zur Einsparung geleistet werden können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Anlagenpark recht jung ist: die meisten Anlagen wurden nach der Wende entweder komplett neu errichtet oder aber grundlegend nach modernstem Stand der Technik ertüchtigt und haben im Schnitt gerade erst ein Alter von 10 Jahren erreicht. Eine kurzfristige Modernisierung noch vor 2020 ist daher aus Kostengründen in aller Regel nicht darstellbar und würde auch keine großen Effekte bringen, da ja schon moderne Anlagen vorhanden sind.

8.4.1.2 Kraftwerke

In Sachsen-Anhalt werden keine großen Kondensations-Kraftwerke betrieben. Die großen Heizkraftwerke in Schkopau, Leuna, Staßfurt, Bitterfeld, Halle, Amsdorf etc. werden alle neben der Stromerzeugung auch für die öffentliche und / oder industrielle Wärmeversorgung genutzt. Ein Bau neuer, zusätzlicher Kraftwerke ist zurzeit nicht geplant – Sachsen-Anhalt exportiert schon in geringem Umfang Strom in andere Bundesländer.

8.4.1.3 Ersatz alter Heizkraftwerke

Die Kohle-Heizkraftwerke der Mibrag in Mumsdorf (85 MW) und Deuben (86 MW) wurden nach der Wende mit hohem Investitionsaufwand ertüchtigt; am Standort Wühlitz hat Mibrag in 1994 ein neues Heizkraftwerk (37 MW) errichtet. Diese Anlagen tragen mit 1.385 GWh/a Strom und 576 GWh Fernwärme jeweils 7 – 8 % zur Strom- und FW-Produktion im Land bei. Trotz der FW-Auskopplung wird lediglich ein Energie-Nutzungsgrad von 35 % erreicht. Der seit 2008 erforderliche Zukauf von CO₂ – Zertifikaten belastet (bei gesamten CO₂ – Emissionen von rd. 2,2 Mio. t / a) Mibrag erheblich – eine Entscheidung zur Anwendung der Härtefall-Klausel steht noch aus. Mibrag plant schon seit einigen Jahren den Neubau eines 600 MW Blockes in Profen und sucht dazu noch Investoren [MIBRAG-2008]. Der Investitionsbedarf wird mit 1,1 bis 1,2 Mrd. € angegeben. Mibrag geht davon aus, dass das Kraftwerk wirtschaftlich im Grundlastbereich mit bis zu 4.500 GWh / a eingesetzt werden kann : die Kapitalrendite wird mit 8 – 9% angegeben. Da die Braunkohle nach dem bald zu erwartenden Auslaufen der Erdgasförderung in der Altmark der einzige heimische Energieträger in Sachsen-Anhalt ist, ist u.E. eine Nachfolgelösung nach modernstem Stand der Technik und mit der Option auf eine Nachrüstung einer CO₂ – Abscheidung wünschenswert : Die Emissionen dieses neuen Kraftwerks werden ansonsten bei rd. 3,5 Mio. t / a CO₂ liegen. Eine Nutzung der Abwärme des Kraftwerks wird am Standort Profen sicher nur begrenzt möglich sein.

In den nächsten Jahren werden fast alle ab 1990 errichteten gasgefeuerten Gasturbinen- und Motor-Heizkraftwerke (BHKW) ertüchtigt (Generalüberholung) oder ersetzt werden müssen. Grundlegende Voraussetzung für die Erhaltung des hohen Anteils der KWK - Stromerzeugung ist die Erhaltung des Wärmeabsatzes im Bereich der Fernwärme und des industriellen Wärmebedarfs. Für eine weitere Steigerung des KWK-Anteils ist es erforderlich, den Wärmeabsatz weiter zu steigern – dieser Aspekt wird in Kap. 8.4.1.6 betrachtet.

Im Zuge der Ertüchtigung wird es infolge des technischen Fortschritts (fast) immer möglich sein, die elektrischen Nutzungsgrade um einige Prozentpunkte zu steigern. Da der Gesamtnutzungsgrad in der Regel schon heute bei 80 % bis 85 % liegt sind hier wohl nur noch in wenigen Fällen Verbesserungen erzielbar.

Entscheidend für die Erhaltung des hohen KWK - Anteils wird die weitere Förderung der KWK - Anlagen sein, denn mit den extremen Preissteigerungen bei Erdgas wird es sonst schnell „eng“ in Sachen wirtschaftlicher Betrieb.

8.4.1.4 CO₂ - Abscheidung bei der Stromerzeugung (CCS – carbon capture and storage)

Weltweit wird intensiv an der CO₂ - Abscheidung geforscht; erste Versuchs- und Prototypanlagen (Vattenfall, RWE, E.ON et al.) gehen in Kürze in Betrieb. In den Erdgasfeldern der EEG in der Altmark soll ab Jahresende 2008 verflüssigtes CO₂ aus dem Vattenfall Pilotkraftwerk „Schwarze Pumpe“ in 3.000 m Tiefe verpresst und damit die Rest-Erdgasförderung verlängert werden. Allerdings wird allgemein mit einer breiten Verfügbarkeit von Abscheidungs- und Speichertechnologien nicht vor 2015 gerechnet. Diese Option wird daher u.E. bis 2020 in Sachsen-Anhalt noch keinen großen Beitrag zur CO₂ - Reduktion leisten können.

Neben den technisch-planerischen Vorbereitungen bilden auch die ökonomischen Gesichtspunkte einer Nachrüstung mit CCS-Technik einen entscheidenden Aspekt. Hier ist zu berücksichtigen, dass eine Nachrüstung mit CO₂-Abscheidungs- und -Speichertechnologien zusätzliche Investitions-, Betriebs-, Instandhaltungs-, und Brennstoffkosten mit sich bringt. Letztere werden durch eine deutliche Verringerung des Wirkungsgrads aufgrund des zusätzlichen Energiebedarfs im Abscheidungsprozess hervorgerufen. All diesen Kostenkomponenten ist gemein, dass sie deutlich höher sind für Kraftwerksnachrüstungen als für Neubauprojekte, die direkt mit CO₂-Abscheidung ausgestattet werden. Darüber hinaus entstehen Kosten in Verbindung mit der, während der Nachrüstung notwendigen, Außerbetriebnahme des Kraftwerks, sowie mit dem Transport und der Einlagerung des abgeschiedenen CO₂.

Die Nachrüstung ist mit erheblichen Wirkungsgradverlusten verbunden. In einer umfassenden Studie des MIT [MIT-2007] werden die folgenden Annahmen für die Nachrüstung von existierenden unter- und überkritischen Dampfkraftwerken (500 MW) mit einer CO₂-Abscheidungsanlage auf Basis von Mono-Aminen (MEA) getroffen. Der Netto-

Nutzungsgrad der Anlagen sinkt für eine entsprechende Neubauanlage um ca. 10 Prozentpunkte, für die Nachrüstung entsprechender Bestandsanlagen sinkt der Nutzungsgrad um knapp 15 Prozentpunkte. Dies entspricht einer verminderten Stromproduktion um ca. 40% (unterkritisches Kraftwerk) bzw. 36% (überkritisches Kraftwerk). Neubaukraftwerke haben dagegen nur eine um 28% (unterkritisches Kraftwerk) bzw. 25% (überkritisches Dampfkraftwerk) verringerte Netto-Stromproduktion.

8.4.1.5 Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Fern- und Nahwärmesystemen

Die gesamte FW - Erzeugung in Sachsen-Anhalt betrug im Jahr 2005 8.837 GWh; davon wurden rd. 68 % in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt; die KWK - Stromerzeugung lag bei rd. 3.600 GWh. In praktisch jeder Stadt sind KWK-Anlagen anzutreffen. Damit ist das KWK - Potenzial schon recht weit ausgeschöpft, denn die kapitalintensiven Heizkraftwerke müssen aus wirtschaftlichen Gründen in der Grundlast (5.000 Volllaststunden und mehr) eingesetzt werden.

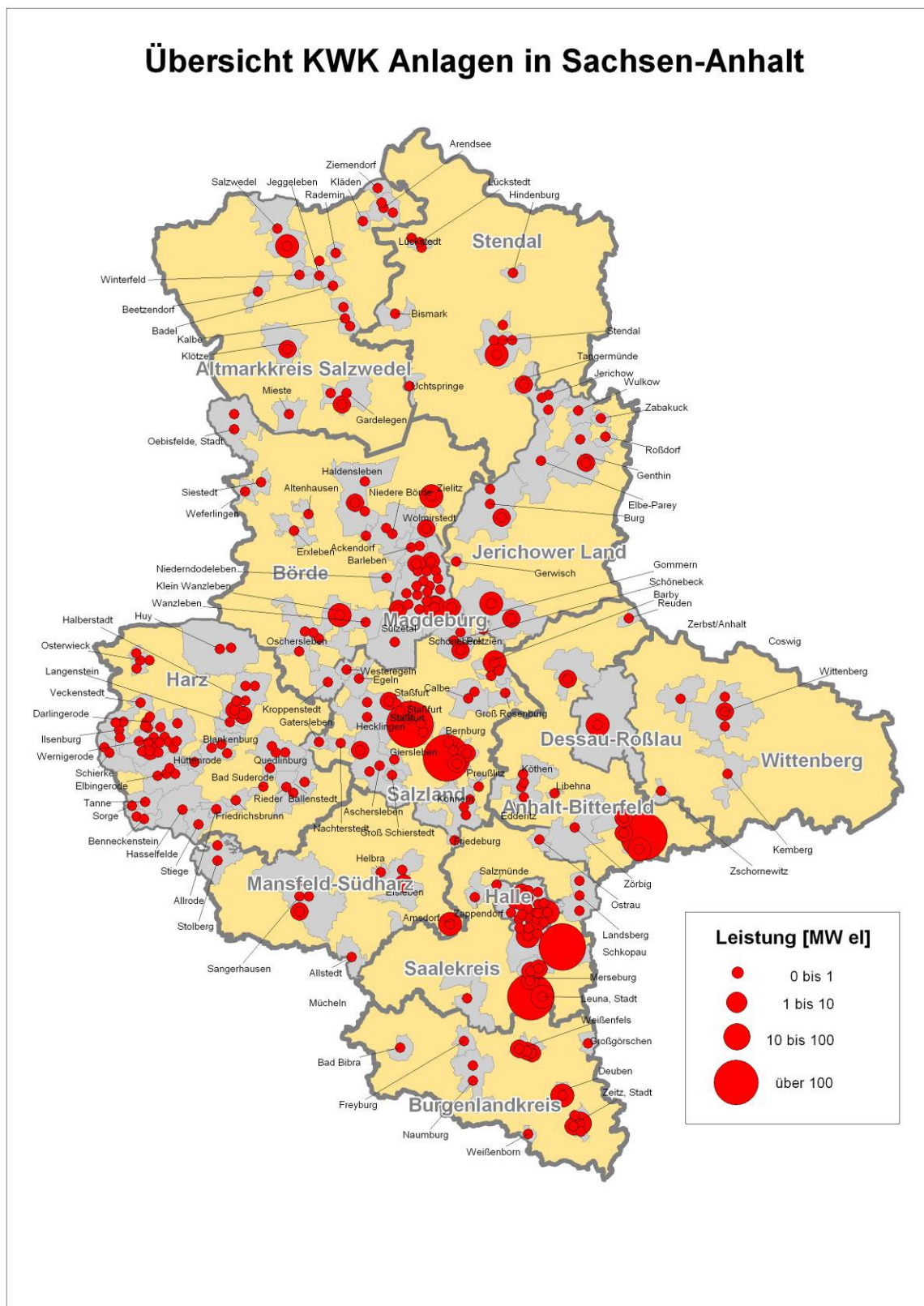


Bild 8-7: Übersicht KWK Anlagen in Sachsen-Anhalt

In der öffentlichen Fernwärmeversorgung mit einer FW - Abgabe an Endverbraucher von rd. 3.800 GWh im Jahr 2005 werden zurzeit in rd. 50 Netzen KWK - Anlagen mit einer Leistung von rd. 510 MW_{el} betrieben (einschließlich MHKW Rothensee in Magdeburg mit 4 * 35 MW_{el} , ohne die großen industriellen KWK –Anlagen mit rd. 1.650 MW_{el}).

1. Schritt zum Ausbau der KWK: Nachrüsten von KWK - Anlagen an Standorten ohne KWK

Es existieren noch einige Fern- und Nahwärmenetze in Sachsen-Anhalt, die aus reinen Heizwerken versorgt werden. Ursachen für das Fehlen einer KWK - Anlage ist häufig, dass der Betreiber der Kesselanlage nicht Stromversorger ist und die Investition in die Stromerzeugung und das damit verbundene Risiko scheut. Abhilfe kann hier durch Beratung und u.a. mit Contracting - Lösungen geschaffen werden. Das **Potenzial** schätzen wir ab auf rd. **50 MW el**; diese Nachrüstung wird zwar Investitionen von rd. 50 Mio. € erfordern, aber der Zubau ist nach unseren Erfahrungen wirtschaftlich sowohl für den Investor wie für die Nutzer vorteilhaft.

2. Schritt zum Ausbau der KWK: Stabilisierung und Erhöhung des FW-Absatzes durch Fernwärme-Vorrang

Im Trendszenario geht infolge des Stadtumbaus Ost und der Einsparbemühungen der Verbraucher der FW - Absatz im Bestand um rd. 16 % zurück. Voraussetzung für einen KWK – Ausbau in der öffentlichen Fernwärmeversorgung ist daher nicht nur die Stabilisierung des Fernwärmeabsatzes, sondern darüber hinaus eine signifikante Steigerung. In praktisch allen Städten steht die Fernwärme hauptsächlich im Wettbewerb zur Erdgasversorgung; der Marktanteil anderer Energieträger wie Heizöl und Kohle ist in den Städten gering. Unter ökologischen Aspekten halten wir eine eindeutige Fernwärme-Vorrangpolitik durch Ausweisung von **Fernwärme-Vorranggebieten** – auch zu Lasten der Erdgasversorgung für wünschenswert. Unter dieser Voraussetzung halten wir eine **Steigerung der Strom- und Wärmeerzeugung in KWK um 10 % (+ 380 GWh / a FW - Absatz und + 350 GWh / a Strom-Netzeinspeisung)** bis 2020 für realisierbar – sofern die KWK - Förderung im Umfang des neuen KWKG langfristig fortgeführt wird. Für die KWK - Anlagenbetreiber ist dann ein wirtschaftlicher Betrieb möglich.

Der Investitionsbedarf für den dazu erforderlichen Netzausbau kann im Rahmen dieser Studie in Anlehnung an die FW - Ausbaustudie in der Metropolregion Rhein-Neckar [MRN-

2007] nur grob abgeschätzt werden. Dort hatte sich gezeigt, dass Investitionen für den Netzausbau bis zu einem Betrag von 200 €/MWh, mithin insgesamt rd. 76 Mio. € für den Betreiber wirtschaftlich darstellbar sind.

3. Schritt zum Ausbau der KWK: Erhöhung des KWK-Anteils an Standorten mit KWK

Die Wirtschaftlichkeit des Zubaus einer KWK-Anlage muss in jedem Einzelfall sorgfältig analysiert werden. Daher kann im Rahmen dieser Studie das Zubau-Potenzial nur grob abgeschätzt werden. Bei einer Steigerung des KWK-Anteils and der Fernwärmeerzeugung um 10 Prozentpunkte (von derzeit 68 % auf 78 %) **kann die KWK-Stromerzeugung um ca. 500 GWh / a gesteigert werden.** Der Investitionsbedarf wird bei erdgasgefeuerten Anlagen mit einer installierten Leistung von 100 MW_{el} bei rd. 100 Mio. € liegen. Unter den in dieser Studie zugrunde gelegten Energiepreisannahmen ist dieser Bau von KWK-Anlagen unter Berücksichtigung der novellierten KWK-Förderung für die Investoren und die Nutzer in aller Regel wirtschaftlich.

Für die Bestimmung der damit erzielbaren CO₂ – Entlastung wird angenommen:

1. die Investitionen für den Bau weiterer KWK-Anlagen und FW-Netze liegen bei 226 Mio. €;
2. der zusätzliche KWK-Strom mit 1.100 GWh/a wird auf Erdgasbasis erzeugt
3. und verdrängt langfristig Kondensationsstrom
4. aus dem deutschen Kraftwerkspark mit je 50 % Kohle und Erdgas
5. bei einem mittleren Nutzungsgrad von 50 %
6. und CO₂ – Emissionen von 0,526 t CO₂ / MW_{el}

Daraus ergibt sich dann vermiedene CO₂ – Emissionen in Höhe von 0,6 Mio. t / a. Die spezifischen Investitionen liegen bei knapp 400 € / t CO₂.

Die wesentlichen Aspekte der Maßnahme werden in folgender Tabelle zusammengestellt, die in den weiteren Kapiteln in ähnlicher Weise auch für alle weiteren Maßnahmen verwendet wird. Deshalb werden die Tabellenfelder kurz erläutert:

- **Beschreibung:** Kurzbeschreibung der Maßnahme

- **Technisches Potenzial:** Bewertet als Status Quo Ende 2007 und dem abgeschätzten Potenzial bis 2020. Bewertet je nach Maßnahmentyp in elektrischer oder thermischer Leistung in Anzahl der Haushalte oder Flächeneinheiten
- **Investition** durch: Derjenige, der die Investition tätigt
- **Hemmnisse:** Gründe, warum vorhandenen Potenziale (ggf. trotz Wirtschaftlichkeit) nicht erschlossen werden
- **Maßnahmen:** Maßnahmen zur Beseitigung der Hemmnisse und zum Erreichen einer verstärkten Umsetzung
- **Umsetzungsfaktor:** Dieser Faktor gibt an, welcher Umsetzungsgrad des technischen Potenzials nach Ansicht der Verfasser unter Berücksichtigung von vorhandener Liquidität, Hemmnissen und ggf. zusätzlicher Förderung und Beratung realistisch bis 2020 erschlossen werden kann. Je nach Typ der Maßnahme wird dieser Faktor zwischen 5% und 50% bewertet.
- **CO₂-Ä.-Minderungspotenzial:** Erreichbare Minderung bis 2020 bei vollständiger Potenzialausnutzung
- **Investition:** Dafür notwendige Investitionskosten
- **Vermeidungskosten:** die spezifischen Gesamtkosten (oder der Nutzen) pro eingesparte t CO₂-Äquivalent jeweils aus einzel- und gesamtwirtschaftlicher Sicht.

Beschreibung	Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Sachsen-Anhalt und Fernwärme-Vorrang in ausgewiesenen Vorranggebieten.		
Technisches Potenzial	Status Quo Ende 2007	1.300 MW	
	Entwicklung im Trendszenario bis 2020	-200 MW	
	Maßnahme: Ausweis neuer FW - Vorranggebiete	+ 70 MW, + 350 GWh / a	
	Maßnahme: Zubau von KWK-Anlagen bis 2020, Ablösung von Kesseln	150 MW, 750 GWh / a	
Investition durch	EVU, Private Betreiber, Investoren		
Hemmnisse	Gestiegene Anlagenkosten, Betreiber scheuen Investitionsrisiko		
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieagentur), Empfehlung zur Ausweisung von Vorranggebieten an Kommunen und Versorger,		
Umsetzungsfaktor	50%		
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Ausweis neuer FW - Vorranggebiete	0,2 Mio. t/a	
	Zubau von KWK-Anlagen bis 2020	0,4 Mio. t/a	
Investitionen	Ausweis neuer FW – Vorranggebiete, FW Netzbau	76 Mio. EUR	
	Zubau von KWK-Anlagen bis 2020	150 Mio. EUR	
Vermeidungskosten	einzelwirtschaftlich	Ausweis neuer FW – Vorranggebiete, FW Netzbau	0 EUR/t
		Zubau von KWK-Anlagen bis 2020	0 EUR/t
	gesamtwirtschaftlich	Ausweis neuer FW - Vorranggebiete	0 EUR/t
		Zubau von KWK-Anlagen bis 2020	0 EUR/t

Tabelle 8-2: Maßnahmenbewertung Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

8.4.1.6 Ausbau der Erdgasversorgung

Ein weiterer Ausbau der Erdgasversorgung im ländlichen Raum wird nur noch im beschränkten Umfang wirtschaftlich darstellbar sein: die interessanten Gebiete sind seit Mitte der neunziger Jahre erschlossen worden.

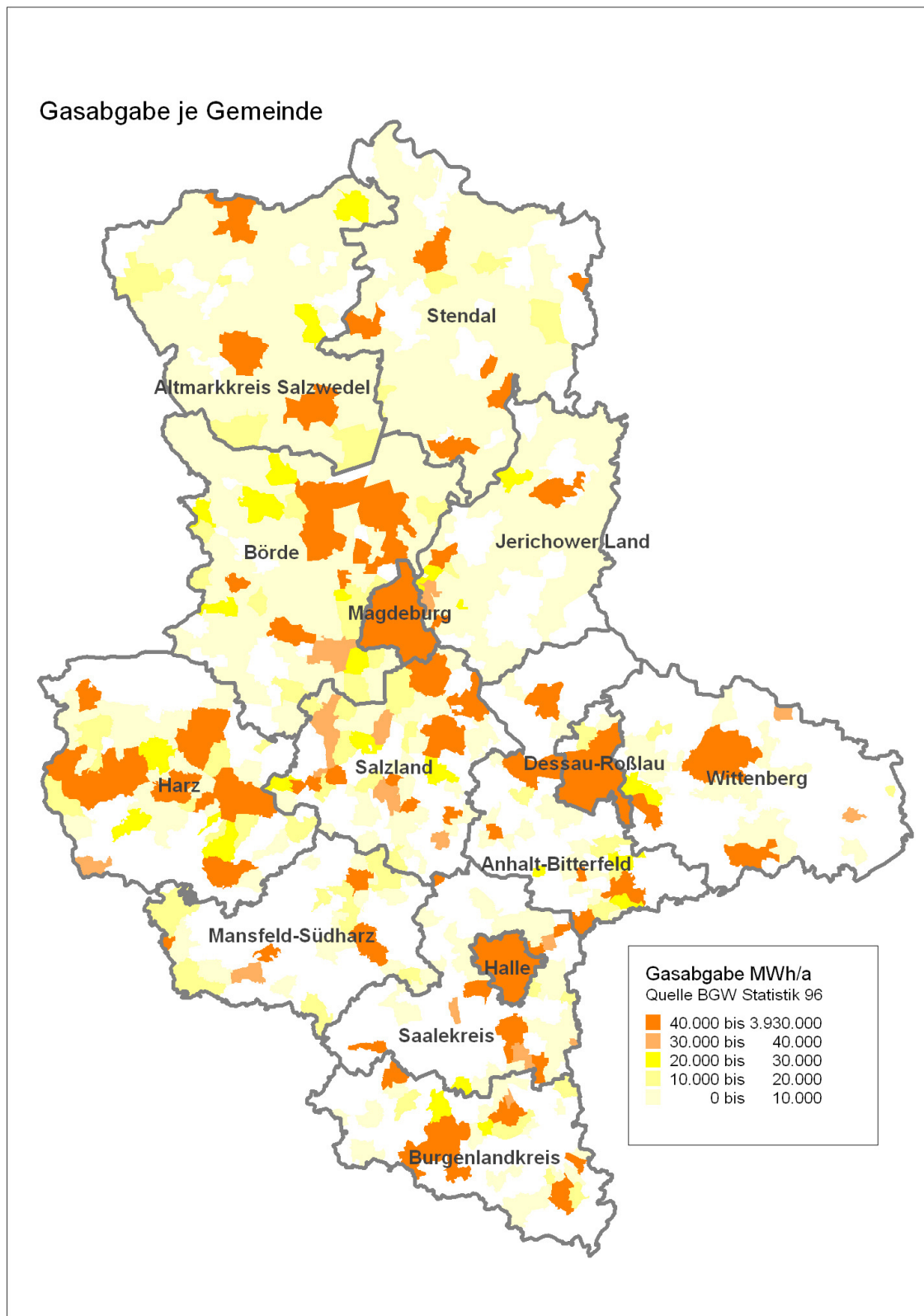


Bild 8-8: Gasabgabe je Gemeinde

8.4.2 Ausbau der Erneuerbaren Energien

8.4.2.1 Windenergie

Im Jahr 2007 hatten die gut 19.000 Windkraftanlagen in Deutschland einen Anteil von knapp 8% an der Stromerzeugung bei einer installierten Leistung von rund 22.000 MW. Die Windstromerzeugung lag 2007 bei 38,5 TWh/a, wobei allerdings berücksichtigt werden muss, dass 2007 ein überdurchschnittlich windreiches Jahr war.

International gehört Deutschland damit mit Spanien, den USA und Indien zu den größten Nutzern von Windenergie zur Erzeugung von elektrischem Strom.

In Sachsen-Anhalt waren zum Jahresende 2007 Anlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 2850 MW installiert. Damit liegt Sachsen-Anhalt nach Niedersachsen und Brandenburg an dritter Stelle in Deutschland.

Die Stromerzeugung aus Windenergie trägt inzwischen in erheblichem Umfang zur Stromversorgung in Sachsen-Anhalt bei.

Sachsen-Anhalt hat mit einem Windstromanteil von rund 16% das von der Bundesregierung vorgegebene Ausbauziel des Anteils der regenerativen Energien an der gesamten Stromerzeugung von 12 % für das Jahr 2010 bereits im Jahr 2006 allein durch die Windenergie erreicht.

8.4.2.1.1 Potenziale

Bei der Bewertung der Potenziale wird in den folgenden Abschnitten zwischen den Bereichen „Neuanlagen“ und „Repowering“, also dem Nachrüsten bereits bestehender Standorte durch neue Windkraftanlagen (Turm + Turbine), unterschieden. Die Bewertung der Neubaupotenziale erfolgt auf Basis der ausgewiesenen Flächen. Diese Potenziale können theoretisch sofort erschlossen werden, während im Bereich des Repowering erst ab 2015 allmählich Altanlagen ersetzt werden können.

8.4.2.1.1.1 Anlageneubau

In den regionalen Entwicklungsplänen sind als Vorranggebiete für die Windenergienutzung Flächen von knapp 17.000 ha ausgewiesen, von denen heute bereits 60% belegt sind. Somit verbleiben für Neuanlagen noch rund 7.000 ha Vorrangflächen. Bei einem Flächenbedarf von 6 ha pro MW entspricht dies einem Neubaupotenzial von rund 1.200 MW oder 480 Anlagen der 2,5 MW-Klasse. Dieses Neubaupotenzial ist bereits im Trendszenario berücksichtigt worden, so dass ein zusätzlicher Ausbau nur auf Basis weiterer Flächen statt finden kann.

Als Maßnahmenpotenzial wurden zusätzliche Vorranggebiete von 5000 ha angenommen, die einer Leistung von rund 800 MW entsprechen.

Bei mittleren Volllaststunden von gut 1.500 h/a ergibt sich eine zusätzliche Stromeinspeisung von 1.200 GWh/a.

Bei Verdrängung von Strom aus konventionellen Kraftwerken gemäß der in Kapitel 5.5.4 erläuterten Bewertungsmethodik können damit 0,7 Mio. t CO₂-Ä. pro Jahr eingespart werden.

8.4.2.1.1.2 *Repowering*

Eine zunehmende Bedeutung hat das Repowering alter Erzeugungsanlagen in der Windenergiebranche. Obwohl Windenergieanlagen im Allgemeinen für eine Lebensdauer von etwa 20 Jahren ausgelegt sind, kann es im Einzelfall sinnvoll sein, bereits vorher alte, kleinere Anlagen durch neue, größere Anlagen zu ersetzen.

Das EEG unterstützt Repowering, sofern die zu ersetzende Anlage mindestens 10 Jahre in Betrieb war und die Leistungssteigerung mindestens das Zweifache und maximal das Fünffache der ersetzten Leistung beträgt. Wenn diese Kriterien zutreffen, kann eine ggf. noch bestehende erhöhte Anfangsvergütung der Altanlage auf die Neuanlage übertragen werden.

Für die Abschätzung des maximalen Potenzials durch Repowering wurde folgender Ansatz gewählt

- Anlagen werden frühestens nach 15 Jahren ersetzt. Im Regelfall ist bis dahin die erhöhte Vergütung gem. EEG ausgelaufen, so dass die Anlage wie eine Neuanlage gestellt wird.
- Durch den Ersatz kann die Leistung eines Standortes erhöht werden, d.h. dass neben moderneren Anlagen auch höhere Türme und Nabenhöhen zum Einsatz kommen. Die Leistungserhöhung hängt dabei von dem Jahr der Inbetriebnahme ab, d.h. dass die Leistung ältere Anlagen bzw. Parks vor 1996 um den Faktor 3 erhöht werden, Anlagen aus 2000 noch um 2,2 während neuere Anlagen ab 2005 kaum noch Leistungsreserven haben. Die Anzahl der Anlagen bei Windparks reduziert sich dabei deutlich, da die neuen Anlagen höhere Leistungen pro Anlage und größere Abstände aufweisen.
- Es werden für Repowering nur Windkraftanlagen in ausgewiesenen Eignungsgebieten betrachtet, da die genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen die Errichtung von WKA außerhalb dieser Gebiete kaum noch zulassen.
- Kostenseitig gibt es keinen wesentlichen Vorteil, da im Regelfall die Gesamtanlage inkl. Fundamente und elektrischen Anlagen erneuert und der höheren Leistung

angepasst werden muss. Allerdings können noch funktionierende Altanlagen ggf. weiterverkauft oder als „Ersatzteillager“ für andere Anlagen des gleichen Typs benutzt werden. So können zumindest die Abbau- und Entsorgungskosten gedeckt werden.

Die Alterstruktur der Windenergieanlagen in Sachsen-Anhalt ist in Bild 8-9 dargestellt.

Die mittlere Anlagenleistung in Sachsen-Anhalt ist von einigen 100 kW in den 90er Jahren bis auf rund 2 MW angestiegen und der maximale Jahreszubau hat im Jahr 2002 stattgefunden. Der Zubau neuer Anlagen ab 2008 entsprechend der Potenziale in vorigem Abschnitt ist schraffiert dargestellt. Die grauen Flächen in Bild 8-9 werden bereits im Trendszenario erschlossen, die blauen Flächen können als zusätzliche Maßnahme erschlossen werden.

Extrapoliert man diese Altersstruktur bis 2020 ergibt sich die blau dargestellte Kurve des maximalen Repowering-Potenzials.

Da nicht an allen Standorten eine Leistungserhöhung möglich ist, z.B. aus genehmigungstechnischen Gründen (Abstandsregelungen, Schattenwurf etc.), wurde wie oben erläutert für die weiteren Bewertungen eine Ausschöpfung von 50% unterstellt. Damit ergibt sich bis 2020 ein Repowering Potenzial von knapp 2000 MW, durch das allerdings 1100 MW Altanlagen ersetzt werden. Das Nettopotenzial liegt also bei rund 900 MW.

Bei konsequenter Ausnutzung der Neubau- und Repowering-Potenziale kann die Anlagenleistung in einer optimistischen Variante (Maximalwert) bis 2020 auf knapp 6000 MW und die eingespeiste Strommenge auf maximal 9.000 GWh/a und damit auf mehr als 50% des heutigen Strombedarfs in Sachsen-Anhalt gesteigert werden. Dies ist nur möglich, wenn an den bereits bestehenden Standorten mit guten Windverhältnissen neue Anlagen mit hoher Verfügbarkeit nachgerüstet werden und gleichzeitig alle genehmigten Vorranggebiete konsequent mit maximaler Leistung erschlossen werden

Dieser Zubau von mehr als 3.000 MW Windkraftanlagen auf insgesamt 6.000 MW macht einen massiven Ausbau der Stromnetze erforderlich: die Netzhöchstlast liegt derzeit in der Größenordnung von 2.000 MW. Bereits heute müssen die konventionellen Kraftwerke bei guter Windlage zurückgefahren werden; MIBRAG gibt im Geschäftsbericht 2007 an, dass aus diesem Grund der Braunkohleabsatz an die Kraftwerke im Jahr um 1,2 Mio. t zurückging.

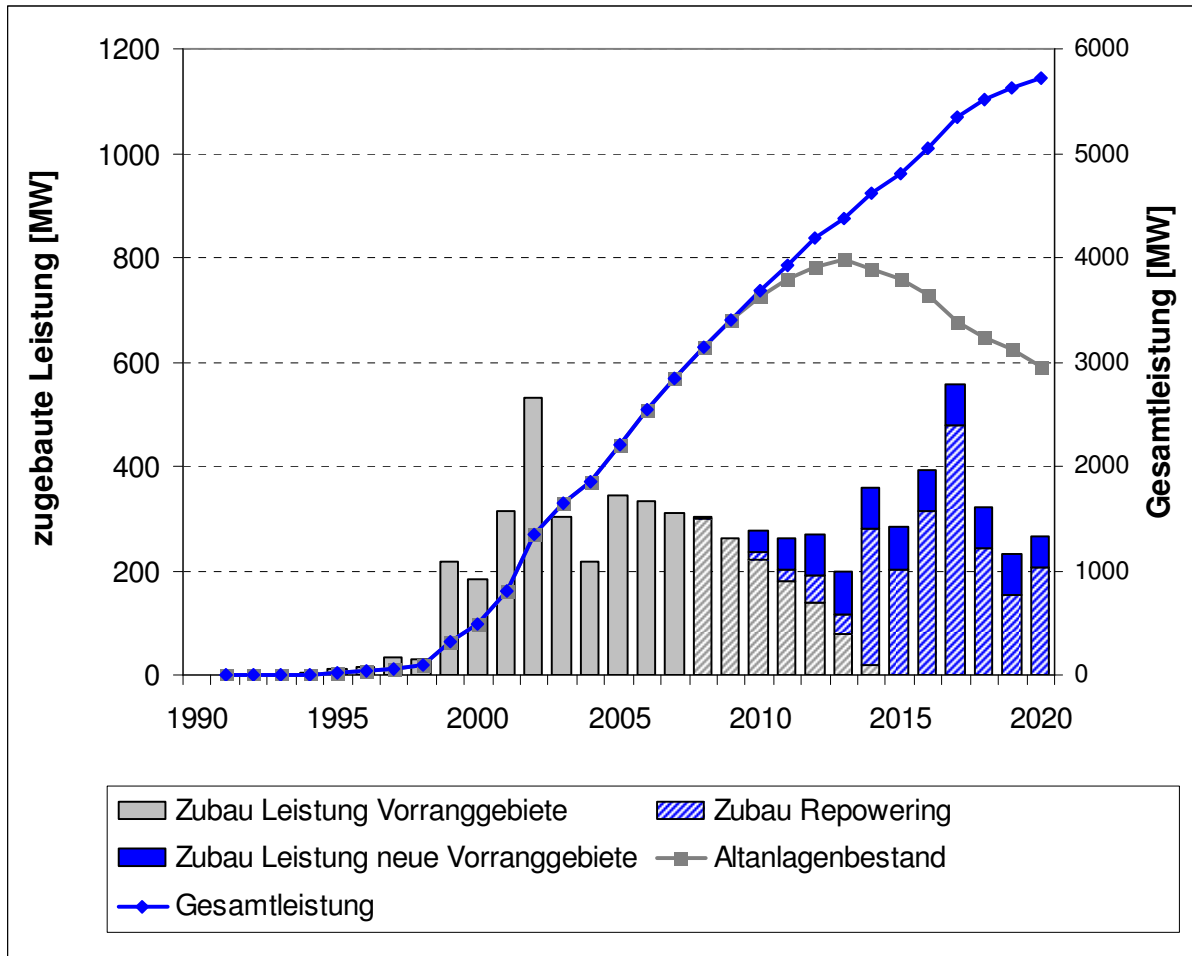


Bild 8-9: Entwicklung des Windanlagenzubaus bis 2007 und mögliches Repoweringpotenzial ab 2010

Der Minderungsbeitrag durch die als Maßnahme ausgewiesenen Anlagen bis 2020 liegt bei 1,8 Mio. t CO₂-Ä. pro Jahr, auf die Leistungssteigerung entfallen allerdings nur 0,8 Mio. t.

8.4.2.1.2 Vermeidungskosten der Potenziale

Die Vermeidungskosten durch Windenergie werden vor allem durch zwei Faktoren bestimmt. Zum einen sind die Stromgestehungskosten durch die Investitionskosten determiniert. Diese wurden mit 1.200 EUR/kW für Neuanlagen angenommen, bei Repowering wurde eine Gutschrift von 50 EUR/kW für die Weiternutzung von Komponenten (Zuwegung, interne Verkabelung) bzw. den Erlös aus der Verwertung angesetzt.

Bei jährlichen Volllaststunden von 1.500 h/a und Betriebs- und Versicherungskosten von 1,3% ergeben sich Stromgestehungskosten von 8,2 ct/kWh. Diese liegen etwas über den

EEG-Vergütungssätzen, so dass auch aus einzelwirtschaftlicher Sicht positive Vermeidungskosten von rund 3 EUR/t entstehen. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht wird als Bewertungsmaßstab nicht der EEG-Satz sondern der Marktpreis für Strom (siehe Tabelle 8-3) angesetzt, vermindert um einen Abschlag von 10 EUR/MWh, der die notwendige Ausgleichs- und Regelenergie sowie einen anteiligen Netzausbau berücksichtigt.

Die gesamtwirtschaftlichen Vermeidungskosten liegen bei 21 EUR/t.

In der Repowering Variante sind die Vermeidungskosten aus beiden Perspektiven niedriger. Dies liegt an den etwas günstigeren Investitionskosten für bereits erschlossene Standorte.

Die wesentlichen Maßnahmenparameter sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Beschreibung	Ausbau der Windenergie in Sachsen-Anhalt in ausgewiesenen Eignungs- und Vorranggebieten.	
Technisches Potenzial	Status Quo Ende 2007	2.846 MW
	Entwicklung im Trendszenario bis 2020	+1.200 MW
	Maßnahme: Ausweis neuer Eignungsflächen	800 MW
	Maßnahme: Repowering bis 2020	2000 MW, davon 900 MW Leistungserhöhung
Investition durch	EVU, Private Betreiber, Investoren	
Hemmnisse	Gestiegene Anlagenkosten, sinkende EEG-Vergütung, Konfliktpotenzial mit Landschaftsschutz und Wohnqualität, begrenzte Vorrangflächen	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieagentur), Ausweisen von Vorranggebieten, Vereinheitlichung von Kriterien	
Umsetzungsfaktor	50%	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Anlagenneubau bis 2020	0,7 Mio. t/a
	Repowering bis 2020	1,8 Mio. t/a (brutto) 0,8 Mio. t/a (netto)
Investitionen	Anlagenneubau bis 2020	960 Mio. EUR
	Repowering bis 2020	2.300 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Anlagenneubau bis 2020	2,9 EUR/t
	Repowering bis 2020	-0,3 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Anlagenneubau bis 2020	20,6 EUR/t
	Repowering bis 2020	17,4 EUR/t

Tabelle 8-3: Maßnahmenbewertung Windenergie

8.4.2.2 Biomasse

Bewertung der Biomassepotenziale in Sachsen-Anhalt

Für die Bewertung des Biomassepotenzials in Sachsen-Anhalt liegen umfangreiche Untersuchungen vor, die im Wesentlichen in drei größeren Studien zusammengefasst sind. Wegen teilweise unterschiedlicher Aufgabenstellungen und insbesondere wegen der

Unterschiede bei der Klassifizierung von Biomasse sind die Ergebnisse nicht direkt und unmittelbar vergleichbar. Übereinstimmend belegen diese Gutachten jedoch:

1. Sachsen-Anhalt besitzt ein signifikantes Potenzial und sehr gute strukturelle Voraussetzungen für die Biomassenutzung.
2. Es besteht ein freies Potenzial von gut einem Drittel des technischen Potenzials.
3. Zur Erreichung der CO₂-Emissionsminderungsziele des Landes ist die Einbeziehung der Landwirtschaft und der Waldbauern in ein entsprechendes Klimaschutzkonzept notwendig.

Die im Auftrag des damaligen Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW; heute BDEW) in Berlin und der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfachs (DVGW) in Bonn [BGW-2005] erstellte Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse war für Deutschland die erste umfassende Untersuchung der zukünftig nutzbaren Potenziale der holzartigen Biomasse (Waldrestholz, Schwachholz, Altholz, Industrierestholz, Landschaftspflegeholz), der halmgutartigen Biomasse (Stroh, Landschaftspflegematerial), der Nawaro-Energiepflanzen und der sonstigen Biorückstände (organische Siedlungsabfälle, Exkremate, organische Abfälle aus Gewerbe und Industrie). Zunächst wurde festgestellt, dass die holzartigen Biomassen in Summe gesehen die größten Potenziale bieten, die Biogasproduktion auf der Basis von Nawaro-Energiepflanzen jedoch für den Zeithorizont 2020 und 2030 die größten Zuwachsraten aufweisen könnten. Durch zunehmende Ernteerträge und Importe von Lebensmitteln (z. B. durch die EU-Osterweiterung) sowie einer in Deutschland sinkenden Bevölkerungszahl benötige man zukünftig weniger Ackerfläche zur Nahrungsmittelproduktion. Dies bedeutet selbst bei Bilanzierung des Verbrauchs von zukünftigen Verkehrs- und Siedlungsflächen und der Ausweitung der Flächen für den ökologischen Landbau eine höhere Flächenverfügbarkeit zum Anbau von Energiepflanzen. Bei ausschließlicher Nutzung der für Nawaro-Energiepflanzen zur Verfügung stehenden Flächen in Deutschland (1,6 Mio. ha in 2030) könnte das maximale technische Biogaspotenzial von ca. 72 TWh/a (Anteil Sachsen-Anhalt 3,8 TWh/a) im Jahr 2005 auf gut 160 TWh/a im Jahr 2030 ansteigen. Als realistischer Ausbaupfad der Biogaseinspeisung wurde eine Gaserzeugung von rund 10 Mrd. m³ (105 TWh/a) im Jahr 2030 abgeschätzt. Dieses unterstellte Wachstum erfordere jedoch stabile politische Rahmenbedingungen und eine dauerhafte Wettbewerbsfähigkeit der Energieproduktion aus Biogas. Unterstellt wurde dazu unter anderem ein jährlicher Zubau von ca. 70 Anlagen zur Nawaro-Biogaserzeugung (Einspeiseleistung 250 m³/h bis 2010 und anschließend von ca. 90 bis 120 Anlagen jährlich bis 2020.

Das ermittelte technische Biogaspotenzial wurde noch untersucht in Bezug auf bestehende Restriktionen durch wirtschaftlich noch vertretbare Transportentfernungen für die Eingangssubstrate (Gülle, Nawaro, kommunale Reststoffe) und auf die tatsächlich gegebenen Möglichkeiten der Einspeisung in das Erdgasnetz (Erdgasinfrastruktur). Das so ermittelte Potenzial beträgt für Deutschland 52,65 TWh/a, für Sachsen-Anhalt 3,03 TWh/a.

Das im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe erarbeitete Gutachten des Institutes für Energetik und Umwelt Leipzig [IE-2007] beschränkt sich a-priori auf die Evaluierung der Möglichkeiten zur Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Das technische Biogaspotenzial wird hier für Sachsen Anhalt mit 3,8 TWh/a (Deutschland: ca. 72,2 TWh/a) abgeschätzt. Während man für die Stadtstaaten Hamburg, Berlin und Bremen eine hohe Potenzialdichte für kommunale Reststoffe identifiziert, zeichne sich Sachsen-Anhalt durch eine hohe Potenzialdichte im Bereich der Substrate aus nachwachsenden Rohstoffen aus. Dabei zeige sich, dass etwa 45 % der landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen-Anhalt eine Fläche von jeweils mehr als 1000 ha bewirtschaften und daher geeignet sind, jeweils allein eine vollständige Belieferung von Nawaro-Anlagen zu garantieren. Gleichzeitig seien auch die Tierbestände auf Betriebe der obersten Größenklasse konzentriert, so dass auch Gülleanlagen ohne große und kostenintensive Gülletransporte errichtet werden könnten. Aus Sicht der Transportkosten der Eingangssubstrate sollte Gülle möglichst nicht über mehr als 5 bis 10 km transportiert werden. Nawaro-Energiepflanzen sind wegen ihrer höheren Energiedichte weiter transportierbar (etwa in einem Radius von 20 km von der Anlage). Unter Berücksichtigung dieser Transportrestriktionen reduziere sich in Sachsen-Anhalt das technisch erschließbare Potenzial für die Produktion von Biogas und die zugehörige Aufbereitung zur Einspeisung in das (vorhandene) Erdgasnetz auf knapp 3,05 TWh/a.

Die Aufnahmerestriktionen durch das Gasnetz resultieren (bei Einspeisung des Gases in Austauschqualität) hauptsächlich aus der geringsten Abnahme im Sommer. Das technische Biogaspotenzial von 8,3 GWh/d würde in Sachsen-Anhalt etwa 25 % der Sommergrundlast Erdgas (32,7 GWh/d) substituieren, so dass nach den Ergebnissen dieser Studie keine netzseitigen Einschränkungen des Biogaspotenzials in Sachsen Anhalt zu erwarten sind. Bei Einspeisung von geringer aufbereitetem Biogas in der Qualität Zusatzgas sind die Einschränkungen wegen der im Wege der Mischung mit dem Grundgasstrom einzuhaltenden Parameter jedoch beträchtlich. Die Schätzungen dazu schwanken im Bereich von 5 % bis 9 % des technischen Biogaspotenzials, außerdem wird eine teilweise aufwendige Einzelfallprüfung erforderlich.

Schließlich untersuchte die im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen Anhalt erarbeitete Biomassepotenzialstudie 2007 [BMST-2007] zukünftige Potenziale von Biomasse für die energetische und stoffliche Nutzung in Sachsen-Anhalt mit dem Ziel, den im Jahr 2002 zusammengestellten Biomassekatalog zu aktualisieren und stärker zu regionalisieren. Im Ergebnis liegt eine Datenbank mit Daten auf Ebene der Gemeindestruktur 2006 vor, die durch eine entsprechende Flächengewichtung errechnet worden ist. Somit ist für diesen Bereich eine sehr gute Grundlage für die Umsetzung der hier vorgeschlagenen Maßnahmen vorhanden.

Die Studie klassifiziert das technische Biomassepotenzial für Sachsen-Anhalt als theoretisches Potenzial abzüglich der Nahrungsmittelproduktion sowie produktionsbedingter Rückführungen und Ernteverluste.

Von dem technischen Gesamtpotenzial in Höhe von 39.667 GWh sind zur Ermittlung des frei verfügbaren Potenzials die gegenwärtig schon erfolgenden Nutzungen abzuziehen. Die heutigen Nutzungen von Biomasse in Sachsen-Anhalt werden in der Studie auf 24.869 GWh kalkuliert, wobei 16.202 GWh aus der landwirtschaftlicher Biomasse, 8.028 GWh aus der Holzartiger Biomasse und 639 GWh aus biogenen Abfällen stammen.

Somit ergibt sich für Sachsen-Anhalt ein frei verfügbares Biomassepotenzial von 14.798 GWh, das sich stoffliche und energetische Nutzungen sowie Erweiterung im Bereich Nahrungs- und Futtermittelbereich jedoch teilen müssen.

Bemerkenswert ist, dass die 15.944 GWh derzeitige energetische Nutzung von Biomasse aus der Landwirtschaft zu 90 % auf der Produktion von Biokraftstoffen (Ethanol, RME) und nur zu 10 % auf der Produktion von Biogas basiert. Von allen in Sachsen-Anhalt (und im Übrigen auch von allen in den neuen Bundesländern) betriebenen Biogasanlagen ist weiterhin bislang nur eine einzige Anlage in Könnern (betrieben von Agricapital) in der Lage, das mit einer Kapazität von 1000 m³/h aus einem Substratgemisch von etwa 70 % Nawaro und 30 % Gülle produzierte Biogas zu Bioerdgas aufzuarbeiten und mit etwa 550 m³/h in das Erdgasnetz (Mitgas) einzuspeisen. Jährlich werden so etwa 42 GWh Erdgas substituiert. Mit der Einspeisung in das Erdgasnetz wird die Voraussetzung dafür geschaffen, dass das produzierte Biogas via KWK mit hoher Umwelteffizienz (Stromerzeugung und Wärmenutzung) genutzt wird. Die Biomassepotenzialstudie 2007 listet für Sachsen-Anhalt 131 betriebene oder im Bau befindliche Biogasanlagen und weitere 92 genehmigte oder in der Genehmigung befindliche Anlagen auf. Man schätzt

grob ab, dass etwa 20 % der nutzbaren Wärme aus Biogasanlagen tatsächlich fossile Energieträger bei der Wärmeerzeugung substituieren.

Entwicklung des technischen Potenzials für Biomasse in Sachsen-Anhalt bis 2020

Das technische Biomassepotenzial wird sich zukünftig leicht verringern. Begründet ist die Minderung hauptsächlich in dem Verlust von Ackerflächen auf Grund rechtlicher Maßgaben und in Folge von Bodenversiegelungen, aber auch beispielsweise durch den Rückgang der Mengen biogener Abfälle, bedingt durch die sinkende Bevölkerung. Dieser Rückgang kann zu einem um rd. 194 GWh verminderten technischen Biomassepotenzial im Jahr 2020 gegenüber 2006 führen.

Die Nutzung der Biomasse wurde mit 23.834 GWh ebenfalls leicht verringert. Die Minderung wurde angesetzt, um dem geringeren Potenzial an Deponiegas, Methangas aus Abfällen und dem Rückgang des Biogaspotenzials, bedingt durch den Rückgang der Tierbestände, Rechnung zu tragen. Im Übrigen wurde die Nutzung weitestgehend als konstant betrachtet.

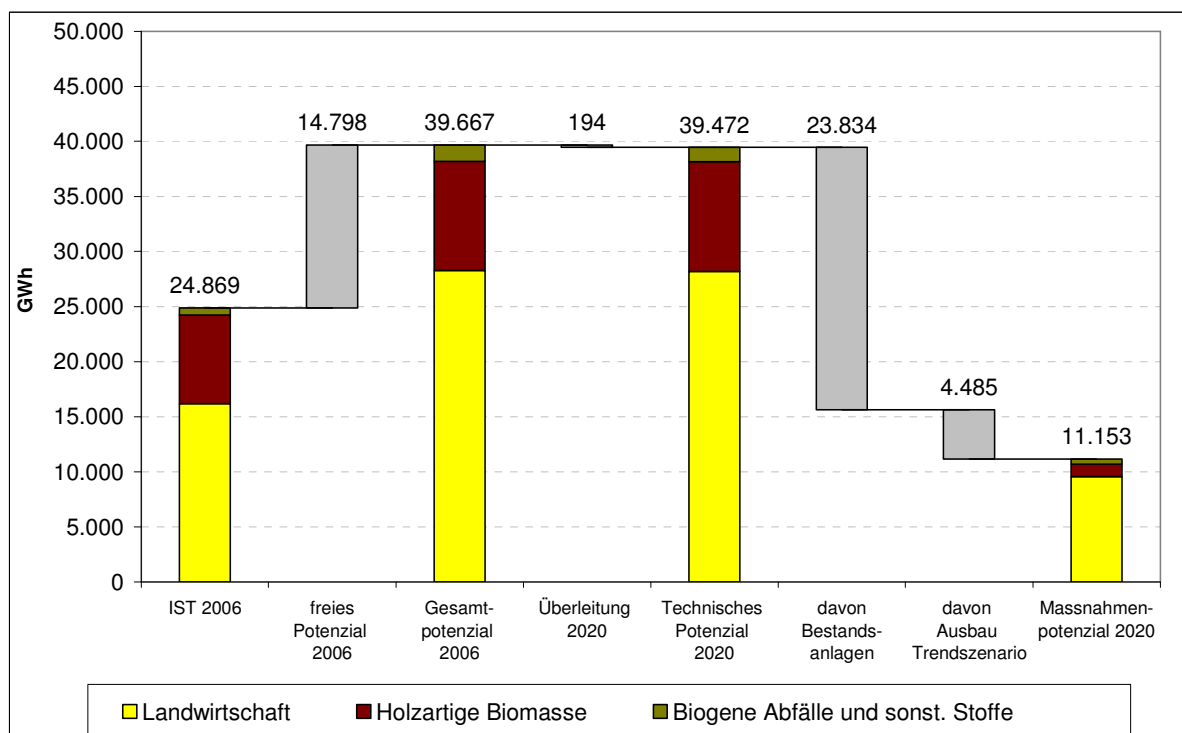


Bild 8-10: Ableitung des Biomassepotenzials im Jahr 2020

Bedingt durch die bestehenden gesetzlichen Förderungen und die weiter steigenden Energiepreise wird die Biomassenutzung bis 2020 um weitere 4.485 GWh ausgebaut.

Dieser natürliche Ausbau wird als Trendszenario (siehe Kapitel 7) bezeichnet und bedarf keiner weiteren Anreize durch das Land Sachsen-Anhalt. Das verbleibende freie Potenzial in Höhe von 11.153 GWh kann nur durch weitere Maßnahmen erschlossen werden.

8.4.2.2.1 Potenziale

Nachfolgend werden drei beispielhafte Maßnahmen betrachtet um das freie Potenzial zu erschließen. Der weitere Ausbau zu Gunsten von RME und Bioethanol wird wegen der geringeren Ökobilanz im Gegensatz zu Biogas nicht weiter betrachtet.

Die Ökobilanz als Lebensweganalyse ist abhängig von den festgelegten Systemgrenzen. Unter Einbeziehung von Emissionsgutschriften für Sekundärprodukte (z.B. Futtermittel) und der Bewertung der Investitionen hinsichtlich ihrer Vorketten (z.B. Aufwendungen für die Gasaufbereitung) kann sich durchaus ein anderes Bild zeigen. Wirkungsgrade von Motortechnologien, Umweltwirkungen von Abgasemissionen, düngerabhängige Lachgasemissionen bei Einhaltung oder auch Nichteinhaltung von Fruchtfolgen momentan erfolgt der Lebenswegvergleich beim Biomasseanbau nur auf Basis eines Anbaujahres – damit wären Plantagenwirtschaft und Monokulturen begünstigt und können ebenfalls eine Ökobilanz entscheidend beeinflussen. Nur ein Abheben auf Importe von Raps-, Soja- oder Palmöl und der damit möglicherweise verbundenen Urwaldrodungen oder Trockenlegung von Sumpfgebieten ist nicht ausreichend.

8.4.2.2.1.1 Biogas-HKW

In Biogasanlagen, bevorzugt in der 500 kW_{el} Klasse, lassen sich sowohl nachwachsende Rohstoffe als auch Gülle effektiv verwerten. Diese Anlagenklasse bringt nach EEG die höchsten Erträge im Verhältnis zu Investitionen und Betriebskosten (insbesondere Substrattransport). Daher wird die Anlagenklasse weiterhin als bevorzugte und auch durchschnittliche Anlagengröße betrachtet. Das freie Potenzial in Höhe von rd. 9.120 GWh/a aus der Landwirtschaft (Pflanzenbau und Gülle siehe Tabelle 7-22) könnte weitestgehend durch diese Anlagentechnik erschlossen werden.

Bei Umsetzung von weiteren 400 Anlagen der 500-kW-Klasse könnten 0,9 Mio. t/ CO₂ eingespart werden unter der Voraussetzung, dass auch ein Teil der Wärme (Annahme mit 60% Gesamtnutzungsgrad) in Nahwärmenetzen oder in der Objektversorgung genutzt würden.

Biogasaufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz

Grundsätzlich bietet sich auch die Möglichkeit, das Biogas auf Erdgasqualität aufzubereiten und ins Erdgasnetz einzuspeisen. Die höheren Kosten werden nach dem aktuellen Entwurf des EEG und der Gasnetzzugangsverordnung weitestgehend getragen, jedoch gibt es

noch einige Probleme in der Umsetzung solcher Projekte. Erstens sind Biogasanlagen bei den derzeitigen Biomassepreisen an sich nicht in jedem Falle wirtschaftlich und zum anderen benötigt die Gaseinspeisung KWK Anlagen (Erdgas-BHKW) an anderer Stelle, um das eingespeiste Biogas verstromen zu können. Daher bleibt die Biogasaufbereitung als eigene Maßnahme unberücksichtigt und wird nur in der Summe mit den Biogas-HKW dargestellt.

Vermeidungskosten Biogas-HKW

Die Investitionskosten für Biogasanlagen liegen bei rund 3.500 EUR pro kW. Bei 5% Instandhaltungskosten, einem elektrischen Eigenbedarf von 12% und mittleren Kosten für die Ausgangsstoffe (Maissilage) von 32,5 EUR/MWh_{Biogas} (rund 35 EUR/t) errechnen sich spezifische Vermeidungskosten von 23,4 EUR/t. Die Förderung durch das EEG ist also aus heutiger Sicht nicht ausreichend, um diese zusätzlichen Potenziale zu erschließen.

Beschreibung	Zubau von 400 Biogasanlagen der 500 kW-Klasse	
Technisches Potenzial	Status Quo 2006	28.000 GWh
	Nutzung 2006 Gesamt / nur Biogas	16.200 / 1.417 GWh
	Entwicklung im Trendszenario bis 2020	+2.880 GWh
	Maßnahme: zusätzlicher Ausbau Biogas	+4.500 GWh
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieagentur), Ausbau von Wärmenetzen	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, Preisentwicklung für Biomasse, Verfügbarkeit von geeigneten Wärmenetzen	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Technisches Potenzial	0,717 Mio. t/a
Investitionen	462 Mio. EUR	
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	zusätzlicher Ausbau Biogas	20,2 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	zusätzlicher Ausbau Biogas	141,8 EUR/t

Tabelle 8-4 : Maßnahmenbewertung Biogas-HKW

8.4.2.2.1.2 Biomasse-HKW

Das freie Potenzial an holzartiger Biomasse aus Kurzumtriebsplantagen (KUP), Landschaftspflegeholz und der Nutzung von bisher unerschlossenen Waldresthölzern beträgt im Jahr 2020 noch rund 1.130 GWh/a. Durch einen Ausbau von Pelletheizungen im EFH Bestand könnten rd. 620 GWh genutzt werden (siehe Kap. 8.4.2.2.1.3). Die Nutzung der verbleibenden rd. 510 GWh holzartiger Biomasse könnte durch Hackschnitzel Heiz- und Heizkraftwerke erfolgen. Beispielhaft wird die Nutzung in HKW's mit EEG-Vergütung in der Leistungsklasse von 2 bis 5 MW_{el} betrachtet. Diese HKW werden in der Leistungsklasse derzeit meist als ORC Kraftwerk errichtet und erhalten dadurch neben dem NaWaRo Bonus auch noch den Technologiebonus und den Kraft-Wärmekopplungsbonus für die genutzte Abwärme.

Eine sinnvolle Wärmenutzung ist Grundvoraussetzung für eine positive CO₂ Vermeidung, die HKW's müssten daher in ihrer Leistung an die entsprechenden Wärmeverbraucher / Nahwärmenetze angepasst werden. Dort wo der Wärmebedarf zu gering ist, empfiehlt sich eher die direkte Hackschnitzelfeuerung zur reinen Wärmeerzeugung. Aufgrund der eher bescheidenen Stromproduktion der ORC Anlage verschieben sich die CO₂ Reduktionen jedoch nicht maßgeblich, so dass in guter Näherung nur ORC HKW betrachtet werden können.

Vermeidungskosten Biomasse-HKW

Die Investitionen der Biomasse HKW liegen bei rd. 4.500 EURO pro kW_{el} installierte Leistung. Die Instandhaltung und Betriebskosten liegen bei rd. 3,5 % pro Jahr sowie rd. 0,5 % pro Jahr für Versicherungs- und Verwaltungskosten. Bei Brennstoffkosten in Höhe von 22,8 EURO pro MWh (80 EURO pro Tonne Holzhackschnitzel) und einer Wärmegutschrift in Höhe von 30 EURO pro MWh errechnen sich spezifische Vermeidungskosten von -7,5 EURO/t. Die Errichtung von Biomasse Heizkraftwerken ist damit heute schon wirtschaftlich darstellbar, soweit der Wärmeabsatz möglich ist. Hier ergibt sich eine Konkurrenz zu klassischen fossilen KWK-Anlagen, die auch im kleineren Leistungsbereich deutlich kostengünstiger sind und damit prinzipiell auch in Wärmenetzen mit geringerer Auslastung eingesetzt werden können.

Beschreibung	Zubau von rd.5 Biomasse HKW je Ø 3 MW _{el}	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	9.917 GWh
	Nutzung Gesamte Biomasse / HW, HKW	8.028 / 2.234 GWh
	Entwicklung im Trendszenario bis 2020	756 GWh
	Maßnahme: zusätzlicher Ausbau Biomasse HKW	510 GWh
Umsetzungsfaktor	Des technischen Potenzials	30 %
Investition durch	EVU, Private Betreiber, Investoren	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, Preisentwicklung für Biomasse, Verfügbarkeit von geeigneten Wärmenetzen	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieagentur), Ausbau von Wärmenetzen	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Technisches Potenzial	0,111 Mio. t/a
Investitionen	Ausbau Biomasse HKW	63 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Ausbau Biomasse HKW	-6,3 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Ausbau Biomasse HKW	59,0 EUR/t

Tabelle 8-5 : Maßnahmenbewertung Biomasse-HKW

8.4.2.2.1.3 Pelletheizungen EFH im Bestand

Derzeit werden in Sachsen Anhalt rd. 20,7 Mio. qm Wohnfläche in EFH mit Öl beheizt. Hier ist eine Umrüstung auf Pelletkessel in der Regel möglich, da der Platz für den Heizöltank für die Pelletlagerung genutzt werden kann.

Im Trendszenario (vgl. Kapitel 8.4.4.2) wurden bereits rd. 1/3 der Ölheizungen auf Öl Brennwert umgerüstet. Darüber hinaus könnten nochmals rd. 1/3 der Ölheizungen im durchschnittlichen Erneuerungszyklus auf Pelletheizungen umgerüstet werden. Im Bestand ließen sich rd. 27.000 Ölheizungen auf Pelletkessel umrüsten. Dafür wird rd. 620 GWh des Potenzials an holzartiger Biomasse benötigt.

Vermeidungskosten Pelletheizungen EFH im Bestand

Durch die Modernisierung von Ölheizungen im Zyklus sind nur die Mehrkosten für einen Pelletkessel mit Lagerraum in Höhe von rd. 30 EURO/m² zu berücksichtigen. Für ein Standardhaus mit rd. 150 m² ergeben sich Mehrkosten von rd. 4.500 EURO, von denen in

der individuellen Kalkulation die Förderungen von aktuell 2.000 EURO noch abzuziehen ist. Der Brennstoffpreis beträgt rd. 5,3 ct/kWh (267 EURO/t Pellets incl. UST), somit ergeben sich Vermeidungskosten in Höhe von -78,2 EURO/t. Die Maßnahmen sind bereits wirtschaftlich, aber durch die negative Erfahrung der Verbraucher mit steigenden Pelletpreisen in der Vergangenheit hat sich der Trend zur Pelletheizung abgeschwächt. Bei entsprechender Beratung insbesondere für den Gebäudebestand und den Bereich gewerblich vermieteter MFH- Häuser lässt sich das Potenzial erschließen.

Beschreibung	Umrüstung von rd. 1/3 der mit Öl beheizten EFH auf Pelletheizungen (4,1 Mio. m ² beheizte Wohnfläche)	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (holzartige Biomasse)	9.917 GWh
	Nutzung Gesamte Biomasse / Pellet & Scheitholz	8.028 / 396 GWh
	Entwicklung im Trendszenario bis 2020	756 GWh
	Maßnahme: zusätzlicher Ausbau Pelletheizung EFH	620 GWh
Umsetzungsfaktor	Technisches Potenzial	50 %
Investition durch	Private, Kommunale und Gewerblich Gebäudeeigentümer	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, Langfristige Pelletpreise	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieagentur)	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Technisches Potenzial	0,16 Mio. t/a
Investitionen	zusätzlicher Ausbau Pelletheizung	123 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	zusätzlicher Ausbau Pelletheizung	-78,2 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	zusätzlicher Ausbau Pelletheizung	3,0 EUR/t

Tabelle 8-6: Maßnahmenbewertung Pelletheizung EFH im Bestand

8.4.2.2.1.4 *Bioraffinerie*

Derzeit wird – motiviert durch die Chance, in einem mittelfristigen Zeitraum von fossilen Rohstoffen unabhängiger zu werden – das Konzept der Bioraffinerie diskutiert. Die Bioraffinerie ist ein integratives Gesamtkonzept für die biochemische und thermochemische Umwandlung von nachwachsenden Rohstoffen zu Chemikalien, Werkstoffen sowie Brenn- und Kraftstoffen als Beitrag zum nachhaltigen Wirtschaften unter möglichst vollständiger Ausnutzung der Biomasse. Die Analyse zeigt jedoch, dass heute noch nicht alle Bausteine

eines solchen Konzeptes technisch realisierbar sind und dass noch erheblicher Bedarf für Grundlagenforschung sowie für technische Entwicklungsarbeit besteht. Für die Zukunft mit einem Zeithorizont nach 2015 zeichnet sich aber durchaus eine Chance zur erfolgreichen Bewältigung der Herausforderungen einer integrierten Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Chemikalien, Werkstoffen, Gebrauchsgütern und Kraftstoffen aus Biomasse in einer Bioraffinerie ab.

In Sachsen-Anhalt ist eine stärkere Integration der Landwirtschaft in die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes wünschenswert. Daher empfehlen die Gutachter dem Land, das Konzept der Bioraffinerie langfristig unter Nutzung der Angebote in den gerade entstehenden Netzwerken zu verfolgen und vorbereitende Forschungsarbeiten anzuregen, um so das Potenzial des Landes in die Realisierung von Pilotvorhaben einzubringen.

In Analogie zu einer Erdölraffinerie soll die Bioraffinerie den in der Landwirtschaft nachhaltig produzierbaren Rohstoff Grünlandbiomasse (Gras, Klee, Luzerne) in einer Verarbeitungsanlage möglichst vollständig (Ganzpflanzennutzung) und ohne Anfall von Abfällen in eine Vielzahl verkaufbarer Produktgruppen weiterverarbeiten. Im Kern beruht das Konzept auf der mechanischen Fraktionierung (Abpressen) der primären Rohstoffe in eine flüssige Fraktion (Presssaft) und in eine feste Fraktion (Presskuchen). Der Presssaft enthält wasserlösliche Wertstoffe (Milchsäure und Proteine in Form von Aminosäuren), der Presskuchen besteht aus Grasfasern.

Hauptprodukte einer Bioraffinerie könnten sein:

- Milchsäureprodukte als Grundstoff für Kunststoffe, Lösungsmittel und für die Lebensmittelindustrie
- Proteinprodukte für die Lebensmittelindustrie und die Tiernahrungsmittelhersteller
- Faserprodukte als Tierfutterpellets und eventuell als Dämmstoff, Verpackungsmaterial oder Material für Garten- und Landschaftsbau
- Biogas (aus Reststoffen) für die Verwendung in einem BHKW (das ausgegorene Substrat ist als Dünger verwendbar)

Die Abtrennung von Milchsäure und den Proteinen aus dem Grassaft in der für die Weiterverarbeitung erforderlichen Reinheit ist zu vertretbaren Kosten derzeit technologisch noch nicht möglich. Für die Grasfaserfraktion müssen gleichfalls weitere Behandlungsschritte zur Aufbereitung und Weiterverarbeitung entwickelt sowie neue Felder für deren Anwendung gefunden werden.

Weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene existiert derzeit eine erkennbare Technologieführerschaft für die Bioraffinerie. Erste Grundsatzüberlegungen zu einem Konzept sind aus Österreich bekannt geworden. Hier sucht man einen Ansatz zum Erhalt der Grünlandwirtschaft als Kulturlandschaft in den Alpen. Das Land Brandenburg beabsichtigt in nationaler und internationaler Kooperation ein ökonomisch tragfähiges Bioraffinerie-System zu entwickeln. An der BTU Cottbus wurde eine Honorarprofessur für Bioraffinerieprozesse eingerichtet. Dem Fraunhofer Institut UMSICHT in Oberhausen (NRW) wurden durch das NRW-Innovationsministerium und durch die Fraunhofergesellschaft insgesamt 1,36 Mio. € für Forschungen zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Rahmen des Konzeptes Bioraffinerie zur Verfügung gestellt.

Für eine realistische Bewertung der Realisierungschancen eines Bioraffinerie-Pilotprojektes in Sachsen-Anhalt müssen folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

- Marktanalyse für die Produkte einer Bioraffinerie in Sachsen-Anhalt in
- Verbindung einer genauen Definition der Anforderungen an die Produkte
- Analyse der Flächenverfügbarkeit und der darauf fußenden Mengengerüste unter Beachtung der Nutzungskonkurrenzen
- Ökobilanz für die Bioraffinerie
- Analyse des CO₂-Emissionsminderungspotenzials im Verhältnis zu konkurrierenden Projekten, z. B. Aufforstung

Das Land Sachsen-Anhalt verfügt neben der Ressource nutzbare Grünlandfläche durch die Hochschulen des Landes (*Otto-von-Guericke- Universität Magdeburg, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FH Anhalt Köthen, FH Merseburg*) über eine Forschungskapazität, die wesentliche Beiträge zu den noch notwendigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liefern kann. Entsprechend den Leistungsprofilen der Hochschuleinrichtungen des Landes Sachsen-Anhalt könnten hier im Zuge der Konzeption einer Pilotanlage Bioraffinerie folgende Forschungsarbeiten angeregt werden:

- Polymerisation von Biomonomeren (insbesondere aus organischen Dicarbonsäuren)
- Werkstoffentwicklung von Biopolymeren
- Entwicklung und Produktion von Halb- sowie Fertigprodukten aus der Flüssig- und Feststofffraktion

- Mechanische Aufbereitung von Biomassen
- Optimierung bestehender Fermentationsverfahren
- Simulation und Modellierung biotechnischer Prozesse

Zur Bewältigung der Herausforderungen bei der Forschung sind neue Wege einer interdisziplinären Zusammenarbeit der verschiedensten Bereiche der biologischen und technischen Wissenschaften im Verbund mit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften zu organisieren. Eine dem **federführenden Landesministerium unterstellte Arbeitsgruppe** zur effektiven Koordinierung der erforderlichen Aktivitäten könnte helfen, auf diesem breiten und komplexen Feld eine neue Qualität der Zusammenarbeit von Forschung und Praxis durchzusetzen.

8.4.2.3 Photovoltaik

Die installierte Photovoltaikleistung lag 2006 in Sachsen-Anhalt mit rund 26 MW deutlich unter dem Bundesdurchschnitt, sowohl flächenbezogen als auch einwohnerbezogen. Im Trendszenario (vgl. Kapitel 7) wird durch die Fortführung des EEG ein deutlicher Ausbau auf 250 MW erwartet, womit allerdings die Potenziale bei weitem noch nicht ausgeschöpft sind.

8.4.2.3.1 Potenzial

8.4.2.3.1.1 Gebäude

Das technische Potenzial wird durch die zur Verfügung stehenden Flächen und (bei einem massiven Ausbau) durch die elektrische Infrastruktur bestimmt.

Für diese Studie wird das Potenzial ausgehend von den Flächenstatistiken durch folgende Ansätze ermittelt:

- Im 1- und 2 Familienhausbereich eignen sich 50% aller Dachflächen bei einer mittleren Leistung von 2 kW
- Im Mehrfamilienhausbereich eignen sich 30% aller Dachflächen bei einer mittleren Leistung von 6 kW.
- Im Gewerblichen Bereich wurde die zur Verfügung stehende Dachfläche mit 20% der Gebäude- und Freiflächen abgeschätzt. Diese ist in der Regel allerdings als Flachdach ausgeführt, so dass die effektive Modulfläche deutlich geringer ist.

Insgesamt ergibt sich als technisches Potenzial auf Basis der Wohngebäude- und Gewerbeflächenstatistik von Sachsen-Anhalt eine Modulfläche von 10 Mio. m² entsprechend einem Leistungspotenzial von rund 1.200 MW

Da im Trendszenario bereits rund 200 MW als Gebäudeanlagen berücksichtigt sind, verbleiben 1000 MW als zusätzliche Maßnahme.

Durch die Umsetzung ließen sich 0,6 Mio. t CO₂-Ä. einsparen

Die Aufteilung der Potenziale auf die Gemeinden ist in Bild 8-11 dargestellt. Zu erkennen ist, dass sich Potenziale erwartungsgemäß auf die Ballungsgebiete konzentrieren.

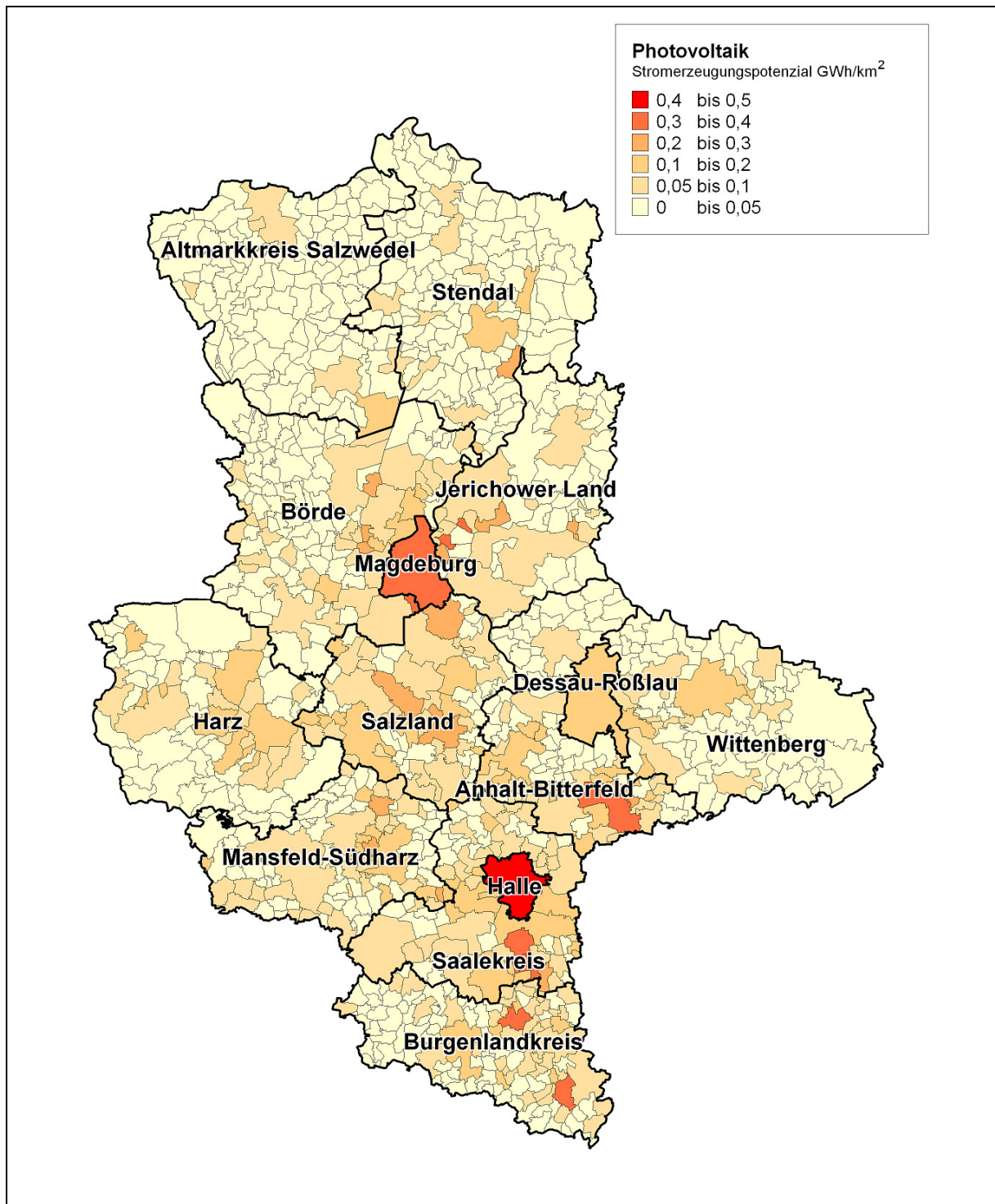


Bild 8-11: Potenzial zur photovoltaischen Stromerzeugung (ohne Freiflächen) in Sachsen-Anhalt

8.4.2.3.1.2 Freiflächen

Da zu den zur Verfügung stehenden Freiflächen keine genauen Informationen vorliegen und dass EEG bei Freiflächennutzung relativ restriktiv ist, wurde das Potenzial konservativ abgeschätzt auf 40% des Gebäudepotenzials.

Nach Abzug des im Trendszenario erfolgten Ausbaus verbleiben rund 400 MW als zusätzliches Maßnahmenpotenzial, entsprechend einer CO₂-Minderung von 0,24 Mio. t/a.

8.4.2.3.2 Vermeidungskosten

Die CO₂-Vermeidungskosten bei photovoltaischen Anlagen werden fast ausschließlich durch die Kapitalkosten und deren Relation zu den Vergütungssätzen bestimmt.

Nach heutigem Stand entfallen auf die eigentliche Solarzelle rund 1.500 EUR/kW, auf die Modulkosten (Glas, Rahmen etc.) weitere 1000 EUR/kW und auf Montage und Elektrik weitere 1000 EUR/kW.

Für die Bewertung der Vermeidungskosten als Mittelwert der Jahre 2008 bis 2020 wurden unter Berücksichtigung des autonomen technischen Fortschritts Investitionskosten im Gebäudebereich von 3.300 EUR/kW und im Freiflächenbereich von 2.800 EUR/kW unterstellt.

Bei jährlichen Volllaststunden von knapp 1.000 h/a und Betriebs- und Versicherungskosten von 0,3% ergeben sich Stromgestehungskosten im Gebäudebereich von 29,8 ct/kWh. Diese liegen etwas über den gemittelten EEG-Vergütungssätzen, so dass aus einzelwirtschaftlicher Sicht positive Vermeidungskosten von rund 24,1 EUR/t entstehen. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist die Photovoltaik im Betrachtungszeitraum noch weit von der Wirtschaftlichkeit entfernt, die gesamtwirtschaftlichen Vermeidungskosten liegen bei 293 EUR/t.

Angemerkt werden muss, dass die einzelwirtschaftliche Sicht sehr stark von den Faktoren „technischer Fortschritt“ und „Degression EEG“ (hier: 8%/a) abhängt, deren Entwicklung mit Unsicherheiten behaftet ist. So ist zum Zeitpunkt der Studiererstellung das EEG 2009 noch nicht verabschiedet, auch die zukünftige Kostenentwicklung ist angesichts volatiler Rohstoffmärkte mit großen Unsicherheiten behaftet.

Im Bereich der Freiflächen ergeben sich Vermeidungskosten von 74 EUR/t in der einzelwirtschaftlichen Sicht bzw. 228 EUR/t aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive.

Die wesentlichen Maßnahmenparameter sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Beschreibung	Ausbau der Photovoltaik in Sachsen-Anhalt auf Gebäuden und Freiflächen.		
Technisches Potenzial	Status Quo Ende 2007	32 MW	
	Entwicklung im Trendszenario bis 2020	+250 MW	
	Maßnahme: zusätzlicher Ausbau Gebäude	+1.000 MW	
	Maßnahme: zusätzlicher Ausbau Freiflächen	+400 MW	
Investition durch	EVU, Private Betreiber, Investoren, öffentliche Hand		
Hemmnisse	Gestiegene Anlagenkosten, sinkende EEG-Vergütung, Hoher Liquiditätsbedarf		
Maßnahmen	Informationskampagnen, Förderprogramme		
Umsetzungsfaktor	5%		
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Gebäude bis 2020	0,61 Mio. t/a	
	Freiflächen bis 2020	0,24 Mio t/a	
Investitionen	Gebäude bis 2020	3.300 Mio. EUR	
	Freiflächen bis 2020	1.120 Mio. EUR	
Vermeidungskosten	einzelwirtschaftlich	Gebäude bis 2020	24 EUR/t
		Freiflächen bis 2020	74 EUR/t
	gesamtwirtschaftlich	Gebäude bis 2020	293 EUR/t
		Freiflächen bis 2020	228 EUR/t

Tabelle 8-7: Maßnahmenbewertung Photovoltaik

8.4.2.4 Solarthermie

Solarthermie ist die Umwandlung der solaren Einstrahlung in Wärme in Solarkollektoren.

In Deutschland sind bis 2007 rund 9,5 Mio. qm Solarkollektoren installiert, davon entfallen allerdings noch nicht einmal 1% auf Sachsen-Anhalt.

Bei der Nutzung der Solarenergie in thermischen Solaranlagen werden Wirkungsgrade von rund 70 Prozent erreicht. Die nutzbare Wärmeenergie liegt bei üblichen Auslegungen von rund 5 m² im EFH-Bereich bei maximal 450 kWh/m²a.

Bei Nutzung zur Heizungsunterstützung werden meisten Vakuum-Röhrenkollektoren eingesetzt, die eine bessere Ausnutzung der eingestrahlten Wärme erlauben. Dies ist allerdings nur in Verbindung mit einer größeren Kollektorfläche und einem Niedertemperaturheizsystem sinnvoll, um einen hinreichenden Deckungsgrad zu erreichen.

8.4.2.4.1 Potenzial

8.4.2.4.1.1 Brauchwasserbereitung

Das technische Potenzial wird durch die zur Verfügung stehenden Gebäude und deren Dachflächen bestimmt.

Für diese Studie wird das Potenzial ausgehend von den Flächen- und Gebäudestatistiken durch folgende Ansätze ermittelt:

- Im 1- und 2 Familienhausbereich eignen sich 30% aller Dachflächen bei einer mittleren Kollektorgröße von 5 m².
- Im Mehrfamilienhausbereich eignen sich 20% aller Dachflächen bei einer mittleren Kollektorgröße von 20 m². Hier ist bereits berücksichtigt, dass Solarthermie im Mehrfamilienhausbereich sowohl aus technischer Sicht (Flachdächer, Dachaufbauten, lange Wege zur Heizungsanlage im Keller, fehlender Platzbedarf für Speicher) als auch aus organisatorischer Sicht (Investor-Mieter-Dilemma) schwierig umzusetzen ist.

Daraus ergeben sich rund 138.000 geeignete Gebäude im Bereich EFH, von denen 120.000 als potenzielle Maßnahme angesetzt wurden (Rest ist bereits im Trendszenario berücksichtigt) sowie 20.000 Gebäude im MFH-Bereich

Die Kollektorfläche beider Maßnahmen liegt bei rund 1 Mio. m².

Dadurch lassen sich rund 450 GWh solare Wärme erzeugen, die – unter Berücksichtigung der vor allem im Sommer niedrigeren Kesselwirkungsgrade – rund 500 GWh Endenergie, vor allem Erdgas, substituieren.

Die CO₂-Äquivalente Einsparung beträgt 0,074 Mio. t/a im Bereich der Einfamilienhäuser und 0,050 Mio. t/a im Mehrfamilienhaussektor.

8.4.2.4.1.2 Heizungsunterstützung

Eine Heizungsunterstützung durch Solarkollektoren erfordert ein hinreichend niedriges Temperaturniveau, um in den Übergangsjahreszeiten Solarwärme in den Heizkreis ein-koppeln zu können. Technisch sind Solarheizungsanlagen dementsprechend aufwändiger als reine Brauchwassererwärmung.

Eine solare Heizungsunterstützung hat ihren größten Nutzen in der Übergangszeit, also im Frühjahr und Herbst. Bei einem gut wärmegeprägten Haus können bis zu 20 Prozent des Heizenergiebedarfes für Heizung und Warmwasser eingespart werden, zusätzlich zu einer solaren Deckungsrate von rund 70% für die Brauchwasserbereitung.

Aufgrund der o.a. Restriktionen wird als Potenzial für die Maßnahme nur ein Teil der Bestandsbauten sowie der Einfamilienhaus-Neubaubereich berücksichtigt. Insgesamt kommen rund 36.000 Einfamilienhäuser in Frage.

Dadurch lassen sich bei Einsatz von Vakuumröhrenkollektoren mit 12qm mittlerer Fläche pro Gebäude insgesamt 151 GWh konventionelle Heizenergie einsparen. Dies entspricht einem Vermeidungspotenzial von 0,042 Mio. t/a.

Weitere Potenziale bestehen grundsätzlich auch im Gewerbebereich. Da die günstigen Einsatzbereiche (Schwimmbäder, Schulen) allerdings bereits weitgehend autonom erschlossen werden und die Potenziale im restlichen GHD-Sektor aufgrund des niedrigen Brauchwasserbedarfes nur gering sind, wurde hier auf die Definition einer separaten Maßnahme verzichtet.

8.4.2.4.2 Vermeidungskosten

Nach heutigem Stand der Technik liegen die Mehrkosten für eine solarthermische Anlage bei Einfamilienhäuser (Kollektorkreis, größerer Speicher, Regelung, Installation) bei rund 3000 EUR für eine Flachkollektoranlage, im Mehrfamilienhausbereich wurden die mittleren Kosten mit 10.000 EUR für eine 20 m² Anlage abgeschätzt.

Die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten liegen bei Berücksichtigung der Förderung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bei 10,8 (EFH) bzw. 10,3 ct/kWh und damit leicht über den anlegbaren Wärmekosten.

Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass im privaten Bereich in der Regel niedrigere Verzinsungsansprüche als die hier einheitlich angesetzten 6% gestellt werden. Bei einem Kalkulationszinssatz von 3% wären Solaranlagen aus einzelwirtschaftlicher Sicht rentabel.

Im Gegensatz zu den Solaranlagen zur Brauchwasserbereitung sind heizungsunterstützende Anlagen auch unter Berücksichtigung von Förderungen noch weit von der Wirtschaftlichkeit entfernt. Dies liegt vor allem an den deutlich höheren Kosten für Röhrenkollektoren und der größeren benötigten Kollektorfläche.

Die wesentlichen Maßnahmenparameter sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Beschreibung	Ausbau der Solarthermie im Gebäudebereich in Sachsen-Anhalt auf Gebäuden (EFH und MFH).		
Technisches Potenzial	Status Quo Ende 2007	50.000 m ²	
	Entwicklung im Trendszenario bis 2020	+55.000 m ²	
	Maßnahme: Brauchwarmwasser EFH	600.000 m ²	
	Maßnahme: Brauchwarmwasser MFH	400.000 m ²	
	Maßnahme: Heizungsunterstützung	432.000 m ²	
Investition durch	Eigentümer, Bauherren, Mieter, Wohnbaugesellschaften		
Hemmnisse	Technischer Aufwand im Bestand, Fehlende Informationen, Hoher Liquiditätsbedarf, Investor-Mieter-Dilemma		
Maßnahmen	Informationskampagnen, Förderprogramme		
Umsetzungsfaktor	20%		
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Brauchwarmwasser EFH	0,074 Mio. t/a	
	Brauchwarmwasser MFH	0,050 Mio. t/a	
	Heizungsunterstützung	0,042 Mio. t/a	
Investitionen	Brauchwarmwasser EFH	360 Mio. EUR	
	Brauchwarmwasser MFH	200 Mio. EUR	
	Heizungsunterstützung	360 Mio. EUR	
Vermeidungskosten	einzelwirtschaftlich	Brauchwarmwasser EFH	24,8 EUR/t
		Brauchwarmwasser MFH	2,2 EUR/t
		Heizungsunterstützung	326,2 EUR/t
	gesamtwirtschaftlich	Brauchwarmwasser EFH	100,3 EUR/t
		Brauchwarmwasser MFH	111,1 EUR/t
		Heizungsunterstützung	385,5 EUR/t

Tabelle 8-8: Maßnahmenbewertung Solarthermie

8.4.2.5 Wasserkraft

Die Stand Januar 2007 in Sachsen Anhalt installierte Leistung im Bereich der Wasserkraft beträgt 15,6 MW_{el}. Die Leistung teilt sich auf in 34 Laufwasserkraftwerke an Wehren, 3 Speicherkraftwerken an Talsperren sowie einer Pumpe im Turbinenbetrieb. Es liegen einige Anträge auf Planfeststellung sowie auf wasserrechtliche Genehmigung bei den zuständigen Behörden vor, insofern ist mit einem geringen Ausbau der installierten Leistung zu rechnen. Der Ausbau der Wasserkraft wird beschränkt durch die Gesetze aus den Bereichen Wasser, Fischerei und Naturschutz.

An den fünf landeseigenen Talsperren beabsichtigt das Land durch eine eigens gegründete Gesellschaft die Nutzung von Wasserkraft mit einer Leistung von rd. 3,3 MW. Dieser Zubau wird bereits im Trendszenario betrachtet.

Daneben gibt es noch rd. 134 ehemalige Laufwasserkraftwerke die mit einer potentiellen Leistung von rd. 18,5 MW und einem prognostizierten Ertrag von rd. 92 GWh/a reaktiviert werden könnten [IE-2007].

8.4.2.5.1 Potenziale

Als realistisch wird ein Ausbau der Wasserkraftanlagen an den Talsperren angenommen. Der Ausbau finanziert sich über die EEG-Vergütung und wird im Trendszenario berücksichtigt.

Die Reaktivierung der ehemaligen Laufwasserkraftwerke an kleineren Staustufen ist in den meisten Fällen auch mit EEG-Vergütung nicht wirtschaftlich. Durch die großen Hindernisse in der Einhaltung der Gesetze aus den Bereichen Wasser, Fischerei und Naturschutz sind Anreize und Hilfestellungen notwendig, um die Maßnahmen umzusetzen.

Für die Abschätzung des maximalen Potenzials durch Reaktivierung ehemaliger Laufwasserkraftwerke wurde folgender Ansatz gewählt:

- Alle 134 Anlagen mit ihrer gesamten Leistung von 18,5 MW könnten reaktiviert werden. In diesem Potenzial aus der Energiestudie 2007 für das Land Sachsen-Anhalt wird bereits nur das technische Potenzial genannt.

8.4.2.5.2 Vermeidungskosten der Potenziale

Die durchschnittliche Anlagengröße liegt bei 138 kW, daraus ergibt sich eine EEG-Grundvergütung bis zu 500 kW mit 10,67 ct/kWh für modernisierte Anlagen. Sollten einzelne Anlage nicht als modernisierte Anlagen sondern als Neuanlagen gelten, ist auch

eine entsprechend höhere Investition in die Anlagentechnik (insb. Wasserbau) zu erwarten. Die erhöhte Grundvergütung für eine Neuanlage wird somit für die Finanzierung der zusätzlichen Investitionen benötigt.

Für modernisierte Anlagen wird mit durchschnittlich 8.000 €/kW installierter Leistung kalkuliert.

Beschreibung	Reaktivierung der 134 ehemaligen Laufwasserkraftwerke bis 2020	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	18,5 MW
Investition durch	EVU, Private Betreiber, Investoren	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, Konfliktpotenzial mit Wasser-, Fischerei- und Naturschutz	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieagentur), Vereinfachung von wasserrechtlichen Genehmigungen evtl. Zuschüsse für Fischtreppen	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Technisches Potenzial	0,055 Mio. t/a
Investitionen	Reaktivierung bis 2020	148 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Reaktivierung bis 2020	75,1 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Reaktivierung bis 2020	119,2 EUR/t

Tabelle 8-9: Maßnahmenbewertung Wasserkraft

8.4.2.6 Geothermie

Unter Geothermie werden alle Techniken zur Nutzung der im zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherten Wärme zusammengefasst. Üblicherweise wird dabei zwischen oberflächennaher Geothermie bis etwa 400 m Tiefe und der tiefen Geothermie in einigen 1000 m unterschieden.

Die Nutzung umfasst sowohl rein thermische Anwendungen als auch Anlagen zur Stromerzeugung.

Zurzeit sind in Sachsen-Anhalt keine Anlagen zur Nutzung der tiefen Geothermie in Betrieb. Oberflächennahe Geothermie hingegen wird vor allem in kleinen Anlagen in Verbindung mit Erdwärmepumpen zur Gebäudeversorgung genutzt.

8.4.2.6.1 Potenzial

8.4.2.6.1.1 Tiefe Geothermie

Das entscheidende Kriterium für die Bewertung ist der Temperaturgradient um Untergrund, der von den geologischen Gegebenheiten bestimmt wird. Sachsen-Anhalt bietet hier im Gegensatz etwa zum Oberrheingraben oder einigen Regionen in Süddeutschland keine besonders günstigen Möglichkeiten, sogenannte Anomalien [IfE-2007]. Um ein für die Stromerzeugung ausreichendes Temperaturniveau von 150° zu erreichen, muss man flächendeckend etwa 5000m tief bohren.

Das theoretische Potenzial ist somit sehr groß, eine wirtschaftliche Nutzung ist allerdings nicht absehbar. Als Maßnahme zur CO₂-Reduzierung wird die tiefe Geothermie daher nicht weiter berücksichtigt.

8.4.2.6.1.2 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie in Verbindung mit Erdwärmesonden und Wärmepumpenanlagen erlebt nach einem Einbruch in den 90er Jahren seit 2004 eine Renaissance, sowohl in Deutschland als auch in Sachsen-Anhalt, wo im Neubau Wärmepumpen einen Marktanteil von rund 10% haben (inkl. Luft/Wasser-Wärmepumpen).

Deutschlandweit sind heute rund 300.000 Wärmepumpen installiert.

In Sachsen-Anhalt werden heute – vor allem im Bereich des Einfamilienhausneubaus – einige hundert neue Anlagen pro Jahr errichtet.

Da eine Nachrüstung im Bestand wegen des Aufwandes für die Erdsonden bzw. Erdkollektoren und der oftmals ungeeigneten Heizungssysteme (keine Niedertemperaturverteilung) schwierig ist, wird die Maßnahme auf den Neubaubereich beschränkt.

Wenn etwa 30% der neugebauten Gebäude bis 2020 im Einfamilienhausbereich mit Wärmepumpen ausgerüstet werden, könnten rund 1,1 Mio. qm Wohnfläche bzw. 7300 Gebäude versorgt werden. Diese Art der Nutzung ist bis auf ganz wenige Restriktionsflächen immer möglich, wenn ausreichend Freifläche für die Erdsonden zur Verfügung steht.

Bei einer angenommenen Arbeitszahl von 4,1 (Verhältnis von erzeugter Wärme zu eingesetztem Strom) können damit unter Berücksichtigung der vorgelagerten Emissionen 0,007 Mio. t CO₂ pro Jahr eingespart werden.

8.4.2.6.2 Vermeidungskosten

Die Bewertung der Vermeidungskosten kann hier nur exemplarisch erfolgen, da diese sehr stark von den konkreten Gegebenheiten abhängen. So spielen neben der Eignung des Untergrundes auch die Ausführung der Heizungssystems (Vorlauf- und Rücklauftemperaturen, Solarkollektoren, Heizwärmebedarf) sowie die Gebäude- und Grundstücksgeometrie eine Rolle. Bei angenommenen Mehrkosten von 7000 EUR im Vergleich zu einem konventionellen Heizungskessel, einem Wärmepumpen-Stromtarif der 20% unter dem allgemeinen Tarif liegt und einer Förderung von 10 EUR/m² nach den Richtlinien des Bafa (weitere Fördermöglichkeiten unberücksichtigt) ergeben sich Wärmegestehungskosten von 9,8 ct/kWh. Diese liegen etwas unter den anlegbaren Wärmepreisen, so dass auch die Vermeidungskosten aus individueller Sicht mit -24 EUR/t negativ sind.

Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ohne Berücksichtigung von Steuern und Fördermaßnahmen liegen die Vermeidungskosten jedoch bei 83 EUR/t.

Beschreibung	Forcierter Ausbau von Erdsonden-Wärmepumpen im Gebäudebereich, vor allem bei Einfamilienhäusern	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	
	Maßnahme: Wärmepumpen mit Erdsonden/Erdkollektoren im EFH-Bereich	+1.1 Mio. qm (rund 7500 Anlagen)
Investition durch	Bauherren	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, etwas aufwändigeres Genehmigungsverfahren, fehlende Kenntnisse	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieagentur), Förderprogramme, zinsgünstige Kredite	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Minderungspotenzial	Technisches Potenzial	0,007 Mio. t/a
Investitionen	Mehrinvest gegenüber Kesselanlage	51 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Ausbau bis 2020	-23,6 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Ausbau bis 2020	82,8 EUR/t

Tabelle 8-10: Maßnahmenbewertung Geothermie

8.4.2.7 Zusammenfassende Bewertung

Im Bereich der erneuerbaren Energieträger liegen große CO₂-Minderungspotenziale. Insgesamt lassen sich durch die für Sachsen-Anhalt definierten Maßnahmen 4,6 Mio. t CO₂-Äquivalente einsparen. Mehr als die Hälfte des Potenzials entfällt dabei auf die Windenergie, die noch ein über das Trendszenario hinausgehendes Potenzial von rund 2,5 Mio. t CO₂-Ä. hat.

Der zweite wichtige Hebel ist die Biomasse, wo vor allem in der Nutzung von Biogas aus pflanzlichen Rohstoffen ein Vermeidungspotenzial von 0,7 Mio. t besteht.

Die Photovoltaik ist ebenfalls ein wichtiger Vermeidungshebel, dessen Nutzung allerdings mit hohen Kosten verbunden ist.

Solarthermie, Geothermie sowie die Restpotenziale an Wasserkraft spielen hingegen keine so große Rolle.

Die Kostenkurve aus der individuellen Sicht unter Berücksichtigung von Förderprogrammen und EEG-Vergütungen ist in Bild 8-12 dargestellt. Die einzigen wirtschaftlichen Maßnahmen sind Pelletkessel, Biomasseanlagen sowie Wärmepumpen. Alle weiteren Maßnahmen sind unter den angenommenen Randbedingungen (z.B. Degression EEG, Kalkulationszinsatz 6%, Ausbau an günstigen Standorten bereits im Trendszenario) nicht wirtschaftlich.

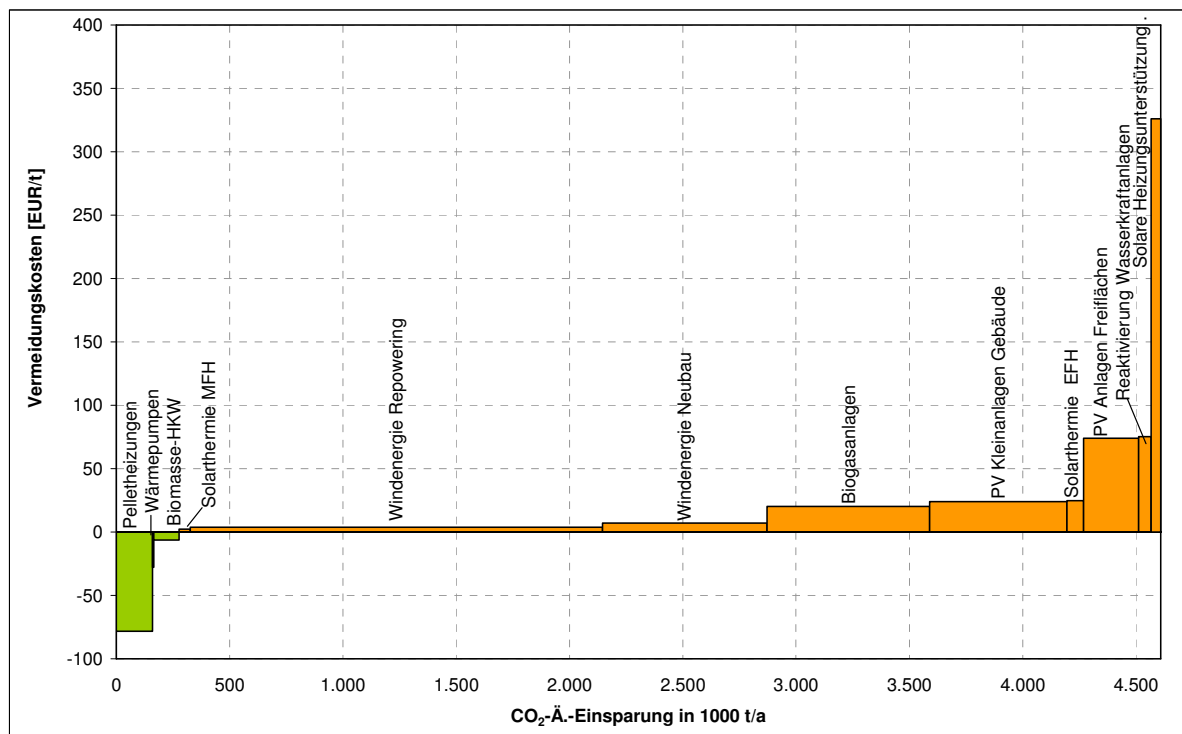


Bild 8-12: Vermeidungskostenkurve Regenerative Systeme aus einzelwirtschaftlicher Perspektive

Zu beachten ist, dass hier, wie auch in den anderen Sektoren, nicht alle Maßnahmen additiv sind. So schließen sich einige Maßnahmen gegenseitig aus. So kann ein neu gebautes Gebäude entweder mit einer Pelletheizung oder mit einer elektrischen Wärmepumpe beheizt werden. Gleichfalls können die Maßnahmen Solarthermie und Photovoltaik aufgrund der Dachflächenkonkurrenz nicht beide komplett umgesetzt werden.

Eine Gesamtbewertung der Potenziale kann also nur sektorübergreifend stattfinden. Dies wird in Kapitel 8.7 anhand einer Gesamtkostenkurve entsprechend der sektoriellen Kostenrankings dargestellt.

In der gesamtwirtschaftlichen Sicht zeigt sich ein deutlich anderes Bild, da diese Perspektive um Steuereffekte und Fördermaßnahmen, vor allem die EEG-Vergütung, bereinigt ist. Vor allem die hoch vergüteten EEG-Anlagen im Bereich Photovoltaik und Biomasse haben Vermeidungskosten von über 150 EUR/t.

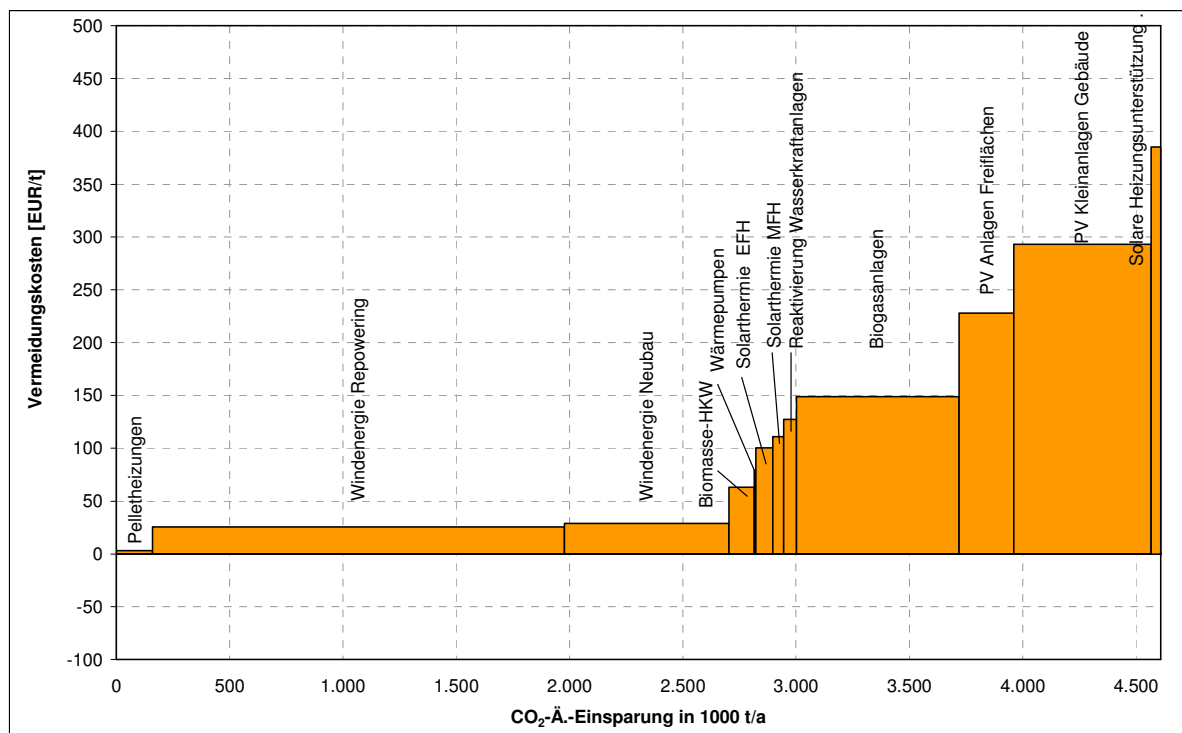


Bild 8-13: Vermeidungskostenkurve Regenerative Systeme aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive

8.4.2.8 Umsetzungshebel des Landes Sachsen-Anhalt

Der massive Ausbau der erneuerbaren Energien in den letzten Jahren ist maßgeblich durch das EEG und weitere Förderinstrumente getrieben worden. Auch das „neue“ EEG 2009 wird diesen Trend mit zum Teil angepassten Fördersätzen weiterführen. Die Randbedingungen für einen Ausbau sind also weiterhin als gut zu bezeichnen. Um über diese autonome Entwicklung hinaus eine Umsetzungsbeschleunigung weiterer Maßnahmen zu erreichen, stehen dem Land bzw. nachgeordneten Behörden nur begrenzte Möglichkeiten zur Verfügung.

- Die Windenergie kann durch die Ausweisung weiterer Eignungsflächen unterstützt werden. Hierbei tritt die Windenergienutzung allerdings zunehmend in Konkurrenz zu Fragen des Landschaftsschutzes.
- Die Reaktivierung kleiner Wasserkraftwerke ist oftmals nicht wirtschaftlich und kann durch zusätzliche Förderung z.B. von Ausgleichsmaßnahmen wie Fischtreppe unterstützt werden.
- Die Umsetzung gebäudebezogener Techniken wie Solarkollektoren und Wärmepumpen im Bestand kann ordnungsrechtlich durch Vorgaben für die Bestandssanierung, die über das EEWärmeG hinaus gehen, unterstützt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, über die Vorgaben in Bebauungsplänen die Erschließung, z.B. über eine solar optimierte Ausrichtung der Gebäude, zu erleichtern. Dies fällt allerdings in die Planungshoheit der Kommunen.
- Im Bereich der Biomassenutzung kann das Land über die bestehenden Förderinstrumente hinaus bestimmte Vorhaben über Investitionsförderungen unterstützen.

Grundsätzlich ist die Förderung erneuerbarer Energien durch die bundesweiten Regelungen bereits sehr umfangreich, so dass hier – wenn überhaupt – nur ein ergänzendes und gezieltes finanzielles Engagement des Landes Sachsen-Anhalt zu empfehlen ist.

8.4.3 Verarbeitendes Gewerbe – Industrie

8.4.3.1 Potenzial

Gemäß Trendprognose geht der Endenergieverbrauch der Industrie, trotz eines Wirtschaftswachstums von 1,7% innerhalb des gesamten Sektors, durch den Erneuerungszyklus gemäß dem Stand der Technik um rund 7,5 % zurück. Zugrunde liegt dabei die Annahme einer Effizienzsteigerung von 1,5 % pro Jahr. Entsprechend werden sich auch die CO₂-Emissionen des Sektors ohne zusätzliche Maßnahmen verringern.

Nimmt man ein Potenzial einer Effizienzsteigerung von 3% pro Jahr für den gesamten Sektor als Zielwert, wie von der Bundesregierung in ihren Klimaschutzzielen gewünscht, erhält man ein über den Trend hinausgehendes Minderungspotenzial von weiteren rd. 7,5 % das zusätzliche Maßnahmen erfordert.

Grundsätzlich gelten hier für die Potenziale und die Maßnahmen im Gebäudebereich/ Heizenergie und Beleuchtungstechnik im Sektor Industrie, die im Sektor Haushalte und GHD detailliert dargestellten Minderungsmöglichkeiten.

In der Industrie können diese aber, gemessen am gesamten Endenergieverbrauch, nur eine untergeordnete Rolle spielen, da der Anteil am gesamten Energieverbrauch schätzungsweise weit unter 10% liegt.

Der überwiegend größte Teil der CO₂-Emissionen, die durch den Sektor Industrie verursacht werden, unterliegen dem EU-Treibhausgasemissionshandelssystem, die dadurch besonderen Regeln, Minderungszielen und finanziellen Belastungen unterworfen sind.

Der verbleibende Teil der Emissionen entsteht aus den verschiedensten Nutzungen von Energie innerhalb der Produktionsprozesse, die je nach Sektor verschieden sind, aber auch aus den Produktionsprozessen direkt.

Emissionsminderungspotenziale und –kosten sind für diesen verbleibenden Bereich insofern schwerlich im Rahmen einer solchen Studie zu bestimmen, da sie sich realistisch nur durch eine Analyse des gesamten Prozessablaufes zur Produktion der jeweiligen Güter bestimmen lassen.

Systematisch erforscht wurden allerdings in verschiedenen Studien die sogenannten Querschnittstechnologien, die im gesamten industriellen Sektor und darüber hinaus auch im Sektor GHD Anwendung finden.

Hierzu können zumindest qualitative Aussagen gemacht werden.

Der Stromverbrauch in den Sektoren Industrie und Gewerbe kann im Bereich der Querschnittstechnologien je nach Anwendung noch erheblich gesenkt werden.

In vielen Betrieben bieten sich Stromeinsparpotenziale von 20 Prozent und mehr. Weniger Stromverbrauch führt zu deutlichen Kosteneinsparungen und zur Reduktion der klimarelevanten CO₂-Emissionen.

Bei den hier zu betrachtenden Maßnahmen handelt es sich im Wesentlichen um Effizienzsteigerung bei der industriellen Nutzung mechanischer Antriebe zu verschiedenen Zwecken und damit der Einsparung von Strom bzw. der Minderung der durch den Stromverbrauch verursachten CO₂-Emissionen.

Die Motivation der Industrie zur Verringerung ihres Stromverbrauchs ist durch den Anstieg der Strompreise in den letzten Jahren ohnehin hoch, was bedeutet, dass wesentliche Anteile des technischen Potenzials zur Effizienzsteigerung ohnehin umgesetzt werden - das wurde im Trend durch die Effizienzsteigerung von 2%/a schon berücksichtigt.

8.4.3.2 Maßnahmenhebel Sektor Industrie

Eine Möglichkeit des Land Sachsen – Anhalt ist die Industrie dabei zu unterstützen, die Energieeffizienz ihrer Produktion auf die erwünschten 3%/a zu steigern.

Möglichkeiten bietet das von der EU initiierte **Motor Challenge Program (MCP)**. Das Land sollte prüfen, wie es sich am Programm beteiligen und profitieren kann.

Dieses Projekt hat zur Zielsetzung Industriebetriebe bei der Verbesserung ihrer Energieeffizienz insbesondere durch den **Einsatz effektiver Antriebssysteme** zu unterstützen.

Den Unternehmen werden über das Projekt weitreichende Hilfestellungen (z.B. Knowhow, Berechnungstools, direkte Unterstützung bei der Aktionsplanerstellung etc.) bereitgestellt.

Das Projekt versucht damit das wesentliche Hemmnis: das Wissensdefizit in den Betrieben zu beseitigen und durch das Monitoring sicherzustellen, dass es sich um einen langfristigen Prozess handelt, der dann dauerhaft zur möglichst energieeffizienten Produktion führt.

Ein Unternehmen das am Motor Challenge Programm teilnehmen will, hat die folgenden 5 Schritte umzusetzen:

- Das Unternehmen prüft die mögliche Teilnahme am Programm.
- Das Unternehmen schlägt einen Aktionsplan vor, der Art und Umfang der Verpflichtung festgelegt.
- Der Durchführung von Audits, der Abstimmung des Aktionsplans folgt:
 - Anerkennung der Verpflichtung durch die EU-Kommission und
 - die Verleihung des Partner Status.
- Partner setzt Aktionsplan um und berichtet jährlich an die Kommission
- EU-Kommission prüft den jährlichen Bericht und erneuert Partner Status.

Durchführung und Berichterstattung über Aktionsplan, Benennung einer verantwortlichen Person für

- den Aktionsplan
- die Verfolgung der Umsetzung von Maßnahmen des Aktionsplans
- den Bericht an die Geschäftsführung
- den Bericht an die EU-Kommission

Die Vorteile des Partner Status

- Verfügbarkeit und Qualität erhöhen sich
- Kosten sinken
- Öffentliche Anerkennung, Außenwirkung und die Verwendung des MCP Logos können werbewirksam eingesetzt werden durch Nennung des Unternehmens
 - in MCP Werbematerialien
 - als Fallbeispiel erfolgreicher Umsetzung
 - bei Wettbewerbe und
 - in Verzeichnissen
- Unterstützung bei den internen Audits und der Erstellung der Aktionspläne

Das Programm teilt sich in Schwerpunkte auf, je nach Einsatz der Antriebe. Hier sind beispielhaft die Bereiche Druckluft und Kältesysteme herausgegriffen.

- Druckluft

Große lufttechnische Systeme im gewerblichen und industriellen Bereich können sehr komplex werden. Es gibt eine Vielzahl von Vorgaben zu beachten. Für die Umsetzung gibt es zahlreiche Möglichkeiten.

Der Auslegungsvolumenstrom und die Anpassung der Förderleistung an den jeweiligen momentanen Bedarf sind die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Energieverbräuche und -kosten der Anlage.

Im Betrieb vorhandene Quellen an Abwärme und die Möglichkeiten zum Einsatz Erneuerbarer Energien sollten im Gesamtkonzept berücksichtigt und genutzt werden.

Der Betrieb einer lufttechnischen Anlage kann mit erheblichen Dauerkosten verbunden sein. Auf die Höhe dieser Kosten können der Anlagenbauer und der Betreiber an vielen Stellen auch nach der Inbetriebnahme Einfluss nehmen. Bei der Planung und bei regelmäßigen Optimierungen während der Lebensdauer, sollte die Leistung der Anlage möglichst genau an die tatsächlichen Erfordernisse angepasst werden. Eine bewusste Auswahl der Komponenten, Optimierung der Steuerung und eine regelmäßige Instandhaltung können eine hohe Energieeffizienz gewährleisten.

Der systematische Ansatz für die Gesamtoptimierung ist die Lebenszykluskosten-Analyse. Sie bezieht sämtliche direkten und indirekten Kosten mit ein.

Der Einsatz eines hocheffizienten Motors ist schon eine gute Maßnahme – aber erst durch die Betrachtung der gesamten Prozesskette, eingebunden in ein Gesamtkonzept werden optimale Einsparergebnisse erzielt.

Ein hocheffizienter Motor als Ersatz für einen normalen, guten Motor bringt nur eine verhältnismäßig geringe Energieersparnis. Dass es trotzdem sinnvoll ist, beim Kauf auf den Wirkungsgrad des Motors zu achten, liegt daran, dass die Mehrkosten für eine höhere Effizienzklasse nur gering sind, der Wartungsaufwand vergleichbar und für diese Effizienzverbesserung kein Planungsaufwand nötig ist. So kann mit sehr geringem Aufwand immerhin schon etwas erreicht werden. Für eine wirkliche Optimierung sind jedoch weiterreichende Maßnahmen erforderlich.

Typische Einsparpotenziale bei Druckluftanlagen.

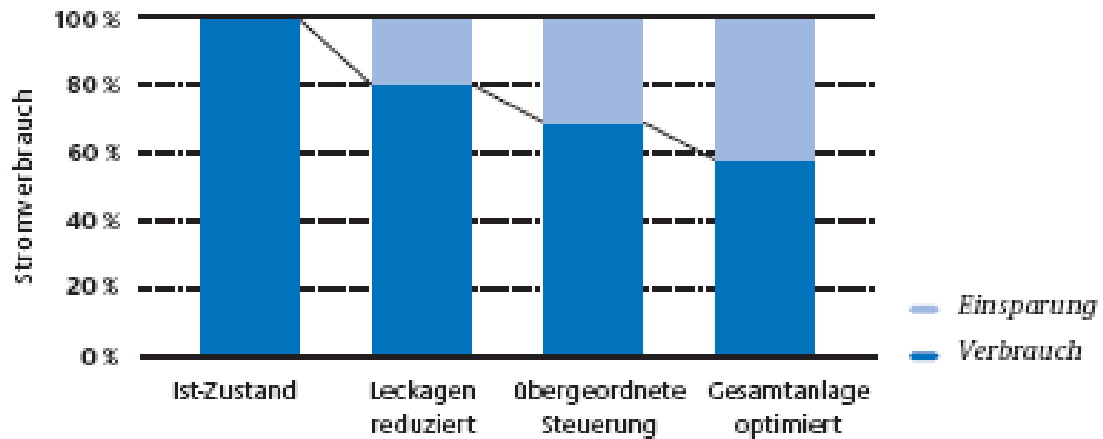
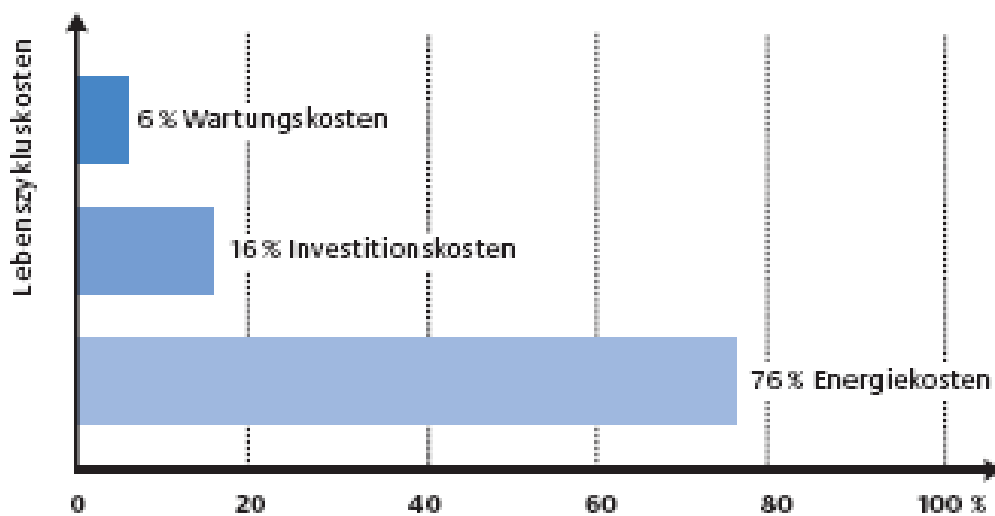


Bild 8-14: Typische Einsparpotenziale bei Druckluftanlagen



Lebenszykluskosten in Druckluftsystemen.

Bild 8-15: Lebenszykluskosten in Druckluftsystemen.

Quelle: www.industrie-energieeffizienz.de

- Effiziente Kältetechnik

Es bestehen zahlreiche Möglichkeiten, die Energieeffizienz bei der Kälteerzeugung zu verbessern.

Die Kältetechnik hat einen Anteil von 14 Prozent des Stromverbrauchs in Deutschland. Die Tendenz ist steigend. Aber es gibt viele lohnende Ansatzpunkte für mehr Energieeffizienz – und sie steht keineswegs im Widerspruch zur Unternehmensproduktivität. Denn die Verminderung des Energieverbrauchs bringt nicht nur Kosteneinsparungen: Die Optimierung der kältetechnischen Systeme führt außerdem zu einem deutlichen Know-how-Gewinn [BINE-2006].

Thermische Kälteerzeugung.

Der Betrieb von Kältemaschinen kann auch durch thermische Energie (Wärme) erfolgen. In diesem Fall handelt es sich um thermische Kältemaschinen. Dazu gehören zum Beispiel Adsorptions- und Absorptionskältemaschinen. Ob die nötige Wärme nun als „Nebenprodukt“ in der Fertigung anfällt oder aus Sonneneinstrahlung gewonnen wird, ist unerheblich. Sie kann auch durch die gekoppelte Kraft- und Wärmeerzeugung (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) zur Verfügung gestellt werden.

Maßnahmen mit hohen Einsparpotenzialen.

Um die Kälteerzeugung energie- und kosteneffizient zu gestalten, ist eine Reihe von Maßnahmen geeignet. Die Tabelle unten zeigt einige von ihnen auf. Zu berücksichtigen ist dabei auch die Summierung der Einzelpotenziale zum Gesamtergebnis.

Maßnahme	Einsparpotenzial in Prozent
Stärkere Wärmedämmung	5 – 15
Hocheffizienter Kälteprozessor	2 – 5
Drehzahlgeregelte Antriebe für Verdichter, Ventilatoren und Antriebe	4 – 6
Steuerung des Verdichterdrucks am Kältekompressor	10 – 15

Energieeinsparpotenziale bei Kältesystemen. Quelle: MCP Modul Kältesysteme.

Bild 8-16: Einsparpotenzial in der Kälteerzeugung [DENA-2008]

8.4.3.3 Durch das TEH-System vorgegebene CO₂-Minderung

Da 60% der CO₂-Emissionen im TEH-System energiebedingt sind und im System rd. 2/3 der Emissionen des gesamten Energie- und Umwandlungssektors gemäß Quellenbilanz betragen, könnten durch die Betreiber der Anlagen im Wesentlichen die im Kap. 8.4.1 beschriebenen Maßnahmen durchgeführt werden, die mit ihren spezifischen CO₂-Vermeidungskosten unter dem Zertifikatpreis liegen, um die oben überschlägig errechneten hohen finanziellen Belastungen durch die Minderungsvorgaben zu vermindern.

Für die übrigen Anlagentypen innerhalb des TEH, die nicht energiebedingte CO₂-Emissionen aufweisen, werden hier keine einzelnen Maßnahmen definiert, da emissionsmindernde Maßnahmen direkt in den Produktionsprozess eingreifen. Dem wird auch durch die Zuteilung Rechnung getragen, da die Minderungsvorgaben für die 2. Handelsperiode insgesamt nur 1,25 % betragen. (0,9 %/a ab 2012 im Trend entsprechend der 8 % der rd. 4 Mio t). Realistisch könnten Potenziale nur anlagenscharf durch genaue Analyse der Prozesse und der Anlagentechnik ermittelt werden.

Das Potenzial ist auch dadurch in Sachsen-Anhalt besonders gering, da es sich bei den Industrieanlagen in der Regel um vergleichsweise neue Anlagen handelt, die erst vor wenigen Jahren in Betrieb gegangen sind.

8.4.3.4 Kosten der CO₂-Minderung durch TEH

In der 2. Handelsperiode können insgesamt Zertifikate für CO₂-Emissionen in Höhe von maximal 22% der zugeteilten Emissionen auch durch die sogenannten Kyoto Mechanismen, CDM clean development mechanism und JI joint implementation, eingesetzt werden. Diese sind derzeit - und vermutlich auch auf lange Sicht - zwischen 5 und 10 €/t CO₂ billiger als die Zertifikate des EU Handelssystems EUA. Sie werden, wie die EUA, an den Handelsbörsen frei gehandelt.

Prinzipiell können durch die Durchführung eigener Projekte der Anlagenbetreiber mit ausländischen Partnern auch deutlich geringere Minderungskosten erreicht werden. Leider sind aber die bürokratischen und organisatorischen Hürden zur Anerkennung und Zertifizierung der CO₂-Einsparungen und die Transaktionskosten so hoch, dass Projekte erst in Größenordnungen, wie sie von der überwiegenden Mehrzahl der Betreiber nicht angegangen werden können, ökonomisch sinnvoll durchzuführen sind.

Die gesamten Kosten der CO₂-Zertifikate für die Minderung innerhalb des Systems von rd. 4 Mio. t CO₂ wurde mittels des erwarteten Preises für die Zertifikate, unter Berücksichtigung von 22% Anteil Zertifikate der Mechanismen (CER), abgeschätzt auf rd.102 Mio. €, davon allein rd. 90 Mio. € für die Verbrennungsanlagen.

8.4.3.5 Maßnahmenhebel des Landes in Bezug auf den TEH

Handlungsspielraum für die Klimapolitik des Landes Sachsen-Anhalt besteht in der Unterstützung der Industrie bei der Senkung der Kosten für die CO₂-Minderung, die sich aus der Verpflichtung zum TEH ergeben.

Derzeit wird durch die Energieagentur NRW in Ihrem JIM Projekt [EANRW-2008] <http://www.energieagentur.nrw.de/emissionshandel> ein Modellprojekt in Zusammenarbeit mit der für die Durchführung und Anerkennung solcher Projekte zuständigen Behörden (Bundesumweltministerium/DEHSt/JIKO) durchgeführt. In diesem Modellprojekt führt die Energieagentur als Dienstleister für die Unternehmen die Abwicklung zur Projektanerkennung durch. Durch diese Poolbildung werden die Transaktionskosten und der bürokratische Aufwand stark vermindert.

So sollen auch den kleineren Betrieben die Möglichkeiten des Systems zugänglich gemacht werden, in dem sie Ausgleichsprojekte durchführen können mit denen sie handelbare Zertifikate generieren. So wird es nicht nur zur Teilnahme verpflichteten Betreibern – sondern unabhängig vom Vorhandensein oder den Potenzialen einer teilnehmenden Anlage – jeder juristischen/natürlichen Person (Industriebetrieben Kommunen Verbänden Behörden etc.) ermöglicht, CO₂-Reduktionsprojekte mit ausländischen Partnern durchzuführen – was ja die Zielsetzung des TEH-Systems ist: Kostenoptimierte CO₂-Minderung.

Das Land Sachsen Anhalt sollte die Möglichkeiten prüfen, zusammen mit den Wirtschaftsverbänden ein vergleichbares Projekt ins Leben zu rufen oder von den Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit der Energieagentur NRW und von den im Pilotprojekt bereits gesammelten Erfahrungen profitieren.

Darüber hinaus kann die Landesregierung sich dafür einsetzen (EU-Gesetzgebung), dass auch Nationale Ausgleichsprojekte eine Anerkennung, in Form von im EU-Handelssystem verwendbaren Zertifikaten, bekommen können. Derzeit fehlt hierzu noch der gesetzliche Rahmen. Dies würde den Aufwand von CO₂-Minderungsprojekten zum Zwecke der

Erfüllung der Verpflichtungen aus dem TEH-System, wesentlich verringern und die Durchführbarkeit für kleinere Unternehmen erleichtern.

8.4.4 Haushalte

In Sachsen-Anhalt gibt es rund 1,1 Mio. Haushalte in 500.000 Wohngebäuden. In diesem Bereich liegen große Einsparpotenziale, die zum Teil sogar wirtschaftlich erschließbar sind. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Maßnahmen beschrieben und bewertet.

Dabei wird in der Regel zwischen dem Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser und den Mehrfamilienhäusern unterschieden.

8.4.4.1 Gebäudehülle

Da nach wie vor der größte Teil des Endenergieverbrauches im Gebäudebereich auf die Heiz- und Warmwasserversorgung entfällt, liegen in diesem Bereich auch die größten Einsparpotenziale. Zwar wird durch die Energieeinsparverordnung bereits für Neubauten wie auch im Bestand ein deutlich besserer Standard vorgeschrieben, die Praxis zeigt jedoch, dass dies nicht immer umgesetzt wird. Nach heutigem Stand sind sowohl im Neubau als auch – mit kleinen Einschränkungen – im Bestand U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizient) von 0,1-0,15 W/m²K (Bestand: rund 1 W/m²K) für opake Bauteilflächen und 0,6 W/m² für Fensterflächen (Bestand: 1,4-2,8W/m²K) aus technischer Sicht erreichbar. Eine Verringerung des Energieverbrauches um den Faktor 3 ist somit problemlos erreichbar.

8.4.4.1.1 Potenziale

Im Bestand werden Bauteilflächen (Dach, Fenster, Fassade) etwa alle 30 Jahre im Mittel saniert, allerdings zum Teil nur baulich und nicht energetisch. Für die Trendprojektion wurde eine energetische Sanierungsquote von 50% Prozent unterstellt, das bedeutet, dass jedes Jahr 1,5% der Bestandsgebäude umfassend energetisch saniert werden.

Als zusätzlicher Einsparhebel wird eine Sanierungsquote von 100% bewertet, d.h. eine Ausschöpfung der Potenziale, die innerhalb der Renovierungszyklen liegen.

Die Bewertung erfolgt anhand einer Aufteilung der Hüllflächen auf die Bereiche Fassade, Dach, Fenster und Keller. Die Hochrechnung von Wohnflächen auf Bauteilflächen wurde anhand der IWU-Typologie [IWU-2003] vorgenommen. Den Bauteilen wurden entsprechende Effizienzverbesserungen und die damit verbundenen Mehrkosten zugeordnet.

Tabelle 8-11 zeigt eine Zusammenfassung der hinterlegten Daten. Die Kostenangaben beziehen sich auf die Mehrkosten der energetischen Sanierung (Dämmmaterial, Montage) im Rahmen einer „Sowieso“-Sanierung, die Zahlen in Klammern geben die Gesamtkosten pro Bauteilfläche an. Kellersanierung und die Wärmeisolierung von Heizleitungen können immer durchgeführt werden, hier gibt es keinen Unterschied zwischen Durchführung innerhalb und außerhalb von Renovierungszyklen.

Bereich	Bauteil	U-Wert vorher [W/m²K]	U-Wert nachher [W/m²K]	Mehrkosten [EUR/m²]	Bemerkung
EFH	Fassade	0,92	0,15	60 (130)	
	Dach	1,44	0,20	30 (70)	
	Fenster	1,95	0,70	50 (350)	3-Scheibenverglasung
	Keller	0,97	0,27	25	Dämmung unterste Geschoßdecke
MFH	Fassade	1,14	0,18	60 (110)	
	Dach	1,46	0,20	28 (70)	
	Fenster	1,95	0,70	50 (300)	3-Scheibenverglasung
	Keller	1,01	0,27	23	
Bereich	Bauteil	Ψ-Wert vorher [W/mK]	Ψ-Wert nachher [W/mK]	Mehrkosten [EUR/m²]	
EFH	Rohrleitung	0,73	0,18	6	Ausführung durch Nutzer
MFH	Rohrleitung	0,73	0,18	10	

Tabelle 8-11: Maßnahmenparameter Gebäudehülle. Quelle: [Feist-2005, IWU-2003]

Da die Maßnahmen an Dach, Fassade und Fenstern in der Regel nicht isoliert vorgenommen werden, wurden diese zu einer Kombi-Maßnahme zusammengefasst.

Bei einem Hüllflächenpotenzial (zusätzlich zu der im Trendszenario bereits unterstellten Sanierung) im Zeitraum von 2008-2020 von 5,6 Mio. m² bei EFH und 4,9 Mio. m² bei MFH ergibt sich eine mittlere Effizienzverbesserung von 80% (U-Wert 0,25 statt 1,25 W/m²K bei EFH, 0,25 statt 1,46 bei MFH). Diese geht einher mit einer Treibhausgas-Minderung von 0,24 Mio. t/a. Endenergetisch können 962 GWh zusätzlich eingespart werden.

Würde man auch die Gebäude vollsanieren, bei denen keine Instandsetzung ansteht, könnte man weitere 0,46 Mio. t CO₂-Ä. einsparen, mit allerdings sehr viel höheren Vermeidungskosten.

Die Isolierung von Kellerdecken (bei unbeheiztem Keller) sowie von Heizungs- und Warmwasserrohren, die jederzeit durchgeführt werden können, bringt eine weitere Einsparung von insgesamt 0,11 Mio. t CO₂-Ä.

Neben den Einsparpotenzialen im Bestand lassen sich grundsätzlich auch im Neubau noch weitere Effizienzverbesserungen bei der Gebäudehülle erreichen, etwa in der Form von Passivhäusern. Da die Energieeinsparverordnung EnEV und deren erwartete Fortschreibung im Jahr 2012 aber bereits sehr ambitionierte Vorgaben machen und das Neubausvolumen im Vergleich zum Gebäudebestand nur gering ist, wurden diese sehr kleinen Zusatzpotenziale nicht betrachtet.

8.4.4.1.2 Vermeidungskosten

Die Vermeidungskosten wurden auf Basis der in vorigem Abschnitt dargestellten Effizienzverbesserungen, landestypischen Heizgradstundenwerten sowie den flächenspezifischen Investitionskosten berechnet.

Alle untersuchten Maßnahmen innerhalb der Renovierungszyklen sind aus Sicht des Betreibers wirtschaftlich, zum Teil ergeben sich erhebliche Einsparungen von über 100 EUR/t CO₂. Dass viele dieser Maßnahmen nicht autonom umgesetzt werden, liegt an einer Vielzahl von Hemmnissen, die in Kapitel 8.4.4.2.2 näher diskutiert werden.

Beschreibung	Energetische Sanierung im Renovierungszyklus		
Technisches Potenzial	Kombi-Sanierung Außenflächen EFH		5.600.000 m ²
	Kombi-Sanierung Außenflächen MFH		4.924.000 m ²
	Kellersanierung EFH		4.991.000 m ²
	Kellersanierung MFH		3.773.000 m ²
	Heizungsrohre EFH		1.217.000 m
	Heizungsrohre MFH		913.000 m
Investition durch	Eigentümer, Bauherren, (Mieter), Wohnbaugesellschaften		
Hemmnisse	Fehlende Informationen, Mangelnde Vollzugskontrolle, Hoher Liquiditätsbedarf, Investor-Mieter-Dilemma, Denkmalschutz		
Maßnahmen	Energieberatung, Energieausweis, Vollzugskontrolle (Bauämter)		
Umsetzungsfaktor	50% EFH, 30% (MFH)		
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Kombi-Sanierung Außenflächen EFH		0,121 Mio. t/a
	Kombi-Sanierung Außenflächen MFH		0,123 Mio. t/a
	Kellersanierung EFH		0,038 Mio. t/a
	Kellersanierung MFH		0,031 Mio. t/a
	Heizungsrohre EFH		0,023 Mio. t/a
	Heizungsrohre MFH		0,017 Mio. t/a
Investitionen	Kombi-Sanierung Außenflächen EFH		270 Mio. EUR
	Kombi-Sanierung Außenflächen MFH		212 Mio. EUR
	Kellersanierung EFH		125 Mio. EUR
	Kellersanierung MFH		87 Mio. EUR
	Heizungsrohre EFH		7 Mio. EUR
	Heizungsrohre MFH		9 Mio. EUR
Vermeidungskosten		einzelwirtschaftlich	gesamtwirtschaftlich
	Kombi-Sanierung EFH	-165 EUR/t	-113 EUR/t
	Kombi-Sanierung MFH	-184 EUR/t	-130 EUR/t
	Kellersanierung EFH	-75 EUR/t	-38 EUR/t
	Kellersanierung MFH	-89 EUR/t	-49 EUR/t
	Heizungsrohre EFH	-330 EUR/t	-252 EUR/t
Heizungsrohre MFH	-288 EUR/t	-217 EUR/t	

Tabelle 8-12: Maßnahmenbewertung Sanierung Gebäudehülle Haushaltssektor

Für die beiden Kombinationsmaßnahmen EFH und MFH wurden die Vermeidungskosten auch für Sanierungen außerhalb des Renovierungszyklusses bewertet. Setzt man die Vollkosten gem. **Tabelle 8-11** an, ergeben sich erwartungsgemäß relativ hohe Vermeidungskosten von 210 EUR/t (EFH) bzw. 130 EUR/t (MFH). Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Investor bei vorgezogenen Sanierungen auch den Wert seiner Immobilie steigert. In der Praxis werden umfangreiche Sanierungen allerdings ohne bauliche und/oder optische Notwendigkeit nur sehr selten durchgeführt.

8.4.4.2 Heizungsmodernisierung

Neben der energetischen Gebäudesanierung liegt ein weiteres großes Potenzial im Austausch alter, weniger effizienter Heizungsanlagen. Da Heizungsanlagen etwa all 20 Jahre ersetzt werden, ergibt sich bis 2020 ein Austauschpotenzial von 60% aller Anlagen.

Im Bereich der am häufigsten vertretenen Gaskessel ergeben sich Einsparpotenziale durch den Einsatz von Brennwertkesseln, die bereits heute nach Angaben der ASUE 70% der neu verkauften Wärmeerzeuger ausmachen.

Auch im Bereich der Ölkessel setzt sich die Brennwerttechnik allmählich durch, allerdings sind hier die Effizienzvorteile aufgrund des niedrigeren Abgas-Taupunktes und des höheren Kohlenstoffanteils im Brennstoff geringer.

Alternative Heizungssysteme wie Wärmepumpen und Pelletkessel sind im Abschnitt „erneuerbare Energien“ behandelt worden.

8.4.4.2.1 Potenziale

Aufgrund des heute bereits sehr hohen Marktanteils von Gasbrennwertkesseln und des kaum höheren Preises kann man davon ausgehen, dass sich diese Technik in der autonomen Entwicklung weitgehend „von alleine“ durchsetzen wird.

Ein nennenswertes Zusatzpotenzial ergibt sich somit nur bei Ölbrennwertkesseln, die heute erst einen Marktanteil von 36% haben. Für die Bewertung wurde angenommen, dass von den 20,7 Mio. qm mit Öl beheizter Fläche ein weiteres Drittel im Erneuerungszyklus von 20 Jahren zusätzlich auf Brennwertnutzung umgestellt werden kann, dies entspricht einem Flächenpotenzial von 4,1 Mio. qm Fläche, die im wesentlichen auf den Einfamilienhausbereich entfallen. Eine sehr viel höhere Durchdringung ist nicht realistisch, da in vielen Fällen die zu hohen Rücklauftemperaturen bei Konvektorheizungen eine sinnvolle Brennwertnutzung verhindern.

Bei einem Effizienzvorteil von 4% gegenüber einem neuen Niedertemperaturkessel ergibt sich eine Brennstoffeinsparung von 21 GWh Heizöl bzw. eine Treibhausgas-Einsparung von 0,007 Mio. t/a.

8.4.4.2 Vermeidungskosten

Bei mittleren Mehrkosten von 600 EUR gegenüber einem Niedertemperaturkessel liegen die Vermeidungseinsparungen bei rund 80 EUR/t. Diese Maßnahme ist also hoch wirtschaftlich, sofern die baulichen Gegebenheiten es zulassen.

Beschreibung	Forcierter Ausbau von Öl-Brennwertkesseln, vor allem bei Einfamilienhäusern	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	unbedeutend
	Ausbau Trendszenario:	+4.1 Mio. qm
	Maßnahme: Zusätzlicher Ausbau der Brennwertnutzung	+4.1 Mio. qm
Investition durch	Bauherren, Eigentümer	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, etwas aufwändigere Technik, zu hohe Temperaturniveaus	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energieausweis, zinsgünstige Modernisierungskredite	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Technisches Potenzial	0,007 Mio. t/a
Investitionen	Mehrinvest gegenüber NT-Kesselanlage	16 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Ausbau bis 2020	-80 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Ausbau bis 2020	-46 EUR/t

Tabelle 8-13: Maßnahmenbewertung Öl-Brennwertkessel

8.4.4.3 Mikro-KWK

Ein weiteres Feld für Einsparungen im Gebäudebereich ergibt sich durch den Einsatz objektbezogener KWK-Anlagen, den Mikro-KWK-Anlagen. Neben klassischen motorischen Blockheizkraftwerken, die mit Leistungen bis hinunter zu 6 kW elektrisch am Markt verfügbar sind, sind in den letzten Jahren Stirling-Motoren bis zur Marktreife

weiterentwickelt worden. Diese Anlagen mit 1 kW elektrisch und bis zu 10 kW thermisch lassen sich auch als monovalente Heizungsanlagen mit zusätzlicher Stromerzeugung im Einfamilienhausbereich einsetzen.

Bei Mehrfamilienhäusern kommen eher klassische Blockheizkraftwerke zum Einsatz, die heute noch deutlich höhere elektrische Wirkungsgrade haben als Stirlingmotoren.

8.4.4.3.1 Potenziale

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale wurde im Bereich der Einfamilienhäuser folgender Ansatz gewählt:

- 46,4 Mio. qm Wohnfläche sind mit Erdgas beheizt, davon rund die Hälfte in EFH. Davon entfallen bis 2020 60% auf den Renovierungszyklus Heizungsanlage.
- Als Maßnahme „Mikro-KWK EFH“ wird angesetzt, dass davon 50% durch Mikro-KWK mit Stirling-motoren ersetzt werden könnten. Dies entspricht einer Wohnfläche von 7 Mio. qm bzw. 46.000 Anlagen. Technisch ist die Installation in fast jedem Fall möglich, da die Geräte hinreichend kompakt sind und keine hohen Anforderungen an Abgasführung oder Schallschutz stellen. Bei hohen Wärmeanforderungen können problemlos auch mehrere Geräte parallel betrieben werden.
- Im Mehrfamilienhausbereich wurde nur eine Marktdurchdringung von 25% angesetzt, da hier die Einsatzbedingungen schwieriger sind (erschwerter Eigenstromnutzung, Schallschutz, Platzbedarf). Als Technik kommen hier konventionelle BHKW der Leistungsklasse 5-50 kW zum Einsatz.
- Brennstoffzellen befinden sich noch im Entwicklungs- bzw. Erprobungsstadium. Eine nennenswerte Marktdurchdringung bis 2020 ist noch nicht zu erwarten.

Stirlingmotoren könnten im Endausbau 2020 rund 900 GWh Wärme und 120 GWh Strom erzeugen und damit mit 0,034 Mio. t/a zur CO₂-Einsparung beitragen.

Bei den Mehrfamilienhäusern ergibt sich ein Einsparpotenzial von 0,030 Mio. t/a.

8.4.4.3.2 Vermeidungskosten

Ein großes Problem sind heute noch die hohen spezifischen Investitionskosten der Mikro-KWK.

Bei einem Mehrpreis von 6000 EUR für eine 1kW-Anlage liegen die Wärmegestehungskosten auch bei Anrechnung von KWK-Förderung und Stromvergütung noch über den anlegbaren Kosten eines Gasbrennwertkessels. Da die eingesparten CO₂-

Mengen nur relativ klein sind (aufgrund des noch sehr niedrigen elektrischen Nutzungsgrades), ergeben sich hohe Einsparkosten von 197 EUR/t in der einzelwirtschaftlichen Sicht. Diese Ergebnisse sind allerdings sehr sensitiv, eine Verringerung der Anlagenkosten und/oder eine Verbesserung der elektrischen Wirkungsgrade würde sofort ein deutlich anderes Bild ergeben.

Bei den BHKW, die mit 3000 EUR/kW_{el} bewertet wurden, ergeben sich Mehrkosten von 28 EUR/t.

Beschreibung	Forcierter Ausbau von Mikro-KWK im Wohnbereich	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	unbedeutend
	Ausbau Trendszenario:	<1 Mio. qm
	Maßnahme: Mikro-KWK bei EFH	+7,0 Mio. qm
	Maßnahme: Mikro-KWK bei MFH	+3,5 Mio. qm
Investition durch	Bauherren, Eigentümer, Wohnbaugesellschaften, Contractoren	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, aufwendige Betreibermodelle, Eigentumsverhältnisse	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energieausweis, Förderung, Contracting, EEWärmeG	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Maßnahme: Mikro-KWK bei EFH	0,034 Mio. t/a
	Maßnahme: Mikro-KWK bei MFH	0,030 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Mikro-KWK bei EFH	280 Mio. EUR
	Maßnahme: Mikro-KWK bei MFH	62 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Mikro-KWK bei EFH	197 EUR/t
	Maßnahme: Mikro-KWK bei MFH	28 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Mikro-KWK bei EFH	1071 EUR/t
	Maßnahme: Mikro-KWK bei MFH	332 EUR/t

Tabelle 8-14: Maßnahmenbewertung Mikro-KWK

8.4.4.4 Optimierte Regelung

Neben der Gebäudeoptimierung und der Effizienzsteigerung der Wärmeerzeugung liegt ein weiteres, oftmals nicht beachtetes Einsparpotenzial in der regelungstechnischen

Optimierung der Wärmeübergabe in den Raum. Im Vergleich zu konventionellen Systemen (Thermostatventile, Heizkurve, Zeitschaltuhren) lassen sich in einem vernetzten Gebäude intelligente Regelungsstrategien umsetzen:

- elektronische Ventile erlauben eine sollwerttreue Raumtemperaturregelung
- Durch elektronische Einzelraumregelung lassen sich Räume, die nicht durchgehend beheizt werden müssen (das sind im Wohnbereich fast alle) entsprechend der einprogrammierten Nutzungszeiten der Nutzer zeitgenau mit optimierten Aufheiz- und Abschaltzeitpunkten beheizen.
- Fensterkontakte oder Temperaturgradientenregelungen erkennen Lüftungsphasen und drehen die Heizkörper ab statt auf.
- Bei einer vollständigen Vernetzung kann auch auf eine außentemperaturgeführte Heizungsregelung verzichtet werden, die Informationen über die tatsächliche Heizlast jedes Raumes bestimmt Heizkurve und Kesselregelung.

Durch diese und weitere Maßnahmen lassen sich bis zu 20% Heizenergie einsparen (vgl [Kraft-2002]). Voraussetzung sind intelligente Komponenten, die entweder über Funk oder drahtgebunden vernetzt sind. Entsprechende Systeme sind am Markt sowohl als Komplettsysteme von Gebäudetechnikern (Honeywell, Techem, Riedel-AT, KNX-Bus) als auch als Einzelkomponenten (Baumarkt, Elektronikfachhandel) verfügbar.

8.4.4.4.1 Potenziale

Obwohl im Gewerblichen Bereich Gebäudeautomationssysteme bereits weit verbreitet sind, haben sich vergleichbare Systeme im Wohnbereich noch kaum durchgesetzt.

Bei einer Marktdurchdringung von 50% bis 2020 könnten 14,7 Mio. qm Wohnfläche mit intelligenter Regelung nachgerüstet werden. Im Neubau und bei sanierten Gebäuden, wo der Einspareffekt geringer ist, liegen weitere Potenziale von 26,7 Mio. qm.

Technische Einschränkungen gibt es keine, eine Nachrüstung ist fast immer möglich.

Bei konsequenter Nachrüstung könnte man im Bereich der nicht-sanierten Gebäude 306 GWh Endenergie einsparen und bei Neubauten und sanierten Gebäude 243 GWh. die CO₂-Einsparpotenziale belaufen sich auf insgesamt 0,127 Mio. t/a.

8.4.4.4.2 Vermeidungskosten

Die Bewertung der Vermeidungskosten kann hier nur beispielhaft erfolgen, da die Installationskosten erheblich von den Gegebenheiten abhängen. Als mittlere Investitionskosten für eine optimierte Regelung im EFH-Bereich wurden 15 EUR/m² angesetzt, was realistisch ist, wenn die Nachrüstung in Eigenregie (bei EFH) bzw. in größerem Stil bei MFH erfolgt.

Bei einem Einsparpotenzial von 12 % im unsanierten Bestand bzw. 10% bei Neubauten ergeben sich Vermeidungskosten in der Investorsicht von -65 EUR/t (unsanierte Gebäude) bzw. 352 EUR/t (Neubau). Dass die Vermeidungskosten im Neubau so hoch sind, liegt daran, dass der gleiche Installationsaufwand notwendig ist, aufgrund des niedrigeren Verbrauchsniveaus die absolute Energieeinsparung aber sehr viel niedriger.

Regelungstechnische Optimierungen sind also vor allem für die Gebäude interessant, die – aus welchen Gründen auch immer – nicht baulich saniert werden.

Die Maßnahme ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Beschreibung	Forcierter Ausbau von Optimierte Regelungssystemen im Wohnbereich	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	unbedeutend
	Ausbau Trendszenario:	unbedeutend
	Maßnahme: Optimierung Regelung Bestand	+14,7 Mio. qm
	Maßnahme: Optimierung Regelung Neubau	+26,7 Mio. qm
Investition durch	Bauherren, Eigentümer, Mieter, Wohnbaugesellschaften, Contractoren	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Eigentumsverhältnisse, Akzeptanzprobleme	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energieausweis, Förderung, Contracting	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Maßnahme: Optimierung Regelung Bestand	0,073 Mio. t/a
	Maßnahme: Optimierung Regelung Neubau	0,053 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Optimierung Regelung Bestand	220 Mio. EUR
	Maßnahme: Optimierung Regelung Neubau	400 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Optimierung Regelung Bestand	-65 EUR/t
	Maßnahme: Optimierung Regelung Neubau	352 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Optimierung Regelung Bestand	-21 EUR/t
	Maßnahme: Optimierung Regelung Neubau	341 EUR/t

Tabelle 8-15: Maßnahmenbewertung Optimierte Regelung

8.4.4.5 Lüftungsanlagen

Auch in gut isolierten Gebäuden lässt sich im Bereich der bauphysikalisch und hygienisch immer notwendigen Lüftung Energie und CO₂ einsparen.

Durch Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) kann ein guter Teil der in der Abluft enthaltenen Energie wieder gewonnen und der Zuluft zugeführt werden. Zudem wird für die Bewohner ein hoher Raumluftkomfort geschaffen und die Gefahr der Schimmelbildung reduziert. Bei der Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung in Wohngebäuden wird frische Außenluft in die Aufenthaltsräume geleitet. Die Luft wird bei der Ansaugung gefiltert und über einen Wärmetauscher mit der Wärme der Abluft

vorgewärmt. In modernen Gegenstromwärmetauschern lassen sich so über 80% der Lüftungswärmeverluste vermeiden.

8.4.4.5.1 Potenziale

Lüftungsanlagen müssen sorgsam geplant und möglichst schon beim Bau des Gebäude berücksichtigt werden, da die Verlegung von Zu- und Abluftkanälen, in der Regel als Flachkanal im Estrich, notwendig ist. Zudem muss an zentraler Stelle Platz für Wärmetauscher und Ventilatoren vorhanden sein.

Aus diesem Grund ist eine Nachrüstung im Bestand kaum mit vertretbarem Aufwand möglich. Bei der Potenzialabschätzung wird daher nur der Neubaubereich betrachtet.

Im Bereich der Einfamilienhäuser liegt das Potenzial bei einer Neubaufäche bis 2020 von rund 3,7 Mio. qm bei 105 GWh Heizenergie bzw. 0,025 Mio. t CO₂-Ä. Bei Mehrfamilienhäusern, wo oftmals sowieso Abluftsysteme für innenliegende Räume vorgesehen werden, liegt die Einsparung bei 0,032 Mio. t/a.

Der Stromverbrauch der Lüftungsanlagen, der bei EFH bei rund 300 kWh/a liegt, wurde gegen gerechnet.

8.4.4.5.2 Vermeidungskosten

Die Investitionen für ein Lüftungssystem (Kanäle, Wärmetauscher, Ventilatoren, Luftein- und -auslässe) im Neubau liegen bei einem EFH bei rund 6000 EUR, im Mehrfamilienhausbereich wurden 30 EUR/m² angesetzt.

Damit ergeben sich Vermeidungskosten auf Ebene Heizenergie von 14,8 ct/kWh im EFH-Bereich und 8,9 ct/kWh bei größeren Wohngebäuden. Die korrespondierenden Vermeidungskosten liegen bei 199 EUR/t bei EFH und -20 EUR/t bei MFH. Im Mehrfamilienhausbereich sind Lüftungsanlagen also durch die eingesparte Energie aus Betreibersicht bereits wirtschaftlich.

Beschreibung	Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung im Wohnbereich (Neubau)	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	unbedeutend
	Ausbau Trendszenario:	unbedeutend
	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei EFH	+3,7 Mio. qm
	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei MFH	+3,7 Mio. qm
Investition durch	Bauherren, Eigentümer, Wohnbaugesellschaften, Contractoren	
Hemmnisse	Spezifisch hohe Anlagenkosten, Unkenntnisse, Eigentumsverhältnisse	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energieausweis, Förderung, Contracting	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei EFH	0,025 Mio. t/a
	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei MFH	0,032 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei EFH	149 Mio. EUR
	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei MFH	112 Mio. EUR
Vermeidungskosten	einzelwirtschaftlich	
	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei EFH	199 EUR/t
	Maßnahme: Lüftungsanlagen bei MFH	-20 EUR/t
	gesamtwirtschaftlich	
Maßnahme: Lüftungsanlagen bei EFH	214 EUR/t	
Maßnahme: Lüftungsanlagen bei MFH	19 EUR/t	

Tabelle 8-16: Maßnahmenbewertung Lüftungsanlagen mit WRG

8.4.4.6 Effiziente Elektrogeräte

Der Stromverbrauch der Haushalte liegt in Sachsen-Anhalt bei 3800 GWh, die Aufteilung und die zukünftige Entwicklung ist in Kapitel 5.5.1 erläutert worden. Bei den Stromwendungen liegen große Einsparpotenziale, die oftmals aus Unkenntnis oder (vermeintlichen) Komfortwägungen nicht erschlossen werden.

8.4.4.6.1 Beleuchtung

Energiesparlampen haben heute im Verkauf einen Marktanteil von etwa 10%. Lampen auf LED-Technik sind erst seit kurzem verfügbar und gewinnen langsam Marktanteile, die

Einsatzmöglichkeiten sind allerdings aufgrund der niedrigen Beleuchtungsstärke noch gering.

Im Vergleich zu einer Glühlampe können mit Energiesparlampen rund 80% eingespart werden, das Einsparpotenzial der zukünftigen LED Leuchten wird auf noch etwas mehr geschätzt. Im Vergleich zu konventionellen Glühbirnen und Halogenlampen beträgt die Lebensdauer beider innovativer Systeme ein Vielfaches.

8.4.4.6.1.1 Potenziale

Aufgrund der Einsparungen und der nur noch geringen Mehrkosten werden sich Energiesparlampen mit 55% Marktanteil auch in der Trendprojektion durchsetzen. Aus der Maßnahme ergibt sich noch ein Restpotenzial von abschätzig 30%, das zusätzlich noch erschlossen werden kann. Dies entspricht bei einer mittleren Leistung von 11 W 3,3 Mio. Energiesparlampen. Dadurch lassen sich rund 82 GWh Strom einsparen. Kompensatorisch muss berücksichtigt werden, dass natürlich ein Teil der Abwärme von Leuchten während der Heizperiode auch der Raumheizung dient und im Falle effizienterer Systeme durch die Heizungsanlage bereitgestellt werden muss.

Unter Berücksichtigung dieser Ausgleichseffekte ergibt sich ein Einsparpotenzial von 0,040 Mio. t CO₂-Äquivalent.

8.4.4.6.1.2 Vermeidungskosten

Energiesparlampen weisen im Vergleich wegen Ihrer etwa 10mal längeren Lebensdauer und der Einsparungen im Betrieb keine Mehrkosten auf.

Der Berechnung der Einsparkosten ist die Annahme zugrunde gelegt, dass ein Energiesparleuchtmittel zwar 5 EUR mehr kostet, aber dafür 10 konventionelle Lampen ersetzt.

Damit ergeben sich Kosteneinsparungen von 436 EUR/t CO₂ in der Einzelsicht bzw. 245 EUR/t in der gesamtwirtschaftlichen Sichtweise. Dies ist somit eine der effizientesten Einsparmaßnahmen überhaupt.

Beschreibung	Effiziente Beleuchtung	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Marktanteil)	10%
	Ausbau Trendszenario:	+45%
	Maßnahme: Effiziente Beleuchtung	+30%
Investition durch	Eigentümer, Mieter, Hausverwaltungen	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Komfortansprüche	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energielabel, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Maßnahme: Effiziente Beleuchtung	0,038 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Effiziente Beleuchtung	-13 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Beleuchtung	-436EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Beleuchtung	-245 EUR/t

Tabelle 8-17: Maßnahmenbewertung Effiziente Beleuchtung

8.4.4.6.2 Pumpen

Im Gegensatz zu den allgemein bekannten Einsparmöglichkeiten bei der Beleuchtung und Haushaltsgeräten sind die Effizienzsteigerungsmöglichkeiten bei Umwälzpumpen oft nicht bekannt. In vielen Fällen laufen alte, unregelmäßige Heizungs- und Warmwasserzirkulationspumpen im Keller unbeachtet ohne Unterbrechung durch. Der Verbrauch einer überdimensionierten, nicht optimal eingestellten Heizungspumpe kann bis zu einem Fünftel des jährlichen Strombedarfs ausmachen. Eine solche Pumpe mit i.d.R. 100 Watt Leistung in einem EFH lässt sich heute in vielen Fällen durch eine hocheffiziente EC-Motor-Pumpe mit einer Leistungsaufnahme von weniger als 20 Watt ersetzen, die überdies zeit- bzw. anforderungsgesteuert wird.

Solche hocheffizienten Umwälzpumpen, die einen elektronisch geregelten Synchronmotor mit Permanentmagnet anstelle eines Asynchronmotors verwenden, sind inzwischen am Markt verfügbar und werden bei Neuinstallationen schon oftmals eingesetzt.

8.4.4.6.2.1 Potenziale

Bei rund 400.000 EFH und 100.000 MFH ergibt sich bis 2020 ein Austauschpotenzial von 300.000 Pumpen innerhalb und von 200.000 außerhalb der Erneuerungszyklen.

Bei Erneuerungen wird von einem Einsatz von EC-Pumpen statt geregelten Asynchronpumpen ausgegangen mit 40% Einsparung. Ein Teil dieses Potenzials ist bereits im Trendszenario berücksichtigt, so dass noch eine 50%ige Potenzialausschöpfung als Maßnahme angesetzt wird. Bei Erneuerungen außerhalb der Erneuerungszyklen der Heizung können rund 60% Einsparung erzielt werden.

Dadurch lassen sich rund 48 GWh Strom einsparen. Kompensatorisch muss auch hier berücksichtigt werden, dass natürlich ein Teil der Pumpenabwärme über das Heizungssystem auch der Raumheizung dient und nicht ungenutzt bleibt.

Unter Berücksichtigung dieser Ausgleichseffekte ergibt sich ein Netto-Einsparpotenzial von 0,026 Mio. t CO₂.

8.4.4.6.2 Vermeidungskosten

Bei abgeschätzten Mehrkosten von EC-Pumpen von 100 EUR im EFH-Bereich und 300 EUR im MFH-Bereich ergeben sich Investitionen von 47 Mio. EUR. Darin enthalten sind auch der Kostenaufwand für einen hydraulischen Abgleich, der in der Regel mit dem Austausch der Pumpe erfolgen sollte, um das System optimal einzustellen.

Bei Effizienzvorteilen von 40-60% liegen die Kosteneinsparungen bei 243 EUR/t CO₂ in der Einzelsicht bzw. 101 EUR/t in der gesamtwirtschaftlichen Sichtweise. Der Pumpenaustausch ist somit eine hochwirtschaftliche Einsparmaßnahme.

Beschreibung	Effiziente Umwälzpumpen	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Marktanteil)	unbedeutend
	Ausbau Marktanteil Trendszenario:	+50%
	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	+50%
Investition durch	Eigentümer, Bauherren, (Mieter), Hausverwaltungen	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Falsches Sicherheitsdenken,	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), konsequente Umsetzung Energielabel, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	0,026 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	47 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	-243 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	-101 EUR/t

Tabelle 8-18: Maßnahmenbewertung Effiziente Umwälzpumpen

8.4.4.6.3 Haushaltsgeräte

Im Bereich der Haushaltsgeräte, auch weiße Ware genannt, liegen die Effizienzvorteile zwischen durchschnittlich Verkauften und den besten Geräten bei rund 20%. Durch die Einführung des EU-einheitlichen Energieetiketts, dem so genannten EU-Label, hat sich die Marktdurchdringung effizienter Geräte in den letzten Jahren bereits massiv verbessert. So sind in einigen Bereichen nur noch Geräte der Energieeffizienzklasse A am Markt verfügbar. Waschmaschinen und Geschirrspüler sowie Kühl- und Gefriergeräte werden heute praktisch nur noch in der Energieeffizienzklasse A und vereinzelt in B angeboten.

Die Auswertung von spezifischen, größenbereinigten Verbräuchen und Anschaffungskosten zeigt allerdings keine signifikante Korrelation mit den Anschaffungskosten.

8.4.4.6.3.1 Potenziale

Bei rund 1 Mio. Haushalte, können bis 2020 bei Lebensdauern von max. 20 Jahren der Haushaltsgeräte rund 60% der Geräte durch ein Bestgerät des jeweiligen Jahres ausgetauscht werden. Dabei wurden folgende Effizienzvorteile (gegenüber dem Stand der Technik) angesetzt.

- Kühlschrank: 20%
- Gefrierschrank: 25%
- Waschmaschine: 20%
- Spülmaschine: 15%
- Herd: 20% (Induktionskochfeld statt Cerankochfeld)
- Trockner: 40% (Kondensationstrockner mit Wärmepumpe)

Wenn bis 2020 alle neu angeschafften Elektrogeräte durch ein Bestgerät ausgetauscht würden, ließen sich unter Berücksichtigung von steigenden Ausstattungsgraden (vgl. [Prognos-2007]) im Bereich der Haushaltsgeräte rund 10% des Energieverbrauches gegenüber dem Trendszenario einsparen. Emissionsseitig ergeben sich Einsparungen von 0,08 Mio. t.

8.4.4.6.3.2 Vermeidungskosten

Bei Waschmaschinen, Kühl- und Gefrierschränken sowie Spülmaschinen werden die tatsächlichen produktionsbedingten Mehrkosten überlagert von sonstigen Effekten (Qualitäts- und Komfortmerkmale, Programmvielfalt, Baugröße –art). Lediglich bei effizienten Wäschetrocknern mit Wärmepumpe lassen sich eindeutige Mehrkosten von rund 200 EUR definieren. Bei den anderen Geräteklassen wurden folgende Abschätzungen für die produktionsbedingten Mehrkosten angesetzt:

- Kühlschrank: Mehrkosten 100EUR
- Gefrierschrank: Mehrkosten 100 EUR
- Waschmaschine: Mehrkosten 50 EUR
- Spülmaschine: Mehrkosten 50 EUR
- Herd: Mehrkosten 200 EUR (Induktionskochfeld, Mehrkosten nur teilweise berücksichtigt, da auch komfortbedingt)
- Trockner: Mehrkosten 200 EUR

Damit ergeben sich monetäre Einsparungen pro eingesparter t CO₂-Äquivalent von -91 EUR und Mehrkosten von 11 EUR/t in der gesamtwirtschaftlichen Perspektive.

Beschreibung	Effiziente Haushaltsgeräte	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Marktanteil) Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	siehe Text
Investition durch	Haushalte	
Hemmnisse	Unkenntnisse, andere Kaufkriterien,	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), konsequente Umsetzung Energielabel, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Maßnahme: Effiziente Haushaltsgeräte	0,08 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Effiziente Haushaltsgeräte	207 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Haushaltsgeräte	-91 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Haushaltsgeräte	11 EUR/t

Tabelle 8-19: Maßnahmenbewertung Effiziente Haushaltsgeräte

8.4.4.6.4 Verringerung stand-by Verbrauch

Im Haushalt entstehen Leerlaufverluste bei elektrischen Geräten aller Art vor allem in den Betriebszuständen

- Standby (Bereitschaftshaltung) und
- Scheinaus (Gerät ist nur sekundärseitig vom Netz getrennt, obwohl es scheinbar ausgeschaltet ist).

In Deutschland summieren sich diese Leerlaufverluste auf rund 20 TWh im Jahr [Böde-2000], bezogen auf Haushalte entfallen rund 5% des Strombedarfes auf Leerlaufverluste. Auf Sachsen-Anhalt entfallen abschätzig etwa 300-400 GWh Stromverbrauch nur auf Stand-by-Verbrauch. Zwar bietet eine Bereitschaftsschaltung zumindest für manche Geräte eine sinnvolle Möglichkeit, die Lebensdauer der elektrischen Komponenten zu verlängern, jedoch tritt dies bei neueren Geräten kaum noch auf. Darüber hinaus werden viele Geräte, neben Unterhaltungselektronik auch Haushaltsgeräte wie Brotmaschinen und Mixer und alle Geräte mit Steckernetzteilen, oftmals aus Kostengründen nur sekundärseitig geschaltet.

8.4.4.6.4.1 Potenziale

Es ist davon auszugehen, dass in den gut 1 Mio. Haushalten bis 2020 fast alle elektrischen Geräte getauscht werden und effizientere Geräte mit Bereitschaftsverbräuchen von unter 1W Marktanteile gewinnen. Berücksichtigt man, dass ein gewisser Bereitschaftsverlust aus Komfortgründen unvermeidlich ist, können bis 2020 bei realistischer Betrachtung rund 50% der Stand-by-Verbräuche autonom eingespart werden, weitere 25% könnten durch Bestgeräte und aktive Nutzereingriffe (schaltbare Steckernetzteile etc.) eingespart werden. Das ergäbe eine Stromeinsparung von rund 70 GWh und eine korrespondierende Treibhausgas-Minderung von 0,038 Mio. t/a.

8.4.4.6.4.2 Vermeidungskosten

Ebenso wie bei Waschmaschinen, Kühl- und Gefrierschränken sowie Spülmaschinen werden die (minimalen) produktionsbedingten Mehrkosten für Geräte mit effizienteren Stand-by-schaltungen überlagert von sonstigen Effekten (Qualitäts- und Komfortmerkmale, Programmvielfalt, Baugröße, –art). Es ist daher wenig sinnvoll, Mehrkosten anzusetzen.

Die rechnerischen Vermeidungskosten liegen selbst bei einem Ansatz von 100 EUR pro Haushalt noch im negativen Bereich, ohne Berücksichtigung von Mehrkosten ergeben sich

monetäre Einsparungen pro eingesparter t Klimagas von -403 EUR aus Entscheidersicht und Einsparungen von 236 EUR/t in der gesamtwirtschaftlichen Perspektive.

Beschreibung	Reduktion Stand-by-Verbrauch	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Marktanteil) Maßnahme: Effiziente Stand-by-Systeme	siehe Text
Investition durch	Haushalte	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Komforteinschränkungen, andere Kaufkriterien,	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), konsequente Umsetzung Energielabel, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä. Minderungspotenzial	Maßnahme: Reduktion Stand-by- Verbrauch	0,038 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Reduktion Stand-by- Verbrauch	nicht bestimmbar
Vermeidungskosten		
Einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Reduktion Stand-by- Verbrauch	-403 EUR/t
Gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Reduktion Stand-by- Verbrauch	-236 EUR/t

Tabelle 8-20: Maßnahmenbewertung Reduktion Bereitschaftsverluste

8.4.4.7 Gesamtbewertung Potenziale Haushaltssektor

Im Haushaltssektor lassen sich durch eine Vielzahl von Vermeidungsoptionen über die bereits rückläufige Entwicklung im Trendszenario hinaus weitere 1,248 Mio. t CO₂-Ä. durch die in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Techniken einsparen. Mehr als die Hälfte des Potenzials ist dabei aus einzelwirtschaftlicher Sicht sogar wirtschaftlich erschließbar. Der wesentliche Faktor ist dabei die notwendige Durchdringung des Bestandes mit effizienteren, bereits heute verfügbaren, Techniken.

Die wichtigste Rolle spielen Wärmedämmmaßnahmen im Gebäudebestand, auf die rund 60% des gesamten Einsparpotenzials entfallen. Neben diesen „klassischen“ Maßnahmen kommt auch der bedarfsgerechten Regelung im Gebäude sowie dem Einsatz effizienter Geräte und Lampen eine hohe Bedeutung zu.

Effizientere Heizungskessel spielen hingegen keine so große Rolle, was vor allem daran liegt, dass die hier erreichbaren Verbesserungen bereits im Trendszenario enthalten sind. Die Kostenkurve aus der individuellen Sicht ist in Bild 8-17 dargestellt. Gut zu erkennen ist der große Block wirtschaftlicher Maßnahmen.

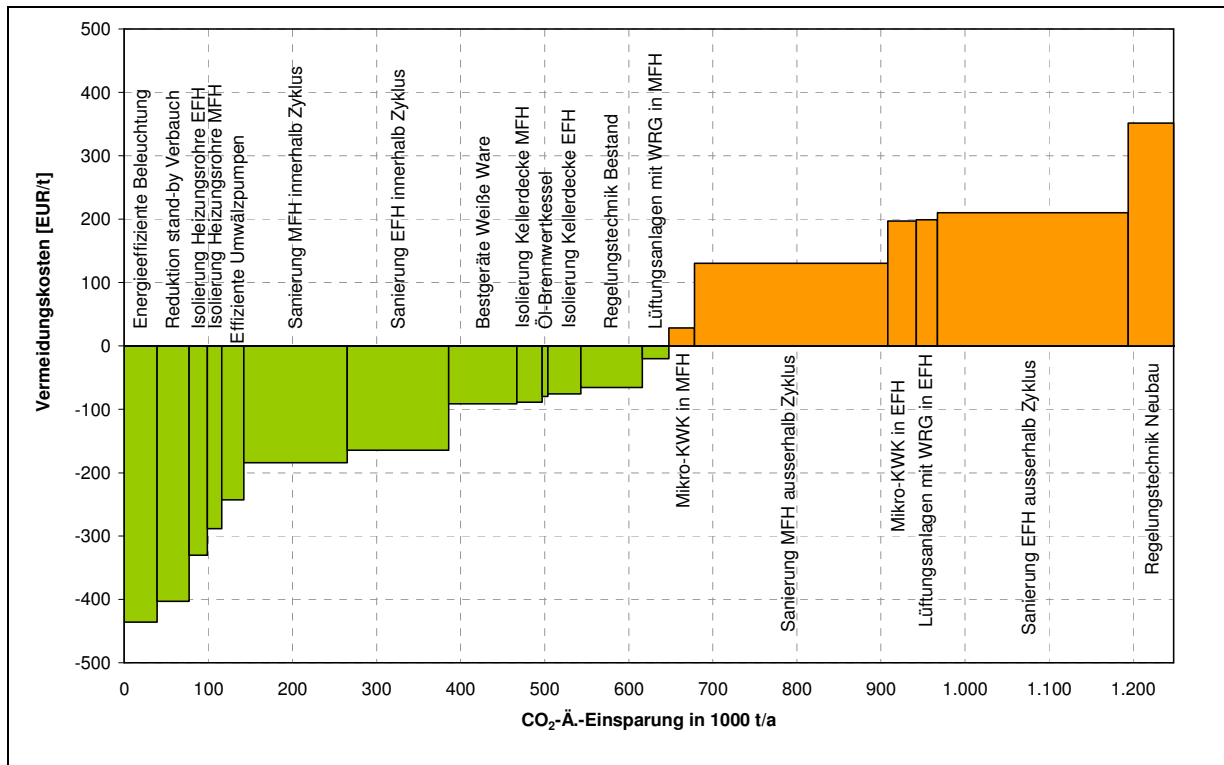


Bild 8-17: Vermeidungskostenkurve Haushalte aus einzelwirtschaftlicher Perspektive

Zu beachten ist, dass nicht alle Maßnahmen additiv sind. In der Gesamtbetrachtung müssen zwei Effekte berücksichtigt werden:

- Einige Maßnahmen schließen sich gegenseitig aus (Parallelmaßnahmen). So kann ein Gebäude entweder dezentral mit einer kleinen KWK-Anlagen versorgt werden oder mit einer Pelletheizung (Sektor Erneuerbare) oder mit einer Wärmepumpe (Sektor Erneuerbare).
- Einige Maßnahmen sind hintereinander geschaltet und beeinflussen sich gegenseitig in der Effizienz (Serielle Maßnahmen). So beeinflussen die Wärmedämmmaßnahmen die vorgeschalteten Maßnahmen zur Verbesserung der Anlagentechnik. Zudem werden auch die Maßnahmen im Erzeugungsbereich wie z.B. ein Fernwärmeausbau beeinflusst.

Eine Gesamtbewertung der Potenziale kann also nur sektorübergreifend stattfinden; diese wird in Kapitel 8-7 anhand einer Gesamtkostenkurve entsprechend der sektoriellen Kostenrankings dargestellt.

Ein vergleichbares Bild zeigt sich auch in der gesamtwirtschaftlichen Sicht auf den Haushaltssektor, die um Steuereffekte und Fördermaßnahmen bereinigt ist.

Auch hier dominieren die Maßnahmen an der Gebäudehülle. Da die Energiepreise der Haushalte vergleichsweise hoch mit Steuern belastet sind und gleichzeitig Fördermaßnahmen wie z.B. durch das KWK-G wegfallen, verringert sich die Wirtschaftlichkeit der meisten Hebel durch die Steuerbereinigung etwas.

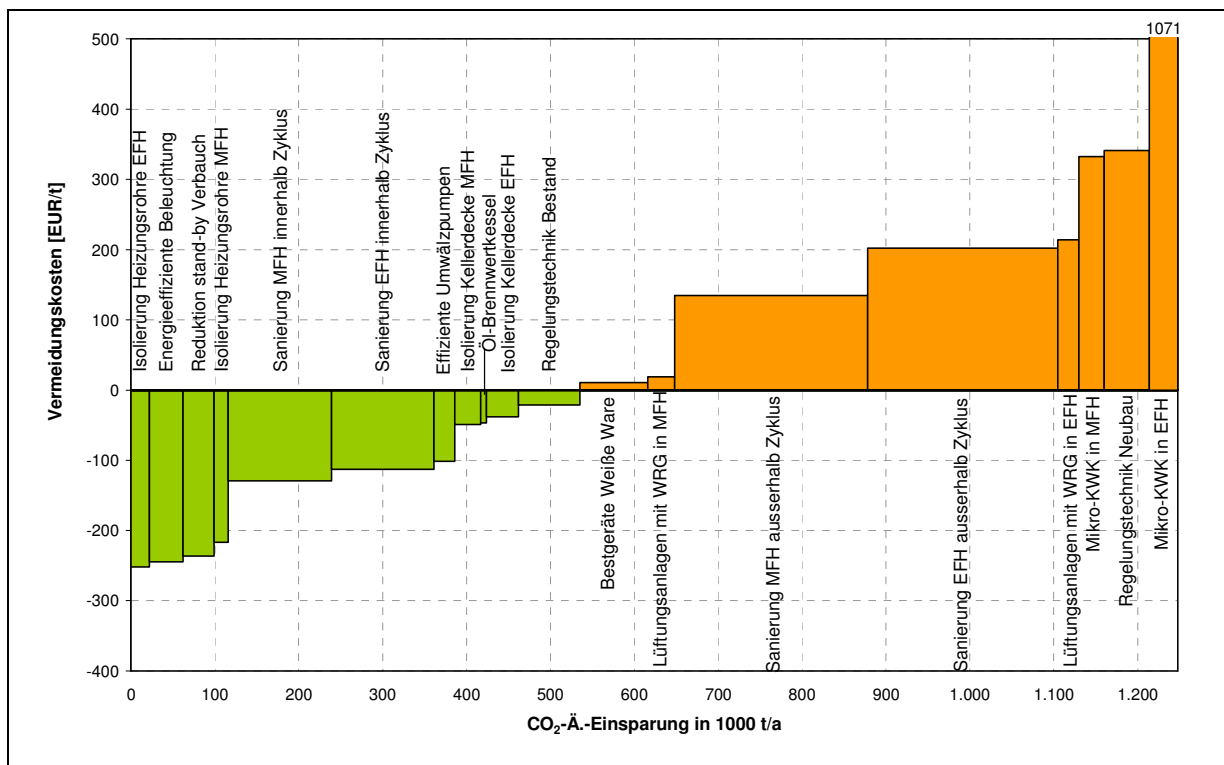


Bild 8-18: Vermeidungskostenkurve Haushalte aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive

8.4.4.8 Umsetzungshebel durch das Land Sachsen-Anhalt

Bei den hier durchzuführenden Maßnahmen geht es in erster Linie darum, die Eigeninitiative der Verbraucher zu wecken und zu fördern und das, wesentlich durch den Transport der Information – dass Klimaschutz in vielen Fällen nicht nur zum Nulltarif zu haben, sondern sogar mit persönlichen wirtschaftlichen Vorteilen verbunden ist: Nämlich negativen CO₂-Vermeidungskosten aus Entscheidersicht.

Die Hemmnisse durch den hohen Investitionsbedarf, insbesondere im Gebäudesanierungsbereich sind, obwohl in vielen Fällen wirtschaftlich, wegen der in den neuen Bundesländern geringen Möglichkeiten zur Rücklagenbildung noch deutlich höher und die Umsetzungsraten geringer als im bundesweiten Schnitt.

Dem Land Sachsen-Anhalt stehen zur Steigerung der Umsetzungsraten der oben ermittelten Potenziale im Wesentlichen zwei Wege zur Verfügung.

Zum einen ordnungspolitischer Zwang durch Gesetzgebung und Überwachung, zum anderen Förderung durch Information, Beratung und Kostenbeteiligung.

Konkret heißt das, den konsequenten Vollzug und Überwachung der Umsetzung der EnEV sicherstellen im Verbund mit staatlich geförderter und gebündelter Beratungstätigkeit und Öffentlichkeitsarbeit.

8.4.4.8.1 Weiterentwicklung der Wärmeschutzverordnung zur Energieeinsparverordnung

Gegenüber den gesetzlichen Rahmenbedingungen im Jahr 1997 gibt es bereits erhebliche Änderungen; die WSVO 95 (Wärmeschutzverordnung 1995) wurde zwischenzeitlich durch die EnEV 2002 abgelöst.

Am 01. Oktober 2007 ist die derzeit gültige „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“ (Energieeinsparverordnung – EnEV 2007) in Kraft getreten.

Seit April 2008 befindet sich bereits ein Entwurf zur weiteren Verschärfung der Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in der parlamentarischen Diskussion. Deren Ziel ist die stetige Verbesserung der Energieeffizienz in Gebäuden.

Deshalb sollen innerhalb der neuen Verordnung (Ziel ab 2009 und im 2. Schritt 2012) auch die Nachrüstverpflichtungen für den Gebäudebestand ausgeweitet werden.

Im Wesentlichen sieht der Entwurf vor, die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und die Anlagentechnik so zu erhöhen, dass der Primärenergiebedarf um weitere 30% gesenkt werden kann.

Ein wesentlicher Punkt der Gesetzesänderung wird die Stärkung des Vollzuges durch eine bundesrechtliche Regelung hinsichtlich der Überwachung und der Nachweispflichten sein, die bisher noch allein der Länderhoheit unterliegt.

An diesem Gesetzgebungsverfahren kann sich das Land aktiv im Sinne seiner Klimaschutzziele beteiligen.

Die derzeitige Durchführungsverordnung zur EnEV des Landes Sachsen-Anhalt sieht bisher keine Prüfung der erbrachten Nachweise vor (§5 EN-DVO) und bezieht sich auf die EnEV 2002. Hier besteht also ohnehin Anpassungsbedarf an die aktuellen bundesgesetzlichen Rahmenbedingungen.

Das Land hat in der Gestaltung der neuen Durchführungsverordnung die Möglichkeit durch verstärkte Überwachung der Einhaltung der Vorgaben der EnEV die Umsetzungsrate im Gebäudeeffizienzbereich zu erhöhen. Dazu muss der Inhalt der Verordnung an die EnEV und die Klimaschutzziele angepasst werden.

8.4.4.8.2 Einführung eines Energieausweises

Die EnEV 2007 forderte für Neubauten, Gebäuden mit wesentlichen Änderungen und bei Verkauf oder Vermietung eines Gebäudes einen „Energieausweis“. Ein solcher Ausweis dient der Information zum abgeschätzten Energiebedarf oder Energieverbrauch und den damit verbundenen möglichen Kosten einer Immobilie. Der Marktwert eines Gebäudes oder einer Mietwohnung kann damit wesentlich mitbestimmt werden. Dies gewinnt insbesondere bei stark steigenden Energiepreisen an Bedeutung.

Für Nichtwohngebäude, also auch alle öffentlichen Gebäude, muss er in jedem Fall bis spätestens zum Jahr 2009 vorliegen und öffentlich ausgehängt werden.

Diese gesetzliche Verschärfung der Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden wird flankiert vom CO₂-Gebäudesanierungsprogramm der KfW, das Mittel zur Investition in die Durchführung der Maßnahmen zur Verfügung stellt und eine Erhöhung des Fördervolumens. Ohne dies würden die Umsetzungsraten durch eine Verstärkung der Hemmnisse durch die erhöhten Anforderungen eher noch sinken, statt wie erwünscht anzusteigen.

Die Verpflichtung zur Ausstellung der Energieausweise und der dort aufzunehmenden Vorschläge für Maßnahmen, kann als Hebel genutzt werden, um umfassend zu informieren und den entstehenden Marktdruck auf dem Immobilienmarkt für den Klimaschutz zu nutzen.

Die reine Ausstellung des Ausweises steht unter einem hohen finanziellen Marktdruck (ca. 99 € und weniger). Für dieses Geld kann ein Sachverständiger/Energieberater jedoch nur die erforderlichen Daten für einen verbrauchsabhängigen Energieausweis erheben, die Plausibilität der Angaben prüfen und die entsprechenden Formulare erstellen – eine tiefer gehende und umfassende Analyse ist so nicht möglich, wodurch Chancen vertan sind.

Hier sollte das Land aktiv werden und die Anfertigung der Ausweise durch ein aus Landesmitteln unterstütztes weitergehendes Beratungsangebot (vgl. Vorortberatung BAFA) begleiten. Die Chance, dass ein Energieberater schon Vorort ist und Daten erhebt, sollte so genutzt werden.

Dies bedingt die Vernetzung der Energieberater / Aussteller von Energieausweisen und den bereits bestehenden 19 Energieberatungsstützpunkten der Verbraucherberatung in Sachsen-Anhalt.

- Nachfrage und Beratungsbedarf bündeln und eine Plattform (Umweltministerium/DENA/ Verbraucherberatung /Energieberater) einrichten, die die vorhandenen Beratungsleistungen bündelt,
- Vorort-Beratungsprogramm des Bundes / KfW aufstocken (z.B. teilweise Erstattung des Eigenanteils für die Beratungskosten bei Umsetzung vorgeschlagener Maßnahmen),
- zusätzlich zur reinen Gebäudesanierung sollte die umfassende Beratung auch Stromeinsparung / effiziente Haushaltsgeräte/Energiesparlampen umfassen, um als Hebel zur Umsetzung aller im Gebäudebereich/Haushalte gedachter Maßnahmen zu wirken.

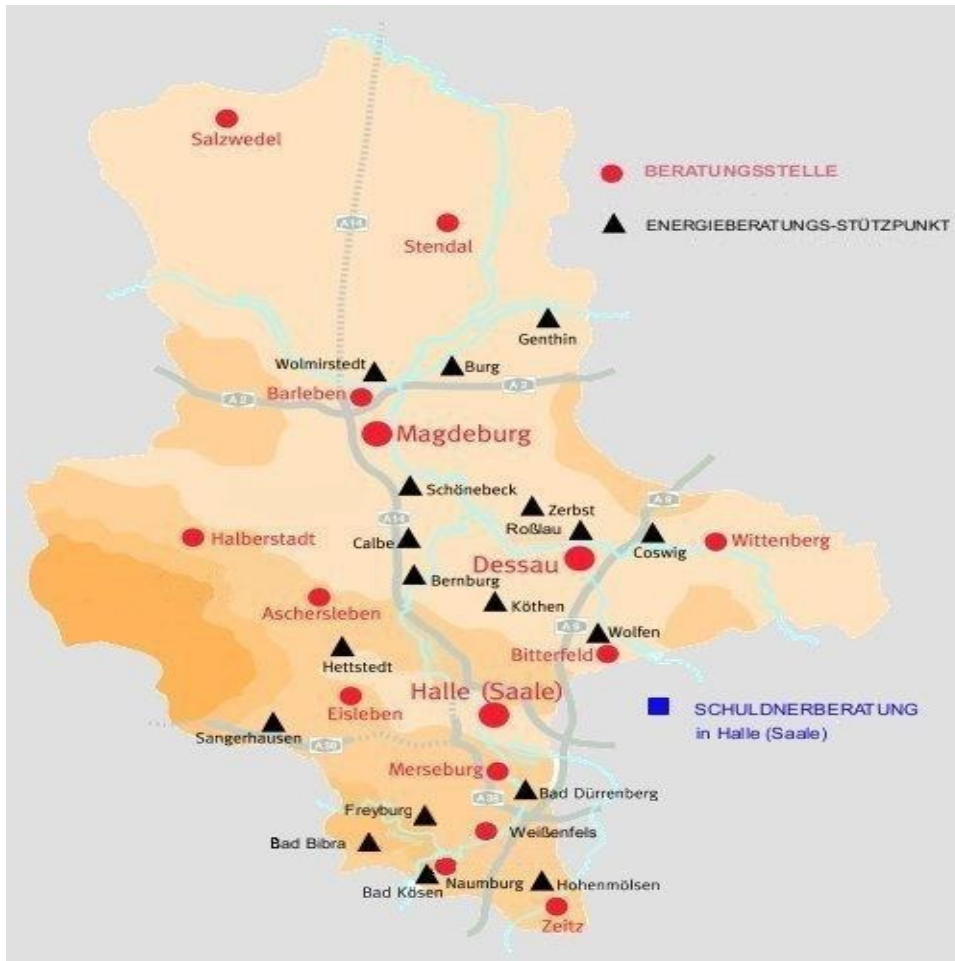


Bild 8-19: Netz der Energieberatungsstützpunkte der Verbraucherberatung

Eine erweiterte Energieeffizienz-Beratung sollte insbesondere abheben auf

- die Amortisationszeiten von Maßnahmen – finanzielles Risiko des Nichthandelns – Informationen zu Nutzungsmöglichkeiten des Förderprogramms der KfW zur Gebäudesanierung und anderer bestehender Förderprogramme, (z.B. zur Nutzung regenerativer Energien) um die notwendigen Investitionsmittel zur Verfügung zu stellen – ggf. erweitert durch eigene Förder-Programme des Landes.
- Möglichkeiten zur Nutzung von Einspar-Contracting bei fehlenden Mitteln zur Investition, deren Attraktivität sich mit steigenden Energiepreisen erhöht.

Zu beachten ist: Wenn zur Vorbereitung einer Modernisierung eine Energiesparberatung mit Gebäude-Energiegutachten (gefördert vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA im Rahmen der „Vor-Ort-Beratung“) geplant ist, so ist diese aus haushaltsrechtlichen Gründen im Rahmen dieses Förderprogramms nicht mehr förderfähig,

wenn sie mit der Ausstellung eines Gebäudeenergieausweises verbunden wird. [Bund-2008]

8.4.4.8.3 Stromverbrauch

Das Interesse an der Steigerung der Energieeffizienz ist bei den privaten Haushalten natürlicherweise fokussiert auf das Thema Kosteneinsparung. Bedingt durch den in den letzten beiden Jahren sich enorm verstärkenden Kostendruck ergreifen die Verbraucher bereits konkrete Maßnahmen zur Energieeinsparung:

- vermehrter Einsatz von Energiesparlampen,
- Änderung des eigenen Nutzungsverhaltens, z.B. Vermeidung von Stand-by-Verlusten ,
- Umstellung des Einkaufsverhaltens, z.B. gezielter Kauf energieeffizienter (Haushalts-) Geräte.

Diese positive Verhaltensänderung gilt es zu beschleunigen und zu fördern und in möglichst sinnvolle Bahnen zu lenken.

Die Initiative EnergieEffizienz - DENA Energieeffizienzkampagne:

- ist eine bundesweite Informations- und Motivationskampagne und seit Oktober 2002 aktiv;
- richtet sich an alle Endverbraucher in rund 39 Mio. Haushalten in Deutschland;
- zielt auf eine langfristige Verhaltensänderung der privaten Verbraucher;
- informiert zu Energieeffizienz durch intelligente Kaufentscheidung und Nutzung.

Hier steht die Motivation der privaten Verbraucher im Mittelpunkt – durch konsequente Hervorhebung ihres eigenen persönlichen Nutzens: Stromkosten sparen!

Die Landesregierung sollte die Möglichkeit prüfen, sich hier zu vernetzen und diese Kampagnen durch eigene Programme zu ergänzen.

Eine Zusammenfassung mit den Beratungsangeboten für Haushalte bezüglich der Gebäudesanierung und Heizenergieeinsparung (Kap.8.4.4.1) erscheint hier sinnvoll.

8.4.5 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Auf den Sektor GHD entfallen in Sachsen-Anhalt rund 18% des Endenergieverbrauches und 6,8% der Emissionen. Die Nutzfläche liegt bei rund 50 Mio. m² und liegt damit etwa bei der Hälfte des vergleichbaren Wertes im Wohnbereich.

Da eine detaillierte Aufteilung auf unterschiedliche Nutzungsarten nicht vorliegt, wurde die Gesamtfläche anhand der für die neuen Bundesländer typischen Aufteilung nach [Kleemann 2000] unterschieden in:

- 1) Öffentliche Einrichtungen inkl. Militär und Polizei
- 2) Lehr- und Unterrichtsgebäude, Kindergärten
- 3) Handel und Gastronomie
- 4) Sportstätten, Schwimmhallen und Kultureinrichtungen
- 5) Gesundheitswesen
- 6) Hotels und Ferienheime
- 7) Sonstige Dienstleistungen, Handwerk und Kleinbetriebe

Der Gebäudebestand teilt sich in diese 7 Typen auf, die der IKARUS-Gebäudetypologie für die neuen Bundesländer entnommen wurde.

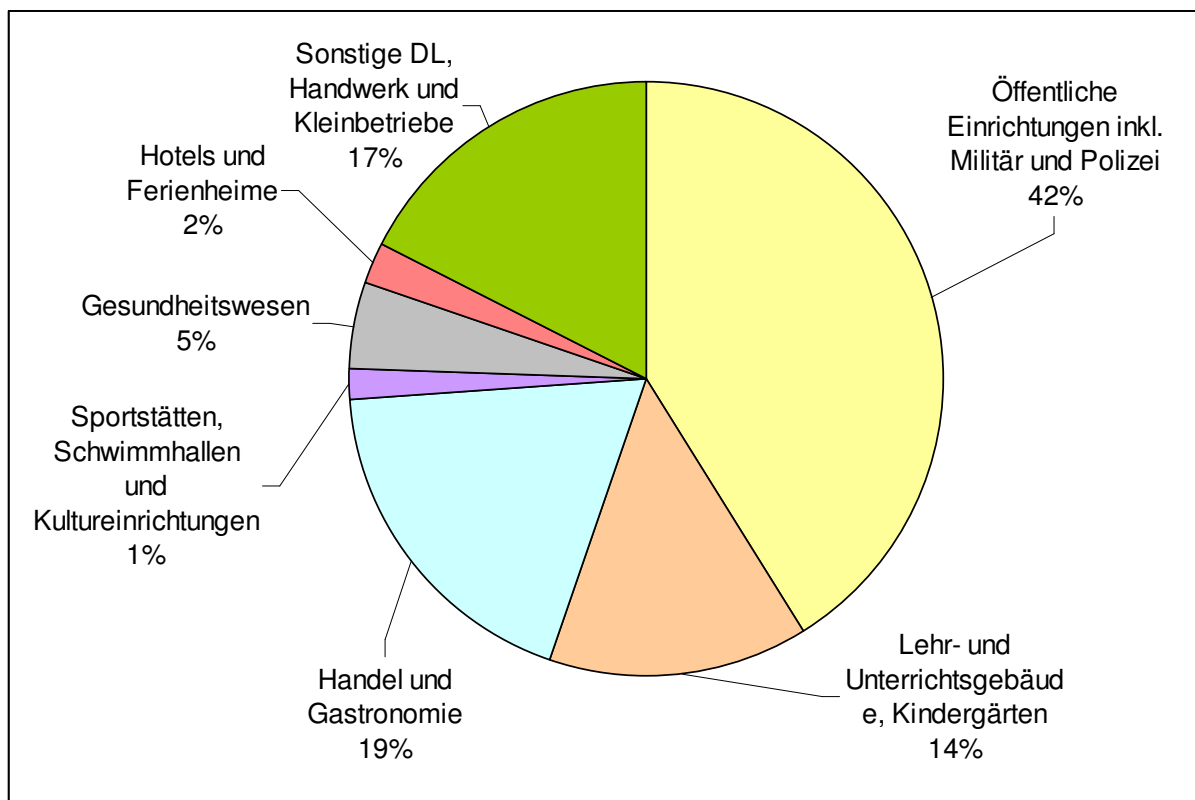


Bild 8-20: Angenommene Flächenaufteilung im Sektor GHD

Diese Aufteilung spielt eine Rolle bei der Bewertung der Einsparpotenziale, da es im GHD-Sektor eine sehr heterogene Energiebedarfsstruktur gibt.

8.4.5.1 Gebäudehülle

Ebenso wie der Haushaltssektor ist der Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistung raumwärmeintensiv, so dass 78% der Endenergie auf die Heiz- und Warmwasserversorgung entfällt.

Dementsprechend liegen in diesem Bereich auch die größten Einsparpotenziale.

Die Gebäudesubstanz, Nutzungsintensität und Anforderungen an die Raumheizung sind zum Teil vergleichbar mit dem Haushaltsbereich (z.B. bei Ladenlokalen, Altenheimen, Verwaltungsgebäuden, Schulen), zum Teil aber auch stark abweichend (Schwimmbäder, Krankenhäuser).

Eine erhebliche Verringerung des Energieverbrauches ist aber in vielen Fällen durch Maßnahmen an der Gebäudehülle erreichbar.

8.4.5.1.1 Potenziale

Im Bestand werden Bauteilflächen (Dach, Fenster, Fassade) in einem Renovierungszyklus von etwa 30 Jahren saniert, analog zum Wohnbereich.

Zur Bewertung der Potenziale wurden Maßnahmen an der Gebäudehüllfläche getrennt nach 4 Typen mit ähnlicher Nutzungscharakteristik bewertet, in der sich die Aufteilung in vorigem Abschnitt wiederfindet:

- Typ 1: Öffentliche Einrichtungen inkl. Militär und Polizei
- Typ 2: Lehr- und Unterrichtsgebäude, Kindergärten (weniger intensive Nutzung, lange Ferienzeiten)
- Typ 3: Gesundheitswesen, Hotels (intensive Nutzung)
- Typ 4: Handel, Gewerbe, sonstige DL

Eine Unterscheidung der Hüllflächen auf die Bereiche Fassade, Dach und Fenster wurde im Gewerbe aufgrund der fehlenden Datendetaillierung nicht vorgenommen.

Über typische A/V-Verhältnisse und Bauteilfaktoren, die das Verhältnis von Hüllfläche zu Nutzfläche beschreiben nach [Kleemann-2000] und einer angenommenen Sanierungsrate von 3% wurde das Potenzial von zu sanierenden Flächen bestimmt. Ähnlich wie im Haushaltsbereich wurde unterstellt, dass die Hälfte des energetischen Verbesserungs-

potenzials bereits autonom im Trendszenario umgesetzt wird, die andere Hälfte verbleibt als zusätzliche Maßnahme. Insgesamt ergibt sich ein Hüllflächenpotenzial von 11,2 Mio. qm, das bis 2020 innerhalb der üblichen Renovierungszyklen saniert werden kann.

Bei einer mittleren Effizienzverbesserung von 65-70% (U-Wert 0,3 statt 0,9-1 W/m²K je nach Typ) ergibt sich ein Heizenergie-Einsparpotenzial von 470 GWh. Dies geht einher mit einer Klimagas-Minderung von 0,133 Mio. t/a.

Würde man auch die Gebäude vollsanieren, bei denen keine Instandsetzung ansteht, könnte man weitere 0,26 Mio. t CO₂-Äquivalente einsparen, mit allerdings sehr viel höheren Vermeidungskosten.

8.4.5.1.2 Vermeidungskosten

Die Vermeidungskosten wurden auf Basis der in vorigem Abschnitt dargestellten Effizienzverbesserungen, nutzungstypischen Heizgradstundenwerten sowie flächenspezifischen Investitionskosten berechnet.

Alle untersuchten Maßnahmen innerhalb der Renovierungszyklen sind sowohl aus Sicht des Betreibers als auch aus volkswirtschaftlicher Sicht wirtschaftlich; zum Teil ergeben sich erhebliche Einsparungen von über 100 EUR/t CO₂. Dass viele dieser Maßnahmen nicht autonom umgesetzt werden, liegt an einer Vielzahl von Hemmnissen.

Beschreibung	Energetische Sanierung im Renovierungszyklus		
Technisches Potenzial	1) Hüllflächensanierung öffentliche Gebäude		5.220.000 m ²
	2) Hüllflächensanierung Lehrgebäude		1.420.000 m ²
	3) Hüllflächensanierung Krankenhäuser, Hotels, Altenheime		620.000 m ²
	4) Hüllflächensanierung Handel, Handwerk & Sonstige Gebäude		3.900.000 m ²
Investition durch	Eigentümer, Mieter, Contractor		
Hemmnisse	Fehlende Informationen, Mangelnde Vollzugskontrolle, Hoher Liquiditätsbedarf, Eigentumsstrukturen, Kameralistik (öffentliche Gebäude) Denkmalschutz		
Maßnahmen	Energieberatung, Energieausweis, Vollzugskontrolle (Bauämter)		
Umsetzungsfaktor	20% (nicht öffentliche Gebäude), 50% (öffentliche Gebäude)		
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	1) Hüllflächensanierung öffentl. Gebäude		0,059 Mio. t/a
	2) Hüllflächensanierung Lehrgebäude		0,018 Mio. t/a
	3) Hüllflächensanierung Krankenhäuser etc.		0,011 Mio. t/a
	4) Hüllflächensanierung Handel, Handwerk etc.		0,046 Mio. t/a
Investitionen	1) Hüllflächensanierung öffentl. Gebäude		157 Mio. EUR
	2) Hüllflächensanierung Lehrgebäude		43 Mio. EUR
	3) Hüllflächensanierung Krankenhäuser etc.		17 Mio. EUR
	4) Hüllflächensanierung Handel, Handwerk etc.		170 Mio. EUR
Vermeidungskosten		einzel- wirtschaftlich	gesamtwirt- schaftlich
	1) öffentl. Gebäude	-48,4 EUR/t	-22,9 EUR/t
	2) Lehrgebäude	-69,2 EUR/t	-43,7 EUR/t
	3) Krankenhäuser etc.	-127,1 EUR/t	-101,6 EUR/t
	4) Handel, Handwerk etc.	-61,4 EUR/t	-35,9 EUR/t

Tabelle 8-21: Maßnahmenbewertung Sanierung Gebäudehülle GHD

Als zusätzliche Maßnahme wurden die Vermeidungskosten auch für Sanierungen außerhalb des Renovierungszyklusses bewertet. Setzt man die Vollkosten an, ergeben sich erwartungsgemäß hohe Vermeidungskosten von 150-500 EUR/t je nach betrachtetem Typ.

8.4.5.2 Optimierte Regelung

Ein großes Potenzial im GHD-Sektor liegt in der regelungstechnischen Optimierung der gebäudetechnischen Systeme. Neben der an Nutzungszeiten angepassten Raumregelung (vgl. Abschnitt 8.4.4.4) spielen z.B. auch angepasste Volumenstromregelung von Lüftungsanlagen, Kesselregelung, Präsenzmeldesysteme sowie optimierter Einsatz von Verschattungseinrichtungen eine Rolle. Im Vergleich zu konventionellen Systemen lassen sich in einem vernetzten Gebäude intelligente Regelungsstrategien umsetzen:

- elektronische Ventile erlauben eine sollwerttreue Raumtemperaturregelung
- Durch elektronische Einzelraumregelung lassen sich Räume, die nicht durchgehend beheizt werden müssen entsprechend der einprogrammierten Nutzungszeiten der Nutzer zeitgenau mit optimierten Aufheiz- und Abschaltzeitpunkten beheizen. Dadurch lassen sich z.B. in Schulen mit festen Stundenplänen pro Raum große Einsparungen erzielen.
- Sonnenschutzeinrichtungen werden automatisiert um den Kältebedarf zu verringern.
- Heizungs- und Lüftungsanlagen werden bedarfsgeführt geregelt, z.B. über Präsenzmelder
- Wärme- und Kältespeicher werden optimiert eingesetzt.

Durch diese und weitere Maßnahmen lassen sich bis zu 30% Heizenergie einsparen. Voraussetzung ist ein vorhandenes Gebäudeleitsystem, das heute schon in einem Teil der Gewerbeimmobilien (z.B. höherwertige Büroflächen, Krankenhäuser, größere Hotels) vorhanden ist oder im Rahmen einer Renovierung nachgerüstet werden kann

8.4.5.2.1 Potenziale

Zur Bewertung der Potenziale wurden 50% der Flächen im öffentlichen Bereich und 25% der Lehrgebäude (vor allem Schulen sind interessant, siehe z.B. [Riedel-2008]) angesetzt, jeweils unterteilt nach Flächen, die bereits saniert sind (kleineres Einsparpotenzial durch Regelung) und unsanierte Flächen.

Bei konsequenter Nachrüstung könnte man im Bereich der nicht-sanierten Gebäude 200 GWh Endenergie einsparen und bei sanierten Gebäude 99 GWh. Der Neubau wurde nicht einbezogen, da hier optimierte Regelungen und Gebäudeautomationssysteme bereits im Trendszenario eine hohe Marktdurchdringung haben. Ebenso wurden andere Nutzungsbereiche wie Handel, Handwerk und Krankenhäuser nicht berücksichtigt, da hier entweder die Potenziale aufgrund der sehr viel gleichmäßigeren Nutzung nicht so groß sind

oder optimierte Regelungen durch Gebäudeautomation bereits in der autonomen Entwicklung sich durchsetzen (z.B. in Hotels und Büroflächen).

Die CO₂-Einsparpotenziale dieser Maßnahme belaufen sich auf insgesamt 0,05 Mio. t/a.

8.4.5.2.2 Vermeidungskosten

Die Bewertung der Vermeidungskosten kann hier nur beispielhaft erfolgen, da die Installationskosten erheblich von den Gegebenheiten abhängen. Als mittlere Investitionskosten für eine optimierte Raumregelung wurden 15-25 EUR/m² angesetzt.

Bei einem Einsparpotenzial von 25 % im unsanierten Bestand bzw. 20% bei bereits sanierten Objekten ergeben sich Vermeidungskosten in der Investorsicht von -19 EUR/t (unsanierte Gebäude) bzw. 55 EUR/t (sanierter Bestand). Dass die Vermeidungskosten bei gleichzeitiger Sanierung höher sind, liegt daran, dass zwar etwas weniger Installationsaufwand notwendig ist, aufgrund des niedrigeren Verbrauchsniveaus die absolute Energieeinsparung aber sehr viel niedriger ausfällt.

Die Maßnahme ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Beschreibung	Forcierter Ausbau von Optimierten Regelungssystemen im Bereich öffentlicher Gebäude und Lehrgebäude	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007	unbedeutend
	Ausbau Trendszenario:	unbedeutend
	Maßnahme: Optimierung unsanierter Bestand	+5,7 Mio. qm
	Maßnahme: Optimierung sanierter Bestand	+2,7 Mio. qm
Investition durch	Nutzer, Eigentümer, Contractoren	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Eigentumsverhältnisse, Akzeptanzprobleme	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energieausweis, Förderung, Contracting	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Maßnahme: Optimierung unsanierter Bestand	0,050 Mio. t/a
	Maßnahme: Optimierung sanierter Bestand	0,011 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Optimierung unsanierter Bestand	143 Mio. EUR
	Maßnahme: Optimierung sanierter Bestand	41 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Optimierung unsanierter Bestand	-19EUR/t
	Maßnahme: Optimierung sanierter Bestand	55 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Optimierung unsanierter Bestand	7,3 EUR/t
	Maßnahme: Optimierung sanierter Bestand	81 EUR/t

Tabelle 8-22: Maßnahmenbewertung Optimierte Regelung

8.4.5.3 KWK

Im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen entfallen rd. 50 Mio. m² auf die beheizte Nutzfläche. Nach Erhebungen im Rahmen der „Analyse des nationalen Potenzials für den Einsatz hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung“ [EM-2005] kann wegen fehlender zentraler Wärmeverteilung nur 85% der beheizten Fläche angesetzt werden, die zur Versorgung über KWK Anlagen geeignet sind.

8.4.5.3.1 Potenziale

Der Ausbau im Trendszenario ist überwiegend durch die aktuelle Förderung wirtschaftlich. Darüber hinaus gibt es noch zahlreiche Immobilien in denen sich der Ausbau der KWK nicht automatisch lohnt, da die Anlagen zu geringe Betriebsstunden erreichen.

Über den Ausbau der KWK im Trendszenario können als weitere Maßnahmen definiert werden:

- Ausbau von Mikro KWK Anlagen mit ~10 kW für rd. 10% der Nutzfläche
- Ausbau von kleinen KWK Anlagen mit bis zu 100 kW für rd. 20% der Nutzfläche
- Ausbau von großen KWK Anlagen mit bis zu 1000 kW für rd. 5% der Nutzfläche

Angesetzt wurde ein mittlerer Wärmebedarf von 110 kWh/m² für die Raumwärme und Brauchwarmwasserbereitung, die im GHD-Bereich eine eher untergeordnete Rolle spielt.

Mit einer solchen Ausbaustrategie könnten zusätzlich 171 MW elektrische Leistung installiert werden bei einer Stromerzeugung von 684 GWh.

Durch die effiziente gekoppelte Erzeugung könnten 0,254 Mio. t CO₂-Äquivalente eingespart werden.

8.4.5.3.2 Vermeidungskosten der Potenziale

Je nach Anlagengröße ergeben sich unterschiedliche spezifische Anlagenkosten, mit 1800 EUR/kW in der Größenklasse 500 kW_{el} am günstigsten. Mit sinkender Leistung steigen die Investitionen auf 2.000 EUR/kW in der Größenklasse 50 kW_{el} und auf 2.500 EUR/kW in der Größenklasse 5-10 kW_{el}. Ebenso liegen die variablen Betriebskosten zwischen 16 und 20 EUR/MWh je nach Leistungsklasse. Die Gutschrift der Wärme erfolgt auf Basis der variablen Erzeugungskosten eines Gasbrennwertkessels. In die Stromgutschrift wurde in der einzelwirtschaftlichen Sicht sowohl die KWK Vergütung nach dem aktuellen Entwurf des KWK-G als auch die vermiedenen Netzentgelte und auch die Stromsteuerbefreiung einkalkuliert. Dadurch sind diese Maßnahmen nur mit der größtmöglichen Förderung im Rahmen eines Energiecontractings durch einen Contractor zu erschließen. Für die MIKRO-KWK Anlagen wurde mit einer überwiegenden Verdrängung von Strombezug und einer Einspeisung nach KWK-G von nur rd. 20 % und ohne Ansatz der Stromsteuerbefreiung (Eigenbetrieb) kalkuliert.

Beschreibung	Ausbau KWK in Bereich GHD		
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 beheizte Fläche	48 Mio. m ²	
	Maßnahme: Mikro KWK 10 kW	4,8 Mio. m ²	
	Maßnahme: kleine KWK <100 kW	9,6 Mio. m ²	
	Maßnahme: große KWK <1000 kW	2,4 Mio. m ²	
Investition durch	Energieversorger als Contractoren, Nutzer		
Hemmnisse	Hohe Investitionen, lange Amortisationszeiten		
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater),		
Umsetzungsfaktor	10-50 %		
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Maßnahme: Mikro KWK	0,066 Mio. t/a	
	Maßnahme: kleine KWK	0,146 Mio. t/a	
	Maßnahme: große KWK	0,042 Mio. t/a	
Investitionen	Maßnahme: Mikro KWK	111 Mio. EUR	
	Maßnahme: kleine KWK	196 Mio. EUR	
	Maßnahme: große KWK	52 Mio. EUR	
Vermeidungskosten	einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Mikro KWK	48,3 EUR/t
		Maßnahme: kleine KWK	17,0 EUR/t
		Maßnahme: große KWK	-3,8 EUR/t
	gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Mikro KWK	170,9 EUR/t
		Maßnahme: kleine KWK	117,6 EUR/t
		Maßnahme: große KWK	91,4 EUR/t

Tabelle 8-23: Maßnahmenbewertung KWK im Bereich GHD

Wirtschaftlich sind hier nur Anlagen der größten Leistungsklasse, deren Potenzial allerdings aufgrund des nur geringen Wärmebedarfes in diesem Bereich begrenzt ist. Gesamtwirtschaftlich betrachtet fällt die KWK-Förderung und auch die Stromsteuerbefreiung weg, so dass die Minderungskosten zwischen 90 und 170 EUR/t liegen.

8.4.5.4 Effiziente Stromanwendungen

Der Stromverbrauch des GHD-Sektors liegt in Sachsen-Anhalt bei rund 3200 GWh, die Aufteilung und die zukünftige Entwicklung ist in Abschnitt 7.3.2 erläutert worden.

8.4.5.4.1 Beleuchtung

Im Gegensatz zum Haushalt ist die Beleuchtung im gewerblichen Bereich oftmals schon effizienter wegen der längeren Nutzungsdauer und des größeren Einflusses der Betriebskosten (inkl. Lampenwechsel).

Trotzdem können in vielen Bereichen noch Verbesserungen durch effizientere Beleuchtung mit elektronischen Vorschaltgeräten und Reflektoren erreicht werden.

Zwar sind die relativen Einsparpotenziale geringer als im Haushalt, beim Austausch alter Leuchten können aber Einsparungen von rund 40% erzielt werden.

8.4.5.4.1.1 Potenziale

Aufgrund der hohen Energiepreise und der möglichen Einsparungen werden sich effizientere Beleuchtungssysteme in der Trendprojektion weitgehend durchsetzen. Als zusätzliche Maßnahme ergibt sich noch ein Restpotenzial von abschätzig 20%??, das darüber hinaus noch erschlossen werden kann.

Der Strombedarf für Beleuchtung, der in den einzelnen Untersektoren im Gewerbe benötigt wird, wurde in Anlehnung an die Energieverwendungsbilanz in [ISI-2004] mit 10-20 kWh/m² Nutzfläche je nach Typ (Krankenhaus, Büro, Schule etc.) abgeschätzt.

Bei einer Potenzialausschöpfung von 20% ergeben sich eine Stromeinsparung von 50 GWh/a und eine CO₂-Minderung von 0,027 Mio. t/a. Diese entfällt im Wesentlichen auf öffentliche Einrichtungen sowie sonstige Objekte (Handel, Dienstleistungen).

8.4.5.4.1.2 Vermeidungskosten

Bei der Berechnung der Einsparkosten ist die Annahme zugrunde gelegt, dass energiesparende Leuchten mit im Mittel 10 EUR/m² Mehrkosten, das entspricht z.B. bei einem 30qm-Büro Mehrkosten von 300 EUR, eingebaut werden können.

Damit ergeben sich Kosteneinsparungen von -4,4 EUR/t CO₂ in der Einzelsicht, die Maßnahme ist also kostenneutral. In der gesamtwirtschaftlichen Sichtweise liegen die Vermeidungskosten wegen des deutlich niedrigeren anlegbaren Strompreises jedoch bei 58 EUR/t.

Beschreibung	Effiziente Beleuchtungssysteme	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Marktanteil)	20%
	Ausbau Trendszenario:	+60%
	Maßnahme: Effiziente Beleuchtung	+20%
Investition durch	Eigentümer, Mieter, Contractoren	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Komfortansprüche, Bequemlichkeit	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energielabel, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Maßnahme: Effiziente Beleuchtungssysteme	0,073 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Effiziente Beleuchtungssysteme	84 Mio. EUR
Vermeidungskosten	einzelwirtschaftlich	-4,4 EUR/t
	gesamtwirtschaftlich	57,6 EUR/t

Tabelle 8-24: Maßnahmenbewertung Effiziente Beleuchtung

8.4.5.4.2 Beleuchtungssteuerung

Zusätzlich zur Effizienzsteigerung der Beleuchtung lassen sich in vielen Teilbereichen des Sektors GHD auch mit der optimierten Regelung von dimmbaren Leuchten weitere Energiekosten und –verbräuche reduzieren. Unterstützt durch Präsenzmelder und Lichtstärkesensoren kann eine geeignete Regelungstechnik die Beleuchtung tageslicht- und präsenzabhängig steuern. Das damit erreichbare Potenzial hängt allerdings stark von der Auslegung des Systems, der Art der Nutzung und der damit erreichten Akzeptanz ab. Für die Maßnahmendefinition wurde eine Einsparung von 30-50% (je nach Nutzungstyp) in geeigneten Fällen angenommen (vgl. z.B. [DENA-2007a]).

8.4.5.4.2.1 Potenziale

Da ein Teil der Potenziale autonom ausgeschöpft wird und eine tageslichtabhängige Steuerung auch nicht in allen Bereichen sinnvoll ist (z.B. Gebäude ohne Tageslichteinfall wie Kaufhäuser), wird ein Flächenpotenzial von 15% (Handel, Gewerbe) bis 30% (Schulen, öffentliche Gebäude) unterstellt.

Damit ergeben sich eine Stromeinsparung von 67 GWh/a und eine CO₂-Minderung von 0,036 Mio. t/a.

8.4.5.4.2 Vermeidungskosten

Bei der Berechnung der Einsparkosten sind Ansätze für die Mehrkosten von Sensoren, Aktoren und dimmbaren Vorschaltgeräten sowie die Installation zu Grunde gelegt worden, die zu flächenbezogenen Kosten von 8-13 EUR/m² führen.

Damit ergeben sich Vermeidungskosten von 78 EUR/t CO₂-Ä. in der Einzelsicht und 140 EUR/t in der gesamtwirtschaftlichen Sichtweise. Adaptive Systeme sind somit im Mittel noch nicht wirtschaftlich, was allerdings nicht gegen eine gegebene Wirtschaftlichkeit im Einzelfall spricht.

Beschreibung	adaptive Beleuchtungssysteme	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Marktanteil)	unbedeutend
	Ausbau Trendszenario (Marktanteil)	+20%
	Maßnahme: Effiziente Beleuchtung (Marktanteil)	+23%
Investition durch	Eigentümer, Bauherren, Contractoren	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Komfortansprüche, Akzeptanzprobleme	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energielabel, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Maßnahme: adaptive Beleuchtungssysteme	0,036 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: adaptive Beleuchtungssysteme	145 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: adaptive Beleuchtungssysteme	78 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: adaptive Beleuchtungssysteme	40 EUR/t

Tabelle 8-25: Maßnahmenbewertung adaptive Beleuchtungssysteme

8.4.5.4.3 Pumpen

Im Bereich der Pumpen gibt es im GHD analog zum Haushaltsbereich Effizienzsteigerungsmöglichkeiten durch drehzahlvariable Pumpen mit Frequenzumrichter, die oftmals nicht ausgeschöpft werden.

Die Einsparpotenziale werden auf etwa 30% geschätzt [WI-2005].

8.4.5.4.3.1 Potenziale

Die Potenziale lassen sich aufgrund der schlechten Datenlage nur sehr grob abschätzen. Bei einer mittleren Umwälzpumpenleistung für Raumwärme und Warmwasser von 0,2-0,3 W/m² Nutzfläche je nach Gebäudetyp und 4000-6000 Betriebsstunden errechnet sich bei einer Potenzialausschöpfung von 30% (Rest Trendszenario oder technisch nicht sinnvoll) eine Einsparung von 6 GWh Strom bzw. 0,003 Mio. t CO₂. Besondere Einsatzgebiete etwa bei Schwimmbädern oder im Handwerk sind hierbei nicht berücksichtigt.

8.4.5.4.3.2 Vermeidungskosten

Bei grob abgeschätzten Mehrkosten von 2 EUR/W Pumpenleistung liegen die Vermeidungskosten bei -22 bzw. 40 EUR/t.

Beschreibung	Effiziente Umwälzpumpen im GHD	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Marktanteil)	nicht definiert
	Ausbau Marktanteil Trendszenario:	+50%
	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	+30%
Investition durch	Eigentümer, Bauherren, Contractor	
Hemmnisse	Unkenntnisse, Falsches Sicherheitsdenken	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), konsequente Umsetzung Energie label, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	20 %	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	0,003 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	9 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	-22 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Umwälzpumpen	40 EUR/t

Tabelle 8-26: Maßnahmenbewertung Effiziente Umwälzpumpen im GHD-Sektor

8.4.5.4.4 Energieeffiziente Bürogeräte

Der Anteil der Bürogeräte am Stromverbrauch des GHD-Sektors liegt heute bei rund 350 GWh mit leicht steigender Tendenz aufgrund der zunehmenden Geräteausstattung.

In diesem Bereich, also bei Desktop-PCs, Servern, Monitoren, Kopierern und Druckern, schwanken die spezifischen Energieverbräuche in Abhängigkeit von der Nutzung und dem Gerätetyp sehr stark. Durch eine Beschaffungsstrategie, die auch niedrige Verbrauchswerte und praxisgerechten Energiesparfunktionen berücksichtigt, lassen sich z.B. bei einem normalen Büroarbeitsplatz bis zu 300 kWh einsparen [DENA-2007].

8.4.5.4.4.1 Potenziale

Bei der Potenzialabschätzung wird von einer Effizienzsteigerung von 20% ausgegangen und einer Durchdringung von 20%. Das heißt, dass in 30% aller Fälle noch weitere über die autonome Entwicklung hinausgehende Verbesserungen von 20% durch optimierte Beschaffung und angepasste Nutzung (z.B. Aktivierung von Standby-funktionen) erzielt werden können.

Durch die kurzen Erneuerungszyklen der Geräte in diesem Bereich lassen sich Einsparungen auch sehr schnell erreichen.

Unter Berücksichtigung des steigenden Ausstattungsgrades bis 2020 ließen sich nach dieser Abschätzung insgesamt rund 6% oder 26 GWh des auf Bürogeräte entfallenden Energieverbrauches zusätzlich einsparen. Emissionsseitig ergeben sich Einsparungen von 0,015 Mio. t/a.

8.4.5.4.4.2 Vermeidungskosten

Auswertungen von Gerätedatenbanken zeigen, dass es bei vielen Bürogeräten (z.B. Monitoren) zwar deutliche Streuungen im Verbrauch einer Geräteklasse gibt, diese aber nicht mit den Anschaffungskosten korrelieren. Eine Annahme von Investitionsmehrkosten ist also wenig sinnvoll. Darüber hinaus lassen sich weitere Effizienzsteigerungen durch eine sinnvolle Nutzung von Energiesparfunktionen ohne Mehrkosten erreichen.

Damit liegen die Einsparungen pro eingesparter t CO₂-Äquivalent bei -273 EUR aus Entscheidersicht und -215 EUR/t in der gesamtwirtschaftlichen Perspektive.

Beschreibung	Effiziente Bürogeräte	
Technisches Potenzial	Status Quo 2007 (Verbrauch aller Bürogeräte)	350 GWh
	Maßnahme: Effizienzsteigerung in 30% der Anwendungsfälle um 20%	-26 GWh
Investition durch	i.d.R. keine Mehrinvestition	
Hemmnisse	Unkenntnisse, andere Kaufkriterien, Benutzerverhalten	
Maßnahmen	Beratung (z.B. durch Energieberater), Energiecontrolling, Informationskampagne	
Umsetzungsfaktor	50 %	
CO₂-Ä.-Minderungspotenzial	Maßnahme: Effiziente Bürogeräte	0,015 Mio. t/a
Investitionen	Maßnahme: Effiziente Bürogeräte	0 Mio. EUR
Vermeidungskosten		
einzelwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Bürogeräte	-273 EUR/t
gesamtwirtschaftlich	Maßnahme: Effiziente Bürogeräte	-215 EUR/t

Tabelle 8-27: Maßnahmenbewertung Effiziente Bürogeräte

8.4.5.5 Weitere Maßnahmen

Neben den vorgestellten Maßnahmen gibt es im Sektor GHD noch eine Vielzahl von weiteren Maßnahmen, die im Folgenden kurz beschrieben und qualitativ bewertet werden. Eine quantitative Aussage ist im Rahmen dieser Studie aufgrund der eingeschränkten Datenlage nicht möglich.

- **Energieeffiziente Rechenzentren:** In diesem Bereich können bei rechenintensiven Objekten (Banken, Versicherungen) z.T. bis zu 60 Prozent des gesamten Stromverbrauchs durch Rechenzentren verursacht werden. Die Energieverbräuche für die Klimatisierung, das IT-Equipment sowie die unterbrechungsfreie Stromversorgung haben dabei den größten Anteil. Durch teilweise einfache Maßnahmen, wie einer optimierten Planung und Ausgestaltung des Serverraums (z.B. Direktkühlung statt Wärmeabfuhr über Raumluft), einen energieverbrauchsoptimierten Betrieb aller Komponenten im Serverraum und die

Beschaffung energieeffizienter Geräte und Anlagen, könnten bis zu 50% der Energie eingespart werden.

- **Lüftung:** Durch bedarfsgerechte Steuerung des Volumenstroms, optimierte Wärmerückgewinnung und effiziente Ventilatoren könnten in Gebäude mit maschineller Lüftung oft rund 50% der Wärmeenergie und bis zu 80% der Hilfsenergie eingespart werden.
- **Kühlung:** Durch optimierte Systeme (z.B. Kühldecken statt Luftkühlung, adiabate Kühlung), Bautechnik (Verschattungseinrichtungen, Sonnenschutzverglasung, Latentspeichermaterialien) und individuelle Regelung lassen sich ebenfalls erhebliche Einsparpotenziale in gekühlten Gebäudebereichen erreichen. Bei der Kühl- und Gefriertechnik im Handel lassen sich durch optimierte Bauformen z.B. von Kühltheken Verluste reduzieren.
- **Druckluft:** Im Handwerk und Kleingewerbe können bei Druckluftanlagen bis zu 50 % Energie eingespart werden, die Amortisationszeiten liegen oft nur bei wenigen Jahren.
- **Elektromotoren:** In verschiedenen Anwendungen sind im Gewerbe Elektromotoren im Einsatz. Durch konsequenten Einsatz von Bestgeräten der Effizienzklasse EFF1 oder besser lassen sich Einsparungen von rund 10% erreichen gegenüber Motoren einer mittleren Effizienz.

8.4.5.6 Gesamtbewertung Potenziale GHD

Im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen lassen sich durch die hier bewerteten Maßnahmen über das Trendszenario hinaus weitere 0,79 Mio. t CO₂ einsparen. Mehr als die Hälfte des Potenzials liegt dabei im Bereich der Hüllflächensanierung, die dann wirtschaftlich ist, wenn sie im Rahmen einer ohnehin fälligen Sanierung durchgeführt wird. Weitere kosteneffiziente Maßnahmen liegen in den Bereichen Pumpenerneuerung, Beleuchtung, energieeffiziente Bürogeräte und Regelungstechnik.

Durch KWK-Anlagen ließen sich 0,19 Mio. t einsparen, diese sind allerdings unter den hier angesetzten Randbedingungen nicht wirtschaftlich.

Die Kostenkurve aus der individuellen Sicht ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die wirtschaftlichen Maßnahmen machen rund 25 % des Gesamtpotenzials aus.

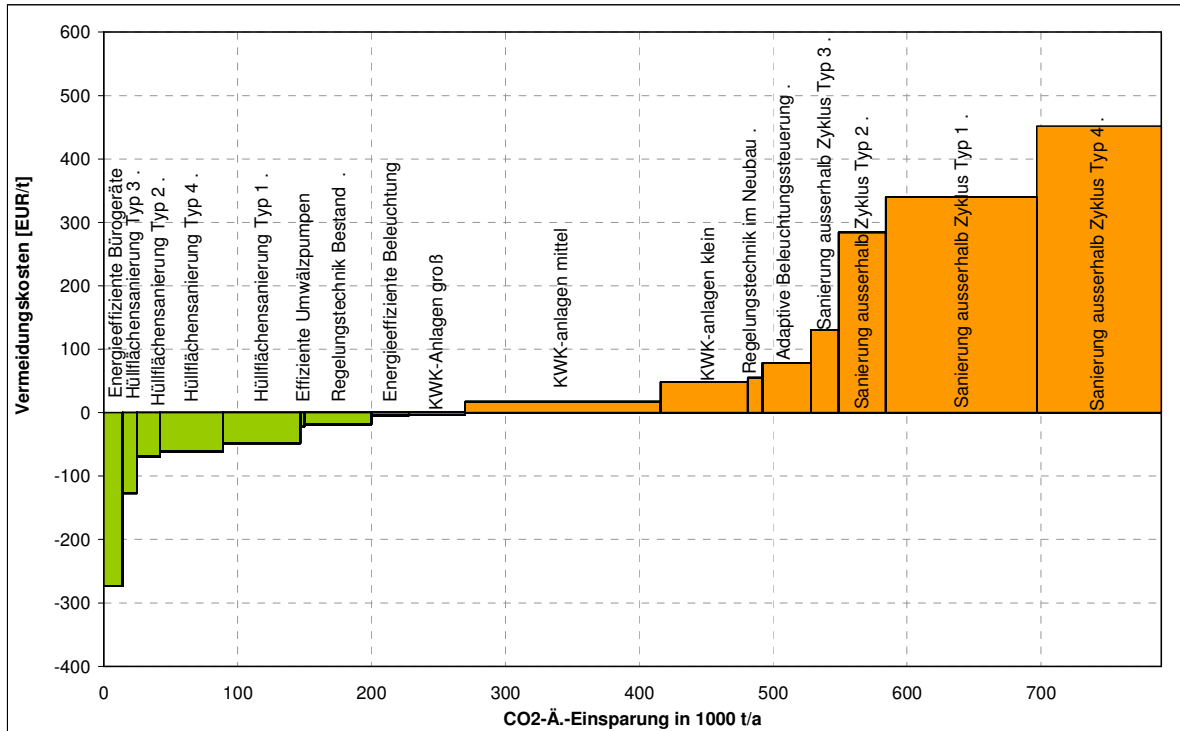


Bild 8-21: Vermeidungskostenkurve GHD aus einzelwirtschaftlicher Perspektive

Die gesamtwirtschaftliche Perspektive unterscheidet sich nur wenig von der einzelwirtschaftlichen Betrachtung, da die Energiekosten im Gewerbe weniger durch Steuern bestimmt sind als im Haushaltssektor und die Maßnahmen weitgehend (Ausnahme: KWK) ohne Förderungen bewertet sind.

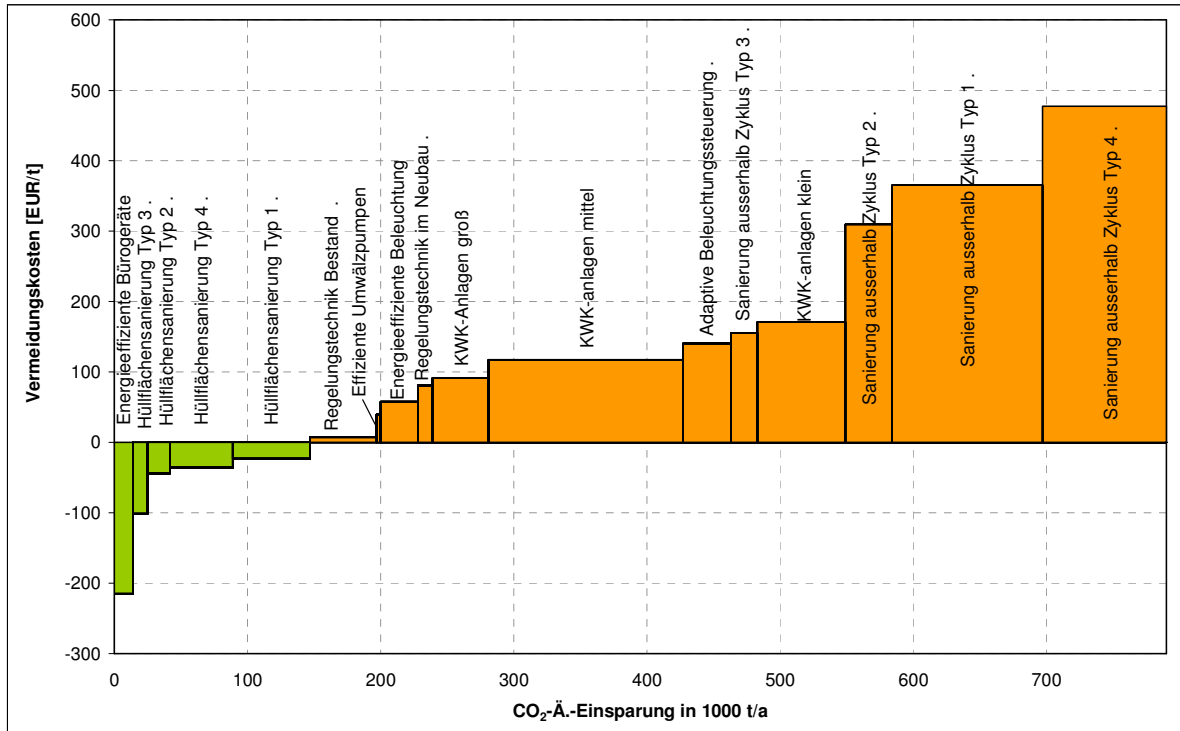


Bild 8-22: Vermeidungskostenkurve GHD aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive

8.4.5.7 Umsetzungshebel durch das Land Sachsen-Anhalt

Bei den hier durchzuführenden Maßnahmen geht es ebenso wie im Haushaltsbereich darum, die Eigeninitiative der Entscheider zu fördern.

Die Hemmnisse durch den hohen Investitionsbedarf insbesondere im Gebäudesanierungsbereich verhindern in vielen Fällen die Umsetzung einer eigentlich wirtschaftlichen Maßnahme. Hinzu kommt im GHD-Sektor oftmals die Eigentümerproblematik, da in vielen Fällen Nutzer und Besitzer nicht identisch sind oder wie im öffentlichen Bereich (z.B. bei Krankenhäusern und Universitäten) Investitionen einerseits und Einsparungen andererseits nicht bei den gleichen Budgetverantwortlichen liegen. In diesen Fällen kann durch Contracting oder PPP-Modelle (private-public-partnership) oftmals der Investitionsstau aufgelöst werden.

Auch sind einige Maßnahmen mit tatsächlichen oder vermeintlichen Akzeptanzproblemen behaftet (z.B. intelligente Regelungen von Beleuchtung und Raumklima, Energieverbrauchsschaltungen von Bürogeräten), denen man durch gezielte Informationen begegnen kann.

Dem Land Sachsen-Anhalt stehen zur **Steigerung der Umsetzungsraten** der oben ermittelten Potenziale im Wesentlichen zwei Wege zur Verfügung.

- ordnungspolitischer Zwang durch Gesetzgebung und Überwachung,
- Förderung durch Information, Beratung und Kostenbeteiligung

Da die Möglichkeiten des Landes, auf ordnungsrechtlichem Weg einzugreifen, begrenzt sind und auch angesichts der wirtschaftlich nach wie vor schwierigen Situation der Wirtschaft in Sachsen-Anhalt nur bedingt möglich sind, kommt vor allem dem Bereich der Energieberatung eine hohe Bedeutung zu.

Dem Bereich der Landeseigenen Immobilien, immerhin rund 2000 Liegenschaften, kommt dabei ebenfalls eine wichtige Bedeutung und Vorbildfunktion zu. Dieser Bereich ist für rund 5% des Stromverbrauchs und ebenfalls rund 5% des Wärmebedarfes verantwortlich.

8.4.6 Verkehr

Bis 2020 lassen sich im Verkehrsbereich, der mit 95% vom Straßenverkehr dominiert wird, durch die im Trendszenario verankerten, teilweise gesetzlich, teilweise politisch untersetzten Maßnahmen in Kombination mit dem Infrastrukturausbau und den demografischen Schrumpfungsprozessen bei nur leicht rückläufigem Endenergieverbrauch die Emissionen einschl. Vorketten um 556 kt CO₂-Ä oder 9,2% im Vergleich zu 2005 vermindern. Würde man den auf Sachsen-Anhalt bezogenen demografischen Schrumpfungsprozess alleine für sich betrachten, so läge die Reduktion in einer Größenordnung von 1.213 kt CO₂-Ä oder **36%**. D.h., dass die übrige, durch nationale und internationale Perspektiven geprägte Verkehrsentwicklung (überwiegend Transitverkehre) den Landeseffekt in Höhe von etwa 657 kt CO₂-Ä kompensiert.

Im Rahmen einer Studie für den BDI hat McKinsey Vermeidungskostenkurven aus Entscheiderperspektive für den Verkehrsbereich bis 2030 entwickelt [McKinsey-2007]. Die Kostenkurve für 2020 ist in nachstehendem Bild dargestellt.

Die Berechnungen weisen für Deutschland bezogen auf die heutige Situation eine Reduktion der Treibhausgase um 11% aus, wenn 14 Mio. t CO₂-Ä durch technische Hebel, die für den Entscheider wirtschaftlich sind, sowie weitere 14 Mio. t CO₂-Ä durch den Ausbau der Biokraftstoffquote auf energetisch 17% mit entsprechenden Vermeidungskosten von 130 bis 320 €/t CO₂-Ä bei Ethanol und 190 bis 240 €/t CO₂-Ä bei Biodiesel realisiert werden. Weitere 9 Mio. t CO₂-Ä Reduktion durch weitestgehend

technische Maßnahmen am Fahrzeug sind nur mit erheblichen Vermeidungskosten zu realisieren.

Im Trendszenario bereits berücksichtigt sind die wirtschaftlichen Hebel und eine Biokraftstoffquote von 10% energetisch.

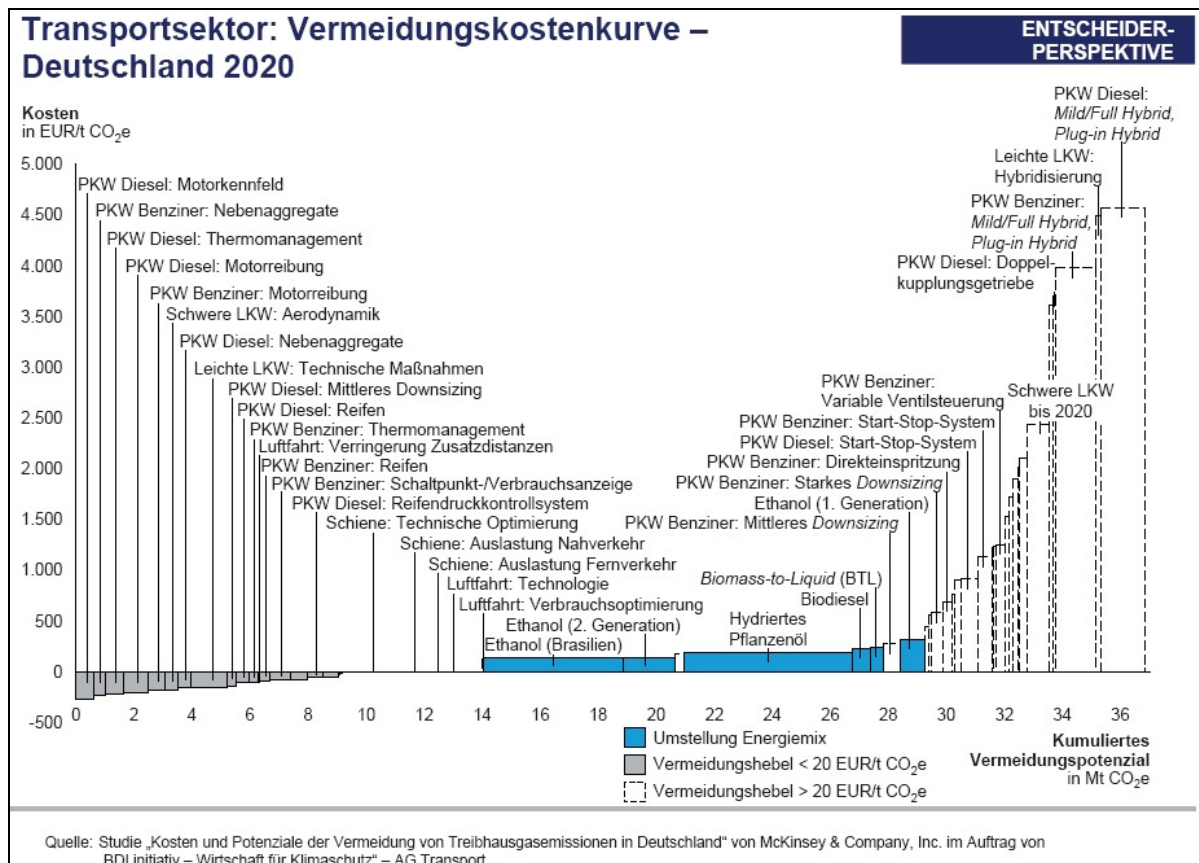


Bild 8-23: Vermeidungskostenkurve Verkehr 2020 aus Entscheiderperspektive [McKinsey-2007]

8.4.6.1 Weitere Erhöhung der Biokraftstoffquote

In 2007 hat die Bundesregierung auf einer Klausurtagung in Meseberg ein politisches Ziel formuliert, den Anteil an Biokraftstoffen bis 2020 über die EU-Quote hinaus auf 17% (bezogen auf den Energiegehalt), wie in der McKinsey-Studie bereits berücksichtigt, weiter zu steigern. Dies bedeutet auf die Kraftstoffmasse bezogen einen Anteil von 25% beim Ottokraftstoff und 19% beim Dieselkraftstoff. Bei diesen Quoten werden spezifische Verbrauchserhöhungen von 10% bei Otto-Pkw und 3% bei Diesel-Pkw unterstellt.

8.4.6.1.1 Potenziale

Bei ansonsten gleichen Randbedingungen führt eine entsprechende Erhöhung der Quote zu einem Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich von 20.409 GWh. Bezogen auf 2005 bedeutet dies eine leichte Reduktion von -1,6%.

In Emissionsreduktion ausgedrückt zieht die Quotenerhöhung eine CO₂-Ä-Minderung von 940 kt oder knapp -15,5% im Vergleich zu 2005 nach sich. Das sind zusätzlich zum Trendszenario weitere 6%-Punkte oder 384 kt.

8.4.6.1.2 Vermeidungskosten

Die weitere Erhöhung der Biokraftstoffquote auf 17% erzeugt je nach Art und Herkunft deutlich unterschiedliche Vermeidungskosten. Wird unterstellt, dass die weitere Erhöhung im Ottobereich zu gleichen Anteilen durch Ethanol der 1. Generation, Importe aus Brasilien (aus Zuckerrohr) sowie Ethanol der 2. Generation, im Dieselmotorbereich i.w. durch hydriertes Pflanzenöl gedeckt wird, so ergeben sich mittlere Vermeidungskosten von knapp 190 €/t CO₂-Ä für Ethanol und Biodiesel.

Die Vermeidungskosten belaufen sich dann in Summe auf annähernd 73 Mio. €.

8.4.6.2 Weitere Hebel

Ökonomische Fahrweise (Eco-Driving) [McKinsey-2007]

Unter der Annahme, dass sich 20% der Pkw-Fahrer während der Fahrschulung und im Rahmen von Trainingskursen für geübte Fahrer in ökonomischer Fahrweise schulen lassen, könnte ein Minderungspotenzial von etwa 30 kt CO₂-Ä (-0,5% zu 2005) realisiert werden. Da der Kraftstoffverbrauch um durchschnittlich 6% sinkt, dürften die entsprechenden Vermeidungskosten für den Entscheider wirtschaftlich sein.

Optimiertes Lkw-Flottenmanagement [McKinsey-2007]

Durch den verstärkten Einsatz logistischer Optimierungsinstrumente (z.B. Frachtbörsen, computerbasierte Auslastungsplanung, ...) sowie GPS-basierter Routenplanung und zukünftiger Mehrwertdienste im Rahmen des Lkw-Maut-Systems können Kraftstoffeinsparungen von bis zu 10% erreicht werden. Bei maximaler Ausnutzung der

genannten Instrumente würden sich die CO₂-Ä-Emissionen um bis zu 180 kt (-3% zu 2005) reduzieren lassen. Auch hier kann von einer Wirtschaftlichkeit für den Entscheider in Bezug auf die Vermeidungskosten ausgegangen werden.

Tempolimits auf Autobahnen

Zusammengefasste Daten zu Längenanteilen der bestehenden Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Autobahnen sind für Sachsen-Anhalt nicht verfügbar. Daher müssen entsprechende Annahmen getroffen werden, die auf grobe Angaben für das Bundesgebiet aufbauen. Für das Bestandsnetz wird davon ausgegangen, dass in 2020 nur noch 20% nicht limitiert sind. Die bis 2020 geplanten Neubaustrecken werden als zunächst unlimitiert angenommen.

Auf Basis dieser Annahmen ergeben sich für eine diskutierte Beschränkung auf generell 120 bzw. 130 km/h Emissionsminderungen in Höhe von 32 (-0,5%) bzw. 22 kt CO₂-Ä (-0,4% zu 2005) bei nicht näher zu quantifizierenden Vermeidungskosten in Bezug auf Planung, Beschilderung, Unterhaltung/Erneuerung und verstärkte Kontrolle. Bringt man gleichzeitig den Eco-Driving-Effekt im oberen Geschwindigkeitsbereich mit in Ansatz, so reduzieren sich die obigen Werte auf 18 bzw. 7 kt/a. Damit geht die Wirkung entsprechender Geschwindigkeitsbeschränkungen im „Rauschen der Fehlerbandbreiten der Berechnungen“ unter.

Insgesamt lassen sich bei Realisierung der beschriebenen weiteren Hebel Reduktionen von 220 bzw. 230 kt (zwischen -3 und -4% zu 2005) verwirklichen.

8.4.6.3 Hebel des Landes

Durch den starken Schrumpfungsprozess bei der Bevölkerung Sachsen-Anhalts wird bis 2020 mit den übrigen Maßnahmen des Trendszenarios mit geschätzt ca. 1200 kt CO₂-Ä bereits ein erhebliches Minderungspotenzial freigesetzt. Bezogen auf die Gesamtemission im Verkehrsbereich sind das -20%, bezogen auf den Landesanteil -36%. Dabei unterstellt sind auch die durch das Landesverkehrskonzept in Bezug auf den ÖPNV und den Binnenschiffsverkehr gestellte Weichen zur Verkehrsverlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger. Der Schrumpfungsprozess alleine bewirkt eine „Verkehrsvermeidung“ in einer Größenordnung von 10% des Landesanteils der Fahrleistung.

Damit sind die verkehrlichen Hebel des Landes bereits zu einem hohen Anteil ausgeschöpft. Dennoch sollen im Folgenden noch Maßnahmen skizziert werden, die durch das Land auf allen Verwaltungsebenen eingeführt bzw. forciert werden können. Dabei spielt der kommunale Sektor eine besondere Rolle, da hier der Verkehr entsteht. Angaben zu Reduktionspotenzialen und Vermeidungskosten werden aufgrund fehlender Datenbasis nicht vorgenommen

- Verkehrsvermeidung durch mobilitätssparende Siedlungskonzepte (z.B. Nachverdichtung in bebauten Gebieten, Anbindung neuer Flächen an das ÖPNV-Netz, Einbindung in das Radwegenetz, autofreie Wohnquartiere, ...): Dieser Hebel gehört mittlerweile zu den kommunalen Standardmaßnahmen und ist entsprechend durch Richtlinien untersetzt.
- Klimaschonende Verkehrsmittel für kommunale Angestellte: Hierunter fallen Maßnahmen wie das Jobticket (meist finanziell gefördert), Verpflichtung zur Benutzung von Bus und Bahn bei Dienstreisen, Bereitstellung von Dienstfahrrädern für Dienstfahrten, ...
- Klimaschonender kommunaler Fuhrpark: Ersatz von Altfahrzeugen z.B. durch Erdgasfahrzeuge oder Fahrzeuge mit geringem CO₂-Ausstoß (unter 120 gCO₂/km), verstärkter Einsatz von Biokraftstoffen, Nutzung von Car-Sharing-Angeboten, ...
- Mobilitätsberatung für neu hinzu gezogene Bürger und an Schulen
- Förderung kommunaler Klimaschutzkonzepte

Beispiele für die beschriebenen Hebel finden sich in dem vom Deutschen Städtetag, der Deutschen Umwelthilfe und dem Deutschen Städte- und Gemeindebund herausgegebenen Bericht [DStT-2007].

8.4.7 Liegenschaften des Landes

Der Landesbetrieb Liegenschafts- und Immobilienmanagement Sachsen-Anhalt (LIMSA) ist seit dem 1.1.2004 als zentraler Dienstleister für alle im Eigentum des Landes stehenden Verwaltungseinrichtungen zuständig. Die Rahmenvereinbarung zwischen Bauministerium (MBV) und Finanzministerium (MF) aus dem September 2004 regelt die Zusammenarbeit und Aufgabenabgrenzung. Gemäß Anlage 3 ist LIMSA zuständig für das Energie- und Wasserbeschaffungsmanagement. Damit hat das Land gute Voraussetzungen für eine effiziente Bewirtschaftung sowohl unter ökonomischen und ökologischen Aspekten geschaffen. LIMSA erstellt jährlich einen Energiebericht zu den Liegenschaften. Auf eine weitere detaillierte Betrachtung dieses Bereiches kann daher im Rahmen dieses Konzeptes verzichtet werden: Das Land hat die Voraussetzungen geschaffen, die die Umsetzung von Maßnahmen zur CO₂-Einsparung im eigenen Bestand ermöglichen. LIMSA als Dienstleister sollte hier aktiv die Chancen durch ein gebündeltes Immobilienmanagement (gemeinsamer Energie- und Materialeinkauf, abgestimmte Sanierungsstrategien, Nutzerschulungen) nutzen.

Ausgangspunkt sind die insgesamt 123.486 Beschäftigte im öffentlichen Dienst insgesamt (Tabelle 8-28).

Personal im öffentlichen Dienst nach Beschäftigungsbereichen und dem Dienstverhältnis am 30.06.2007

Beschäftigungsbereich			Insgesamt	davon		Vollzeit- äquivalente	davon	
				Vollzeit- beschäftigte	Teilzeit- beschäftigte		Beamte	Arbeitnehmer
Öffentlicher Dienst insgesamt			123 486	85 231	38 255	107 444	25 653	81 793
unmittelbarer öffentlicher Dienst			114 826	80 225	34 601	99 804	25 636	74 168
Land	Verwaltung		57 895	45 243	12 652	50 038	21 695	28 343
	Eigenbetriebe		4 174	3 319	855	3 640	667	2 974
	Krankenhäuser		1 596	1 297	299	1 466	141	1 325
Gemeinden/ GV	Verwaltung		38 498	21 691	16 807	33 043	3 108	29 935
	Eigenbetriebe		5 699	3 942	1 757	5 188	10	5 178
	Krankenhäuser		5 263	3 235	2 028	4 805	0	4 805
Zweckverbände			1 701	1 498	203	1 623	15	1 608
mittelbarer öffentlicher Dienst			8 660	5 006	3 654	7 642	17	7 625
Sozialver- sicherungs- träger unter Aufsicht des Landes	Kranken- versicherung		2 394	117	2 277	1 899	0	1 899
	Unfall- versicherung		76	16	60	58	0	58
	Renten- versicherung		-	-	-	-	-	-
Rechtlich selbstständige Einrich- tungen in öffentlicher Rechts- form unter Aufsicht des Landes			6 190	4 873	1 317	5 685	17	5 668

Aktualisierung: 14.05.2008

Tabelle 8-28: Personal im öffentlichen Dienst nach Beschäftigungsbereichen und im Dienstverhältnis am 30.06.2007

Für das Land Sachsen-Anhalt sind in der Verwaltung 57.895, in Eigenbetrieben 4.174 und in Krankenhäusern 1.596 Mitarbeiter tätig.

Nach den Jahresenergieberichten des Landes sind 2005 für die Beheizung der Immobilien des Landes im Jahr 2005 rund 393 GWh Heizenergie pro Jahr und 172 GWh p.a. Strom benötigt werden. Damit verbunden waren Heizkosten von rund 24 Mio. Euro pro Jahr und Stromkosten in Höhe von rund 20 Mio. Euro pro Jahr.

Das Land ist mit einem Anteil von rund 4 % am Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel Dienstungen der größte Einzelverbraucher. Darüber hinaus hat das Land eine erhebliche Vorbildfunktion. Das Energie-Monitoring der LIMSA sollte daher zügig ausgebaut werden, um Schwachpunkte schnell identifizieren zu können. Priorität sollten natürlich auch hier Maßnahmen zur Reduktion des Bedarfs haben. Darüber hinaus sollte das Land, wo immer möglich, den Anschluss an eine Fernwärmeversorgung auf Basis der Kraft-Wärme-Kopplung suchen. Bei Liegenschaften, die zu weit von einer Fernwärmeversorgung entfernt liegen, sollte das Land konsequent und flächendeckend dezentrale KWK Anlagen selbst einbauen oder im Wege von Contracting - Maßnahmen

einbauen lassen. Das Spektrum am Markt verfügbarer KWK Anlagen ist inzwischen so breit, dass für jedes einzelne Gebäude des Landes eine geeignete KWK Lösung gefunden werden kann.

8.5 Maßnahmen zur Verminderung nicht energiebezogener Emissionen

Größter Emittent im Bereich der nicht energiebezogenen Emissionen ist die Zement- und Kalk- sowie die Glas/Keramik-Industrie. Durch die Verpflichtung zur Teilnahme am CO₂ – Handel ist global bis zum Jahr 2020 mit einer Reduzierung der CO₂ - Emissionen um 21 % zu rechnen, die allerdings im Bereich der Prozessemissionen aus physikalischen Gründen nur durch einen Produktionsrückgang zu erreichen ist, der hier nicht unterstellt wird.

Bei der Land- und Viehwirtschaft erwarten wir bei gleichbleibender Produktion ebenfalls kein nennenswertes Reduktionspotenzial.

Bei den Deponien werden die Emissionen –wie schon in Kap. 7.6 geschildert- um 90 % zurückgehen.

Insgesamt sinken die CO₂-Emissionen in diesem Bereich um knapp 1,4 Mio. t/a CO₂-Ä auf rd. 7,7 Mio. t/a CO₂-Ä.

8.6 Sonstige Maßnahmen

Maßnahmen zur Umweltbildung, etwa Förderprogramme zur Weiterbildung im Energiebereich oder Förderung von Programmen zum Training für ein kraftstoffsparendes Autofahren, sind indirekt wirkende Maßnahmen, da die verbesserten Kenntnisse von den Kursteilnehmern erst in die Praxis umgesetzt werden müssen, um Energieeinsparungen und damit Minderungen der Treibhausgasemissionen zu bewirken. Die Ergebnisse solcher Maßnahmen sind also weder direkt messbar, noch absolut kalkulierbar. Dennoch bewirken geförderte Programme zur Weiterbildung auf dem Gebiet der rationellen Energieanwendung - wie Erfahrungen aus anderen Bundesländern eindrucksvoll belegen - nachweisbare positive Zusatzeffekte. Gute Erfahrungen hat man in NRW mit dem Impulsprogramm RAVEL (Rationelle Verwendung von elektrischer Energie) und dem Impulsprogramm zur rationellen Energienutzung „Bau und Energie“ gemacht. Die Vermittlung von anwendungsorientiertem Wissen und genau auf die Bedürfnisse ausgewählter Zielgruppen zugeschnitten in vorzugsweise eintägigen Kompaktveranstaltungen ist durch externe Programmebeobachter, die die durchgeführten Veranstaltungen in bestimmten Zeiträumen

wissenschaftlich evaluiert haben, positiv bewertet worden [FhG.ISI-1997 und FhG.ISI-2003]. Durch Einbindung fachlich ausgewiesener Energieexperten ist unter dem Dach der Energieagentur NRW mit zahlreichen Seminaren ein „Wissenspool“ geschaffen worden, der vorhandenes Fachwissen aus der beruflichen Praxis aufgreift und allen Energieverantwortlichen zugänglich macht. Die Untersuchungen von [FhG.ISI-2003] belegen, dass in neun von elf Betrieben messbare Energieeinsparungen in Höhe von 6 bis 18 % unmittelbar nach Schulungen im Rahmen des Programms RAVEL und langfristig im Mittel zwischen 3 bis 5 % erreicht worden sind.

Die Gutachter empfehlen dem Land Sachsen-Anhalt, Maßnahmen zur anwendungsorientierten Weiterbildung auf dem Gebiet der rationellen Energienutzung sowie zum Klima- und Umweltschutz finanziell zu fördern und gleichzeitig begleitend zu evaluieren. Vorzugsweise wären die Inhalte der Weiterbildung an den Erfordernissen der Umsetzung der am 6. Juni 2008 im Bundestag verabschiedeten neuen Gesetze/Verordnungen im Rahmen des integrierten Energie- und Klimaprogramms der Bundesregierung auszurichten. Empfänger der Förderungen und Träger der Maßnahmen könnten sein: Institute an Hochschulen des Landes Sachsen-Anhalt, die Energieberatungsstützpunkte der Verbraucherberatung, die Industrie- und Handelskammern, Weiterbildungsträger im Bereich Erwachsenen-qualifizierung. Durchgeführt sollten diese Maßnahmen vor allem als eintägige Kompaktinformationsveranstaltungen oder wenn entsprechende Teilnehmerzahlen dies zulassen als Inhouse-Schulung. Aktuell wird in diesem Zusammenhang auch immer wieder das Internet-Lernen diskutiert. Es reicht aber nicht aus, bestimmte Informationen ins Netz zu stellen, sondern die Programme müssten interaktiv sein. Den Gutachtern sind jedoch derzeit keine geeigneten Lernprogramme nach dem Modell des Live-Unterrichtes bekannt, bei denen die Nutzer über den Lautsprecher am PC direkt angesprochen werden.

In der Anlaufphase für geförderte Maßnahmen zur Umweltbildung ist eine externe begleitende Evaluation sehr wichtig, um eine hinreichende Gewähr für die inhaltliche, fachliche und didaktische Qualität der Veranstaltungen und ihrer Neutralität zu bieten. Diese Evaluation sollte im Mindestumfang umfassen:

- Ermittlung des Bekanntheitsgrades des Programms bei Zielgruppen und Meinungsbildnern
- Einschätzung des Programminhaltes durch beteiligte und nicht beteiligte Fachleute
- Analyse der Resonanz auf das Angebot

- Beurteilung der Durchführung der Kurse durch Teilnehmer

Die Erfahrungen bei der Abwicklung von Maßnahmen zur Umweltbildung zeigen, dass es besonders wichtig ist, auf folgende Erfolgsfaktoren zu achten:

- **Nutzung und Ausbau sozialer Netzwerke**
Der Rückgriff auf funktionierende Strukturen erleichtert das erfolgreiche Platzen von Veranstaltungen. Die systematische Erschließung interner und externer Ressourcen kann durch zweckmäßige Kooperationen forciert werden.
- **offensive Öffentlichkeitsarbeit und Marketing**
Es ist darauf zu achten, dass man die geförderten Maßnahmen zur Weiterbildung als Ergänzung und nicht als Konkurrenz zum bestehenden Weiterbildungsmarkt der klassischen Anbieter aufbaut. Sinnvoll sind Kooperationen mit klar festgelegten Verantwortlichkeiten. Der ständige Kontakt mit Multiplikatoren und Pressemitteilungen sorgt für eine regelmäßige Bestandsaufnahme der Erfolge.
- **Einbindung von Schlüsselpersonen und Multiplikatoren**
Die persönliche Kommunikation spielt eine wesentliche Rolle bei der Überzeugung kritischer und skeptischer Personen sowie schwieriger Zielgruppen. Beim Umgang mit heterogenen Gruppen und Interessen kann von den Schlüsselpersonen eine integrative Wirkung ausgehen.

8.7 Übersicht der einzelnen Vermeidungspotenziale und –kosten

Die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Einzelmaßnahmen sind in der folgenden Abbildung über alle Sektoren zusammengefasst. Das Gesamtpotenzial (ohne Berücksichtigung von Umsetzungshemmnissen und Wechselwirkungen) liegt bei rund 7 Mio. t CO₂-Äquivalent im Jahr 2020. Von diesem Potenzial könnten aus einzelwirtschaftlicher Sicht knapp 50% wirtschaftlich erschlossen werden, wenn dem nicht Hemmnisse (Akzeptanz, Informationsdefizite) entgegen stünden.

Einer besonderen Bedeutung kommt dabei der Umsetzung von Wärmeschutzmaßnahmen in den Sektoren Haushalte und GHD sowie dem konsequenten Ausbau von Nah- und Fernwärme in KWK-Betriebsweise zu.

Erneuerbare Energien haben ebenfalls ein großes Potenzial, das allerdings nur zu einem kleinen Teil wirtschaftlich ist, wie in Kapitel 8.4.2 dargestellt..

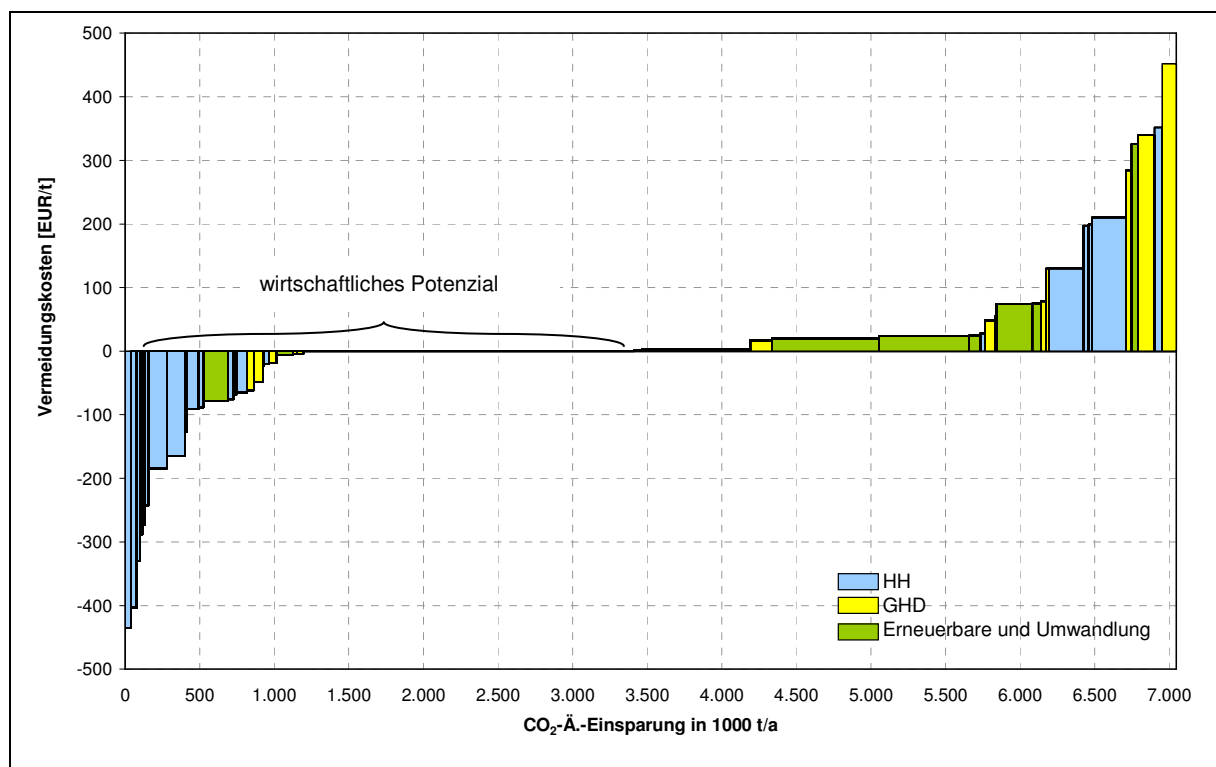


Bild 8-24: Vermeidungskostenkurve aus einzelwirtschaftlicher Perspektive

Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ohne Berücksichtigung von Fördermitteln und Steuern ergibt sich ein leicht verändertes Bild. Während viele Einsparmaßnahmen auch aus der Gesamtperspektive wirtschaftlich sind, verteuern sich die meisten erneuerbaren Maßnahmen erheblich.

Das wirtschaftliche Potenzial liegt bei 1,1 Mio. t/a.

Wenn man die globalen Schadenseffekte von CO₂ monetär bewerten und damit internalisieren würde (z.B. durch einen internationalen Emissionshandel), wäre das wirtschaftliche Potenzial natürlich entsprechend größer. Legt man z.B. den Schätzwert für die Schadenskosten von CO₂ von 70 EUR/t aus [DLR-2006] zugrunde, ergäbe sich ein wirtschaftliches Potenzial bei Internalisierung von Klimagasschadenskosten von gut 4 Mio. t/a.

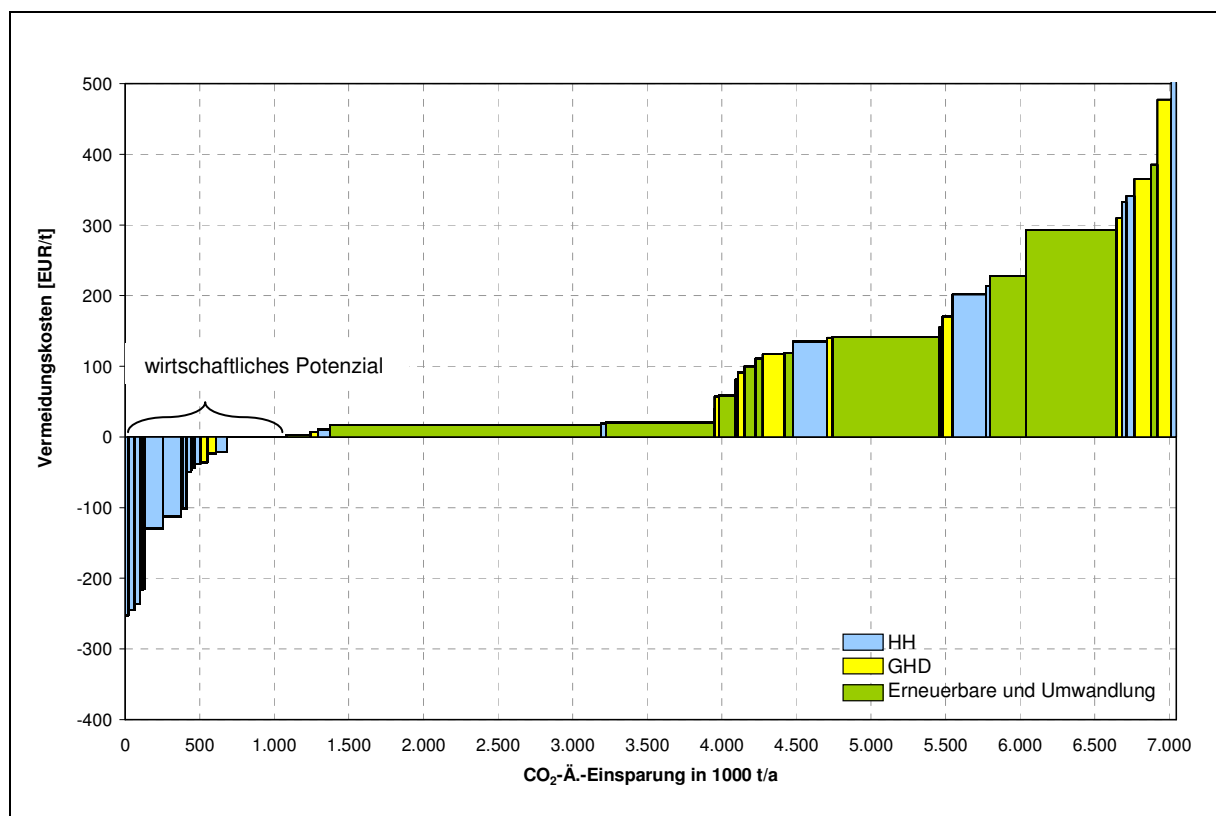


Bild 8-25: Vermeidungskostenkurve aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive

Zu beachten ist, dass nicht alle Maßnahmen additiv sind. So schließen sich zum Beispiel eine vollständige Erschließung von Neubauflächen mit Wärmepumpen mit einer gleichzeitigen Versorgung mit Holzpellets aus, oder die gleichzeitige Nutzung von Dachflächen für PV und Solarthermie. Darüber hinaus verringert z.B. eine erhebliche Verbesserung der Wärmestandards die Potenziale für KWK-basierte Fernwärme.

Viele Maßnahmen sind unter realistischen Annahmen auch nicht vollständig umsetzbar, z.T. aus Akzeptanzgründen (Energiesparlampen), wegen konkurrierender Interessen und Zielkonflikten (Windkraft/Landschaftsschutz) oder weil geeignete Finanzierungsmodelle fehlen (fehlende Liquidität, Mieter/Investor-Dilemma).

Um diese Faktoren zu berücksichtigen, sind die Maßnahmen mit einem Umsetzungsfaktor bewertet worden (siehe Tabellen in den Abschnitten 8.4.2-8.4.5), der auch die möglichen Umsetzungshebel, die das Land ST hat, berücksichtigt. Bei Berücksichtigung dieser Umsetzungsfaktoren ergibt sich ein realisierbares Potenzial von rund 2,7 Mio. t. Dieses Potenzial ist zu mehr als der Hälfte wirtschaftlich (aus Entscheidersicht). Die damit verbundenen Investitionen im Zeitraum bis 2020 liegen bei rund 2 Mrd. EUR für die wirtschaftlichen Maßnahmen und 2,3 Mrd. EUR für die weiteren Maßnahmen.

Damit ließe sich bis 2020 eine Reduktion von gut 24% bezogen auf 2005 erreichen. Etwa $\frac{3}{4}$ der Minderung wird bereits autonom durch die bereits vorhandenen nationalen

Fördermaßnahmen in Verbindung mit demografischen und sonstigen Effekten (z.B. Stilllegung Deponien) in Sachsen-Anhalt erreicht.

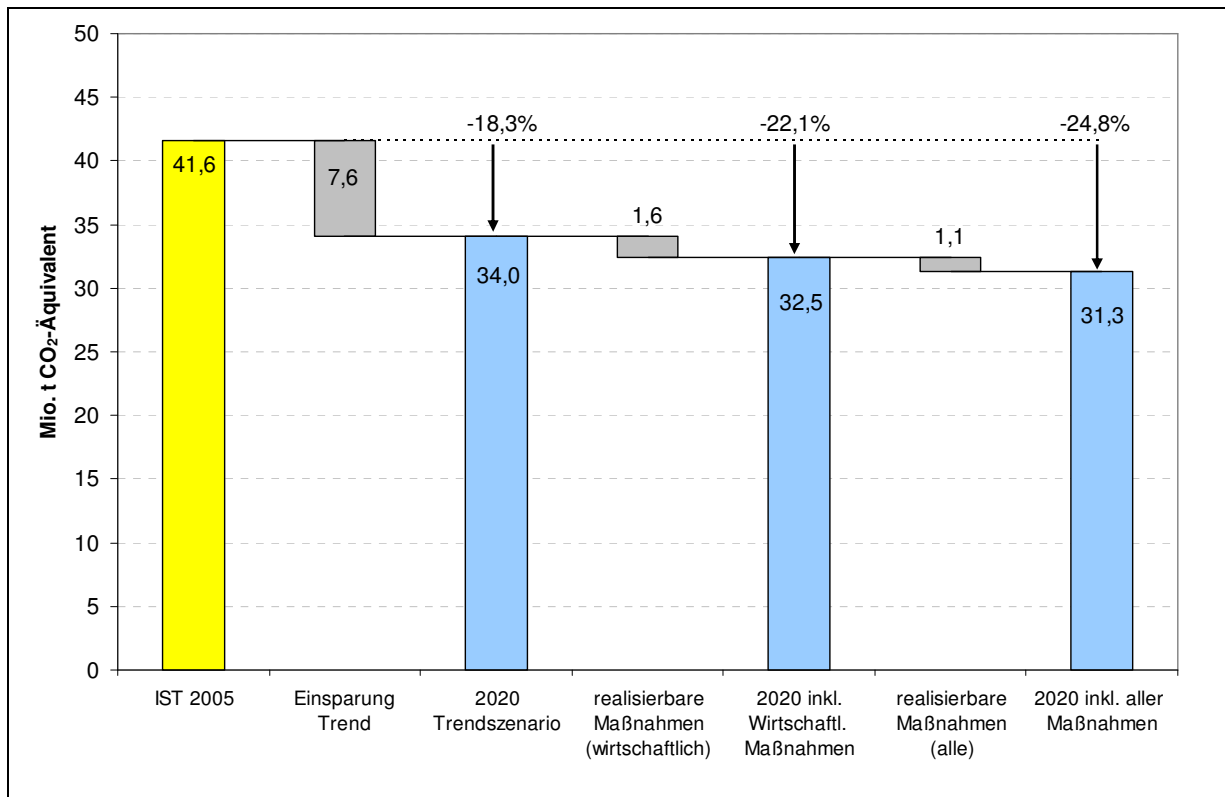


Bild 8-26: Emissionsreduktion in Sachsen-Anhalt bis 2020 im Trendszenario und durch weitere Maßnahmen

8.8 Fazit: Handlungsempfehlungen für das Land

Die Bewertung der vielzähligen möglichen Maßnahmen zeigt, dass es eine große Bandbreite hinsichtlich der Wirkung im Sinne der Emissionsreduktion, der Wirtschaftlichkeit und auch der Umsetzbarkeit gibt. Um eine Empfehlung auszusprechen, werden die Maßnahmen priorisiert nach folgenden Kriterien:

Priorität 1:

- 1) Maßnahme ist für den Entscheider wirtschaftlich,
- 2) Umsetzung wird durch Hemmnisse behindert, auf die das Land Einfluss nehmen kann und
- 3) Minderungspotenzial ist größer als 1 Promille der Gesamtemissionen.

Unter diesen Kriterien sind im Bereich der Endverbraucher vorrangig folgende Maßnahmenbereich zu forcieren:

- Energieeffiziente Beleuchtung in Haushalten
- Wärmedämmung im Wohnbereich (Außenwand, Dach, Keller, Fenster, Heizungsrohre)
- Effiziente Umwälzpumpen in Haushalten und im GHD
- Energieeffiziente Elektrogeräte im Haushalt sowie effizientere Bürogeräte
- Regelungstechnische Optimierung im Gebäudebestand (Haushalte und Gewerbe)
- Hüllflächensanierung im Bereich GHD mit Schwerpunkt öffentliche Gebäude
- dezentrale KWK-Anlagen ab 50 kW im GHD
- Pelletheizungen in Wohngebäuden

All diesen Maßnahmen ist gemeinsam, dass sie in der Regel wirtschaftlich sind, aber aufgrund von Hemmnissen (Akzeptanz, fehlende Information, mangelnde Liquidität) nicht konsequent umgesetzt werden. Hier sollte der Schwerpunkt auf dem Ausbau der Energieberatung liegen, um die Entscheider zu informieren und Ihnen einen Ansprechpartner für alle Fragen (Technik, Förderungen, Finanzierungsmodelle, Genehmigungsfragen) an die Hand zu geben.

Eine mögliche Umsetzungsvariante wäre eine Koordinierungsstelle, die Anlaufstelle für Bürger, Investoren und kommunale Entscheider ist und entsprechende Informationen bereitstellt (online und durch Ansprechpartner) und damit die Eigeninitiative fördert. Eine ergänzende finanzielle Förderung von umfassender Energieberatung wie in Kapitel 8.4.4.8 dargestellt kann durch vertretbare finanzielle Mittel rentable Klimaschutzinvestitionen auslösen.

Dies bedingt die Vernetzung der Energieberater und den bereits bestehenden 19 Energieberatungsstützpunkten der Verbraucherberatung in Sachsen-Anhalt. Die Beratung sollte zusätzlich zur reinen Gebäudesanierung eine umfassende Beratung auch zu den Themen Stromeinsparung, effiziente Haushaltsgeräte/Energiesparlampen, Mobilität umfassen, um als Hebel zur Umsetzung aller im Gebäudebereich/Haushalte gedachter Maßnahmen zu wirken.

Eine erweiterte Energieeffizienz-Beratung sollte insbesondere abheben auf

- die Amortisationszeiten von Maßnahmen – finanzielles Risiko des Nichthandelns – Informationen zu Nutzungsmöglichkeiten des Förderprogramms der KfW zur Gebäudesanierung und anderer bestehender Förderprogramme, (z.B. zur Nutzung regenerativer Energien) um die notwendigen Investitionsmittel zur Verfügung zu stellen – ggf. erweitert durch eigene Förder-Programme des Landes.

- Möglichkeiten zur Nutzung von Contracting-Modellen bei fehlenden Mitteln zur Investition, deren Attraktivität sich mit steigenden Energiepreisen erhöht. Dies ist besonders im Bereich der öffentlichen Gebäude wichtig.

Informationen zu all diesen Themen sind in großem Umfang bereits vorhanden (z.B. von der dena, Verbraucherberatung, Ministerien) und müssen nicht neu erstellt werden, sondern nur „kanalisiert“ werden.

Zudem kann das Land den Grossteil der Maßnahmen in seinen eigenen Liegenschaften als Pilotprojekte umsetzen, die eine große Multiplikatorwirkung haben, z.B. in Schulen. Eine effiziente Bewirtschaftung der Landesliegenschaften hat somit eine große Bedeutung. Detaillierte Aussagen zur Effizienz der Energienutzung in Gebäuden des Landes konnten hier nicht getroffen werden, da keine ausreichende Datenbasis verfügbar war.

Die Kosten, die dem Land Sachsen-Anhalt durch die Förderung der Energieeffizienzberatung entstehen würden, wenn sie in dem Umfang wie in untenstehender Tabelle beispielhaft dargestellt gewährt wird, betragen dann 2 Mio €/a und würden mehr als 1% der Gebäude pro Jahr betreffen.

Beispielhafte Rechnung zum Kostenaufwand für das Land	
Massnahme: Energieeffizienzberatung	
Direkte Förderung bis zu	300 €
Beratungen je Arbeitstag und Beratungsstelle	3 Beratungen
Arbeitstage je Jahr	200 Tage/a
eingerrichtete Vollzeit-Beratungsstellen	10
Anzahl durchgeführter Beratungen	6.000
Förderkosten	1.800.000 €/a
Koordinierungsstelle anteilige Personalkosten	200.000 €/a
Durchführungskosten der Maßnahme für das Land	2.000.000 €/a

Tabelle 8-29: Kostenschätzung Energieeffizienzberatung

Wird die Koordinierungsstelle zum Klimaschutz umgesetzt, könnte die Maßnahme zur Energieeffizienzberatung um eine „aufsuchende Beratung“ bei ausgewählten Bevölkerungsgruppen (z.B. Thema: Energiekosten senken bei sozial Schwachen) erweitert werden. „Aufsuchende Beratung“ meint, dass die Initiative zur Beratung vom Beratenden ausgeht und dem Empfänger direkt angeboten wird (z.B. Sozialamt, dann kostenfrei für Empfänger). Dazu müssten allerdings die entsprechenden kommunalen Stellen mit der Energieberatung vernetzt und die Aufteilung der anfallenden Kosten geklärt werden.

Die Aufgaben einer einzurichtenden Koordinierungsstelle Klimaschutz wären vielfältiger Art. Die folgende Abbildung skizziert die Schwerpunkte verteilt auf die verschiedenen Handlungsebenen auf denen das Land tätig werden kann. Es handelt sich lediglich um eine skizzierte Darstellung, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Um das extrem vernetzte Thema vollständig abzudecken, müssten die Aufgabefelder noch stark erweitert werden.

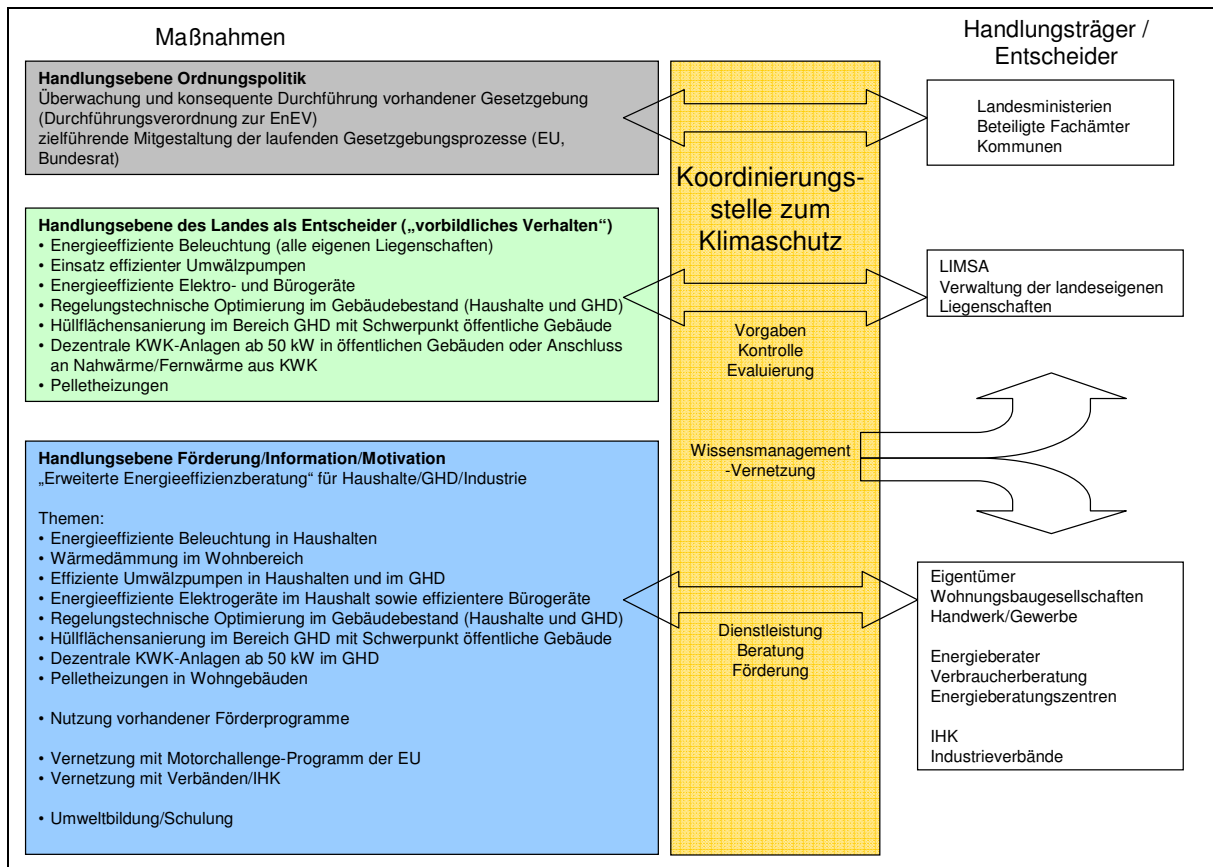


Bild 8-27: Handlungsebenen bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen

Um die Hemmnisse abzubauen, die die CO₂-Minderungsaktivitäten über den erfreulichen Trend hinaus ist hauptsächlich Wissenstransfer, Vernetzung von Multiplikatoren, Entscheidern und anderen Handelsträgern vonnöten. Da der Großteil der beschriebenen CO₂-Minderungsmaßnahmen wirtschaftlich ist, können mit den oben dargestellten relativ geringen Kosten von ca. 2 Mio. EUR/a Investitionen und Einsparungen in großem Umfang angestoßen werden.

Unseres Erachtens müsste die Koordinierungsstelle noch weitere Funktionen über die reine Forcierung und Koordination der Energieeffizienzberatung hinaus haben und schlussendlich ministeriumsübergreifend alle klimaschutzrelevanten Aktivitäten des Landes koordinieren.

Im Umbaubereich fallen unter die Priorität 1 die Maßnahmen

- Ausbau KWK-basierter Fernwärme und Ausweitung der FW - Vorranggebiete
- Windenergierepowering (im wesentlichen ab ca. 2012)
- Biomasse-Heizkraftwerke

Diese Maßnahmen fallen im Wesentlichen unter die Planungshoheit der Kommunen (Fernwärmevorrang) bzw. Landkreise/Regierungsbezirke (Windenergie). Zudem gibt es in den beiden letzten Fällen durch das EEG bereits eine auskömmliche bundesweite Förderung, so dass das Land nur flankierend agieren sollte.

Priorität 2:

Alle weiteren Maßnahmen sind entweder aus Gründen der Wirtschaftlichkeit (z.B. Mikro-KWK, Freiflächen-PV, Biogas) oder wegen fehlender Einflussmöglichkeiten des Landes (Tempolimit, Biotreibstoff, Passivhaustechniken) weniger gestaltbar. Eine zentrale Beratungs- und Koordinierungsstelle sollte jedoch auch in diesen Themen kompetent sein, eine finanzielle Förderung sollte jedoch nicht im Vordergrund stehen.

Insgesamt ist festzustellen, dass die bundesweiten Maßnahmen wie Emissionshandel, EEG, ENEC, KWK-G und BImSchG in Verbindung mit landesspezifischen Faktoren (Bevölkerungsentwicklung, Rückgang der Braunkohlenutzung, Aufgabe von Deponien) bereits zu einem deutlichen Rückgang der Emissionen führen werden.

Darüber hinaus stehen der Landesverwaltung nur begrenzte unmittelbare Eingriffsmöglichkeiten zur Verfügung, da viele Bereiche entweder in die nationale oder kommunale Planungshoheit fallen. Daher sollte ein Klimaschutzprogramm insbesondere darauf abzielen, die sehr unterschiedlichen Akteure im Bereich der Haushalte (Eigentümer, Mieter, Wohnungsgesellschaften), Unternehmen und der öffentlichen Hand zu motivieren, die Dinge umzusetzen, die heute bereit wirtschaftlich sind, und sie zu den Themen zu informieren, bei denen Informationsdefizite herrschen (z.B. Pumpenaustausch, Pelletheizungen, Contractingsmodelle).

Zudem kann das Land den Grossteil der Maßnahmen in seinen eigenen Liegenschaften als Pilotprojekte umsetzen, die eine große Multiplikatorwirkung haben, z.B. in Schulen. Eine effiziente Bewirtschaftung der Landesliegenschaften hat somit eine große Bedeutung und sollte als erster Schritt umgesetzt werden.

9 Quellen

- [AGEB-2005] AG Energiebilanzen; Werte von 2004 und 2005 vorläufig
- [BAFA-2007] BAFA, Liste der nach KWK-G geförderten Anlagen
- [BGW-2005] Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse, Band 1: Gesamtergebnisse und Schlussfolgerungen
- [BINE-2006] Bine Informationsdienst, FIZ Karlsruhe GmbH: Energie sparen bei der Kälteerzeugung, 2006
- [BMST-2007] Biomassepotenzialstudie 2007 für das Land Sachsen-Anhalt, Studie im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg 2008
- [BMU-2007-01] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Entwurf eines Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG), Berlin, 05.12.2007, www.bmu.de/erneuerbare_energien/gesetze/waermegesetz/das_gesetz/
- [BMU-2007-02] BMU, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen des Integrierten Energie und Klimaprogramms (IEKP); Karlsruhe/Berlin/Jülich, 29. Oktober 2007
- [BMU-2007-03] Nationaler Inventarbericht 2007 / Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen
- [BMU-2007-04] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Entwurf: Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich, Berlin, 05.12.2007, http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/entwurf_ee_recht.pdf
- [BMVBS 2007] Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025
- [BMWV-2007-01] BMWi, BMU: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin, 2007
- [BMWV-2007-02] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Entwurf eines Gesetzes zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung, Berlin, 5.12.2007

- [Böde-2000] Böde, U. et al.: Detaillierung des Stromverbrauchs privater Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland 1997-2010. Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 2000
- [Bund-2008] Richtlinie – Vor Ort Beratung -, Bundesanzeiger Nr. 66 vom 30.04.2008
- [BVWP-2003] Bundesverkehrswegeplan 2003
- [BWI2-2004] Die Zweite Bundeswaldinventur- BWI², Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, die Daten der BWI² wurden vor allem in den Jahren 2001 und 2002 erhoben und bis 2004 geprüft und ausgewertet, verfügbar auf der Internetseite <http://www.bundeswaldinventur.de/enid/31.html>,
- [DENA-2007] Deutsche Energieagentur: Effiziente Bürogeräte: So senken Sie die Kosten. Berlin, 2007
- [DENA-2007a] Deutsche Energieagentur: Effiziente Beleuchtung - Konsequente Kosten senken. Berlin, 2007
- [DENA-2008] Effizienzinitiative unter www.industrie-energieeffizienz.de
- [DEPV-2007] Deutschen Energie-Pellet-Verbandes, Anzahl der Pelletheizungen und Pelletabsatz, Internet: www.depv.de
- [DLR-2006] Krewitt, W, Schломann, B.: Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. DLR/ISI Stuttgart/Karlsruhe, 2006
- [DStT-2007] Städte und Gemeinden aktiv für den Klimaschutz; gute Beispiele aus dem Wettbewerb „Bundeshauptstadt im Klimaschutz“
- [EM-2005] Energie & Management / Eikmeier, B. et al.: Analyse des nationalen Potenzials für den Einsatz hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung. Bremen, 2005
- [EPER-2004] UBA: EPER 2004 Europäisches Schadstoffemissionsregister, Deutschland, <http://www.home.eper.de>
- [EU-2007] Rat der europäischen Union: Ziele der EU für die Weiterentwicklung der internationalen Klimaschutzregelung über das Jahr 2012 hinaus, Brüssel, 2007
- [EU-2008] European Commission: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community, COM(2008) 16 provisional, Brussels, 23.01.2008

- [FAL-2007] „Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft-Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005“ herausgegeben von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL).
- [Feist-2005] Feist, W. et al: Wirtschaftlichkeit von Wärmedämm-Maßnahmen im Gebäudebestand 2005. Darmstadt, 2005
- [FhG.ISI-1997] Gruber, Edelgard; Katrin Ostertag; Jürgen Reichert: REN-Impulsprogramm "Bau und Energie" in Nordrhein-Westfalen: Begleitende Bewertung, Abschlussbericht zur Phase 1; Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Dezember 1997
- [FhG.ISI-2003] Gruber, Edelgard; Böde, Ulla: Impuls-Programm "Ravel NRW": Begleitende Bewertung Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, August 2003
- [FLA-1999] Bundeswaldinventur im Jahr 1987
- [GEMIS-2007] Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme GEMIS, Version 4.4
- [HBEFA-2004] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1 2004
- [IE-2007] Institut für Energetik und Umwelt. Energiestudie 2007 für das Land Sachsen-Anhalt. Leipzig, 2007
- [IfE-2007] Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig: Evaluierung der Möglichkeiten zur Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz, Forschungsvorhaben im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Leipzig 9. August 2005
- [IfEK-2000] Ingenieurbüros für Energie und Klimaschutz (IfEK); Wärmetechnik und Umweltschutz GmbH (WTU) im Auftrag des MLU: Endbericht Energie- und Emissionskataster Sachsen-Anhalt für die Emittentengruppe „Nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen“; 2000
- [IPCC- 1996] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- [IPCC- 2007] IPCC Good Practice Guidance for Land-Use, Land-Use Change and Forestry]
- [ISI-2004] ISI et al.: Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors GHD. Karlsruhe, 2004
- [IWR-2007] Institut für Regenerative Energiewirtschaft Zugriff 4.06.2008 auf http://www.iwr.de/wind/wind/windindex/index05_5jahre.html

- [IWU-2003] Institut für Wohnen und Umwelt: Deutsche Gebäudetopologie. Darmstadt, 2003
- [KBA-2008] Kraftfahrbundesamt: Bestand nach Emissionen und Kraftstoffen 2000-2008.
- [Kleemann-2000] Kleemann, M., Heckler, R., Kolb, G., Hille, M.: Die Entwicklung des Wärmemarktes für den Gebäudesektor bis 2050. Forschungszentrum Jülich, 2000
- [KLIMA-1997] Klimaschutzkonzept Sachsen-Anhalt des Jahres 1997
- [Kraft-2002] Kraft, Armin: Einsparpotenziale bei der Energieversorgung von Wohngebäuden durch Informationstechnologien. Forschungszentrum Jülich, 2002
- [LAU-2008] Anlagenkataster LVwA
- [MBV-2004-5] Landesverkehrskonzept: Luftverkehrskonzept, ÖPNV-Plan, Teilkonzept Binnenschifffahrt, Häfen und Fähren 2004/5
- [McKinsey-2007] Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland; Sektorperspektive Transport
- [MIT-2007] MIT Interdisciplinary Study (2007), "The Future of Coal – Options for a Carbon Constrained World," March (2007)
http://sequestration.mit.edu/research/coal_economic_modeling.html.
- [MRN-2007] ENERKO im Auftrag der MVV et.al: Fernwärmestudie Rhein Neckar, 2007S. 8-22
- [MUSA-2004] Emissionserklärungen der genehmigungsbedürftigen Anlagen des Jahres 2004
- [MWST-2007-02] Landesenergiekonzept 2007 (Entwurf des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt)
- [NIR-2007] Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft-Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005
- [Prognos-2007] Prognos/EWI: Energieszenarien für den Energiegipfel 2007. Basel/Köln, 2007
- [Riedel-2008] Riedel, M.: Energieeinsparung durch Systemvernetzung. 9. Biberacher Forum Gebäudetechnik. Biberach, März 2008
- [STABU-2005-01] DESTATIS, Agrarstatistik des Statistischen Bundesamtes
- [STALA-2005] Energiebilanz 2005, Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Datenstand 04.10.2007

- [STALA-2007] 4. Regionalisierte Bevölkerungsprognose Sachsen-Anhalt 2005-2025 des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt vom 30.01.2007
- [TUD-2006]. Technische Uni Dresden, Institut für Abfallwirtschaft: Ökologische Effekte der Müllverbrennung durch Energienutzung, Berlin 2006
- [UGRDl-2007] Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (AG UGRdL), www.ugrdl.de
- [UMEG-2005] UMEG: Emissionskataster biogener und nicht gefasster Quellen, sowie Klimarelevante Gase für das Land Sachsen Anhalt, Okt. 2002
- [UNECE-2007] EMEP/CORINAIR-Handbuch der United Nation Economic for Europe (UNECE)
- [VAST-2005] Landesverwaltungsamt Sachsen Anhalt: Abfallwirtschaftsplan, Okt. 2005
- [VDEW-2007] VDEW-Studie
- [VDZ-2007] Anlagen- und rohspezifische Daten Verein Deutscher Zementwerke VDZ
- [WI-2005] Wuppertal-Institut: Erhöhung der Effizienz im Bereich der Umwälzpumpen in Industrie und GHD. Wuppertal, 2005
<http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=1743>
Untersuchung im Auftrag von BGW und DVGW,
Wuppertal,Leipzig,Oberhausen, Essen im November 2005

10 Abkürzungsverzeichnis

AF	Ackerfläche
ago	ausserhalb geschlossener Ortschaften
ASUE	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
BAB	Bundesautobahn
BDEW	Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesumweltministerium
CaCO ₃	Calciumcarbonat
CH ₄	Methan
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs
EEAP	Energieeffizienz-Allokationsplan
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
EPER	europäisches Schadstoffemissionregister
EU	Europäische Union
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
FH	Fachhochschule
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GVE	Großvieheinheit
GWZ	Gebäude- und Wohnungszählung
HEA	Fachverband Energie-Marketing und -Anwendungen
HFC	Teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe
HH	Haushalte
HuK	Haushalte und Kleinverbraucher

IEKP	integriertes Energie- und Klimaprogramm
IfEK	Ingenieurbüros für Energie und Klimaschutz
igo	innerhalb geschlossener Ortschaften
IKW	Industriekraftwerk
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWK-G	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
LAU	Landesamt für Umweltschutz
LED	Lumineszenz-Diode
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
LIMSA	Liegenschafts- und Immobilienmanagement Sachsen-Anhalt
LKGebNRG	Kreisgebietsneuregelung
MBV	Bauministerium
MCP	Motor Challenge Program
MF	Finanzministerium
MFH	Mehrfamilienhäuser
MgCO ₃	Magnesiumcarbonat
mKr	mittlerer Kraftstoffverbrauch
MWV	Mineralölwirtschaftverband
N ₂ O	Distickstoffoxid, Lachgas
Na ₂ CO ₃	Natriumcarbonat, Soda
NAP	Nationaler Allokationsplan
NH ₃	Ammoniak
NMVOC	non methane volatile organic compounds
NO _x	Stickoxide
NRW	Nordrhein-Westfalen
O ₃	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PEV	Primärenergieverbrauch
PFC	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
PU	Polyurethan, Montageschaumspray
PV	Photovoltaik
RAVEL	Rationelle Verwendung von elektrischer Energie
RME	Rapsmethylester
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SNAP	selected nomenclature for sources of air pollution
ST	Sachsen-Anhalt

TEAG	Thüringer Energie AG
TEHG	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TM	Trockenmasse
UNECE	United Nation Economic for Europe
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
Vdw	Verband der Wohnungswirtschaft
Vdwwg	Verband der Wohnungsgenossenschaften
VDZ	Verein Deutscher Zementwerke
VOC	volatile organic compounds (flüchtige Kohlenwasserstoffe)
VOL/A	Verdingungsordnung für Leistungen
WRG	Wärmerückgewinnung
WTU	Wärmetechnik und Umweltschutz
ZSE	Zentralen System Emissionen

11 Einheitenverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
a	Jahr
bVH/a	
CO ₂ -Ä	CO ₂ -Äquivalent
g	Gramm
GWh	Gigawattstunde
ha	Hektar
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
kt	Kilotonnen
kW _{el}	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
m ²	Quadratmeter
mg	Milligramm
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
MW	Megawatt
MW _{el}	Megawatt elektrisch
MWh	Megawattstunden
PJ	Petajoule
ppmv	parts per million in Volumeneinheiten
t	Tonnen
TWh	Terawattstunde
Vfm	Vorratsfestmeter
W	Watt

Anhang 1: Verwendete Emissionsfaktoren

		Steinkohle			Braunkohle			Mineralöle und Mineralölprodukte							Gase					
		Kohle (roh)	Briketts	Koks	Kohle (roh)	Briketts	Andere Braunkohlenprodukte	Erdöl (roh)	Rohbenzin	Ottokraftstoffe	Dieselmkraftstoff	Flugturbinenkraftstoff	Heizöl leicht	Heizöl schwer	Petrolkoks	Andere Mineralölprodukte	Flüssiggas	Erdgas		
IN incl. (IKW) / Öffentl. Strom und Wärmeerz.	Emissionsfaktor Vorkette	CO ₂	25,4			6,6	22				41,1			39,9	36,1			28,3	18,1	
		CH ₄	1,11			0,01	0,01		0,07		0,08			0,08	0,08			0,09	0,58	
		N ₂ O	0,001			0	0,001		0		0			0,001	0,001			0,001	0,001	
		CO ₂ -A	51,2		51,2	6,8	22,5	22,5	20,5	35	40	43,3	32	42,1	38,2	50	34	30,5	31,8	
	Emissionsfaktor Vorkette u. Verbrauch	CO ₂				414,3					325	309		308,9	322,3				219,1	
		CH ₄				0,01					0,09	0,08		0,09	0,09				0,59	
		N ₂ O				0,012					0,01	0,01		0,008	0,009				0,004	
		CO ₂ -A	331,2		378	418,2	356,4	352,8	288	288	330	314	266,4	313,5	327	363,6	280,8	234	234	
	HH / GHD	Emissionsfaktor Vorkette	CO ₂	13,1	13,1		6,6	22	22			55,8	41,1		41,1				29,8	18,3
			CH ₄	1,44	1,44		0,01	0,01	0,01			0,09	0,08		0,08				0,09	1,06
N ₂ O			0	0		0	0,001	0,001			0	0		0,001				0,001	0,001	
CO ₂ -A			46,3	46,3		6,8	22,5	22,5			58,2	43,3		43,3				32	42,9	
Emissionsfaktor Vorkette u. Verbrauch		CO ₂	357,3	357,3		385,5	385,5	385,5			325	309		317,3				273,4	226,5	
		CH ₄	2,53	2,53		0,03	0,03	0,03			0,09	0,08		0,1				0,11	1,08	
		N ₂ O	0,037	0,037		0,005	0,005	0,005			0,01	0,01		0,004				0,005	0,002	
		CO ₂ -A	426,4	426,4		387,9	387,9	387,9			330	314		320,7				277,4	251,9	
Öff. Strom und Wärmeerz.		prozent. Anteil Energieträger an der Energieträgergruppe	100%			100%								93%			6%		100%	
IN incl. (IKW)			48%		52%	70%	26%	4%						28%	12%	4%	55%	1%	100%	
HH										1%			91%				8%	100%		
GHD										1%	28%		65%				6%	100%		

		Steinkohle	Braunkohle	Mineralöl	Erdgas
IN incl. (IKW)	Vorkette	51,2	11,5	37,4	31,8
	Verbrauch	304,1	387,9	261,1	202,2
	Summe	355,3	399,5	298,6	234,0
HH	Vorkette	46,3	22,5	42,6	42,9
	Verbrauch	380,1	365,4	274,7	209,0
	Summe	426,4	387,9	317,3	251,9
GHD	Vorkette	46,3	22,5	42,8	42,9
	Verbrauch	380,1	365,4	273,5	209,0
	Summe	426,4	387,9	316,3	251,9
Öffentl. Strom- & Wärmeerz.	Vorkette	51,2	6,8	41,6	31,8
	Verbrauch	280,0	411,4	269,7	202,2
	Summe	331,2	418,2	311,2	234,0

Gemis 4.4	schwarz
UGRDL	grün
Ansatz ENERKO	blau
ET nicht einges.	

12 Anhang

Anhang 3: Trendszenario regenerative Energien

*) Eingespeister Strom in GWh/a																
Strom	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Wasserkraft	69,1	70,2	71,3	72,4	73,5	74,6	75,7	76,8	77,9	79,1	80,2	81,3	82,4	83,5	84,6	85,7
Windkraft	3002,4	3445,0	3887,6	4082,0	4245,3	4415,1	4591,7	4775,4	4966,4	5165,0	5371,6	5532,8	5698,8	5869,7	6045,8	6227,2
Photovoltaik	15,3	23,4	31,5	41,5	53,6	67,9	84,4	102,6	122,0	142,1	161,8	180,0	195,7	207,7	215,2	217,3
Holzkraftwerk el	239,7	666,9	670,3	673,8	677,3	680,8	684,4	687,9	691,5	695,1	698,7	702,4	706,1	709,8	713,5	717,2
Biogas el	408,0	433,0	458,0	483,7	510,2	537,4	565,4	594,3	624,1	655,0	686,9	720,0	754,3	789,9	827,0	865,6
abgegebene Nutzwärme in GWh/a																
Wärme	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Solarthermie	13,5	15,0	16,4	17,9	19,4	20,9	22,5	24,1	25,7	27,2	28,7	30,1	31,5	32,7	33,9	34,9
Geothermie	8,0	13,4	18,8	24,2	29,6	35,0	40,4	45,8	51,2	56,6	62,0	67,4	72,8	78,2	83,6	89,0
therm. Holznutzung	1054,7	1065,9	1077,0	1088,3	1099,6	1111,0	1122,5	1134,0	1145,6	1157,3	1169,1	1180,9	1192,8	1204,8	1216,9	1229,1
Pelletheizungen	72,4	80,3	88,2	96,2	104,2	112,3	120,4	128,6	136,8	145,1	153,4	161,8	170,3	178,8	187,3	195,9
therm. Nutzung Pflanzenbau	0,0	1,8	41,9	82,5	123,5	165,1	207,1	249,7	292,8	336,3	380,4	425,1	470,2	515,9	562,1	608,9
Biogas th	340,0	360,8	381,7	403,1	425,1	447,8	471,2	495,3	520,1	545,8	572,4	600,0	628,6	658,3	689,2	721,4
Sonstige Holzfeuerungsanlagen	208,7	210,8	213,0	215,2	217,4	219,6	221,9	224,1	226,4	228,6	230,9	233,2	235,5	237,9	240,2	242,6
Eingespartes CO ₂ -Ä in t/a																
CO ₂ -Ä Einsparung	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Wasserkraft		670	1.341	2.011	2.681	3.352	4.022	4.693	5.363	6.033	6.704	7.374	8.044	8.715	9.385	10.055
Windkraft		268.383	536.766	654.626	753.629	856.592	963.673	1.075.038	1.190.858	1.311.310	1.436.580	1.534.291	1.634.933	1.738.594	1.845.365	1.955.340
Photovoltaik		4.885	9.770	15.846	23.211	31.897	41.844	52.877	64.691	76.848	88.786	99.856	109.368	116.658	121.157	122.461
Holzkraftwerk el		259.027	261.116	263.219	265.336	267.466	269.610	271.768	273.939	276.125	278.325	280.538	282.767	285.009	287.266	289.538
Biogas el		15.175	30.349	45.937	61.964	78.458	95.450	112.974	131.066	149.767	169.120	189.172	209.974	231.585	254.064	277.480
Solarthermie		361	723	1.097	1.483	1.877	2.276	2.676	3.074	3.465	3.845	4.209	4.553	4.873	5.164	5.422
Geothermie WP		1.372	1.958	2.544	3.130	3.716	4.302	4.889	5.475	6.061	6.647	7.233	7.819	8.406	8.992	9.578
therm. Holznutzung		2.555	5.110	7.681	10.269	12.874	15.496	18.134	20.789	23.462	26.152	28.859	31.583	34.325	37.085	39.862
Pelletheizungen		2.011	4.022	6.046	8.082	10.132	12.196	14.272	16.362	18.465	20.582	22.713	24.857	27.015	29.187	31.373
therm. Nutzung Pflanzenbau		406	9.574	18.851	28.239	37.739	47.353	57.081	66.925	76.886	86.967	97.167	107.490	117.935	128.505	139.201
Biogas th		4.768	9.535	14.433	19.468	24.650	29.989	35.494	41.179	47.054	53.134	59.434	65.970	72.760	79.823	87.179
Sonstige Holzfeuerungsanlagen		552	1.104	1.660	2.219	2.781	3.348	3.918	4.492	5.069	5.650	6.235	6.824	7.416	8.012	8.612
Summe CO₂-Ä Einsparung		560.164	871.367	1.033.951	1.179.712	1.331.535	1.489.558	1.653.813	1.824.212	2.000.545	2.182.490	2.337.081	2.494.183	2.653.291	2.814.006	2.976.103

Sektor	Beschreibung	Einsparpotenzial Mio. t/a	Investition Mio. EUR	Vermeidungskosten		Umsetzungsfaktor	Einsparpotenzial bewertet Mio. t/a	Investition bewertet Mio. EUR
				einzelwirtschaftlich EUR/t	gesamtwirtschaftlich EUR/t			
HH	Energieeffiziente Beleuchtung	0,04	-13,3	-435,6	-244,6	50%	0,020	-6,7
HH	Reduktion stand-by Verbrauch	0,04	0,0	-403,1	-236,3	20%	0,008	0,0
HH	Isolierung Heizungsrohre EFH	0,02	7,3	-330,1	-251,9	50%	0,011	3,7
HH	Isolierung Heizungsrohre MFH	0,02	9,1	-288,0	-216,5	20%	0,003	1,8
HH	Effiziente Umwälzpumpen	0,03	47,3	-242,6	-101,4	50%	0,013	23,6
HH	Sanierung D+W+F MFH innerhalb Zyklus	0,12	212,3	-184,2	-129,3	30%	0,037	63,7
HH	Sanierung D+W+F EFH innerhalb Zyklus	0,12	269,6	-164,7	-112,9	50%	0,061	134,8
HH	Bestgeräte Weiße Ware	0,08	207,3	-90,9	10,9	50%	0,040	103,7
HH	Isolierung Kellerdecke MFH	0,03	86,8	-88,7	-49,0	20%	0,006	17,4
HH	Öl-Brennwertkessel	0,01	16,4	-80,0	-46,7	50%	0,003	8,2
HH	Isolierung Kellerdecke EFH	0,04	124,8	-75,4	-37,9	50%	0,019	62,4
HH	Regelungstechnische Optimierung Bestand	0,07	220,5	-65,2	-21,3	20%	0,015	44,1
HH	Lüftungsanlagen mit WRG in MFH	0,03	111,6	-20,1	18,9	20%	0,006	22,3
HH	Mikro-KWK in MFH	0,03	62,0	28,1	332,4	20%	0,006	12,4
HH	Sanierung D+W+F MFH ausserhalb Zyklus	0,23	1226,0	130,1	134,8	20%	0,046	245,2
HH	Mikro-KWK in EFH	0,03	280,0	197,2	1.071,3	20%	0,007	56,0
HH	Lüftungsanlagen mit WRG in EFH	0,02	148,8	199,0	214,0	20%	0,005	29,8
HH	Sanierung D+W+F EFH ausserhalb Zyklus	0,23	1481,6	210,1	202,1	20%	0,045	296,3
HH	Regelungstechnische optimierung Neubau+Sanierte Geb.	0,05	400,5	351,9	341,1	20%	0,011	80,1
GHD	Energieeffiziente Bürogeräte	0,01	0,0	-273,7	-214,8	50%	0,007	0,0
GHD	Hüllflächensanierung Krankenhäuser, Hotels, Altenheime	0,01	18,6	-127,1	-101,6	20%	0,002	3,7
GHD	Hüllflächensanierung Lehrgebäude	0,02	42,6	-69,2	-43,7	50%	0,009	21,3
GHD	Hüllflächensanierung Handel, Handwerk & Sonstige Gebäude	0,05	117,0	-61,4	-35,9	20%	0,009	23,4
GHD	Hüllflächensanierung öffentl. Gebäude	0,06	156,6	-48,4	-22,9	50%	0,029	78,3
GHD	Effiziente Umwälzpumpen	0,00	8,7	-22,3	39,7	20%	0,001	1,7
GHD	Regelungstechnische Optimierung Bestand Typ 1 und 2	0,05	142,5	-18,6	7,3	20%	0,010	28,5
GHD	Energieeffiziente Beleuchtung	0,03	84,0	-4,4	57,6	50%	0,014	42,0
GHD	KWK-Anlagen groß	0,04	51,7	-3,8	91,4	50%	0,021	25,9
GHD	KWK-anlagen mittel	0,15	195,8	17,0	117,6	20%	0,029	39,2
GHD	KWK-anlagen klein	0,07	111,2	48,3	170,9	10%	0,007	11,1
GHD	Regelungstechnische optimierung Neubau+Sanierte Geb. Typ 1 und 2	0,01	40,5	54,9	81,2	20%	0,002	8,1
GHD	adaptive tageslichtabhängige Steuerung	0,04	145,3	78,5	140,5	20%	0,007	29,1
GHD	Hüllflächensanierung ausserhalb Zyklus Krankenhäuser, Hotels, Altenheime	0,02	98,1	130,0	155,5	20%	0,004	19,6
GHD	Hüllflächensanierung ausserhalb Zyklus Lehrgebäude	0,04	229,3	284,3	309,8	20%	0,007	45,9
GHD	Hüllflächensanierung ausserhalb Zyklus öffentl. Gebäude	0,11	800,0	339,7	365,2	20%	0,022	160,0
GHD	Hüllflächensanierung ausserhalb Zyklus Handel, Handwerk & Sonstige Gebäude	0,09	780,0	451,8	477,4	20%	0,019	156,0
UMW	Pelletheizungen EFH im Bestand	0,16	123,0	-78,2	3,0	50%	0,080	61,5
UMW	Wärmepumpen in Einfamilienhäuser Neubau	0,01	51,3	-23,6	82,8	50%	0,004	25,7
UMW	Biomasse-HKW	0,11	63,0	-6,3	59,0	30%	0,033	18,9
UMW	Windenergie Repowering	1,82	2300,0	-0,3	17,4	50%	0,909	1150,0
UMW	Ausweis neuer FW - Vorranggebiete	0,20	76,0	0,0	0,0	50%	0,100	38,0
UMW	Zubau von KWK-Anlagen bis 2020	0,20	100,0	0,0	0,0	50%	0,100	50,0
UMW	Solarthermie Warmwasserbereitung MFH	0,05	200,0	2,2	111,1	20%	0,010	40,0
UMW	Windenergie Neubau	0,73	960,0	2,9	20,6	50%	0,364	480,0
UMW	Biogasanlagen	0,72	462,0	20,2	141,8	20%	0,143	92,4
UMW	PV Kleinanlagen Gebäude	0,61	3300,0	24,1	293,1	5%	0,030	165,0
UMW	Solarthermie Warmwasserbereitung EFH	0,07	360,0	24,8	100,3	20%	0,015	72,0
UMW	PV Anlagen Freiflächen	0,24	1120,0	74,1	227,9	5%	0,012	56,0
UMW	Reaktivierung kleiner Wasserkraftanlagen	0,06	148,0	75,1	119,2	50%	0,028	74,0
UMW	Solarthermie mit Heizungsunterstützung	0,04	360,0	326,2	385,5	20%	0,008	72,0
SUM		7,05	17543,6				2,40	4287,9

Anhang 4: Übersicht Maßnahmenbewertung