

**REGION-
AKTUELL**

12

Regionale Energie- und Umweltanalyse
(Zusammenfassung)



RHEIN-VERBAND HOCHRHEIN-BODENSEE

Regionale Energie- und Umweltanalyse für die Region Hochrhein-Bodensee

Kurzfassung

Th.Müller, B.Boysen, U.Fahl, R.Friedrich, M.Kaltschmitt, R.Kuntze, A.Voß
Institut für Kernenergetik und Energiesysteme
Abteilung Energiewirtschaft und Systemtechnik (EWS)

J.Giesecke, K.Jorde
Institut für Wasserbau

Universität Stuttgart

C.Voigt
Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Stuttgart

September 1989

MITGLIEDER

PROJEKTBEGLEITENDER AUSSCHUSS

zum Gutachten

"Regionale Energie- und Umweltanalyse für die Region Hochrhein-Bodensee"

Regionalverband:	Verbandsvorsitzender Landrat Dr. B. Wütz, Waldshut, als Ausschußvorsitzender Professor Dr. K.-D. Osswald, MdB, Weil a.Rh. Bürgermeister D. Rottmann, Rheinfelden Bürgermeister i.R. H. Ruf, Singen Dipl.Verw.Wissenschaftler V. Schier, Konstanz Dipl.Ing. W.C. Schupp, Konstanz Bürgermeister i.R. K. Sternadl, Öhlg.-Birkendorf Kreisvorsitzender der CDU E. Zeller, Lauchringen
Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Brüssel, Generaldirektion Energie:	bis 1988 Herr Dr. E. von Scholz ab 1989 Herr Juul
Ministerien:	Innenministerium Baden-Württemberg Regierungsbaudirektor P. Kubach Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Baden-Württemberg Regierungsbaudirektor Koch Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg Regierungsgewerbeleiter G. Schulz
Energieversorgungsunternehmen:	
- Strom	Badenwerk AG.-Betriebsverwaltung Waldshut Dipl.Ing. Schwickert Kraftwerk Laufenburg bis 1988 Dipl.Ing. Röth ab 1989 Dipl.Ing. Breidenbach Kraftübertragungswerke Rheinfelden Dipl.Kfm. Schruft
- Gas	Badische Gas- und Elektrizitätsversorgung AG. Lörrach Vorstandsmitglied Dipl.Volkswirt Seubert
- Öl	Institut für wirtschaftliche Ölheizung e.V. Hamburg Herr Dipl.Ing. Bäder
- Fernwärme	IG WARHENO, Basel Herr Thoma
Gutachter:	Mitarbeiter des Instituts für Kernenergetik und Energiesysteme - IKE - der Universität Stuttgart Vertreter des Büros für Planung und Ingenieur- technik - bpi -, Darmstadt
Verwaltung Regionalverband:	Verbandsdirektor Dr. Th. Zengerling Stv. Verbandsdirektor F. Schwendemann

VORWORT

Am 8. Dezember 1986 hat die Verbandsversammlung des Regionalverbandes Hochrhein-Bodensee an das Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der Universität Stuttgart (IKE) eine "Regionale Energie- und Umweltanalyse für die Region Hochrhein-Bodensee" vergeben. Ein projektbegleitender Ausschuß hat den Fortgang der Arbeiten fachlich und regionalpolitisch unterstützt. Die Verbandsversammlung und der Planungsausschuß des Regionalverbandes wurden regelmäßig über die jeweils abgeschlossenen Schritte des Gutachtens informiert.

In dem Gutachten wird auf der Grundlage der Erfassung des Energieverbrauchs und der Emissionen in der Region Hochrhein-Bodensee im Jahre 1986 ein Referenzszenario aufgebaut, in dem Annahmen über die Entwicklung des Energieverbrauchs und der Emissionen bis zum Jahre 2000 berechnet werden. Das Gutachten untersucht die Ausschöpfung weiterer Möglichkeiten der Energieeinsparung und die Nutzung weiterer Möglichkeiten zur Emissionsminderung in der Region. Eine umfangreiche und eingehende Untersuchung ist den Möglichkeiten der Verwendung regenerativer Energiequellen in der Region gewidmet. Insbesondere wird auch ein verstärkter Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung untersucht.

Die wichtigsten Ergebnisse der Analyse liegen auch auf Gemeindebasis vor, so daß den Gemeinden in der Region wertvolle Handlungshinweise für ihre zukünftige Energiepolitik angeboten werden können. Der Regionalverband wird die Regionale Energie- und Umweltanalyse in vollem Umfang veröffentlichen. Er schickt in dem vorliegenden Heft eine Zusammenfassung voraus, um erste Ergebnisse möglichst rasch zu veröffentlichen.

Neben den Gutachtern haben Mitarbeiter von Gemeinden, von Energieversorgungsunternehmen und von anderen Stellen durch bereitwillige Erteilung von Auskünften, und indem sie Daten zur Verfügung stellten an der Regionalen Energie und Umweltanalyse mitgewirkt. Insbesondere die Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses haben durch ihre kritische Beurteilung der Zwischenergebnisse und durch ihre praktischen Anregungen eine bedeutende Rolle beim Zustandekommen eines für die Region richtungsweisenden Ergebnisses gespielt. Ihnen allen sei daher für ihre Mitarbeit gedankt.

Ein besonderer Dank gilt der Kommission der Europäischen Gemeinschaften - Generaldirektion Energie -, Brüssel, die diese Energie- und Umweltanalyse wegen ihres Modellcharakters ganz wesentlich gefördert hat.

Waldshut-Tiengen, im September 1989

Dr. Bernhard Wütz

Verbandsvorsitzender des
Regionalverbandes Hochrhein-Bodensee

0 Zusammenfassung

Ziel dieses Vorhabens ist es, für die Region Hochrhein-Bodensee eine fundierte Daten- und Informationsbasis sowie ein Analyseinstrumentarium zu erarbeiten, das rationale und effiziente Entscheidungen über die Verringerung der Luftschadstoffbelastung, den Ausbau der Energieversorgung und über Maßnahmen zur Energieeinsparung in diesem Gebiet ermöglicht.

Das Gesamtprojekt gliedert sich dabei folgendermaßen:

- Ermittlung von Energiebedarf, Energieversorgung und Luftschadstoffemissionen im Jahr 1986
- Abschätzung einer möglichen zukünftigen Entwicklung von Energiebedarf, Energieversorgung und Luftschadstoffemissionen für das Jahr 2000 (Referenzfall)
- Untersuchung von zusätzlich einsetzbaren Maßnahmen zur rationellen und umweltschonenden Energieverwendung
- Identifizierung von Maßnahmen auf Gemeindeebene und Maßnahmenwirkungsanalyse (Gesamtszenario)

Energieverbrauch, Energieversorgung und Luftschadstoffemissionen im Jahr 1986 in der Region Hochrhein-Bodensee

In einem ersten Schritt wurde die gegenwärtige Struktur von Energiebedarf und Energieversorgung ermittelt. Dabei wurde für jede Gemeinde innerhalb der Region eine vollständige Energiebilanz nach Verbrauchersektoren und Energieträgern für die Bereiche Industrie, Haushalte, Kleinverbraucher und Verkehr für das Bezugsjahr 1986 aufgestellt. Anhand von diesen Energiebilanzen wurden dann die SO_2 - und NO_x -Emissionen in der einzelnen Gemeinde berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in Tabelle 0-1 für die Gesamtregion dargestellt. Gleiche Tabellen liegen getrennt für die drei Landkreise und für sämtliche Gemeinden einzeln vor. Die Abbildungen 0-1 bis 0-3 zeigen die räumlichen Schwerpunkte des Energieverbrauchs in den drei Landkreisen.

Die Betrachtung der Tabelle und der Abbildungen zeigt, daß sich die wesentlichen Energieverbräuche im Jahr 1986 auf wenige Gemeinden in den Kreisen Lörrach und Konstanz verteilen. Der Landkreis Lörrach zeichnet sich außer durch seinen hohen Pro-Kopf-Verbrauch an Energie besonders dadurch aus, daß über 50 % der dortigen Endenergie im Verarbeitenden Gewerbe eingesetzt werden. Trotz des hohen Gasanteils in der Industrie in diesem Landkreis von über 40 % stammen fast 75 % der SO_2 -Emissionen aus dem Industriesektor. Aus dem gleichen Grund hat beim NO_x der Verkehrssektor hier im Jahr 1986 einen für baden-württembergische Verhältnisse unterdurchschnittlichen Anteil von etwa 64 %.

Im Landkreis Konstanz weist demgegenüber die Industrie nur einen Anteil von ca. 25 % am Endenergieverbrauch auf und ist auch nur mit ca. 53 % an den SO_2 -Emissionen beteiligt. Der Anteil des Verkehrssektors an den NO_x -Emissionen liegt dafür mit 78 % über dem Landesdurchschnitt.

Tab. 0-1: Endenergieverbrauch und Emissionen im Jahr 1986 in der Region Hochrhein-Bodensee

RV HOCHRHEIN-BODENSEE													
Bevoelkerung: 567582, 2755.99 qkm Gemarkungsfl., 26426.44 ha Siedlungsfl.													
	LEICHTES HEIZOEL	SCHWERES HEIZOEL	KRAFT- STOFFE	GASE	KOEHLE	HOLZ STROH	MUELL, SONST.	SONNE	WIND	WASSER	STROM	FERN- WAERME	GESAMT
<u>Umwandlungsbilanz fuer das Jahr 1986 in Tj</u>													
<u>Einsatz:</u>													
Kraftwerke	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21391.58	0.00	0.00	21391.58
Heizwerke	2.98	179.93	0.00	81.85	0.00	17.85	18.88	0.00	0.00	0.00	4.22	0.00	305.71
Heizkraftw.	0.78	0.00	0.00	25.19	58.60	0.00	58.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	143.16
<u>Ausstoß:</u>													
Kraftwerke	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7700.98	0.00	7700.98
Heizwerke	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.58	245.58
Heizkraftw.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.48	50.67	62.15
<u>Import, Export, Verluste, stat. Differenzen in Tj</u>													
	19434.62	4075.37	12811.10	15471.25	6046.29	581.61	77.48	0.00	0.00	21391.58	6628.03	0.00	86517.34
<u>Endenergiebilanz fuer das Jahr 1986 in Tj</u>													
Haushalte	11754.07	0.00	0.00	4108.12	760.29	427.66	0.00	0.00	0.00	0.00	2549.45	14.04	19613.63
Kleinverb.	5813.93	147.85	0.00	2322.67	235.96	136.09	0.00	0.00	0.00	0.00	2045.56	273.02	10975.09
Industrie	1862.86	3747.59	0.00	8933.42	4991.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9741.25	9.19	29285.75
Verkehr	0.00	0.00	12811.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12811.10
Gesamt	19430.86	3895.44	12811.10	15364.21	5987.69	563.76	0.00	0.00	0.00	0.00	14336.27	296.25	72685.58
<u>SO₂-Bilanz fuer das Jahr 1986 in t</u>													
Umwandlung	0.41	140.35	0.00	0.05	39.85	0.89	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	185.14
Haushalte	1292.95	0.00	0.00	2.05	304.12	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1601.26
Kleinverb.	639.53	115.32	0.00	1.16	92.50	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	849.20
Industrie	204.92	2923.12	0.00	4.47	3294.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6427.40
Verkehr	0.00	0.00	588.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	588.12
Gesamt	2137.81	3178.79	588.12	7.74	3731.36	3.71	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9651.11
<u>NO_x-Bilanz fuer das Jahr 1986 in t</u>													
Umwandlung	0.54	35.99	0.00	13.06	9.96	2.68	10.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.97
Haushalte	587.70	0.00	0.00	246.49	49.42	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	911.41
Kleinverb.	290.70	26.61	0.00	116.13	18.88	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	459.12
Industrie	268.25	749.52	0.00	1089.88	871.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2979.21
Verkehr	0.00	0.00	11205.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11205.27
Gesamt	1147.19	812.12	11205.27	1465.56	949.82	37.28	10.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15627.99

Der Landkreis Waldshut hat zwar den geringsten absoluten Energieverbrauch in der Region, er weist aber einen etwas höheren Pro-Kopf-Verbrauch auf als der Kreis Konstanz, was auch auf einen etwas höheren Industrieanteil von hier gut 40 % am Endenergieverbrauch zurückzuführen ist. Der Anteil der Industrie an den SO₂-Emissionen liegt auch in diesem Kreis, wie schon im Kreis Lörrach, bei über 70 %. Der Kreis Waldshut ist der einzige Landkreis der Region, der dank seiner Wasserkraftwerke im Jahr 1986 mehr Strom ins Verbundnetz eingespeist als aus ihm entnommen hat.

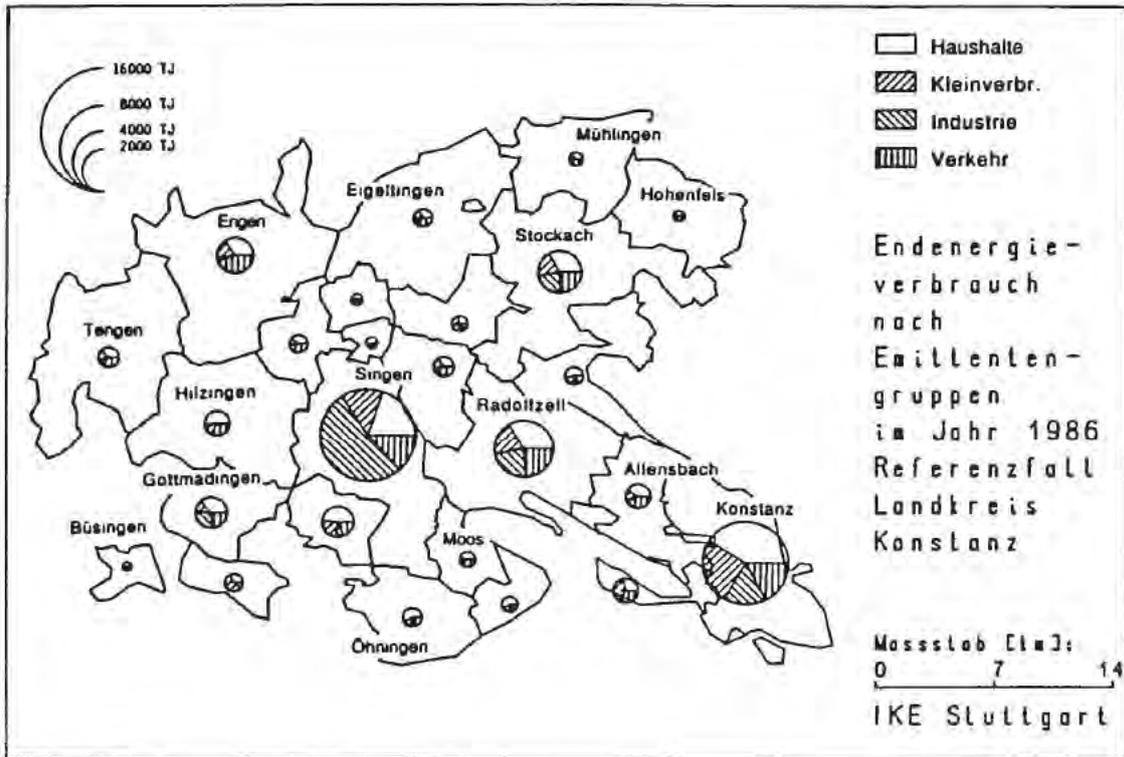


Abb. 0-1: Endenergieverbrauch im Kreis Konstanz im Jahr 1986 (aus Datenschutzgründen teilweise ohne Energieverbrauch der Industrie)

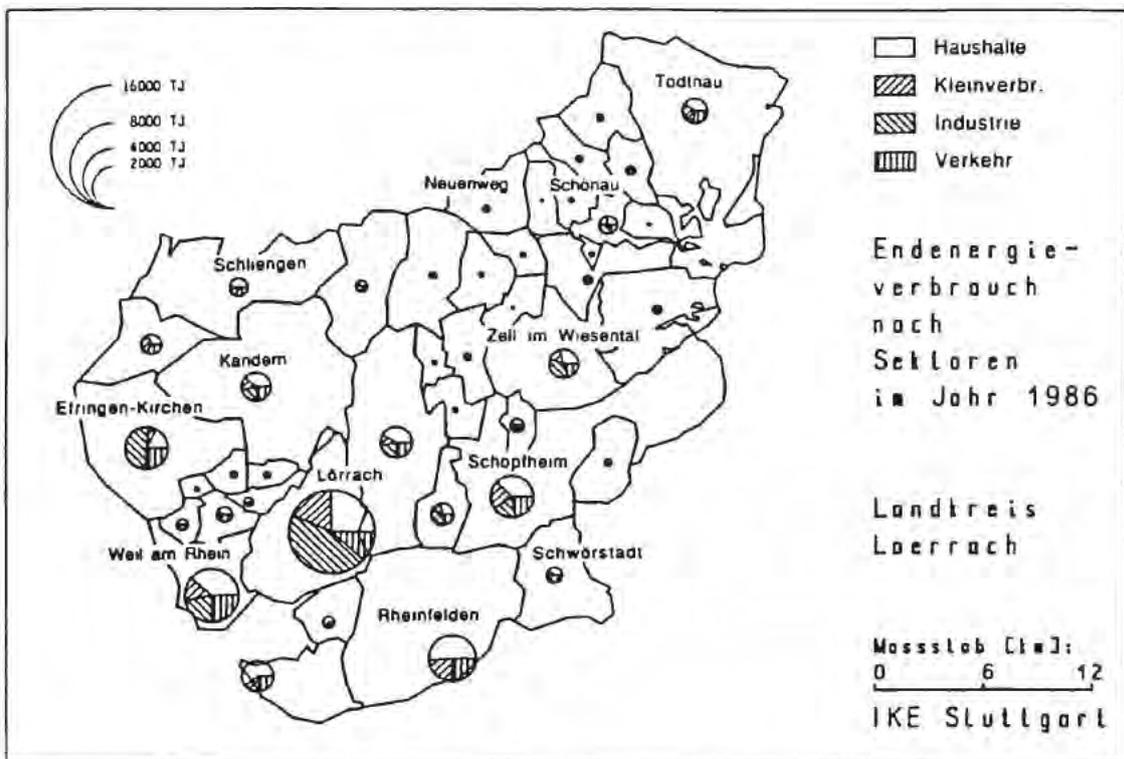


Abb. 0-2: Endenergieverbrauch im Kreis Lörrach im Jahr 1986 (aus Datenschutzgründen teilweise ohne Energieverbrauch der Industrie)

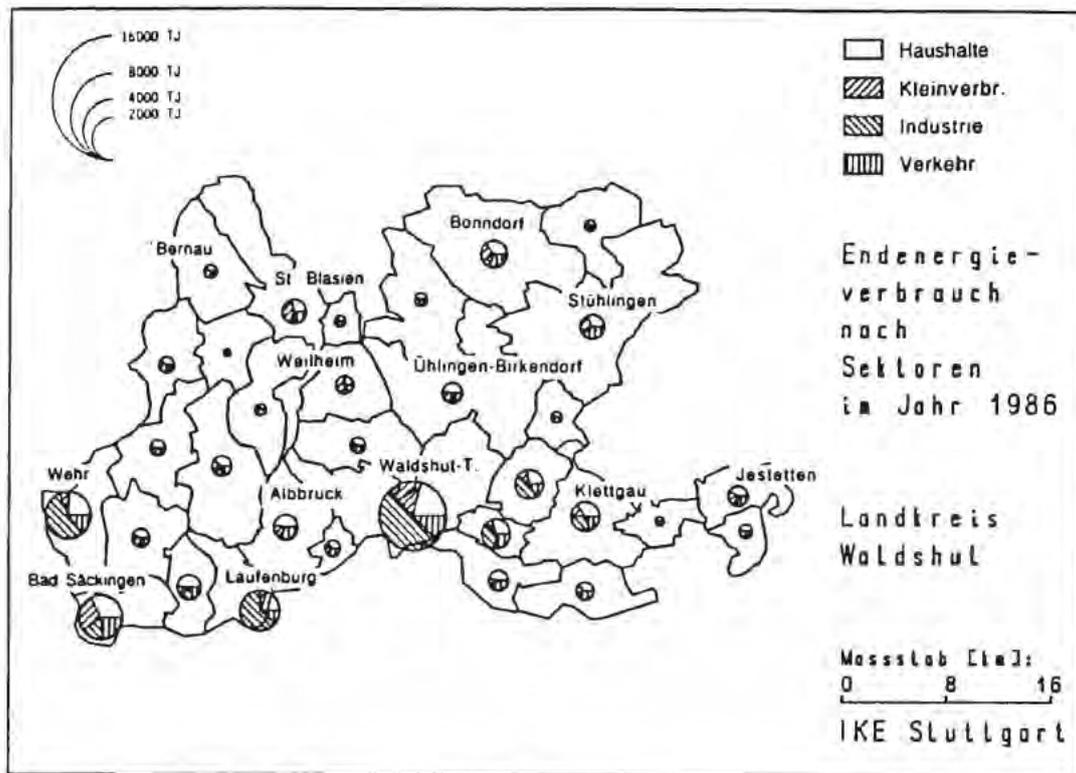


Abb. 0-3: Endenergieverbrauch im Kreis Waldshut im Jahr 1986
(aus Datenschutzgründen teilweise ohne Energieverbrauch der Industrie)

Referenzszenario für das Jahr 2000

Um die Auswirkungen bestimmter Energie- und Umweltmaßnahmen auch quantitativ abschätzen zu können, muß zuerst eine Vergleichsentwicklung definiert werden, von der ausgehend die Vor- und Nachteile der zu untersuchenden Maßnahmen ermittelt werden können. Zu diesem Zweck wird auf der Basis in sich konsistenter Annahmen eine denkbare zukünftige Entwicklung des Energiesystems beschrieben. Eine solche Beschreibung wird als Szenario bezeichnet, wobei ein solches Szenario nicht den Anspruch erhebt, den tatsächlichen Zustand des Energiesystems nach einer bestimmten zeitlichen Periode zu beschreiben, sondern nur den Zustand, der sich einstellt, wenn ganz bestimmte Annahmen, die dem Szenario zugrunde liegen, eintreffen.

Die Entwicklung des Energiesystems, die als Vergleichsmaßstab für andere Szenarien dienen soll, wird hier Referenzszenario genannt. Das Referenzszenario ist im wesentlichen dadurch charakterisiert, daß von der Fortsetzung der bisherigen Energiepolitik und einem Fortbestehen der derzeitigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen ausgegangen wird. Folgende grundlegende Annahmen wurden hierzu getroffen:

- Die Umweltschutzgesetze und -verordnungen, wie z.B. die Großfeuerungsanlagenverordnung und die TA-Luft, gelten unverändert weiter, sofern nicht Änderungen bereits heute beschlossen oder konkret geplant sind.

- Regelungen wie die Wärmeschutzverordnung gelten sinngemäß weiter.
- Die für die Energiewirtschaft relevanten steuerlichen Regelungen bleiben unverändert.
- Die Entwicklung der Bevölkerung wird ebenso wie die wirtschaftliche Entwicklung in Anlehnung an Vorausschätzungen des Statistischen Landesamtes festgelegt.
- Gemäß den Planungen der Versorgungsunternehmen erfolgt weiterhin ein starker Ausbau der Gasversorgung.

Für die Haushalte und Kleinverbraucher gilt im besonderen:

- Dämmmaßnahmen bei Altbauten werden im Referenzfall pro Jahr bei etwa 1 % der Gebäude, die vor 1978 erbaut wurden, durchgeführt.
- Die Jahresnutzungsgrade von Neuanlagen zur Raumwärmeerzeugung und zur Warmwasserbereitung werden sich in Zukunft weiter verbessern.
- Aus Gründen eines größeren Komforts wird eine kontinuierliche Umrüstung von Öl- und Festbrennstoff-Einzelheizung auf Sammelheizungsanlagen unterstellt.
- Außer der seit März 1988 vorgeschriebenen weitergehenden Entschwefelung von leichtem Heizöl auf einen Schwefelgehalt von maximal 0,2 Gewichtsprozent werden im Referenzfall keine weiteren technologischen Emissionsminderungsmaßnahmen einbezogen, so daß bei den übrigen Brennstoffen von gleichbleibenden, mittleren Emissionsfaktoren je Brennstoff ausgegangen wird.
- Nach den Vorschriften der TA-Luft werden im Jahr 2000 keine Anlagen mit einer Nennleistung unter 5 MW mehr mit Schweröl betrieben werden können. Deshalb wird im Referenzszenario sämtliches schweres Heizöl im Kleinverbrauchersektor durch leichtes Heizöl substituiert.

Die wichtigsten Referenzfallannahmen für das Verarbeitende Gewerbe betreffen

- die Annahmen über das Wirtschaftswachstum, und damit über die Entwicklung des Energiebedarfs, wobei von unterschiedlichen Wachstumsraten in den einzelnen Branchen ausgegangen wird, die zu einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate des realen Bruttoinlandsproduktes von 2,2 %/a in Baden-Württemberg führen,
- die Erfüllung der Anforderungen der TA-Luft und der Großfeuerungsanlagenverordnung an den künftigen Schadstoffgehalt der Abgase aus den Umwandlungsprozessen,
- die geplanten oder bereits durchgeführten Brennstoffsubstitutionen in der Region, die in der Regel von den festen und flüssigen Brennstoffen hin zum Gas gehen.

Die Abbildungen 0-4 bis 0-6 zeigen die Veränderungen bezüglich Energieverbrauch und Emissionen, die sich im Referenzszenario für das Jahr 2000 gegenüber dem Jahr 1986 ergeben.

Insgesamt führen die Annahmen des Referenzfalles dazu, daß der gesamte Endenergiebedarf in der Region bis zum Jahr 2000 praktisch konstant bleibt. Eine Verschiebung ergibt sich allerdings sowohl zwischen den einzelnen Sektoren als auch zwischen den einzelnen Energieträgern. Einerseits setzt sich der Trend weg vom Öl von knapp 50 % Anteil am Endenergieverbrauch im Jahr 1986 auf knapp 40 % im Jahr 2000 weiterhin fort, andererseits sinkt infolge von Einspar- und Renovierungseffekten trotz einer Steigerung der Wohnfläche der Anteil der privaten Haushalte am gesamten Endenergieverbrauch von 27 % 1986 auf 24 % im Jahr 2000.

Die SO₂-Emissionen betragen laut Referenzfallannahmen im Jahr 2000 in der Region nur noch gut 5100 t/a, was vom Basisjahr aus gerechnet insgesamt einem Rückgang von 47 % entspricht. Dies ist vor allem auf den stetig steigenden Gasanteil in der Region, die Herabsetzung des Schwefelgehaltes im leichten Heizöl und den starken Rückgang des schweren Heizöls zurückzuführen.

Bei den NO_x-Emissionen in der Region ist nicht mit einer solch hohen Minderung in den nächsten Jahren zu rechnen. Die aufgrund der EG-Grenzwerte und der flankierenden deutschen politischen Maßnahmen erwarteten Schadstoffminderungsstrategien bei PKW führen hier bis zum Jahr 2000 nur zu einem Rückgang um 15 %.

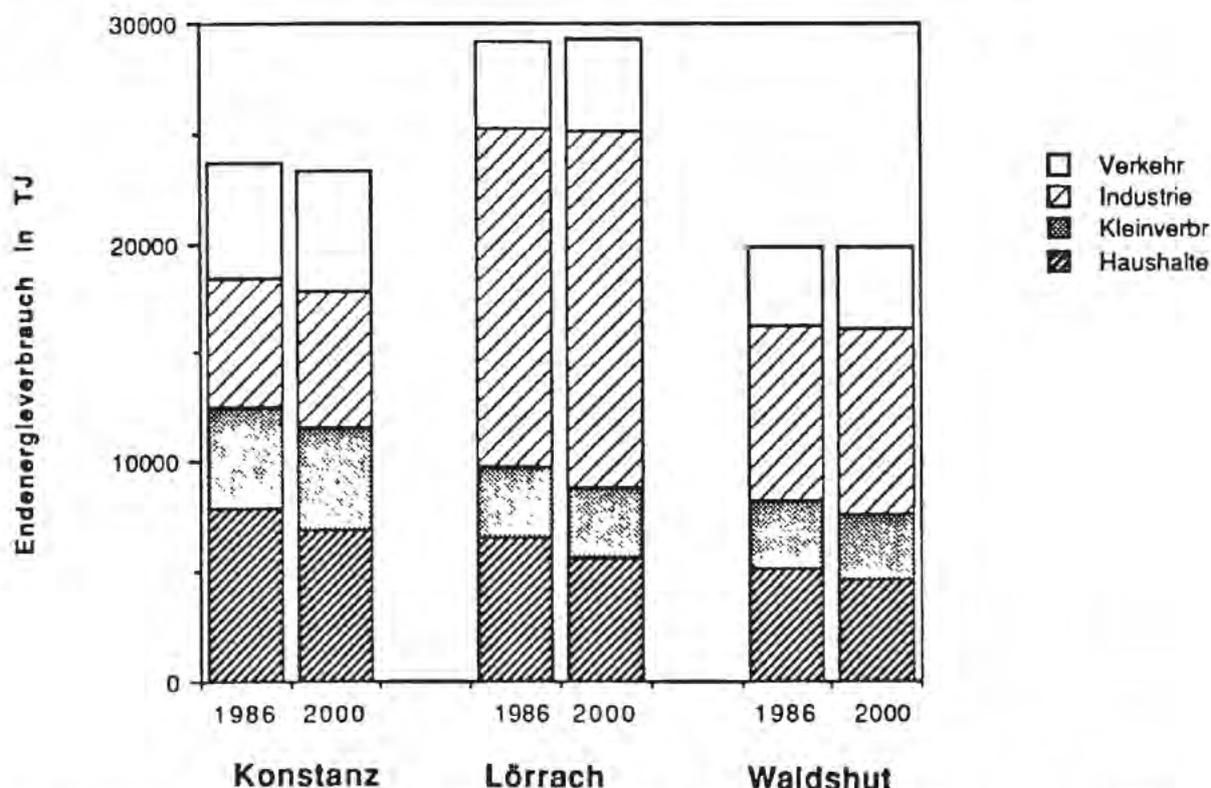


Abb. 0-4: Endenergieverbrauch in den drei Landkreisen der Region in den Jahren 1986 und 2000 (Referenzfall)

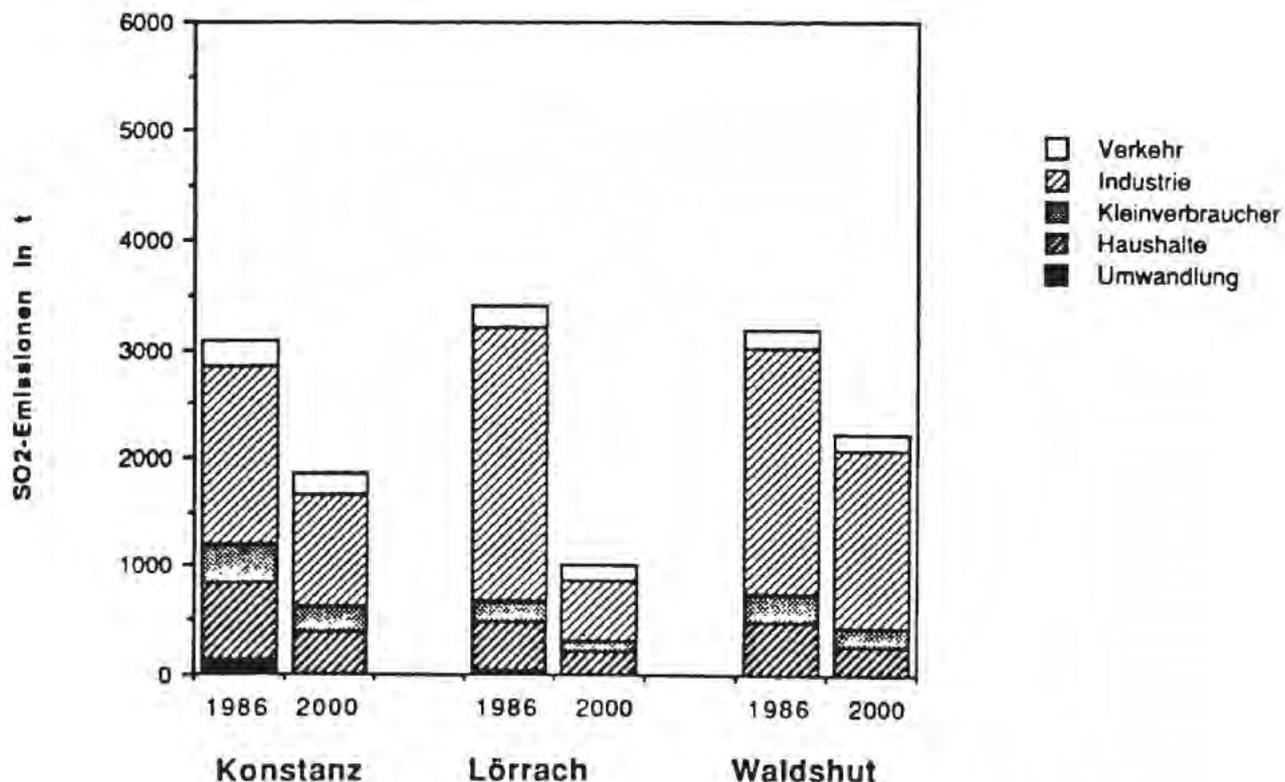


Abb. 0-5: SO₂-Emissionen in den drei Landkreisen der Region in den Jahren 1986 und 2000 (Referenzfall)

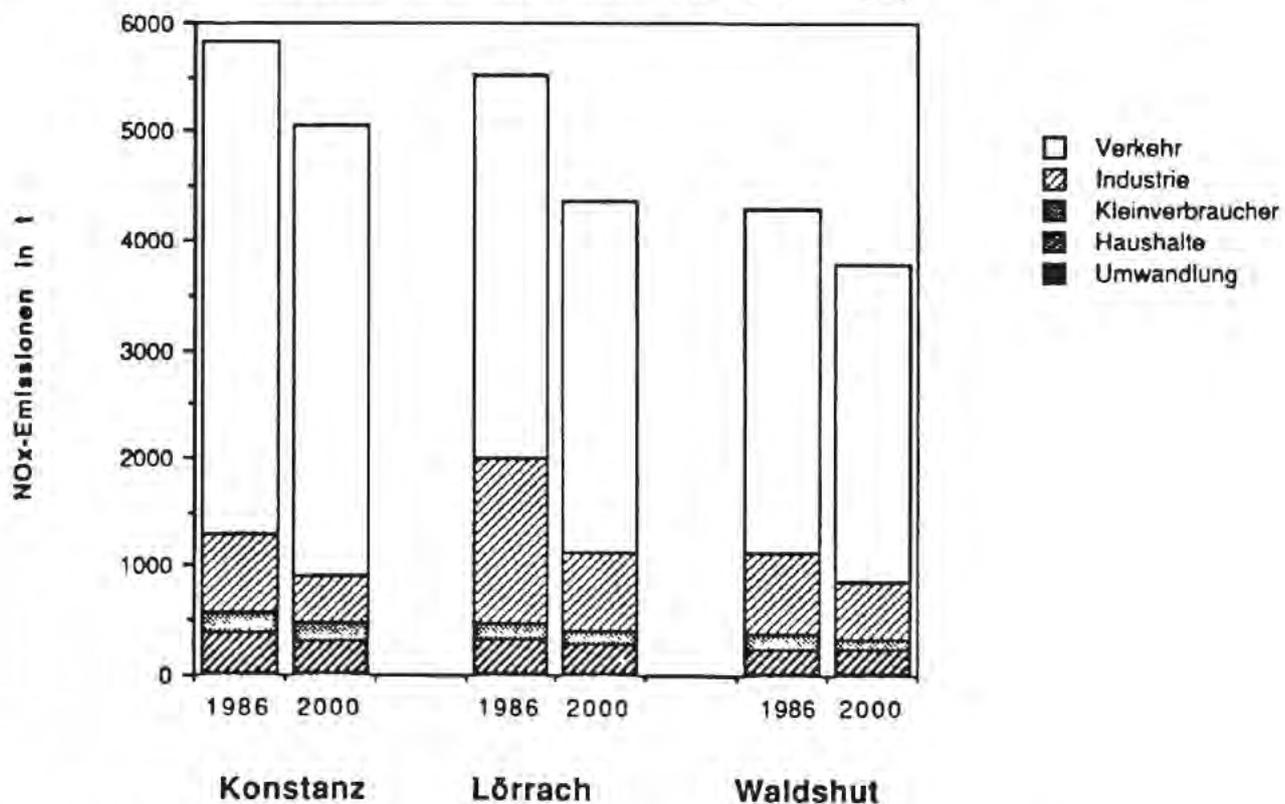


Abb. 0-6: NO_x-Emissionen in den drei Landkreisen der Region in den Jahren 1986 und 2000 (Referenzfall)

Der Kreis Lörrach verfügt schon 1986 über einen überdurchschnittlich hohen Gasanteil von 34 % am Endenergieverbrauch. Dieser Anteil soll laut Planungen bis zum Jahr 2000 auf fast 50 % gesteigert werden. Damit würde sich in diesem Landkreis schon unter Referenzszenariobedingungen ein Rückgang der SO₂-Emissionen bis zum Jahr 2000 um ca. 70 % ergeben.

Untersuchung zusätzlicher Energieeinsparmöglichkeiten

Durch Energiesparen werden Ressourcen geschont und die Belastungen der Umwelt verringert. Die Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen ist stark abhängig von den Energieträgerpreisen. Viele Maßnahmen sind bereits heute wirtschaftlich, andere liegen an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit, aufgrund ihrer positiven Auswirkung auf die Umwelt kann die Durchführung von Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung auch über das wirtschaftliche Maß hinaus sinnvoll sein.

Im Bericht werden folgende Energiesparmaßnahmen dargestellt und hinsichtlich der Kosten und der Folgen ihres Einsatzes auf Umwelt und Energieversorgung analysiert:

- Maßnahmen zur Reduzierung der zur Deckung des Raumwärmebedarfs eingesetzten Endenergie,
- Maßnahmen, zur Reduzierung des Energiebedarfs für Prozesswärme (Warmwasser etc.),
- Maßnahmen, die den Energiebedarf für Licht und elektrische Geräte reduzieren, und
- Maßnahmen zur Senkung des Kraftstoffverbrauches im Sektor Verkehr

Bei der Durchführung solcher Maßnahmen ergeben sich die folgenden Einsparpotentiale:

- Wärmedämmung: Besonders bei älteren und schlecht gedämmten Gebäuden sind Einsparungen bis zu ca. 50 % möglich. Im Durchschnitt über alle Gebäude ergab sich ein Einsparpotential von ungefähr 11 % des Raumwärmebedarfs.
- Durch Modernisierungs- und Umrüstmaßnahmen an Heizungsanlagen, wie z.B. Einbau von Brennwertkesseln oder Regelungseinrichtungen lassen sich weitere, in Einzelfällen erhebliche Einsparungen erreichen, die sich im Durchschnitt auf 2-3 % des Raumwärmebedarfs summieren.
- Bei Warmwasserbereitungsgeräten besteht ein Einsparpotential in der Größenordnung von 5 % des gesamten Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung.
- Durch den Einsatz moderner Elektrogeräte und Maschinen sowohl im Haushalts- als auch im gewerblichen Bereich lassen sich Einsparpotentiale ausschöpfen, die in der Summe den Stromverbrauch um 5-7 % reduzieren können.

Unter diesen Annahmen werden im Jahr 2000 gegenüber dem Refe-

renzszenario in der Region ca. 4600 TJ weniger Endenergie verbraucht, was einer zusätzlichen Gesamteinsparung von 6,4 % entspricht, wobei nochmals darauf hingewiesen wird, daß im Sektor Industrie keine zusätzlichen Einsparungen gegenüber dem Referenzszenario angenommen wurden. Durch die betrachtete Energieeinsparung könnten gleichzeitig im Jahr 2000 zusätzlich knapp 200 t SO₂ und gut 1000 t NO_x gemindert werden.

Es stellt sich nun die Frage, wie die Kommunen, die Landkreise und der Regionalverband dazu beitragen können, die oben kurz skizzierten Maßnahmen zur Energieeinsparung in der Region zu fördern. Die folgende Liste zählt einige mögliche Maßnahmen, die teilweise auch schon in der Region durchgeführt werden, auf:

- Energieberatung durch Energieversorgungsunternehmen
- Presseinformationen über rationelle Energieverwendung
- Förderung von Ausstellungen über rationelle Energieanwendung im Bereich private Haushalte und Kleinverbraucher
- Einrichten von Handwerkerlehrgängen über Baukooperation
- Verbraucherberatung und Information mittels Broschüren
- Lose-Blatt-Sammlung "Technische Information über neue Produkte, Verfahren und Vorschriften"
- Erarbeitung von Energieanalysen für Gemeinden
- Erstellung von jährlichen Berichten über den Energieverbrauch der gemeindeeigenen Einrichtungen
- Weiterbildung von energietechnischen Anlagenbetreuern
- Einstellung kommunaler Energiebeauftragter in größeren Gemeinden
- Informationen für Gebietskörperschaften über rationelle Energieverwendung
- Verbesserungen bei Planung und Verwaltung
- Kurse der Erwachsenenbildung über Haus und Energie
- Förderung des öffentlichen Personennahverkehrs durch
 - Vergütung von Einzel- oder Mehrfachfahrtscheinen
 - Verkehrsverbund
 - Erhöhen von Parkgebühren

Möglichkeiten zur Emissionsminderung

Die Möglichkeiten zur Emissionsminderung bei Verbrennungsanlagen lassen sich im wesentlichen in technische Maßnahmen an den Anlagen und in andere Maßnahmen wie Brennstoffsubstitution oder Brennstoffentschwefelung einteilen. Weiterhin bewirken auch alle Energieeinsparmaßnahmen eine Reduzierung der Schadstoffemissionen.

Im Rahmen dieses Gutachtens wurden Emissionsminderungsmaßnahmen für die beiden Schadstoffe SO_2 und NO_x untersucht. Die folgenden Maßnahmen führen bereits im Referenzfall zu erheblichen Emissionsminderungen:

- Die Entschwefelung des leichten Heizöls auf maximal 0,2 Gewichts-% Schwefel.
- Substitution verschiedener Brennstoffe durch Erdgas.
- Substitution von schwerem Heizöl durch leichtes Heizöl oder Erdgas.
- Vermehrter Einsatz von Fahrzeugen mit Katalysator.

Darüber hinaus ist die Durchführung folgender Maßnahmen empfehlenswert:

- Weitergehende Entschwefelung des leichten Heizöls und des Dieselkraftstoffes auf 0,1 Gewichts-% Schwefel.
- Umstellung von Kohlefeuerungen im Haushaltssektor auf leichtes Heizöl, Flüssiggas oder, wenn vorhanden, Erdgas.
- Substitution von schwerem Heizöl durch Erdgas, Flüssiggas und leichtes Heizöl.
- Einsatz NO_x -armer Brenner an Öl- und Gasfeuerungen bei Haushalten und Kleinverbrauchern.
- Einsatz von Primärmaßnahmen (NO_x -arme Brenner, gestaffelte Luftzufuhr) zur NO_x -Minderung bei industriellen Feuerungen.
- Verstärkte Ausrüstung von Kraftfahrzeugen mit geregelten Drei-Wege-Katalysatoren.
- Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs.
- Verstärkte Verlagerung von Transportgut von der Straße auf die Schiene.

Führt man alle empfehlenswerten Maßnahmen durch, so ließen sich in der Region im Jahr 2000 750 t SO_2 und gut 2500 t NO_x zusätzlich weniger emittieren, was einer Minderung gegenüber dem Referenzfall von knapp 15 % beim SO_2 und von fast 20 % beim NO_x entspricht. Dadurch würden zusätzliche Kosten von ca. 33 Millionen Mark entstehen, gleichzeitig würden in der Region ca. 20 Arbeitsplätze geschaffen.

Es zeigt sich, daß gerade bei den NO_x -Emissionen noch ein größeres Potential zur Minderung besteht, wobei hier vor allem beim Sektor Verkehr als Hauptverursacher anzusetzen ist. Innerhalb dieses Sektors müssen gerade beim Schwerlastverkehr Wege gefunden werden, den Stickoxidausstoß in Zukunft zu vermindern.

Vermehrter Einsatz der Sonnenenergie

Solarthermische Wärmegewinnung

Ein Problem bei der thermischen Nutzung der Sonnenenergie stellt in unseren Breiten die jahreszeitliche Diskrepanz zwischen hohem Solar-Angebot im Sommer und hoher Wärme-Nachfrage im Winter dar. Es sind zwar Forschungen auf dem Gebiet der Langzeitspeicher im Gange, jedoch befinden sie sich bei uns noch eher im Versuchsstadium. Diese Probleme gelten vor allem bei der solaren Raumwärmebereitstellung.

Deutlich günstiger stellt sich die solare Warmwasserbereitung dar. Hier ist bei den heutigen, relativ niedrigen Brennstoffpreisen für konventionelle Systeme (Öl ca. 0,40 DM/l) die Freibadwassererwärmung in vielen Fällen bereits wirtschaftlich. Bei dem im Referenzszenario für das Jahr 2000 unterstellten höheren Ölpreis von ca. 0,73 DM/l sind Brauchwassersysteme für Mehrfamilienhäuser und vor allem größere Gebäude mit hohem Warmwasserbedarf auch im Sommer, wie beispielsweise Krankenhäuser, nur wenig teurer als konventionelle Systeme. Unter Berücksichtigung eines gewissen Eigenleistungsanteils kann auch bei Einfamilienhäusern davon ausgegangen werden, daß bei einem moderaten Ölpreisanstieg solarthermische Systeme in den Bereich einer Wirtschaftlichkeit kommen könnten. Hier ist dann auch meist die oft etwas schwierige Mieter/Eigentümerproblematik nicht gegeben.

Aktive und passive solarthermische Systeme können in jedem Fall einen Beitrag zum Umweltschutz leisten, weil durch ihre Nutzung der Einsatz fossiler Energieträger verringert und damit Emissionen reduziert werden. Dabei werden durch solche Systeme nicht nur Emissionen der Schadstoffe SO_2 und NO_x , sondern auch CO und das den Treibhauseffekt verursachende CO_2 sowie andere klimawirksame Gase (meist flüchtige organische Kohlenwasserstoffverbindungen) vermieden. Würde man die Hälfte der Warmwasserbereitstellung der Region durch Solarenergie decken, so könnten bei den Haushalten sowohl die Schwefeldioxid- als auch die Stickoxidemissionen um durchschnittlich 6,5 % vermindert werden (je nach Gemeinde 4,5 - 7,5 %). Im Bereich der Kleinverbraucher liegt die durchschnittliche Minderung in der Größenordnung von ebenfalls rund 7,5 %.

Unter Berücksichtigung der Vorteile der Solarenergie bei einer Nutzung zur Warmwassergewinnung hinsichtlich der Versorgungssicherheit und des Umweltschutzes wäre eine Unterstützung ausgewählter Modellprojekte, wie z.B. eine Schwimmbadwassererwärmungsanlage oder auch eine Brauchwasserbereitungsanlage für ein öffentliches Gebäude, wie z.B. ein Krankenhaus oder ein Altenheim, überlegenswert.

Photovoltaische Stromerzeugung

Derzeit liegen die Kosten des photovoltaisch erzeugten Stromes bei netzgekoppelten Systemen etwa um den Faktor 10 über den Aufwendungen, die ein privater Haushalt für die elektrische Energie aufzuwenden hat. Damit ist auch eine mögliche Wirtschaftlichkeit auf absehbare Zeit nicht gegeben, da mit einem derartigen Innovationssprung nicht gerechnet werden kann. Ein nennenswerter Beitrag aus Solarzellen zur Stromversorgung kann infolge-

dessen mittel- bis langfristig nicht erwartet werden, auch wenn man bei einer Kostenkalkulation die vermiedenen Emissionen als Gutschrift berücksichtigt. Jedoch sollten die Anstrengungen, die Photovoltaikzellen wirtschaftlicher, d.h. effizienter und billiger, zu machen, durch administrative Maßnahmen verstärkt gefördert werden, damit nach dem Jahr 2000 eine zunehmende Integration dieser Technik in das Energieversorgungssystem stattfinden kann.

Weit günstiger sieht eine Gesamtbilanz aus, wenn die Photovoltaikanlage zur Versorgung eines Verbrauchers weit ab der öffentlichen Stromversorgung dienen soll (z.B. einsam gelegener Hof oder abseits gelegenes Almgasthaus ohne Anschluß an das öffentliche Stromnetz). Dann vermindern sich die Kosten nahezu um den Faktor zwei, da eine so hochgenaue Umformung des solar erzeugten Gleichstroms auf die netzüblichen Wechselspannungsspezifikationen, wie es bei netzgekoppelten Systemen notwendig ist, im Inselbetrieb mit den üblichen Haushaltsgeräten nicht erforderlich ist. Hier kann eine Solarzellenanlage mit Batteriebank, u.U. auch in Kopplung mit einem Windenergiekonverter, bereits unter den derzeitigen ökonomischen Rahmenbedingungen, wirtschaftlich sinnvoll sein. Dies gilt umso mehr, wenn die verschiedenen Förderungsmöglichkeiten des Landes, des Bundes und der Europäischen Gemeinschaft ausgeschöpft werden.

Nutzung der Windenergie

Aufgrund der heute schon relativ niedrigen Kosten einer Stromerzeugung aus Windenergie und wegen der Tatsache, daß Teile der Region (Teile der Landkreise Waldshut und Lörrach) im Hochschwarzwald liegen und sich daher durch gute bis sehr gute Windverhältnisse auszeichnen, sind in der Region Hochrhein-Bodensee vergleichsweise günstige Bedingungen für den Einsatz der Windenergie gegeben. Dies gilt vor allem an exponierten Standorten mit den dortigen optimalen Windverhältnissen und insbesondere bei einer Ausschöpfung der staatlichen Förderungsmaßnahmen.

Um die Möglichkeiten und Grenzen derartiger Anlagen bei einem Einsatz in Mittelgebirgslagen besser einordnen und einschätzen zu können, und die etwas schwierige Akzeptanzproblematik unter realen Umständen untersuchen zu können, wäre der Bau und Betrieb einiger Demonstrationsanlagen an günstigen Standorten in der Region erwägenswert. Dies gilt vor allem, weil bei einer Stromerzeugung aus Wind keine Emissionen freigesetzt und, verglichen mit anderen Stromerzeugungsoptionen, damit relativ umweltfreundlich elektrische Energie erzeugt werden kann.

Sollte ein potentieller Betreiber in einem Gebiet mit vergleichsweise hoher mittlerer Windgeschwindigkeit liegen, wie sie u.U. auf den Kammlagen des Hochschwarzwaldes erreicht wird, könnte aus betriebswirtschaftlicher Sicht eine Rentabilität dieser Technologie in naher Zukunft gegeben sein, wenn man einen weiteren Rückgang der spezifischen Investitionskosten und eine Inanspruchnahme staatlicher Fördermöglichkeiten zugrunde legt. Wenn das Potential in der höchsten Windgeschwindigkeitsklasse voll ausgeschöpft würde, könnte je nach Technik zwischen 20 und 50 GWh Strom in der Region im Jahr 2000 aus Wind erzeugt werden. Als theoretisch mögliche Standorte böten sich hierfür die Gemeinden Schönau, Todtnau, Wieden, Bernau, St.Blasien und Todtmoos an.

Biogasnutzung

Biogasanlagen sind bei dem momentanen Preisniveau der fossilen Energieträger nicht wirtschaftlich. Selbst durch technologischen Fortschritt oder bei einem möglichen moderaten Ansteigen des Ölpreises wird die Rentabilitätsschwelle nicht erreicht. Durch die u.U. zum Problem werdenden Schwefeldioxidemissionen und die dadurch notwendigen Rückhaltemaßnahmen kann sich die Wirtschaftlichkeit noch weiter verschlechtern.

Bei einer gemischt volks- und betriebswirtschaftlichen Sichtweise unter Einbeziehung auch der bei einer streng ökonomischen Betrachtung nicht berücksichtigten externen Faktoren kann sich jedoch durchaus ein gewisser Nutzen aus dem Betrieb von Biogasanlagen sowohl für den jeweiligen landwirtschaftlichen Betrieb als auch die Umwelt ergeben. Das bei manchen Großmastbetrieben vorhandene Gülleproblem könnte durch eine Umsetzung der organischen Abfälle bei einer gleichzeitigen Energiegewinnung entschärft werden. Durch die Düngewertverbesserung und der damit möglichen Ausbringung der vergorenen Gülle während der Vegetationszeit käme es neben der vermiedenen Geruchsbelastung zu einer verminderten Nitrateinbringung ins Grundwasser.

Das Potential an Biogas beträgt, wenn man nur die Betriebe ab einer bestimmten Mindestgröße berücksichtigt, im Kreis Konstanz ca. 250 TJ/a, im Kreis Lörrach rund 100 TJ/a und im Kreis Waldshut etwa 200 TJ/a, wobei die Rinderhaltung gegenüber der Schweine- und Hühnerhaltung jeweils den weitaus größten Anteil bildet.

Energiegewinnung aus Abfall

Abfall stellt in erster Hinsicht keinen Energieträger dar, sondern ein unerwünschtes Nebenprodukt unserer Gesellschaft. Eine energetische Nutzung des Abfalls bildet sowohl aus Gründen der Wirtschaftlichkeit als auch aus Umweltgesichtspunkten heraus keine echte Alternative zu einer möglichst umfassenden Vermeidung bzw. Wiederverwertung des Abfalls.

Die Abfallentsorgung wird in den verschiedenen Landkreisen jedoch immer mehr zum Problem, da der vorhandene Deponieraum immer knapper wird und Platz für neue Deponien kaum noch ausgewiesen werden kann. Aus diesem Grund sollen höherwertige Abfallentsorgungsverfahren zum Einsatz kommen, um das zu entsorgende Abfallvolumen zu verkleinern und den organischen Teil des Abfalls zu inertisieren. Die wichtigsten Verfahren stellen hierbei zur Zeit die Pyrolyse und die Verbrennung dar.

Gegenüber der Verbrennung wird bei der Pyrolyse erheblich weniger Energie freigesetzt, denn einerseits ist der Eigenbedarf der Anlage höher, andererseits bleibt ein Teil des Kohlenstoffes im Pyrolysekoks gebunden. Dort wird auch ein Großteil der Schwermetalle gebunden. Das entstehende Kondenswasser macht spezielle Abgasreinigungsmaßnahmen notwendig, oder es muß eingedampft werden. Dies bedeutet einen weiteren Energieaufwand. Die Volumenreduzierung des Ausgangsstoffes Müll ist kleiner als bei der Verbrennung, wo sie ca. 90% beträgt.

Bei der Verbrennung können aus jedem Kilo Abfall noch ca. 8500 kJ Energie gewonnen werden. Bei einem durchschnittlichen Abfallaufkommen von ca. 300 kg pro Einwohner und Jahr würde dies für die Region ein Potential von ca. 1500 TJ ausmachen. Unter Zugrundelegung einer Nutzung dieses Potentials im Rahmen einer Kraft-Wärme-Kopplung könnte damit in der Region immerhin knapp 2 % des Endenergiebedarfs gedeckt werden.

In der Region wird bisher nur die Deponierung angewendet, eine gemeinsame Verbrennungsanlage der Kreise Waldshut und Lörrach ist im Gespräch. Die Untersuchung eines solchen Projektes geht jedoch über den Rahmen dieser Studie hinaus, da allein die Standortauswahl für eine Verbrennungsanlage sehr detaillierte Untersuchungen voraussetzt. Daher wurde in der Studie hauptsächlich auf die Deponiegasnutzung eingegangen.

Die Realisierbarkeit von Stromerzeugungspotentialen aus Deponiegas hängt stark vom Methangehalt des Deponiegases ab, der nach den durchgeführten Umfragen an allen Deponien mit Ausnahme der Deponie Scheinberg bei Wieslet nicht bekannt ist.

Das Gasaufkommen der Deponien Münchingen und Lottstetten ist so gering, daß lediglich elektrische Leistungen von 25 bzw. 11 kW zu erbringen wären. Für diese Leistungen sind Aggregate auf dem Markt nicht vorhanden. Wirtschaftlich interessant sind Leistungen ab ca. 300 kW_{e1}. Dies Leistungen ließen sich - vorbehaltlich einer genaueren Untersuchung - bei den Deponien Konstanz/Dorfweiher, Rickelshausen, Schwörstadt/Lachengraben und Wieslet/Scheinberg erreichen.

Aus diesen vier Deponien der Region steht 1990 ein technisch realisierbares Potential von 3440 kW_{e1} zur Verfügung. Im Jahre 2000 könnten Anlagen installiert sein, die insgesamt eine elektrische Leistung von 3700 kW_{e1} aufwiesen.

Kläranlagen

Bei der anaeroben Faulung von Klärschlämmen entsteht durch die mikrobiellen Umwandlungsprozesse energiereiches Klärgas. Dieses kann genutzt werden, z.B. um den Energiebedarf der Kläranlage teilweise zu decken. Dabei entsteht aus 1 kg organischer Trockensubstanz eine Gasmenge von etwa 0,48 m³, was bei einem Aufkommen von ca. 58 g organischer Trockensubstanz pro Tag und Einwohner einer Menge von 28 l entspricht.

Eine Nutzung von Klärgas setzt voraus, daß das Klärgas aufgefangen, gespeichert und vor der Nutzung gereinigt wird. Die Nutzung erfolgt entweder durch Verbrennen des Klärgases in speziell dafür vorgesehenen Gasbrennern mit dem Ziel, die erzeugte Wärme zur Heizung von Gebäuden und des Faulbehälters zu verwenden, oder durch Verbrennen in Gasmotoren mit gekoppelter Wärme- und Stromerzeugung bzw. Druckluftherzeugung. Der erzeugte Strom kann zur Deckung des Grundlastanteiles in der Kläranlage eingesetzt werden, da das Gasaufkommen trotz jahres- und tageszeitlichen Schwankungen relativ konstant ist. Ein spezieller Gasspeicher, der bis zu einer Gastagesproduktion aufnehmen kann, hilft beim Glätten der Schwankungen.

Eine Umfrage bei den einzelnen Anlagenbetreibern hat gezeigt, daß das Potential bei den Anlagen weitgehend ausgeschöpft ist.

Nutzung von Ernterückständen aus der Landwirtschaft

Bei der Strohverbrennung ist unter bestimmten Randbedingungen eine Wirtschaftlichkeit auch bei den derzeitigen niedrigen Energieträgerpreisen gegeben. Besonders preisgünstig, aber unkomfortabel in der Handhabung, ist die Verbrennung von kompletten Strohballen. Allerdings kann es bei manchen der marktüblichen Anlagen zu Problemen bei der Erfüllung der gesetzlichen Auflagen zur Reinhaltung der Luft (1. BImSchV, TA Luft) kommen. Problematisch sind insbesondere die CO- und Staubemissionen, u.U. auch die Kohlenwasserstoffemissionen, wie sie bei einer unvollständigen Verbrennung insbesondere im Teillastbetrieb bei kleineren Anlagen entstehen können.

Ein Vorteil der Strohverbrennung könnte in der kostenoptimalen Beseitigung des in manchen Gegenden z.T. zum Problem werdenden Strohanfalls gesehen werden. Auch ist die ausgeglichene Kohlendioxidbilanz ein weiterer Pluspunkt dieser Technologie. Unter gewissen Bedingungen wäre auch eine Kopplung mit einer Hack- schnitzelverbrennungsanlage sinnvoll, da meist auch hier eine Verbrennung von zuvor verpresstem Stroh in Form von Presslingen oder Briketts möglich ist.

Unter dem Gesichtspunkt einer Verbesserung der Versorgungssicherheit und einer zunehmenden Diversifizierung des Energieangebots ist eine verstärkte Förderung der energetischen Nutzung von Ernteabfällen aus der Landwirtschaft überlegenswert. Hier könnte man sich unter bestimmten Bedingungen vorstellen, daß von einer geeigneten Organisation (z.B. Gemeinde, Kreis, Genossenschaft) eine mobile Strohpressanlage angeschafft werden könnte. Durch finanzielle Anreize müßten zuvor eine Anzahl von landwirtschaftlichen Höfen auf Feuerungsanlagen zur Verbrennung von verdichtetem Stroh umgerüstet werden. Durch die Vermietung der mobilen Anlage an die einzelnen Betriebe wäre immer eine kostengünstige Verdichtung des auf den Höfen anfallenden organischen Materials gegeben. Dadurch könnte bei Vermeidung des z.T. erheblichen Aufwandes, wie er mit der Verbrennung ganzer Strohballen verbunden ist, eine kostengünstige Nutzwärmegewinnung realisiert werden, die vom Bedienungskomfort fast mit einer Ölheizung konkurrieren kann. Außerdem könnte dadurch ein Beitrag zur Verminderung der Kostenbelastung in der Landwirtschaft geleistet werden.

Bei der Untersuchung ergaben sich für die jeweiligen Landkreise folgende Gemeinden, in denen das spezifische Strohaufkommen pro Gemarkungsfläche und pro landwirtschaftlicher Nutzfläche über dem Durchschnitt von Baden-Württemberg und die Milchkuhbestandsdichte pro landwirtschaftlicher Nutzfläche unterhalb des Mittelwertes liegt. In derartigen Gemeinden kann ein hohes theoretisches Potential erwartet werden.

Landkreis Konstanz

Aach
Büdingen am Hochrhein
Gottmadingen
Volkertshausen

Landkreis Lörrach

Bad Bellingen
Efringen-Kirchen

Landkreis Waldhut

Dettighofen
Wutöschingen

Restholznutzung

Holz- und insbesondere Hackschnitzelfeuerungen sind unter den derzeitigen Energieträgerpreisen nicht wirtschaftlich. Zum Teil sind solche Anlagen, insbesondere wenn sie neu zu installieren wären und zusätzlich die Anlage zur Erzeugung der Hackschnitzel mit in die ökonomische Gesamtbetrachtung einbezogen werden muß, weit von der Rentabilitätsschwelle entfernt.

Jedoch gibt es eine Reihe von Vorteilen, die eine Unterstützung solcher Technologien insbesondere für einen Einsatz in Rand- und Nischenbereichen unserer Volkswirtschaft erwägenswert erscheinen lassen. So liegen die Emissionen an Schwefeldioxid verglichen mit konventionellen vergleichbaren Anlagen relativ niedrig. Auch ergibt sich, insbesondere im Hinblick auf die aktuelle Kohlendioxid-Diskussion, bei der energetischen Nutzung des Brennstoffes Holz eine ausgeglichene Kohlendioxidbilanz und damit keine zusätzliche Belastung der Atmosphäre mit diesem Verbrennungsprodukt. Außerdem könnte durch eine über das derzeitige Maß hinausgehende Nutzung des heimischen Energiepotentials ein zusätzlicher Beitrag zur Erhöhung der Versorgungssicherheit geleistet werden. Denkbar wäre hier beispielsweise die Installation einer Holzheizung in öffentlichen Gebäuden von Gemeinden mit viel gemeindeeigenem Waldbesitz. Hier könnte u.U. ein Teil des bereits vorhandenen Personals (z.B. Waldarbeiter, Hausmeister) eingesetzt werden. Daneben könnte durch eine Hackschnitzelverbrennungsanlage das in manchen Gemeinden in größeren Mengen anfallende Rest- und Abfallholz aus den öffentlichen Parks und Anlagen, von Alleeebäumen und aus der Straßenrandbepflanzung z.B. durch die Beheizung von Schulen oder Schwimmbädern genutzt werden. Problematisch sind, insbesondere bei kleineren Anlagen, die Kohlenmonoxid-, Staub- und Kohlenwasserstoff-Emissionen. Hier kann es bei der Erfüllung der gesetzlichen Vorschriften zur Luftreinhaltung mit den marktüblichen Feuerungsanlagen u.U. Probleme geben.

In den Gemeinden Bodman-Ludwigshafen, Böllen, Bürchau, Schönau im Schwarzwald, Malsburg-Marzell, Grafenhausen, Ibach, St. Blasien und Stühlingen nehmen die spezifischen Kenngrößen, die für die Bestimmung der Potentiale einer Restholznutzung herangezogen werden können, im Vergleich zu den durchschnittlichen Werten in der Region relativ günstige Werte an.

Nachwachsende Rohstoffe

Neben den schon erwähnten Möglichkeiten einer energetischen Nutzung von Abfallstoffen aus der Land- und Forstwirtschaft und der Gewinnung von Energie aus der Abwärme von Ställen und bei der Kühlung von Milch gibt es eine Reihe weiterer Möglichkeiten, auf land- und forstwirtschaftlichen Betrieben Energie zu gewinnen. Zusammengefaßt läßt sich dieser Bereich mit einer Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen beschreiben.

Derzeit gibt es innerhalb der Bundesrepublik und auch hier in Baden-Württemberg eine Anzahl von Versuchsanlagen und -pflanzungen, auf denen die Möglichkeiten und Grenzen einer Energiegewinnung durch nachwachsende Rohstoffe untersucht werden. Auch von der Europäischen Gemeinschaft werden in größerem Umfang Forschungs- und Versuchsvorhaben durchgeführt und gefördert. Bevor Aussagen über die Wirtschaftlichkeit dieser Art von Energiegewinnung gemacht werden können, müssen jedoch noch die Ergebnisse dieser laufenden Forschungsvorhaben abgewartet werden.

Erdwärmenutzung

Erdwärme zu nutzen heißt, in der Erdkruste enthaltene Wärme aus der Tiefe an die Erdoberfläche zu bringen und dort zu verwenden.

Zum Transport der Wärme an die Oberfläche wird Wasser verwendet. Das Wasser durchdringt das Gestein, nimmt dabei Wärme aus dem Gestein auf und gibt sie an der Erdoberfläche wieder ab. Am einfachsten ist dies zu verwirklichen, wenn mit Wasser gefüllte Schichten (Aquifere) von Natur aus vorhanden sind, so daß das warme Wasser nur an die Erdoberfläche gepumpt zu werden braucht.

Ist dies nicht der Fall, das Gestein also keine Spalte oder Poren enthält und damit wasserundurchlässig ist, so könnte man im Prinzip künstlich Spalte erzeugen, und darin kaltes Wasser von der Erdoberfläche aus einführen, und erwärmt wieder hochpumpen. Diese 'Hot-Dry-Rock'-Technik wird jedoch noch erforscht, ist daher als technisch erprobtes Verfahren nicht vorhanden, und wird folglich für dieses Gutachten nicht betrachtet.

Bisher wird in der Region Hochrhein-Bodensee Erdwärme in den Gemeinden Bad Bellingen, Konstanz und Bad Säckingen genutzt. Die Wärme wird in Thermalbädern vorwiegend zu therapeutischen Zwecken verwendet. Eine Erdwärmenutzung allein zur Raumwärmeversorgung ist nicht vorhanden.

Aufgrund des Gutachtens des Geologischen Landesamtes Freiburg kommt aus hydrogeothermischer Sicht Erdwärmenutzung am Hochrhein in 12 Gemeinden in Betracht. Die Wassertemperaturen liegen zwischen 50 und 67°C, die geschätzte Ergiebigkeit zwischen 5 und 10 l/s.

Im Bereich des Bodensees ist Erdwärmenutzung aus hydrogeologischer Sicht in 25 Gemeinden möglich. Hier liegen die Wassertemperaturen zwischen 40 und 75°C, die geschätzte Ergiebigkeit beträgt 5 bis 20 l/s.

Für die Wirtschaftlichkeit der Erdwärmenutzung ist nun nicht nur das Vorhandensein von Erdwärme, sondern auch das Vorhandensein geeigneter Abnehmer von entscheidender Bedeutung. Wie bei jeder anderen Nah- oder Fernwärmenutzung auch bestehen günstige Bedingungen nur

- bei genügend hoher Wärmebedarfsdichte bzw. dem Vorhandensein großer Einzelverbraucher und
- bei genügend hoher Zahl von Vollbenutzungsstunden.

Daher muß die Zahl der für eine Erdwärmenutzung geeigneten Gemeinden weiter reduziert werden.

In einem ersten Schritt werden nur noch die Gemeinden weiter betrachtet, die über einen genügend großen Wärmeverbraucher (>100 kW) verfügen. Abnehmer dieser Größenordnung sind nach einer im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Umfrage in 5 der 12 Gemeinden am Hochrhein und in 12 der 25 Gemeinden am Bodensee vorhanden.

Als weiteres Auswahlkriterium wird näherungsweise die Höhe des gesamten Wärmeverbrauches der betrachteten Gemeinde herangezogen. Die hohen Investitionen für die Bohrung lohnen sich am ehesten dann, wenn die gewonnene Erdwärme in vollem Umfang genutzt werden kann. Dies setzt aber eine bestimmte Mindesthöhe des Jahreswärmeverbrauches voraus. Daher kommen im Bereich Hochrhein nur noch die Gemeinden Lörrach und Weil am Rhein, im Bodenseebereich die Gemeinden Konstanz, Radolfzell, Reichenau und Singen in Frage. Bereits eine grobe Kostenabschätzung zeigt jedoch, daß es sehr schwierig sein wird, Erdwärme hier wirtschaftlich zu nutzen.

Ausbau der Wasserkraftnutzung

Die Wasserkraftnutzung in der Region Hochrhein-Bodensee läßt sich in 3 Bereiche untergliedern:

- Laufwasserkraftwerke am Hochrhein
- Kleinwasserkraftwerke an den Zuflüssen zum Bodensee und Hochrhein
- Pumpspeicherkraftwerke

Hochrheinkraftwerke

Zwischen Schaffhausen und Basel sind insgesamt 11 Laufwasserkraftwerke in Betrieb. Da es sich hierbei um Grenzkraftwerke handelt, wird die gewonnene elektrische Energie zwischen der Schweiz und der BRD aufgeteilt. Die Kraftwerke Birsfelden und Augst (Schweizer Kraftwerk der Werksgruppe Augst-Wyhlen) liefern ihre gesamte Erzeugung an die Schweiz, das Kraftwerk Wyhlen vollständig an Deutschland. Die Stromerzeugung der übrigen Kraftwerke wird nach prozentualen Anteilen aufgeteilt.

Für jedes einzelne der Hochrheinkraftwerke liegen Untersuchungen bzw. konkrete Planungen vor, ob und in welcher Weise die Energiegewinnung gesteigert werden kann. Die Maßnahmen reichen vom Ausbaggern der Sohle im Unterwasser zur Steigerung der Nutzfallhöhe bis hin zum vollständigen Neubau des Kraftwerks Rheinfelden. Damit sind zuverlässige Aussagen über die gegenwär-

tige und die zu erwartende Energiegewinnung möglich. Die Angaben entstammen unterschiedlichen Quellen und wurden durch Rückfragen bei den Betreibern bestätigt.

Derzeit sind am Hochrhein Laufwasserkraftwerke mit einer Gesamtengpaßleistung von 670 MW installiert. Damit werden im Regeljahr etwa 4000 GWh elektrischer Strom erzeugt. Auf die Bundesrepublik entfallen davon 1800 GWh.

Werden alle Maßnahmen zur Steigerung der Energiegewinnung, die derzeit vorgesehen sind, durchgeführt, so kann bis zum Jahr 2005 mit einer jährlichen Energiegewinnung von 4600 GWh gerechnet werden, wovon 2100 GWh auf die Bundesrepublik entfallen.

Kleinwasserkraftwerke

Die Ausbaumöglichkeiten der Wasserkraftnutzung durch Kleinwasserkraftwerke können folgendermaßen unterschieden werden:

- * Modernisierung der Kraftwerke, die in Betrieb sind.
- * Revitalisierung stillgelegter Kraftwerke.
- * Neubau von Wasserkraftanlagen an bisher ungenutzten Standorten.

Modernisierung:

Das vorhandene Potential bezüglich der Steigerung von Leistung und Energieerzeugung durch Modernisierung ist von Anlage zu Anlage sehr verschieden. Es gibt Anlagen, bei denen keine sinnvolle Steigerung möglich ist, da der Ausbaugrad entsprechend gewählt wurde und sie sich in technisch gutem Zustand befinden. Bei anderen Kleinwasserkraftwerken bietet sich dagegen eine Vervielfachung des derzeitigen Arbeitsvermögens an. Abschätzungen haben ergeben, daß die durchschnittlich erreichbare Leistungssteigerung der Anlagen durch Modernisierung in der Größenordnung von 20 Prozent liegen dürfte.

Revitalisierung bestehender Anlagen:

In den sechziger und siebziger Jahren wurde eine Vielzahl von Mühlen und kleinen Wasserkraftwerken stillgelegt. Verschiedene Ursachen haben dazu beigetragen, und teilweise ist diese Entwicklung heute noch zu beobachten. Manche dieser stillgelegten Wasserkraftanlagen sind nahezu vollständig erhalten, andere sind völlig verschwunden. Oft erinnert eine verbliebene Gefällestufe an eine ehemals vorhandene Wasserkraftanlage.

Grundsätzlich wird hier davon ausgegangen, daß die ehemals vorhandenen Anlagen ein gesichertes und technisch nutzbares Potential darstellen, und daß sie daher revitalisiert werden können, sofern ihre Stilllegung nicht eine Folge des Wasserentzugs durch die Pumpspeicherwerke war.

In der gesamten Region Hochrhein-Bodensee gibt es 50 Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtausbauleistung von über 5600 kW, die entweder stillgelegt sind und so möglicherweise wieder revitalisiert werden könnten, oder für die als Neuanlagen konkrete

Planungen bestehen. Die einzelnen Anlagenleistungen liegen zwischen 20 und 1500 kW. Das Jahresarbeitsvermögen dieser Wasserkraftanlagen beläuft sich bei Beibehaltung der ursprünglichen Ausbaugrade auf 31 GWh. Da die Revitalisierung bei vielen Anlagen umfangreiche Baumaßnahmen erforderlich machen wird, kann im Zuge der Wiederherstellung der Wasserkraftanlage auch der Ausbaugrad optimiert werden. Daraus ergeben sich weitere Steigerungen der möglichen jährlichen Energieerzeugung über die erwähnten 31 GWh hinaus. Der Kreis Lörrach bietet offensichtlich das weitaus größte Potential zur Revitalisierung an, während in den Kreisen Konstanz und Waldshut nur wenige geeignete Anlagen vorgefunden wurden.

Neue Anlagen:

Die Frage nach neuen Standorten läßt sich qualitativ dahingehend beantworten, daß ein Zubau in geringer Zahl noch am ehesten in den besiedelten Unterläufen der größeren Gewässer realisierbar sein wird. In den Oberläufen, insbesondere den geschützten Schluchtstrecken von Wutach, Murg, Alb und Wehra, ist nicht mit dem Bau neuer Wasserkraftanlagen zu rechnen, obwohl dort Potentiale noch vorhanden wären, da Umwelt- und Naturschutzbelange hier einem weiteren Ausbau der Wasserkraftnutzung entgegenstehen.

Pumpspeicherkraftwerke

Erweiterungspläne für die Pumpspeicheranlagen der Hotzenwaldgruppe existieren bereits seit langem. Die Realisierung hängt vom regionalen und überregionalen Bedarf an Spitzenstrom und von der Situation im europäischen Verbund ab.

Zusätzlich zu den 5 bestehenden Kraftwerken sollen die Kraftwerke Atdorf und Mühlegraben entstehen. Auf den Gemarkungen Görwihl, Todtmoos, Ibach und Herrischried ist im Schwarzenbächletal der Speicher Lindau geplant, der, etwas kleiner als der Schluchsee, als zweiter Jahresspeicher dienen soll. Als weitere Wochenspeicher könnten das Hornbergbecken II auf den Gemarkungen Herrischried und Rickenbach und das Haselbecken auf den Gemarkungen Bad Säckingen und Wehr entstehen. Mit diesen Anlagen könnten Fallhöhen von 300 m und 600 m genutzt werden. Die zusätzlich installierte Leistung würde um 1,4 MW liegen.

Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist eine seit vielen Jahrzehnten vor allem in der Industrie sowie in der Fernwärmewirtschaft eingeführte und bewährte Technologie. Bei dem Bemühen um rationelle Energieerzeugung und -anwendung wurde die BHKW-Technik (wieder) entdeckt. Der gemeinsame Vorteil aller Anlagen zur KWK liegt darin, daß für die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme weniger Energie eingesetzt werden muß als für die getrennte Erzeugung von Strom in einem Kraftwerk und von Wärme in einem Heizwerk oder in dezentralen Hausheizungen erforderlich wäre. Dabei ist ein Gesamtnutzungsgrad der eingesetzten Energie von über 85 % möglich.

Die KWK-Anlagen werden vor allem zur Fern- und Nahwärmeversorgung eingesetzt. Unter Fernwärmeversorgung wird die Versorgung ganzer

Stadtteile mit Wärme verstanden, unter Nahwärmeversorgung die Wärmeversorgung größerer Gebäude oder von wenigen, nahe beieinander liegenden Gebäuden, wobei bei der alleinigen Versorgung eines größeren Gebäudes mit Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen auch oft von Wärmeinseln gesprochen wird.

Zusammenfassend sind in Tab. 0-2 die für die Fern- und Nahwärmeversorgung in der Region Hochrhein-Bodensee für das Jahr 2000 ermittelten technischen Potentiale einander gegenübergestellt. Dabei sind generelle Aussagen über die Wirtschaftlichkeit (oder Unwirtschaftlichkeit) der KWK-Technik nicht möglich. Sie variiert vielmehr von Einsatzbereich zu Einsatzbereich und hängt in entscheidendem Maße von den konkreten Bedingungen sowie den im einzelnen getroffenen Annahmen ab. Eine individuelle Prüfung unter Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten vor Ort und der Bedingungen des einzelnen Einsatzbereichs dürfte daher als Basis konkreter Investitionsentscheidungen unverzichtbar sein. Die günstigsten Einsatzbedingungen ergeben sich dann, wenn lediglich ein größerer Abnehmer alleine mit Wärme versorgt werden soll (Wärmeinsel), wenn der Betreiber der KWK-Anlage ein Stadtwerk ist und wenn durch die Stromerzeugung in der KWK-Anlage sowohl eine Reduktion der bezogenen Leistung als auch der bezogenen Arbeit erfolgen kann.

Tab. 0-2: Zusammenfassender Überblick der KWK-Potentiale in der Region Hochrhein-Bodensee im Jahr 2000

		Fernwärme	Nahwärme	Fern- und Nahwärme
		in TJ	in TJ	in TJ
Technisches Potential	maximal	7419,3	2525,6	
	realisierbar	3334,1	1424,6	4758,7
	davon zusätzlich	3032,3	1424,6	4456,9
Wirtschaftlich. Potential		hängt vom konkreten Einzelfall ab		

Insgesamt könnten rund 4800 TJ Endenergie an Fern- und Nahwärme im Jahr 2000 in der Region Hochrhein-Bodensee eingesetzt werden, was etwa 6,6 % des gesamten Endenergieverbrauchs entspricht. Diese KWK-Anlagen würden ca. 960 GWh Strom, also etwa 22 % des gesamten Stromverbrauchs in der Region Hochrhein-Bodensee im Jahr 2000 erzeugen. Klammert man den Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr aus der Betrachtung aus, so würde der Anteil der Fern- und Nahwärme am Endenergieverbrauch der übrigen Sektoren in der Region Hochrhein-Bodensee im Jahr 2000 gegenüber dem Referenzszenario von 0,6 % auf 8,2 % ansteigen.

Wegen des höheren Kohleeinsatzes aufgrund einer neuen KWK-Anlage in Konstanz käme es unter den hier getroffenen Annahmen im Jahr 2000 zu etwas höheren SO₂-Emissionen in der Region Hochrhein-Bodensee als im Referenzszenario. Wird - entsprechend dem derzeitigen Stand der Technik - bei den BHKW und Gasturbinen eine NO_x-Minderung durch DENOX-Maßnahmen von 90 % angenommen, so

würden sich die NO_x-Emissionen in der Region Hochrhein-Bodensee im Jahr 2000 gegenüber dem Referenzszenario um ca. 800 t (rund 6 % der gesamten NO_x-Emissionen in der Region Hochrhein-Bodensee) erhöhen. Diesen Erhöhungen stehen jedoch - verursacht durch den verminderten Stromimport - Emissionsminderungen bei der Stromerzeugung außerhalb der Region gegenüber, so daß die globale Bilanz beim SO₂ positiv, beim NO_x zumindest ausgeglichen ist.

Die jährlichen Mehrkosten gegenüber dem Referenzszenario würden sich bei Ausschöpfung der oben genannten Potentiale in der Region Hochrhein-Bodensee im Jahr 2000 auf ca. 41 Mio. DM/a belaufen.

Um das ausgewiesene Potential der KWK-Technik realisieren zu können, empfiehlt sich dabei die folgende Vorgehensweise:

- In einer ersten Stufe werden bei einigen größeren Verbrauchern Wärmeinseln geschaffen, die von einem gas- oder ölbefeuerten BHKW versorgt werden können.
- An diese Wärmeinseln können sich in einer zweiten Stufe im Laufe der Zeit dann nahegelegene Verbraucher anschließen, so daß kleine Nahwärmenetze entstehen.
- Existieren mehrere kleine Netze, die von BHKW gespeist werden, in ausreichendem Umfang nebeneinander, so kann in einer dritten Stufe daraus ein gemeinsames Fernwärmenetz entwickelt werden.
- Nach der Ausdehnung dieser Fernwärmeversorgung auf das wirtschaftlich erforderliche Maß eines kohlegefeuerten Heizkraftwerks schließt sich in einer vierten Stufe der Bau einer solchen Anlage an, die die bisherige Wärmeversorgung der dann zum Teil schon abgeschriebenen BHKW übernimmt.

Aus dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial konnten die folgenden Gemeinden in der Region Hochrhein-Bodensee ermittelt werden, für die der Aufbau von Wärmeinseln bzw. einer Nahwärmeversorgung besonders untersuchungswürdig erscheint:

- | | |
|--------------------|-----------------|
| - Konstanz | - Singen |
| - Lörrach | - Rheinfelden |
| - Weil am Rhein | - Radolfzell |
| - Waldshut-Tiengen | - Schopfheim |
| - Bad Säckingen | - Stockach |
| - Grenzach-Wyhlen | - Engen |
| - Reichenau | - Bad Bellingen |
| - St. Blasien | - Tengen |
| - Gailingen | - Höchenschwand |
| - Malsburg-Marzell | |

Als Minimalwert für die Eignung zur Fernwärmeversorgung mit Heizkraftwerken ist eine Einwohnerzahl über 20000 anzusetzen. Des Weiteren kommen für eine Fernwärmeversorgung vor allem zusammenhängende Siedlungsstrukturen in diesen Städten mit einer Wärmedichte von etwa 2 TJ/ha und darüber in Betracht. Hieraus folgt, daß in der Region Hochrhein-Bodensee sich vor allem die Stadt Konstanz für einen weiteren Ausbau der Fernwärmeversorgung eignet.

Zusammenfassung der möglichen Maßnahmen zur rationellen und umweltschonenden Energieverwendung für die einzelnen Gemeinden der Region Hochrhein-Bodensee

Um einen Überblick über die bisher beschriebenen Maßnahmen zu ermöglichen, wurde zusammenfassend eine Liste erstellt, die für jede Gemeinde darstellt, für welche Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung günstige Randbedingungen vorliegen.

Die einzelnen Maßnahmen werden in der Gemeinde dabei jeweils in einer Skala von '0' bis '++' bewertet. Dabei bedeuten die einzelnen Bewertungsschritte im allgemeinen:

- 0 Günstige Randbedingungen für einen Einsatz der Maßnahme konnten nicht identifiziert werden.
- + Die Bedingungen für den Einsatz der Maßnahme sind unter Einschränkungen günstig, unter Umständen könnten weitere Untersuchungen auf Gemeindeebene durchgeführt werden
- ++ Für den Einsatz der Maßnahme liegen günstige Bedingungen vor, weitere Untersuchungen auf Gemeindeebene sollten durchgeführt werden

Diese Bewertung sagt allerdings noch nichts über die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage in der jeweiligen Gemeinde aus. Hierzu sind im Regelfall genauere Untersuchungen vor Ort erforderlich. Bei einer Entscheidung über die Durchführung der Maßnahme sind neben der Wirtschaftlichkeit auch andere Kriterien wie Umweltverträglichkeit oder Versorgungssicherheit zu beachten. Grundsätzliche Daten hierzu sind den einzelnen Teilkapiteln des Gesamtberichtes zu entnehmen.

In den Tabellen sind jeweils die folgenden Maßnahmen aufgeführt:

Energieeinsparung:

Hier können alle Gemeinden durch verstärkte Beratungstätigkeiten weitere Erfolge erzielen. Die Maßnahme ist daher in jedem Fall, auch wenn schon diesbezügliche Bestrebungen im Gange sind, sinnvoll. Daher wurden alle Gemeinden mit '++' bewertet.

Emissionsminderung:

Emissionsminderungsmaßnahmen können ebenfalls grundsätzlich als empfehlenswert eingestuft werden. Dies gilt insbesondere für Minderungsmaßnahmen an größeren Feuerungsanlagen, aber auch durch gezielte Aufklärungskampagnen kann der einzelne Bürger zum Beispiel zum Kauf eines Neuwagens mit Drei-Wege-Katalysator angeregt werden. Die Bewertung erfolgte wiederum grundsätzlich mit '++'.

Ausnutzung der Sonnenenergie:

Hier ist insbesondere die solare Brauchwasserwärmung gemeint. Da diese grundsätzlich überall möglich ist, wurde bei allen Gemeinden zumindest ein '+' eingetragen. Wenn in der betreffenden Spalte '++' eingetragen ist, bedeutet dies, daß ein zusätzliches Potential für die solare Brauchwasserbereitung in Form von Altenheimen oder dergleichen in der Gemeinde vorhanden ist. Ebenfalls '++' wurde eingetragen, wenn in der Gemeinde eine solare Schwimmbadwassererwärmung möglich ist. In diesem Fall ist in dieser Spalte noch ein zusätzliches 'f' eingetragen. Wenn zur Schwimmbadwassererwärmung bereits heute besondere Techniken Verwendung finden, wurde dies berücksichtigt.

Windkraftanlagen:

Als Kriterium für die Eignung einer Gemeinde für die Aufstellung von Windkraftanlagen wurde die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in der Gemeinde herangezogen.

Strohnutzung:

Hier ist eingetragen, ob in der Gemeinde ein für die Region überdurchschnittliches Potential an Stroh zur Verfügung steht, das zur Energiegewinnung herangezogen werden könnte.

Holznutzung:

Anhand des Waldbestandes und der diesbezüglichen Besitzverhältnisse wurde, ähnlich wie bei der Strohnutzung, das Restholzpotential zur Energiegewinnung abgeschätzt.

Geothermie (Erdwärme):

Wenn aufgrund einer geothermischen Anomalie ein besonderes Potential an Erdwärme vorhanden ist, wurde in dieser Spalte ein '+' eingetragen. Gleichzeitig wurde noch untersucht, ob in der Gemeinde auch ein ausreichend hohes Abnehmerpotential zur Verfügung steht. Ist dies der Fall, wurde '++' in der Tabelle eingetragen.

Wasserkraft:

Die Bewertung von '0' bis '++' gilt in dieser Spalte nur für den Ausbau von kleinen Wasserkraftanlagen. Ein '+' bedeutet, daß sich in der Gemeinde Wasserkraftanlagen befinden, bei denen zu prüfen wäre, ob durch Renovierung der Anlage eine Wirkungsgradsteigerung möglich ist. '++' heißt, daß es in der Gemeinde entweder stillgelegte Anlagen gibt, die man möglicherweise wieder in Betrieb nehmen könnte, oder der Bau einer neuen Anlage erwogen wird. Zusätzlich ist in der Spalte noch angegeben, ob sich auf der Gemarkung der Gemeinde Pumpspeicherkraftwerke (p) oder Rheinkraftwerke (r) befinden oder projektiert sind.

Fernwärme (Kraft-Wärme-Kopplung):

Ein '+' gibt hier an, ob von der Potentialbetrachtung her der Aufbau bzw. Ausbau eines neuen oder bereits bestehenden Fernwärmenetzes genauer untersucht werden könnte.

Nahwärme (Kraft-Wärme-Kopplung):

In zwei Stufen ('+' und '++') wird hier - unter Berücksichtigung von Einzelobjekten in der Gemeinde - angegeben, ob es sinnvoll erscheint, einen Aufbau bzw. Ausbau von Wärmeinseln bzw. Nahwärmenetzen näher zu untersuchen. Genauere Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen müßten dann aber jeweils vor Ort noch durchgeführt werden.

Tab. 0-3: Mögliche Maßnahmen zur rationellen und umweltschonenden Energieverwendung in den einzelnen Gemeinden des Kreises Konstanz

Gemeinde	Energie- einsparung	Emissions- minderung	Solarenergie- nutzung	Windkraft- nutzung	Stroh- verbrennung	Restholz- nutzung	Erdwärme- nutzung	Wasserkraft- nutzung	Fernwärme- ausbau	Nahwärme- ausbau
AACH, STADT	++	++	+	0	+	0	+	+	0	0
ALLENSBACH	++	++	+	0	0	0	+	+	0	0
BUESINGEN AM HOCHRHEIN	++	++	+	0	+	0	+	0	0	0
EIGELTINGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
ENGEN, STADT	++	++	++	0	0	0	+	0	0	++
GAIENHOFEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
GAILINGEN	++	++	++	0	0	0	+	0	0	++
GOTTMADINGEN	++	++	++f	0	+	0	+	+	0	0
HILZINGEN	++	++	++f	0	0	0	+	0	0	0
KONSTANZ, UNIV.-STADT .	++	++	+	0	0	0	++	0	+	++
MOOS	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
MUEHLINGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
OEHNINGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
RADOLFZELL A. BODENS. ST	++	++	+	0	0	0	++	0	0	++
REICHENAU	++	++	++	0	0	0	++	0	0	++
SINGEN (HOHENTWIEL), ST	++	++	++f	0	0	0	++	++	0	++
STEISZLINGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
STOCKACH, STADT	++	++	++f	0	0	0	+	++	+	++
TENGEN, STADT	++	++	++	0	0	0	+	0	0	++
VOLKERTSHAUSEN	++	++	+	0	+	0	+	++	0	0
HOHENFELS	++	++	++f	0	0	0	+	0	0	0
MUEHLHAUSEN-EHINGEN .	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
BODMAN-LUDWIGSHAFEN .	++	++	++	0	0	+	+	0	0	0
ORSINGEN-NENZINGEN . .	++	++	++f	0	0	0	+	+	0	0
RIELASINGEN-WORBLINGEN	++	++	++	0	0	0	+	++	0	+

Zeichenerklärung:

- 0 Keine besonders günstigen Randbedingungen für die Maßnahme erkennbar
- + Weitere Untersuchungen einer solchen Maßnahme erscheinen unter Einschränkungen sinnvoll
- ++ günstige Randbedingungen für den Einsatz der Maßnahme, Maßnahme sollte weiter untersucht werden
- f Freibadwassererwärmung mit Solarenergie möglich
- p Pumpspeicherkraftwerke auf der Gemarkung in Betrieb oder projektiert
- r Größere Rheinkraftwerke befinden sich auf der Gemarkung

Tab. 0-4: Mögliche Maßnahmen zur rationellen und umweltschonenden Energieverwendung in den einzelnen Gemeinden des Kreises Lörrach

Gemeinde	Energie- einsparung	Emissions- minderung	Solarenergie- nutzung	Windkraft- nutzung	Stroh- verbrennung	Restholz- nutzung	Erdwärme- nutzung	Wasserkraft- nutzung	Fernwärme- ausbau	Nahwärme- ausbau
AITERN	++	++	+	+	0	0	0	++	0	0
BAD BELLINGEN	++	++	+	0	+	0	+	0	0	++
BINZEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
BOELLEN	++	++	+	+	0	+	0	+	0	0
BUERCHAU	++	++	+	0	0	+	0	+	0	0
EFRINGEN-KIRCHEN	++	++	+	0	+	0	+	0	0	0
EIMELDINGEN	++	++	+	0	0	0	+	+	0	0
ELBENSCHWAND	++	++	+	0	0	0	0	0	0	0
FISCHINGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
FROEHND	++	++	+	0	0	0	0	0	0	0
HASEL	++	++	+	0	0	0	0	+	0	0
HAUSEN IM WIESENTAL	++	++	+	0	0	0	0	++	0	0
INZLINGEN	++	++	+	0	0	0	0	0	0	0
KANDERN, STADT	++	++	+	0	0	0	+	+	0	0
LOERRACH, STADT	++	++	++f	0	0	0	++	++	0	++
MAULBURG	++	++	+	0	0	0	0	++	0	+
NEUENWEG	++	++	++f	+	0	0	0	++	0	0
RAICH	++	++	+	0	0	0	0	0	0	0
RHEINFELDEN (BADEN), ST.	++	++	+	0	0	0	0	0r	0	++
RUEMMINGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
SALLNECK	++	++	+	0	0	0	0	+	0	0
SCHALLBACH	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
SCHLIENGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
SCHOENAU I. SCHWARZW. ST	++	++	++	++	0	+	0	++	0	+
SCHOENENBERG	++	++	+	+	0	0	0	0	0	0
SCHOPFHEIM, STADT	++	++	++f	+	0	0	0	++	+	++
SCHWOERSTADT	++	++	++ff	0	0	0	0	0r	0	0
STEINEN	++	++	++f	0	0	0	0	++	0	0
TEGERNAU	++	++	+	0	0	0	0	++	0	0
TODTNAU, STADT	++	++	++f	++	0	0	0	++	0	0
TUNAU	++	++	+	0	0	0	0	++	0	0
UTZENFELD	++	++	+	+	0	0	0	+	0	0
WEIL AM RHEIN, STADT	++	++	++f	0	0	0	++	++	0	++
WEMBACH	++	++	+	0	0	0	0	+	0	0
WIEDEN	++	++	+	++	0	0	0	0	0	0
WIES	++	++	+	0	0	0	0	0	0	0
WIESLET	++	++	+	0	0	0	0	++	0	0
WITTLINGEN	++	++	+	0	0	0	+	0	0	0
ZELL IM WIESENTAL, ST.	++	++	++f	+	0	0	0	+	0	+
MALSBURG-MARZELL	++	++	+	+	0	+	0	+	0	++
GRENZACH-WYHLEN	++	++	++f	0	0	0	0	0r	+	++
HAEG-EHRSBERG	++	++	++	+	0	0	0	+	0	0

Zeichenerklärung:

- 0 Keine besonders günstigen Randbedingungen für die Maßnahme erkennbar
- + Weitere Untersuchungen einer solchen Maßnahme erscheinen unter Einschränkungen sinnvoll
- ++ günstige Randbedingungen für den Einsatz der Maßnahme, Maßnahme sollte weiter untersucht werden
- f Freibadwassererwärmung mit Solarenergie möglich
- p Pumpspeicherkraftwerke auf der Gemarkung in Betrieb oder projektiert
- r Größere Rheinkraftwerke befinden sich auf der Gemarkung

Tab. 0-5: Mögliche Maßnahmen zur rationellen und umweltschonenden Energieverwendung in den einzelnen Gemeinden des Kreises Waldshut

Gemeinde	Energie- einsparung	Emissions- minderung	Solarenergie- nutzung	Windkraft- nutzung	Stroh- verbrennung	Restholz- nutzung	Erdwärme- nutzung	Wasserkraft- nutzung	Fernwärme- ausbau	Nahwärme- ausbau
ALBBRUCK	++	++	+	0	0	0	0	++r	0	0
BERNAU	++	++	+	++	0	0	0	+	0	+
BONNDORF I. SCHWARZW. ST	++	++	+++f	0	0	0	0	+	0	0
DACHSBERG(SUEDSCHW.) .	++	++	++	0	0	0	0	+	0	0
DETTIGHOFEN	++	++	+	0	0	0	0	0	0	0
DOGERN	++	++	+	0	0	0	0	0	0	0
GOERWIHL	++	++	+	0	0	0	0	+	0	+
GRAFENHAUSEN	++	++	+	0	0	+	0	+	0	0
HAEUSERN	++	++	+++f	++	0	0	0	0p	0	+
HERRISCHRIED	++	++	+	+	0	0	0	+++p	0	+
HOECHENSCHWAND	++	++	+	0	0	0	0	0	0	++
HOHENTENGEN A. HOCHRH.	++	++	+++f	0	0	0	0	0	0	0
IBACH	++	++	+	+	0	+	0	+	0	0
JESTETTEN	++	++	+++f	0	0	0	0	0r	0	0
KLETTGAU	++	++	+++f	0	0	0	0	+	0	0
LAUCHRINGEN	++	++	+	0	0	0	0	+	0	0
LAUFENBURG(BADEN)STADT	++	++	+++f	0	0	0	0	0r	0	0
LOTTSTETTEN	++	++	+	0	0	0	0	0r	0	0
MURG	++	++	+++f	0	0	0	0	+	0	0
RICKENBACH	++	++	++	0	0	0	0	+	0	0
BAD SAECKINGEN, STADT .	++	++	+	0	0	0	0	0rp	+	++
ST. BLASIEN, STADT . . .	++	++	+++f	++	0	+	0	++	0	++
STUEHLINGEN, STADT . .	++	++	+	0	0	+	0	+	0	+
TODTMOOS	++	++	+++f	++	0	0	0	++	0	+
WEHR, STADT	++	++	+++f	0	0	0	0	+++p	0	+
WEILHEIM	++	++	+	0	0	0	0	+	0	0
WUTOESCHINGEN	++	++	+	0	+	0	0	+	0	0
EGGINGEN	++	++	+++f	0	0	0	0	++	0	0
KUESSABERG	++	++	+	0	0	0	0	0r	0	0
WALDSHUT-TIENGEN, STADT	++	++	+	0	0	0	0	++p	+	++
WUTACH	++	++	+	0	0	0	0	++	0	0
UEHLINGEN-BIRKENDORF .	++	++	+++f	0	0	0	0	+++p	0	0

Zeichenerklärung:

- 0 Keine besonders günstigen Randbedingungen für die Maßnahme erkennbar
- + Weitere Untersuchungen einer solchen Maßnahme erscheinen unter Einschränkungen sinnvoll
- ++ günstige Randbedingungen für den Einsatz der Maßnahme, Maßnahme sollte weiter untersucht werden
- f Freibadwassererwärmung mit Solarenergie möglich
- p Pumpspeicherkraftwerke auf der Gemarkung in Betrieb oder projektiert
- r Größere Rheinkraftwerke befinden sich auf der Gemarkung

Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung für die einzelnen Gemeinden

Im folgenden soll der Frage nachgegangen werden, welche Änderungen im Energiesystem insgesamt möglich sind, wenn alle untersuchten Maßnahmen, deren technische Verwirklichung im Planungszeitraum bei entsprechendem Einsatz von Engagement und Geldmitteln möglich erscheint, auch durchgeführt werden. Dies ergibt somit eine Abschätzung dessen, was durch die nutzbaren Maßnahmen maximal - bis auf zusätzliche Maßnahmen zur Energieeinsparung in der Industrie, die hier nicht im einzelnen untersucht werden konnten - in der Region erreicht werden kann.

Für das sogenannte 'Gesamtszenario' wurden folgende Maßnahmen kombiniert eingesetzt:

- Ausschöpfung weiterer Möglichkeiten zur Energieeinsparung
- Nutzung weiterer Möglichkeiten zur Emissionsminderung
- Verstärkter Einsatz regenerativer Energieträger
 - Solarthermische Brauchwasserbereitung
 - Nutzung der Windenergie
 - Verbrennung von Stroh im Kleinverbrauchersektor
 - Erweiterte Nutzung der Wasserkraft
- Verstärkter Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

Die Ergebnisse dieses Gesamtszenarios, das ebenso wie die anderen Szenarien für alle Gemeinden der Region getrennt berechnet wurde, vermitteln einen Eindruck der Gesamtauswirkungen der zusätzlichen Maßnahmen zur rationellen und umweltschonenden Energieverwendung. Die nachfolgend aufgeführten Potentiale lassen sich jedoch - insbesondere im Bereich der Energieeinsparung - durch gezielte Maßnahmen in der Industrie, die hier aufgrund der Unterschiedlichkeit der einzelnen Anlagen nicht einzeln berücksichtigt werden konnten, noch wesentlich erhöhen.

Die Abbildungen 0-7 bis 0-9 zeigen die Ergebnisse dieses Szenarios für die drei Kreise im Vergleich zu den Verbrauchs- und Emissionswerte für das Jahr 1986 und zu den Ergebnissen des Referenzszenarios.

Bezüglich der Energieeinsparung ergibt sich gegenüber dem Referenzszenario ein zusätzliches Einsparpotential an Endenergie in der Region von 3278 TJ pro Jahr und ein Emissionsminderungspotential von jährlich 814 t SO₂ und 1894 t NO_x. Prozentual sind dies 4,5 % weniger Endenergie gegenüber dem Referenzszenario, knapp 16 % weniger Schwefeldioxidemissionen und gut 14 % weniger Stickoxidemissionen.

Im Umwandlungssektor kommt es zu Mehremissionen aufgrund des verstärkten Einsatzes der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme führt jedoch gleichzeitig

auch zu Emissionsminderungen bei den Wärmeabnehmern (Haushalte, Kleinverbraucher und der Industriebetriebe) - diese Minderungen sind in den Abbildungen 0-8 und 0-9 in den jeweils rechten Säulen eines jeden Kreises erfaßt - und zu Emissionsminderungen - infolge geringerer Stromimporte - bei den Stromerzeugern außerhalb der Region. Da die Abbildungen nur die Emissionen innerhalb der Region beinhalten, sind letztere Minderemissionen hier nicht berücksichtigt.

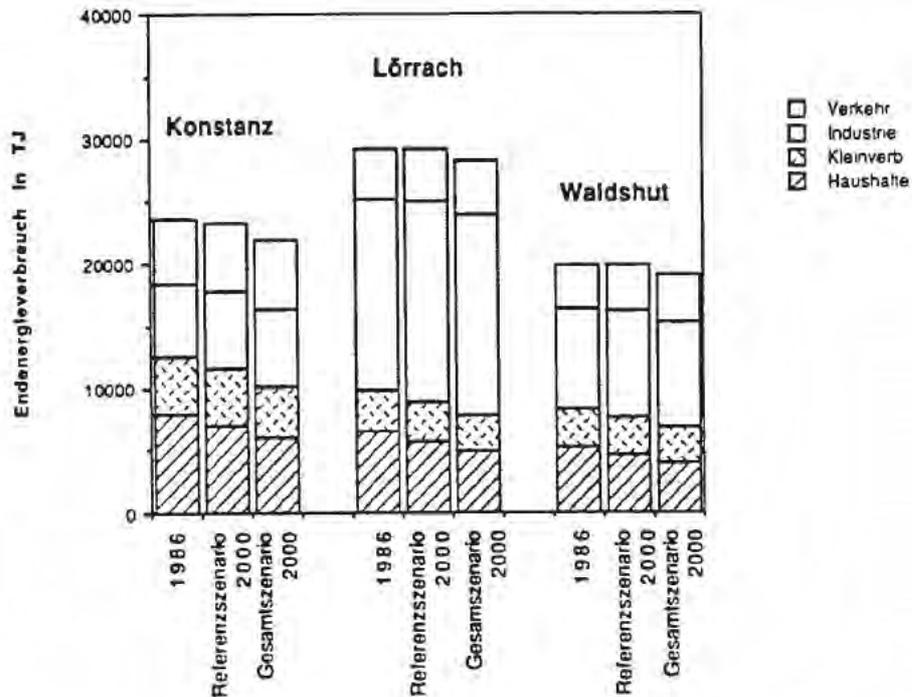


Abb. 0-7: Kreisweiser Endenergieverbrauch im Jahr 1986, im Jahr 2000 unter Referenzfallbedingungen und im Jahr 2000 bei Durchführung aller zusätzlicher Maßnahmen

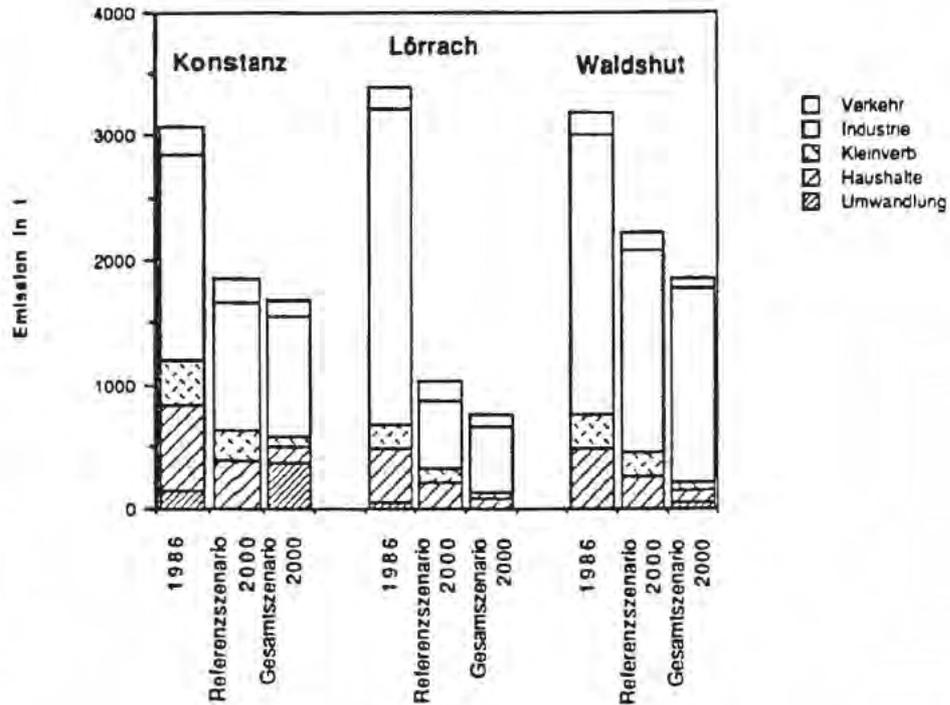


Abb. 0-8: Kreisweise SO₂-Emissionen im Jahr 1986, im Jahr 2000 unter Referenzfallbedingungen und im Jahr 2000 bei Durchführung aller zusätzlicher Maßnahmen

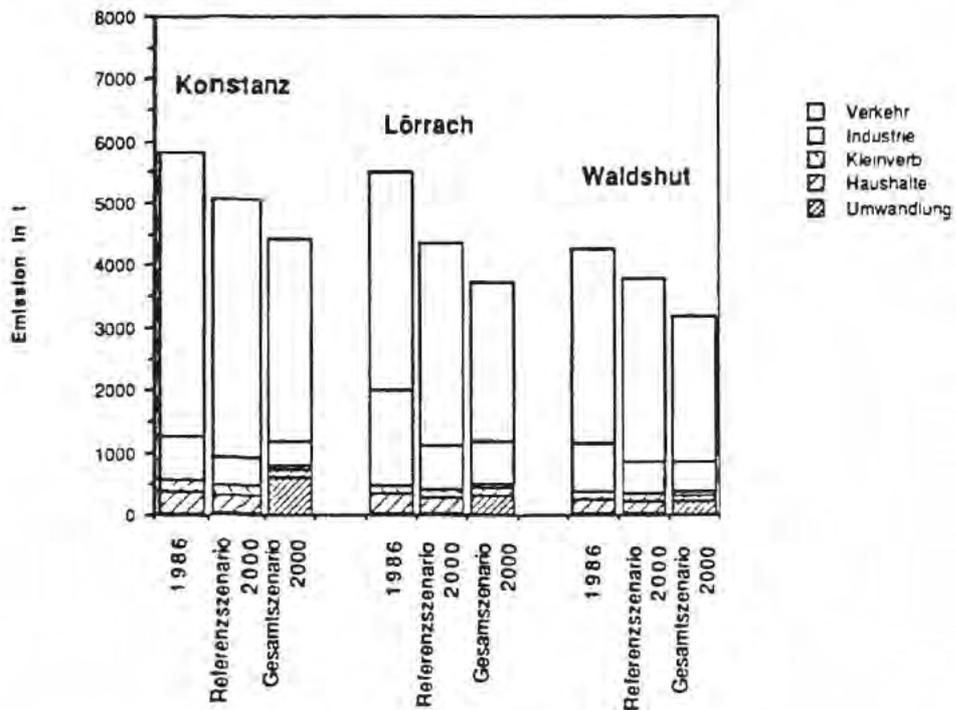


Abb. 0-9: Kreisweise NO_x-Emissionen im Jahr 1986, im Jahr 2000 unter Referenzfallbedingungen und im Jahr 2000 bei Durchführung aller zusätzlicher Maßnahmen