



**40 Jahre**  
*Schützen wir Natur  
und Umwelt*

Endbericht

## **Ökologische Leitlinien für den Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich**

WWF Österreich  
Im Auftrag der E-Control GmbH

Wien, im März 2003

**Impressum:**

Herausgeber: WWF Panda Ges.m.b.H., A-1160 Wien, Ottakringerstr. 114-116,  
Tel. +43/1/488 17-0, Fax: DW 277, [www.wwf.at](http://www.wwf.at), Mail: [stefan.moidl@wwf.at](mailto:stefan.moidl@wwf.at)

Eigenvervielfältigung

Redaktion und Leitung: Mag. Stefan Moidl

Mitarbeit: DI Ullrich Eichelmann, Mag. Herbert Schaupp, Mag. Jutta Jahrl, Dr. Fiona Schweitzer

Recherche und fachliche Beratung: DI Dr. Dieter Hornbachner, DI Dieter Moor

Auftraggeber: Energie-Control GmbH, A-1010 Wien, Rudolfsplatz 13a,

Tel. +43/1/24 724-0, Fax: DW 900, [www.e-control.at](http://www.e-control.at), Mail: [office@e-control.at](mailto:office@e-control.at)

# Ökologische Leitlinien für den Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich

## Inhalt

Vorbemerkungen.....	6
Zusammenfassung.....	7
1. Kleinwasserkraft.....	12
1.1 Situation in Österreich.....	12
1.1.1 Bestand.....	12
1.1.2 Stromerzeugung.....	15
1.1.3 Altersstruktur.....	16
1.1.4 Ausbaupotenzial durch Effizienzsteigerung, Revitalisierung und Wiederinbetriebnahme.....	17
1.1.5 Ausbaupotenzial durch Neubau.....	18
1.1.6 Ökologische Situation des Gewässernetzes.....	20
1.2 Die ökologischen Auswirkungen von Wasserkraftwerken auf das Fließgewässersystem.....	22
1.3 Handlungsbedarf aufgrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).....	23
1.3.1 Umweltziele der WRRL.....	24
1.3.2 Ausnahme- und Sonderregelungen u.a. für die Wasserkraft.....	25
1.3.3 Auswirkungen der WRRL auf die Kleinwasserkraft.....	26
1.3.3.1 Verschlechterungsverbot bei künftigen Kraftwerksnutzungen.....	26
1.3.3.2 Herstellung des guten Gewässerzustandes bzw. des guten ökologischen Potenziales des Gewässers bei bestehenden Kraftwerksnutzungen.....	27
1.3.3.3 Kostenbeitrag der Wasserkraftwerke zur Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen.....	28
1.4 Ökologische Leitlinien für Ökostrom aus Kleinwasserkraft.....	28
1.4.1 Ökostrom-Zertifizierung.....	29
1.4.2 Strukturgütezone.....	30
1.4.2.1 Ausschließungszonen.....	31
1.4.2.2 Renaturierungszonen.....	32
1.4.2.3 Eignungszonen.....	32
1.4.2.4 Strukturgütezone am Beispiel Niederösterreich.....	32
1.4.3 Nachhaltige Energieversorgung.....	33
1.5 Zusammenfassende Empfehlungen.....	34
1.6 Literatur.....	35

2.	Windkraft .....	37
2.1	Situation in Österreich.....	37
2.1.1	Bestand.....	38
2.1.2	Windverteilung .....	39
2.1.3	Ausbaupotenzial.....	40
2.2	Ökologische Auswirkungen von Windkraftanlagen.....	42
2.3	Ökologische Kriterien für die Standortwahl.....	44
2.3.1	Naturschutz .....	44
2.3.2	Nachhaltige Energieversorgung .....	45
2.4	Zusammenfassende Empfehlungen.....	47
2.5	Literatur.....	47
3.	Feste Biomasse.....	49
3.1	Situation in Österreich.....	49
3.1.1	Bestand.....	49
3.1.2	Primärenergiepotenzial .....	50
3.1.3	Ausbaupotenzial.....	52
3.1.4	Markt- und Konkurrenzsituation.....	54
3.1.4.1	Holzproduktion, Importe und Exporte .....	55
3.1.4.2	Preisentwicklung für Holz und Sägenebenprodukte.....	57
3.1.4.3	Zusätzliche Potenziale in der Forstwirtschaft.....	59
3.1.4.4	Zusätzliche Potenziale in der Landwirtschaft.....	60
3.1.4.5	Künftige Marktentwicklung.....	61
3.2	Forcierte Biomassenutzung am Beispiel Finnlands .....	62
3.3	Ökologische Leitlinien der Verstromung fester Biomasse.....	63
3.3.1	Luftemissionen bei der Verbrennung.....	64
3.3.2	Emissionen beim Transport der Brennstoffe.....	65
3.3.3	Waldökosystem.....	65
3.3.3.1	Naturschutz .....	65
3.3.3.2	Nährstoffhaushalt .....	66
3.3.3.3	Ascherückführung .....	67
3.3.4	Nachhaltige Energieversorgung .....	68
3.4	Zusammenfassende Empfehlungen.....	70
3.5	Literatur.....	71
4.	Biogas .....	74
4.1	Situation in Österreich.....	74
4.1.1	Bestand.....	74
4.1.2	Ausbaupotenzial.....	74
4.2	Ökologische Leitlinien der Biogasnutzung.....	76
4.2.1	Klimaschutz.....	76
4.2.2	Bodenschutz .....	77
4.2.3	Wasserschutz.....	77
4.2.3.1	Grundwasser.....	77
4.2.3.2	Oberflächenwasser.....	78
4.2.4	Nachhaltige Energieversorgung .....	78

---

4.3	Zusammenfassende Empfehlungen.....	79
4.4	Literatur.....	79
5.	Überlegungen zum weiteren Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich.....	81
5.1	EU-Zielsetzung .....	81
5.2	Entwicklung des Stromverbrauchs .....	82
5.3	Notwendiger Ausbau von Ökostromanlagen zur Erreichung des EU-Ziels .....	85
5.4	Mögliche Entwicklungsperspektiven für Ökostrom in Österreich .....	86
5.5	Bedeutung der erneuerbaren Energien im Hinblick auf eine nachhaltige und klimaschonende Energiepolitik in Österreich.....	88
5.6	Handlungsbedarf zur Unterstützung einer positiven Entwicklung des Ökostrommarktes.....	89
5.7	Literatur.....	91

## Vorbemerkungen

Das Jahr 2002 war das Jahr 10 nach der großen UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro, auf der unter anderem die UN-Rahmenkonvention zum Klimaschutz (UNFCCC) beschlossen wurde. Das Jahr 2002 war ein Jahr, in dem international wieder viel über eine nachhaltige Zukunft der Erde gesprochen, geschrieben und verhandelt wurde. Und dennoch war das Jahr 2002 ein weiteres Jahr der vergebenen Chancen. Auf der UN-Konferenz in Johannesburg wurde verabsäumt, entscheidende Schritte in Richtung Nachhaltige Entwicklung zu setzen.

Die Hochwässer des Jahres 2002 haben dramatisch in Erinnerung gerufen, welche Auswirkungen ein verstärkter Klimawandel auch in unseren Breiten haben kann. Die Hochwässer haben deutlich unsere technischen Grenzen und die Notwendigkeit eines grundlegenden ökologischen Kurswechsels aufgezeigt. Auch Österreich muss Handeln, um seine im Rahmen der Klimakonvention und des Kyoto-Protokolls verbindlich zugesagte Reduktion der Treibhausgase auch tatsächlich zu erreichen.

Dem Ausbau der erneuerbaren Energieträger kommt bei der Erreichung der Klimaschutzziele besondere Bedeutung zu. Aus Sicht des Klimaschutzes besteht großes Interesse an einer Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger insbesondere auch bei der Stromproduktion. Doch jede Energienutzung hat auch ökologisch nachteilige Auswirkungen.

Diese Studie soll einen Beitrag dazu leisten, frühzeitig mögliche Konflikte mit anderen ökologischen Zielen, wie etwa der Erhaltung der Biodiversität, zu vermeiden und durch geeignete Rahmenbedingungen eine optimale Nutzung der erneuerbaren Energieträger zu gewährleisten.

Stefan Moidl  
WWF Österreich

## Zusammenfassung

Dem Ausbau der erneuerbaren Energieträger kommt bei der Verwirklichung einer nachhaltigen Energieversorgung große Bedeutung zu. Aus Sicht des Klimaschutzes besteht großes Interesse, den Anteil CO<sub>2</sub>-freier bzw. CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger möglichst stark zu steigern. Bei der Nutzung der verfügbaren erneuerbaren Energiepotenziale ist jedoch eine umfassende ökologische Betrachtung notwendig, um ökologisch nachteilige Auswirkungen – etwa im Bereich des Naturschutzes – zu vermeiden.

In dieser Studie werden die unterschiedlichen ökologischen Aspekte der erneuerbaren Energieträger Kleinwasserkraft, Windkraft, feste Biomasse und Biogas bei der Stromerzeugung betrachtet. Im Vordergrund steht die Beurteilung der Auswirkungen von Ökostromanlagen auf Klima, Luft, Natur, Boden und Wasser. Es werden für die betrachteten Energieträger ökologische Leitlinien formuliert, die einen größtmöglichen Umweltnutzen bei gleichzeitiger Minimierung der negativen Umwelteffekte garantieren sollen. Es werden konkrete energiepolitische Maßnahmen und Instrumente empfohlen, um diese Leitlinien umzusetzen. Es wird des Weiteren der Ausbaubedarf von Ökostromanlagen zur Erreichung der EU-Zielsetzungen auf Basis unterschiedlicher Stromverbrauchsszenarien ermittelt und Empfehlungen für eine positive Entwicklung des Ökostrommarktes formuliert.

Bei der Quantifizierung der verfügbaren Ausbaupotenziale der betrachteten Energieträger wurde auf Daten zurückgegriffen, die das wirtschaftlich nutzbare Ausbaupotenzial ausweisen. Abhängig von der jeweiligen Marktsituation (Strompreisniveau, Höhe der Einspeisetarife, etc.) ergeben sich für das wirtschaftlich nutzbare Ausbaupotenzial Abweichungen nach oben wie auch nach unten. Eine Abschätzung des notwendigen Investitionsvolumens für die Realisierung des wirtschaftlich nutzbaren Potenzials wurde nicht durchgeführt.

Bei der **Kleinwasserkraft** bestehen in Österreich sowohl im Bereich Revitalisierung wie auch im Bereich Neubau erhebliche Potenziale. Das Ausbaupotenzial durch Revitalisierung kann mit etwa **900 GWh/a** abgeschätzt werden. Das Neubaupotenzial hängt sehr stark von den angelegten ökologischen Kriterien ab, die auch durch die anstehende Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie beeinflusst werden.

Um bei der Nutzung der Ausbaupotenziale der Kleinwasserkraft sowohl den Interessen des Klimaschutzes wie auch des Naturschutzes gerecht zu werden, sollten bei der Gestaltung der energiepolitischen Rahmenbedingungen folgende Leitlinien berücksichtigt werden:

- 1) Der Ausbau der Kleinwasserkraft sollte in erster Linie durch Effizienzsteigerung und Revitalisierung sowie durch Wiederinbetriebnahme stillgelegter Kraftwerke erfolgen.
- 2) Beim Neubau von Kleinwasserkraftwerken sollte der Ersatz von Altanlagen gegenüber gänzlich neuen Standorten Vorrang genießen.
- 3) Der Neubau an neuen Standorten sollte nur an Fließstrecken („Eignungszonen“) erfolgen, die bereits in einem naturfernen bzw. naturfremden Zustand sind.

- 4) Die Revitalisierung der Anlagen sollte untrennbar mit der gleichzeitigen ökologischen Sanierung des Standorts verbunden sein.
- 5) Es sollte zwischen konventionellem Strom und Ökostrom aus Kleinwasserkraftwerken unterschieden werden. Die Unterscheidung sollte mittels Zertifizierung erfolgen.
- 6) Ökologische Sanierungsmaßnahmen sollten sich auch betriebswirtschaftlich für den Anlagenbetreiber rechnen.

Die **Windkraft** besitzt in Österreich ein erhebliches Ausbaupotenzial. Mittelfristig scheint eine Jahreserzeugung von **5.000 bis 10.000 GWh/a** durchaus realistisch. Das würde einem Anteil von 8 bis 16 Prozent zur Deckung des inländischen Gesamtstromverbrauchs (Verbrauchsniveau 2000) entsprechen. Die dafür notwendige Kraftwerksleistung von etwa 2500 bis 5000 MW würde die Errichtung von 1500 bis 3000 Anlagen auf einer Gesamtfläche von etwa 150 bis 300 km<sup>2</sup> notwendig machen. Diese Fläche steht im Osten Österreichs in Form landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Verfügung.

Um bei der Nutzung der Ausbaupotenziale der Windkraft Interessenskonflikte mit dem Naturschutz zu vermeiden und um zu eine Gesamtoptimierung der Elektrizitätsversorgung beizutragen, sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- 1) Konflikte mit dem Naturschutz sollten durch eine vorausschauende Planung und die Ausweisung von Eignungszonen (Beispiel Parndorfer Platte) vermieden werden.
- 2) Die Optimierung der Anlagenstandorte sollte nicht nur hinsichtlich der Windverhältnisse, sondern auch hinsichtlich Netzzugang und regionalem Strombedarf erfolgen.

Das Verstromungspotenzial für **Biomasse** beträgt in Österreich zumindest etwa **4.500 bis 5.500 GWh/a**. Durch entsprechende Kostensenkungs- und Rationalisierungsmaßnahmen in der Waldbewirtschaftung sollten zusätzliche kostengünstige Biomassepotenziale erschlossen werden können. Preissteigerungen durch eine verstärkte Konkurrenzsituation der stofflichen und energetischen Biomasseverwertung können bei entsprechender Marktsteuerung vermieden werden.

Um die Stromerzeugung aus Biomasse ökologisch und energiewirtschaftlich zu optimieren, sollten folgende Leitlinien berücksichtigt werden:

- 1) Durch einen wärmebedarfsgeführten Betrieb der Biomasse-KWK sollte der Gesamtwirkungsgrad optimiert werden. (Eine Biomasseverstromung ohne Nutzung der Wärme ist aus energiewirtschaftlichen und ökologischen Gründen abzulehnen.)
- 2) Um einen möglichst hohe Stromerzeugung je Energieinput zu erreichen, sollten Biomasse-KWKs mit mittlerer und großer Leistung ( $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ , Stromkennziffer  $> 0,3$ ) forciert werden.
- 3) Der Standort für Biomasse-KWKs muss hinsichtlich Wärmenachfrage, regionalem Biomasseangebot und Transportmöglichkeiten (Bahn) optimiert werden. Auch eine Entlastung des Mittel- und Hochspannungsnetzes sollte durch eine geeignete Standortwahl angestrebt werden.
- 4) Um die Konkurrenzsituation am Biomassemarkt mit der stofflichen Verwertung zu entschärfen, sollte es auch bei kleineren, bestehenden Biomassenahwärmenetzen zu einer KWK-Nachrüstung kommen.

- 5) Die Betriebskosten sollten durch eine verstärkte Rationalisierung bei der Brennstoffbereitstellung gesenkt werden.
- 6) Es muss auf die Aufrechterhaltung eines ökologisch optimalen Aschekreislaufes geachtet werden (Deponierung bei Zufeuerung, Rückführungsmöglichkeit bei Kleinanlagen ohne Altholznutzung etc.).

Das Potenzial zur Stromerzeugung aus **Biogas** beläuft sich in Österreich bis zum Jahr 2010 auf etwa **600 GWh/a**. Die Umweltauswirkungen der Biogasnutzung sind überaus vorteilhaft. Der forcierte Einsatz und die Förderung der Biogastechnologie sollten nicht nur unter dem Aspekt einer umweltfreundlichen Energieversorgung, sondern auch unter dem Aspekt der Schadensvermeidung (Grundwasserbelastung durch Nitrat, Erosionsgefahr, etc.) gesehen werden. Folgende Leitlinien sollten berücksichtigt werden:

- 1) Durch einen wärmebedarfsgeführten Betrieb der Biogas-Anlagen sollte der Gesamtwirkungsgrad optimiert werden.
- 2) Die vermiedenen Sanierungskosten der Grundwasserkörper sollten bei der Förderung der Biogasnutzung berücksichtigt werden.

Um die zu den jeweiligen Energieträgern formulierten Leitlinien in die Praxis umzusetzen, sollten die folgenden energiepolitischen **Maßnahmen und Instrumente** zu Einsatz kommen:

- 1) Einspeisetarife:
  - Basistarife mit tages- und jahreszeitlicher Differenzierung
  - Differenzierung nach Anlagengröße (höhere Tarife für die unteren Leistungsbereiche)
- 2) Öko-Zuschläge zu Einspeisetarifen:
  - Wasserkraft: Zuschlag für Ökostrom-Zertifizierung
  - Biomasse, Biogas: Wirkungsgradzuschlag für wärmebedarfsgeführten Betrieb
  - Netzentlastungszuschlag in Netzvorranggebieten
- 3) Ökostrom-Zertifizierungsverfahren für Wasserkraft
- 4) Energiewirtschaftliche Raumplanung:
  - Wasserkraft und Windkraft: Ausweisung von Ausschließungs- und Eignungszonen
  - Ausweisung von Biomasse-Vorrang- und Erdgas-Nachranggebieten
  - Ausweisung von Netzvorranggebieten zur Entlastung des Mittel- und Hochspannungsnetzes
- 5) Anschlusspflicht an Nahwärmenetze (ähnlich Kanalanschlusspflicht) in Biomasse-Vorranggebieten
- 6) Abwärmeabgabe für kalorische Kraftwerke (fossil und erneuerbar)

Weitere Maßnahmen:

- 7) Wasserkraft: Studie zur Ermittlung der Ausbaupotenziale nach transparenten wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien
- 8) Biomasse: Potenzialerhebung der bestehenden Biomasseheizwerke, um die Machbarkeit der Nachrüstung mit KWK zu prüfen
- 9) Biogas: Studie zur Bewertung der vermiedenen Sanierungskosten (aktiver Wasserschutz, Erosionsschutz)
- 10) Verstärkte Informationsarbeit und Beratung für Betriebe in der Holzverarbeitenden Industrie, Biomassenahwärmenetzbetreiber und landwirtschaftliche Betriebe

Österreich hat sich im Rahmen der EU-Richtlinie „Stromerzeugung aus erneuerbare Energiequellen“ dazu verpflichtet, seinen **Anteil erneuerbarer Energien** am Bruttoinlandsstromverbrauch von derzeit etwa 70 Prozent **bis zum Jahr 2010 auf 78,1 Prozent<sup>1</sup>** zu steigern. Das im Sommer 2002 vom Nationalrat beschlossene Ökostromgesetz sollte diese Richtlinie in nationales Recht umsetzen. Das Ökostromgesetz sieht vor, den Anteil der Kleinwasserkraft von derzeit etwa 7 Prozent bis 2008 auf 9 Prozent zu steigern, der Anteil sonstiger Ökostromanlagen (Wind, Biomasse, etc.) soll im gleichen Zeitraum von derzeit 1,5 Prozent auf 4 Prozent gesteigert werden. Um diese Ziele zu erreichen, wird derzeit von einer notwendigen Steigerung der Jahresproduktion von etwa 1.200 GWh bei Kleinwasserkraft und etwa 1.400 GWh bei sonstigen Ökostromanlagen ausgegangen. In Summe wäre das ein **Ausbau von 2.600 GWh** bis 2008.

Bei anhaltendem jährlichem **Stromverbrauchszuwachs (Trend) von durchschnittlich 1,9 Prozent** steigt der Bruttoinlandsstromverbrauch bis 2010 auf 73.100 GWh/a. Der **Ausbaubedarf** erneuerbarer Energieträger steigt damit auf **11.500 GWh**, soll das EU-Ziel von 78,1 Prozent Erneuerbare bis 2010 erreicht werden. Eine Abweichung Österreichs vom 78,1 %-Ziel würde dazu führen, dass das in der EU-Richtlinie festgesetzte gemeinschaftliche Ziel von 22,0 % verfehlt wird. Bei anhaltendem jährlichen Stromverbrauchszuwachs müssten auch die Quotenziele des Ökostromgesetzes an die reale Verbrauchsentwicklung angepasst werden, um das EU-Ziel von 78,1 % zu erreichen. Die Ausbauziele des Ökostromgesetzes müssten auf etwa 11.500 GWh angehoben werden.

Hinsichtlich der verfügbaren Potenziale wäre dies durchaus möglich. Das in Österreich realisierbare **Ökostrom-Potenzial** beläuft sich auf etwa **11.000 bis 18.000 GWh/a**. Im Verhältnis zum Bruttoinlandsstromverbrauch des Jahres 2001 sind das 17,6 bis 28,8 %.

Energieträger	Elektr. Leistung (MW)	Potenzial (GWh/a)	Verhältnis Bruttoinlandsstromverbrauch 2001 (%) <sup>2</sup>
Revitalisierung Kleinwasserkraft	125	900 <sup>3</sup>	1,4
Neubau Kleinwasserkraft	-	- <sup>4</sup>	-
Windkraft	2.000 bis 5.000	5.000 bis 10.000	8,0 bis 16,0
Feste Biomasse	1.300 bis 1.600	4.500 bis 5.500	7,2 bis 8,8
Biogas	135 bis 355	600 bis 1.600	1,0 bis 2,6
<b>Summe</b>	<b>3.560 bis 7.080</b>	<b>11.000 bis 18.000</b>	<b>17,6 bis 28,8</b>

<sup>1</sup> Basiswert gemäß EU-Richtlinie: 56.100 GWh

<sup>2</sup> Bruttoinlandsstromverbrauch 2001: 62.341 GWh

<sup>3</sup> Bei der Revitalisierung von KWKW kommt es meist sowohl zu einer Erhöhung der Leistung wie auch zu einer höheren Volllaststundenzahl der ursprünglich bereits vorhandenen Engpassleistung.

<sup>4</sup> Derzeit keine Potenzialabschätzungen auf Basis transparenter wirtschaftlicher und ökologischer Kriterien verfügbar. Für NÖ ist eine präzise Potenzialabschätzung in Arbeit, die im Frühjahr 2003 fertiggestellt sein wird.

Die Erreichung des EU-Ziels von 78,1 Prozent Erneuerbare wäre durch einen forcierten Ausbau der Ökostromanlagen somit auch bei fortgesetztem Stromverbrauchszuwachs möglich. Auch auf die Errichtung weiterer Großwasserkraftwerke könnte verzichtet werden.

Die derzeitigen Zielsetzungen des Ökostromgesetzes reichen hingegen nur dann aus, das EU-Ziel zu erreichen, wenn es gelingt, den Stromverbrauch im Jahr 2010 auf den Wert des Jahres 1999 abzusenken. Dazu wären ambitionierte **Stromsparprogramme** notwendig. Auch hier wären die Einsparungspotenziale zweifellos vorhanden.

Für die österreichische Energiepolitik sollte es jedoch kein Entweder-Oder, sondern ein Sowohl-Als-Auch geben. Im Rahmen einer **energiepolitischen Doppelstrategie** sollte sowohl der Ausbau von Ökostromanlagen massiv forciert wie auch ambitionierte Stromsparprogramme umgesetzt werden. Mit dem Ökostromgesetz wurde eine gesetzliche Basis für den verstärkten Ausbau von Ökostrom geschaffen, die es nun zu optimieren und zu verfeinern gilt. Ein vergleichbares Gesetz fehlt für die effiziente Energienutzung und für Stromsparprogramme.

Die verfügbaren Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energieträger und der effizienten Energienutzung sind jedoch nur die eine Seite der Medaille. Damit es zu einer positiven Entwicklung des österreichischen Ökostrommarktes kommt, gibt es weitere wichtige Voraussetzungen:

**a) Politischer und öffentlicher Konsens:**

Der Ausbau von Ökostrom sollte nach Möglichkeit über alle Parteien und sozialen Gruppen hinweg durch einen breiten gesellschaftlichen Konsens abgesichert werden.

**b) Optimierter Energieträgermix:**

Der Energieträgermix sollte entsprechend den verschiedenen Aspekten und Dimensionen der Nachhaltigkeit optimiert werden.

**c) Kontinuität des Heimmarktes:**

Für einen erfolgreichen Technologieaufbau in der Wirtschaft ist ein stabiler und kontinuierlicher Heimmarkt von großer Bedeutung.

**d) Abbau von Markthemmnissen:**

Der Zugang zum Ökostrommarkt sollte auch für Spezial- und Kleinanbieter problemlos möglich sein. Bestehende Markthemmnisse müssen beseitigt werden.

**e) Wirtschaftlichkeit:**

Die betriebswirtschaftliche Attraktivität von Anlageninvestitionen muss durch ein entsprechendes Niveau bei den Einspeisetarifen und durch sonstige finanzielle Rahmenbedingungen abgesichert werden.

Wenn es innerhalb der nächsten zehn bis 15 Jahre gelingt, den Bruttoinlandsstromverbrauch auf etwa 60.000 GWh/a (Verbrauchswert 1999) einzufrieren und gleichzeitig die jährliche Ökostromerzeugung um etwa 16.000 GWh zu steigern, so könnte Österreich unter Nutzung der zu erwartenden Kostenreduktionspotenziale zum weltweit ersten Industrieland werden, in dem eine hundertprozentige Deckung des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energieträger gelingt. „**Österreich, das Ökostromland**“ – eine spannende und realistische Vision mit weltweiter Vorbildwirkung!

## 1. Kleinwasserkraft

Die Nutzung der Wasserkraft hat in Österreich eine lange Tradition und im Falle der Kleinwasserkraft auch eine sehr wechselhafte Geschichte. Nach Phasen der Stagnation und Anlagenstillegungen (insbesondere bis 1970) erlebt die Kleinwasserkraft aufgrund der geänderten energie- und umweltpolitischen Zielsetzungen seit etwa zwei Jahrzehnten eine Renaissance.

In diesem Kapitel sollen ausgehend von einer Darstellung der aktuellen österreichischen Situation und der grundsätzlichen ökologischen Problematik der Wasserkraft konkrete Empfehlungen für eine ökologisch optimale Gestaltung der energiepolitischen Rahmenbedingungen für Strom aus Kleinwasserkraft gegeben werden. Es wird des Weiteren der Handlungsbedarf skizziert, der sich durch die Vorgaben der EU-Wasserrahmen-Richtlinie (WRRL) ergibt.

### 1.1 Situation in Österreich

#### 1.1.1 Bestand

In der offiziellen Bestandsstatistik 1998 sind österreichweit insgesamt 1.769 Anlagen erfasst. 91 Prozent bzw. 1614 Anlagen gelten mit einer Engpassleistung von unter 10 MW definitionsgemäß als Kleinkraftwerke. Lediglich 155 Anlagen besitzen eine Engpassleistung über 10 Megawatt und gelten damit als Großkraftwerke. Der mit 80 Prozent deutlich überwiegende Anteil der Wasserkraftanlagen besitzt eine Engpassleistung von unter 1 MW. Mit 55 Prozent der Anlagen weist mehr als jede zweite Anlage eine Leistung unter 200 kW auf.

Es sei bereits an dieser Stelle angemerkt, dass die Engpassleistung als Kriterium zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen eines Wasserkraftwerkes untauglich ist. Mit anderen Worten: die ökologischen Auswirkungen eines „Klein“wasserkraftwerkes sind nicht notwendigerweise ebenfalls „klein“. Auf diesen Umstand wird in nachfolgenden Kapiteln noch im Detail eingegangen.

**Tabelle 1.1:** Wasserkraftwerke in Österreich 1998 und ihr Anteil an der Stromerzeugung (Quelle: Bestandsstatistik 1998)

Anlagen bis Engpassleistung	Anzahl	Arbeit in GWh	% - Anteil Arbeit an WK klein/gesamt	Leistung in MW	% - Anteil Leistung an WK klein/gesamt
200 kW	974	420	10,11 / 1,09	78	9,31 / 0,67
1.000 kW	447	1.136	27,35 / 2,94	213	25,42 / 1,83
2.000 kW	97	718	17,29 / 1,86	144	17,18 / 1,24
3.000 kW	43	545	13,12 / 1,41	106	12,65 / 0,91
4.000 kW	17	281	6,77 / 0,73	60	7,16 / 0,52
5.000 kW	7	152	3,66 / 0,39	33	3,94 / 0,28
6.000 kW	11	265	6,38 / 0,69	62	7,4 / 0,53
7.000 kW	6	170	4,09 / 0,44	40	4,77 / 0,34
8.000 kW	3	102	2,46 / 0,26	24	2,86 / 0,21
10.000 kW	9	364	8,76 / 0,94	79	9,43 / 0,68
Gesamt bis 10 MW	1.614	4.153	100 / 10,75	838	100 / 7,21
Größer 10 MW	155	34.455	89,25	10.788	92,79
Wasserkraft gesamt	1.769	38.607		11.626	

Tatsächlich existieren in Österreich wesentlich mehr Kleinwasserkraftwerke, da die Erhebungen im Rahmen der offiziellen Bestandsstatistik lückenhaft sind. Nicht erfasst sind allerdings überwiegend kleine Anlagen oder Anlagen, die nicht an das öffentliche Netz angeschlossen sind. Schätzungen sprechen insgesamt von etwa 3000 bis 4000 Anlagen.

In Tirol, beispielsweise, bestehen derzeit ca. 770 Kleinwasserkraftwerksanlagen. Ca. 460 davon haben eine Leistung unter 50 kW und sind meist reine Eigenversorgungsanlagen, vielfach auch ohne Verbindung zum übrigen Netz (z. B. Alpinhütten, Almen). Ca. 225 Kraftwerke haben eine Leistung zwischen 50 und 500 kW, ca. 80 Kraftwerke zwischen 500 und 5.000 kW (Wiedemair 2002).

In der Kleinwasserkraftwerks-Datenbank der E-Control GmbH (siehe Tabelle 1.2) sind immerhin 2.037 Anlagen erfasst. Die größte Abweichung von der offiziellen Bestandsstatistik besteht erwartungsgemäß bei den „Sehrkleinwasserkraftwerken“ mit einer Engpassleistung unter 200 kW. Während die offizielle Statistik hier nur 974 Anlagen ausweist, sind in der Datenbank der E-Control in dieser Leistungsklasse immerhin 1.362 Anlagen erfasst – eine Differenz von immerhin 40 Prozent.

**Tabelle 1.2:** Kleinwasserkraftwerke in Österreich 2002

(Quelle: KWKW-Datenbank E-Control, Stand: November 2002, E-Control 2002/1)

Leistung in kW		Anzahl	Anteil in %
von	Bis		
-	200	1.362	66,86
201	1.000	460	22,58
1.001	2.000	109	5,35
2.001	3.000	41	2,01
3.001	4.000	17	0,83
4.001	5.000	11	0,54
5.001	6.000	8	0,39
6.001	7.000	8	0,39
7.001	8.000	4	0,20
8.001	9.000	6	0,29
9.001	10.000	11	0,54
Summe		2.037	100,00

Das durch die Bestandsstatistik nicht erfasste Energieaufkommen liegt gemäß Schätzungen des Österreichischen Vereins zur Förderung von Kleinkraftwerken (ÖVFK 2002) allerdings unter 10 Prozent des statistisch erfassten Bestandes.

Die nachfolgende Tabelle 1.3 zeigt die Verteilung der Kraftwerke auf die Bundesländer.

**Tabelle 1.3:** Verteilung der Kleinwasserkraftwerke auf die österreichischen Bundesländer

(Quelle: Bestandsstatistik 1998)

	Leistung in MW	Jahresarbeitsvermögen in GWh/a	Anteil in Prozent
Wien	1	2	0,05
Niederösterreich	73	385	9,27
Burgenland	1	5	0,12
Oberösterreich	94	515	12,40
Steiermark	187	948	22,83
Kärnten	110	441	10,62
Salzburg	106	510	12,28
Tirol	206	1102	26,54
Vorarlberg	60	244	5,88
Summe	838	4153	100

Etwa die Hälfte des gesamten Jahresarbeitsvermögens entfällt auf Kleinwasserkraftwerke in Tirol und in der Steiermark.

### 1.1.2 Stromerzeugung

Mit einem Aufkommen von 4.153 GWh im Jahr 1998 (vgl. Tabellen 1.1 u. 1.3) entfielen etwa 11 Prozent der Stromerzeugung aus Wasserkraft auf die Kleinwasserkraft. Im guten Wasserkraftjahr 2000 lag die Stromerzeugung der Kleinwasserkraftwerke bereits bei 4.316,6 GWh (Betriebsstatistik 2000). Zur gesamten inländische Stromerzeugung<sup>5</sup> tragen die Kleinwasserkraftwerke damit 7,0 Prozent bei. Im Verhältnis zum Bruttoinlandsstromverbrauch<sup>6</sup> beträgt ihr Anteil 7,1 Prozent. Die Kleinwasserkraft besitzt damit bereits heute einen nennenswerten Anteil an der Stromerzeugung in Österreich.

Im Ökostromgesetz (ÖkostromG 2002) wird der Anteil der Kleinwasserkraft im Verhältnis zur Stromabgabe der öffentlichen Elektrizitätsversorgung<sup>7</sup> berechnet. In einer Studie der E-Control GmbH (E-Control 2002/2) wurde die erzeugte Strommenge aus Kleinwasserkraft auf Basis der Kleinwasserkraft-Datenbank mit 3.870 GWh hochgerechnet. Im Verhältnis zur Stromabgabe der öffentlichen Elektrizitätsversorgung entspricht dies einem Wert von **7,77 Prozent**. Ermittelt man den Anteil der Kleinwasserkraft auf Basis der offiziellen Betriebsstatistik<sup>8</sup> so ergibt sich für das Jahr 2000 ein Anteil von 8,2 Prozent, die insgesamt erzeugt wurden. Das Ökostromgesetz sieht eine **Steigerung auf 9 Prozent bis 2008** vor.

Die E-Control geht in ihrer Abschätzung des Ausbaubedarfs zur Erreichung des im Ökostromgesetz vorgeschriebenen 9-%-Ziels von einem **zusätzlichen KWKW-Bedarf von 1.179 GWh** aus (E-Control 2002/2).

Wie im Kapitel 4 im Detail dargestellt wird, hängt die Erreichung des 9-%-Ziels maßgeblich von der weiteren Stromverbrauchsentwicklung ab. Die von der E-Control verwendete Bezugsbasis<sup>9</sup> für 2008 ist nur dann annähernd realistisch, wenn es zu einer raschen Stabilisierung des Stromverbrauchs kommt. Setzen sich der bisherige Stromverbrauchszuwachs auch in den nächsten Jahren ungebremst fort, so kann das 9-%-Ziel<sup>10</sup> mit dem von der E-Control ausgewiesenen KWKW-Bedarf sicher nicht erreicht werden. Der Ausbau der Kleinwasserkraft muss dann entweder deutlich erhöht werden oder das im Ökostromgesetz verankerte Quotenziel muss abgesenkt werden.

---

<sup>5</sup> Gesamtstromerzeugung 2000: 61.798,1 GWh

<sup>6</sup> Bruttoinlandsstromverbrauch 2000: 60.502,0 GWh

<sup>7</sup> Stromabgabe öffentl. Elektrizitätsversorgung 2000: 52.668,7 GWh

<sup>8</sup> Strom aus Kleinwasserkraft gem. Betriebsstatistik 2000: 4.316,6 GWh.

<sup>9</sup> Abschätzung E-Control Stromabgabe öffentliche Elektrizitätsversorgung im Jahr 2010: 56.100 GWh

<sup>10</sup> Gemäß EU-Richtlinie 2001/77/EG zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien trägt Österreich mit einem Anteil von 78,1 % am gemeinschaftlichen Ziel von 22,0 % bis 2010 bei. Österreich bezieht sich dabei aber auf einen sehr niedrigen Basiswert für den Bruttoinlandsstromverbrauch von 56.100 GWh, der nur mit ambitionierten Stromsparprogrammen erreicht werden könnte.

**Tabelle 1.4** Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft ins öffentliche Stromnetz in GWh  
(Quelle: E-Control 2002/1, Berechnung auf Basis der KWKW-Zertifikate)

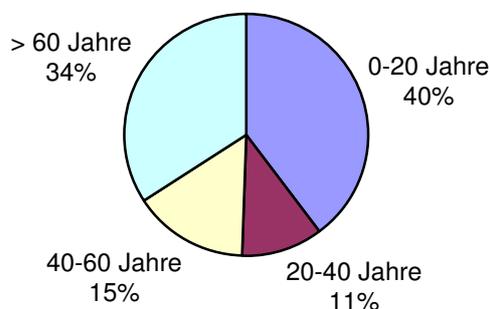
2002	Burgen-land	Kärnten	Nieder-österreich	Ober-österreich	Salzburg	Steier-mark	Tirol	Vorarl-berg	Wien	Gesamt-ergebnis
Jänner	0,1	13,2	29,0	41,6	17,8	31,5	39,8	10,5	0,0	183,4
Feber	0,2	11,9	36,3	62,5	22,7	35,7	44,0	11,7	0,0	225,0
März	0,1	19,9	37,7	64,4	39,9	61,8	61,3	26,1	0,2	311,6
April	0,2	26,1	38,3	58,2	50,1	79,5	69,0	17,8	0,1	339,3
Mai	0,2	45,7	31,0	59,8	81,6	107,0	113,8	27,6	0,0	466,7
Juni	0,2	43,3	27,9	51,6	69,7	83,8	103,3	37,2	0,0	416,9
Juli	0,2	40,3	25,5	45,5	62,1	73,4	100,1	26,0	0,0	373,1
August	0,3	50,2	30,1	46,4	65,8	85,3	99,7	26,6	0,0	404,4
September	0,2	37,8	28,2	44,9	49,3	73,4	89,5	22,9	0,0	346,2
Oktober	0,3	47,8	31,6	48,9	49,6	75,6	92,2	24,1	0,0	370,0
November	0,3	39,1	35,0	51,4	51,6	76,3	97,8	24,5	0,1	376,1
Dezember	0,5	55,5	34,3	49,2	43,5	78,2	87,2	18,4	0,2	367,0
Summe	2,8	430,8	384,9	624,4	603,6	861,5	997,7	273,3	0,6	4179,5

Tabelle 1.4 zeigt die Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft aufgeschlüsselt nach Kalendermonaten und Bundesländern. Das Gesamtergebnis belief sich im Jahr 2002 auf 4.179,5 GWh. Die monatlichen Einspeisemengen zeigen die für Wasserkraft typische jahreszeitliche Variation der Erzeugungsmenge aufgrund der unterschiedlichen Wasserdarbietung der Flüsse.

### 1.1.3 Altersstruktur

Im Rahmen einer Studie des Europäischen Kleinwasserkraftwerksverbandes wurde die Altersstruktur des europäischen Kleinwasserkraftwerksparks erhoben (ESHA 2000). Die Daten wurden durch Befragung nationaler Experten ermittelt. Die Ermittlung der Altersstruktur der österreichischen Kleinwasserkraftwerke erfolgte anhand von 1.110 Anlagen. Abbildung 1.1 zeigt die Altersverteilung.

**Abbildung 1.1:** Altersstruktur der österreichischen Kleinwasserkraftwerke  
(Quelle: ESHA 2000)



Etwa ein Drittel der in dieser Statistik erfassten Anlagen ist älter als 60 Jahre, wurde als noch vor dem 2. Weltkrieg errichtet. In den Jahren nach dem 2. Weltkrieg wurden vergleichsweise wenige Anlagen errichtet. Erst in der jüngeren Vergangenheit, seit Beginn der Achtziger Jahre, setzte ein neuer Ausbauboom bei Kleinwasserkraftanlagen ein. Damit verhält sich der Ausbau der Kleinwasserkraft gegenläufig zur Großwasserkraft. Stand in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg der Wiederaufbau und die Errichtung großer Kraftwerkskapazitäten im Vordergrund, so kam es in den Achtziger Jahren zu einem gesellschaftlichen Wertwandel (Stichwort Hainburg), der zu einem Akzeptanzverlust von Wasserkraftwerken führte. Die Ausbaustrebungen konzentrierten sich in weiterer Folge wieder vermehrt auf kleinere Anlagen, deren Bau von einer breiten Öffentlichkeit meist nicht wahrgenommen wurde.

Durch den forcierten Kraftwerksausbau der vergangenen Jahre besitzt Österreichs Kleinwasserkraftwerkspark eine im europäischen Vergleich junge Altersstruktur. Während in den EU-Staaten 47 Prozent der Kraftwerke älter als 60 Jahre und 68 Prozent älter als 40 Jahre sind, sind es in Österreich nur 34 Prozent bzw. 49 Prozent (ESHA 2000).

#### 1.1.4 Ausbaupotenzial durch Effizienzsteigerung, Revitalisierung und Wiederinbetriebnahme

Eine Steigerung der Stromerzeugung durch Kleinwasserkraft kann nicht nur durch Neubauten sondern auch durch Erneuerungsmaßnahmen zur Effizienzsteigerung bei bestehenden Anlagen erreicht werden. Insbesondere ältere Anlagen bieten hier ein großes Potenzial.

Unter **Effizienzsteigerung** wird in diesem Zusammenhang der Austausch von veralteten Kraftwerkskomponenten (Turbinen, Regelung, etc.) durch moderne, effizientere verstanden. Dadurch kommt es zu einer Erhöhung der Stromproduktion und/oder zu einer Senkung der Wartungskosten. Unter **Revitalisierung** wird hingegen eine umfangreichere Modernisierung der Kraftwerksanlage verstanden, die in der Regel auch bauliche Veränderungen (Stau-

mauer, etc.) beinhaltet. Unter **Wiederinbetriebnahme** wird die Wiederaufnahme der Stromproduktion zwischenzeitlich stillgelegter Anlagen verstanden. Sobald der Umbau einer bestehenden Anlage jedoch mehr als 50 Prozent der Kosten eines Neubaus verursacht, wird von einem Neubau gesprochen.

Die Expertenbefragung im Rahmen der ESHA-Studie (ESHA 2000) ergab für Österreich ein technisches Ausbaupotenzial bestehender Anlagen von etwa 210 MW Engpassleistung. Wirtschaftliche und ökologische Einschränkungen (z.B. vorgeschriebene Restwassermengen) reduzieren dieses Potenzial gemäß ESHA-Expertenbefragung jedoch um rund 40 Prozent auf etwa 125 MW. Das wären aber immerhin noch 15 Prozent der aktuellen Kraftwerksleistung.

Bei einem durchschnittlichen Regelarbeitsvermögen von 5 GWh/a pro Megawatt Engpassleistung (5000 Volllaststunden) beläuft sich das durch Effizienzsteigerung, Revitalisierung und Wiederinbetriebnahme abschätzbare Ausbaupotenzial auf rund 625 GWh/a. Da Altanlagen in der Regel jedoch eine unterdurchschnittliche Volllaststundenzahl aufweisen, führt eine Erneuerung der Anlage (Steigerung der Engpassleistung) auch zu einer überproportionalen Erhöhung der Volllaststunden. Das geschätzte Ausbaupotenzial von 625 GWh/a stellt somit eine untere Grenze dar. Das tatsächliche Revitalisierungspotenzial sollte um mindestens 50 Prozent höher, somit bei rund 900 GWh/a liegen. Eine präzise Erfassung des tatsächlichen Revitalisierungspotenzials wäre wünschenswert.

### 1.1.5 Ausbaupotenzial durch Neubau

Beim Neubau von Anlagen muss zwischen einem Neubau an neuen und an alten Standorten unterschieden werden. Denn unter Neubau ist auch eine umfangreiche Erneuerung einer bestehenden Anlage zu verstehen, sobald die Kosten 50 Prozent eines völligen Neubaus übersteigen. Diesem „Neubau von Altanlagen“ ist besondere Bedeutung zu schenken, da er in der Regel aus ökologischer Sicht vorteilhafter ist. Ökologische Schäden können durch den Ersatz einer Altanlage durch eine moderne Neuanlage maßgeblich reduziert werden.

Tabelle 1.5 zeigt eine Abschätzung des Ausbaupotenzials durch Kraftwerksneubauten (Groß- und Kleinwasserkraft) durch den Österreichischen Verein zur Förderung der Kleinkraftwerke (ÖVFK).

**Tabelle 1.5:** Ausbaupotenzial der Wasserkraft durch Neubauten in Österreich  
(Quelle: ÖVFK 2002)

	Bestand			ausbauwürdiges Potenzial			ausbaufähiges Potenzial nach Beurteilung des ÖVFK		
	Gesamt	Groß	Klein	Gesamt	Groß	Klein	Gesamt	Groß	Klein
Leistung in MW	11.626	10.788	838	18.100	16.000	2.100	14.850	13.270	1.580
Arbeit in GWh/a	38.608	34.455	4.153	53.700	43.325	10.375	46.150	38.300	7.850

Bei der Abschätzung des Ausbaupotenzials von Neubauten ist zwischen dem „ausbauwürdigen Potenzial“ und dem „ausbaufähigen Potenzial“ zu unterscheiden. Bei der Erhebung des ausbauwürdigen Potenzials werden – im Unterschied zum ausbaufähigen Potenzial – ökologische Einschränkungen vorerst ausgeklammert. Es wird nur das Potenzial abgeschätzt, das auf Basis der erzielbaren Stromerlöse wirtschaftlich sinnvoll ausbaubar wäre.

Gemäß der Einschätzung des ÖVFK, der Interessensvertretung der Kleinwasserkraftwerksbetreiber, ist das ausbauwürdige Potenzial im Bereich der Großwasserkraft zu etwa 80 Prozent genützt, im Bereich der Kleinwasserkraft hingegen nur zu etwa 40 Prozent. Unter Ausblendung ökologischer Einschränkungen könnte somit bei vollständigem Ausbau die Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft auf rund 10.000 GWh/a gesteigert werden.

Das tatsächlich ausbaufähige Potenzial hängt von der Gewichtung und Beurteilung ökologischer Aspekte ab. Der ÖVFK, als Interessensvertretung der Kleinwasserkraft traditionell ausbaufreundlich eingestellt, schätzt das ausbaufähige Potenzial der Kleinwasserkraft mit 7.850 GWh/a auf 75 Prozent des ausbauwürdigen Potenzials. Dh, es könnten nach Einschätzung des ÖVFK jährlich zusätzlich etwa 3.500 GWh Strom mittels Kleinwasserkraft erzeugt werden. Der Anteil der Kleinwasserkraft könnte damit auf rund 14,9 Prozent<sup>11</sup> gesteigert werden. Das wäre annähernd eine Verdopplung des bisherigen Anteils.

in der Studie des Europäischen Kleinwasserkraftwerksverbandes (ESHA 2000) wird das österreichische Neubaupotenzial bei Kleinwasserkraft sogar noch etwas höher eingestuft. Das ausbauwürdige Potenzial wird mit etwa 1300 MW abgeschätzt, das ausbaufähige Potenzial mit rund 950 MW. Bei durchschnittlichen 5.000 Volllaststunden entspricht dies einem zusätzlichen Regelarbeitsvermögen durch Neubau von 4.750 GWh/a.

Ausdrücklich betont werden muss, dass beide Abschätzungen durch Interessensvertretungen der Kleinwasserkraft durchgeführt wurden. Die ökologischen und wirtschaftlichen Kriterien, nach denen das Ausbaupotenzial ermittelt wurde, sind nicht bekannt.

<sup>11</sup> Bezogen auf die Stromabgabe der öffentlichen Elektrizitätsversorgung bzw. 13,0 Prozent bezogen auf den Gesamtstromverbrauch

Für eine nachvollziehbare und seriöse Ermittlung des tatsächlichen Ausbaupotenzials durch Neubauten wäre eine vollständige Strukturkartierung des Gewässernetzes notwendig. Abhängig von wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Preisniveau) und ökologischen Notwendigkeiten (Ausschlussgebiete) könnten damit die Ausbaupotenziale anhand transparenter Kriterien präzise ermittelt werden. Eine derart präzise und nachvollziehbare Potenzialabschätzung ist derzeit für NÖ in Arbeit und wird bis zum Frühjahr 2003 fertiggestellt sein.

### 1.1.6 Ökologische Situation des Gewässernetzes

Eine deutliche Ausweitung der Wasserkraftnutzung ist in Österreich aufgrund der ökologischen Situation des Gewässernetzes nicht mehr möglich. Flüsse und die zugehörigen Überschwemmungsgebiete gehören in Österreich, so wie in weiten Teilen Europas, zu den am meisten gefährdeten Ökosystemen. Die baulichen Eingriffe der vergangenen Jahre durch Kanalisierungen, Hochwasserschutz- und Kraftwerksbauten haben dazu geführt, dass der Bestand an intakten ursprünglichen Flusslandschaften stark zurückgegangen ist.

Das gesamte Flusssystem auf österreichischem Staatsgebiet beläuft sich auf eine Länge von etwa 100.000 km. Davon entfallen etwa 5 Prozent bzw. ca. 5000 km auf größere Flüsse<sup>12</sup> mit einem Einzugsgebiet von jeweils mehr als 500 km<sup>2</sup>.

Drei Viertel des österreichischen Bundesgebietes liegen über 500 Meter Seehöhe. Österreich ist ein typisches alpines „Wasserkraftland“. Die - rein technisch gesehen - idealen Voraussetzungen für die energetische Wassernutzung, haben zu einem Wasserkraftanteil von etwa 70 Prozent an der inländischen Stromerzeugung geführt.

Die Folgen der intensiven Wasserkraftnutzung, aber auch anderer Baumaßnahmen, sind für das österreichische Flusssystem gravierend. Nach einer Erhebung der Universität für Bodenkultur (Muhar 1998) sind 80 Prozent der größeren Flüsse durch bauliche Eingriffe (Kanalisation, Kraftwerke) schwer geschädigt. Alleine die Dammbauten für die Wasserkraftnutzung sind für mehr als 50 Prozent der Schäden verantwortlich. Intakte Flüsse und Bäche sind in Österreich bereits eine sehr rare natürliche Ressource.

In den letzten Jahren wurden auch in Österreich erhebliche Anstrengungen zur Verbesserung der Wasserqualität der Flüsse unternommen. Es wurde sehr viel Geld in den Ausbau von Kläranlagen und die Vermeidung von Abwässern investiert.

Ein gesundes, ökologisch intaktes Flusssystem hat allerdings zwei wesentliche Voraussetzungen:

- eine gute Wasserqualität und
- eine gute Flusstruktur.

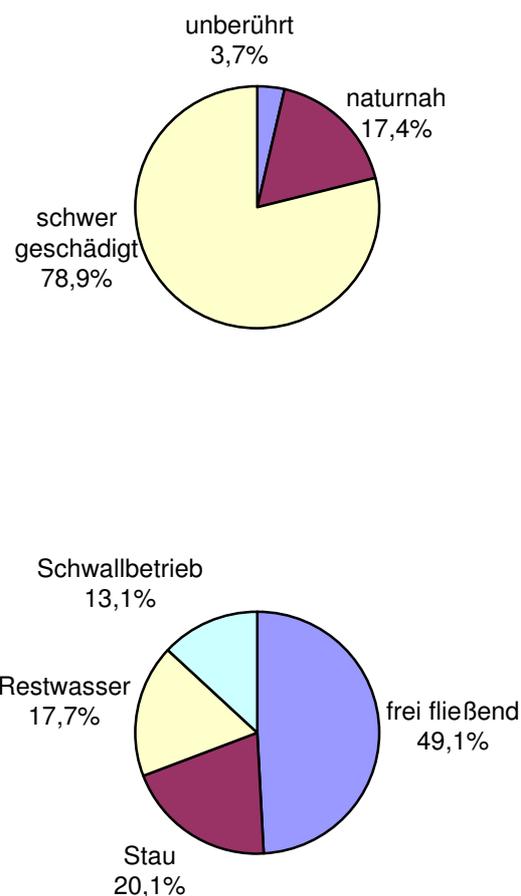
---

<sup>12</sup> zB Donau, Ybbs, March, Inn, Enns, Traun, Mur, Drau, Bregenzer Ache, Kamp, Lech, Leitha

Dem Erhalt bzw. der Wiederherstellung einer guten, intakten Flusstruktur wurde bislang hingegen viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die Folge davon ist, dass zwar die Wasserqualität heute deutlich besser als in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts ist, die Liste der gefährdeten Arten und die Grundwasserprobleme aber deutlich zugenommen haben. In Österreich stehen mittlerweile beinahe 900 Arten, die in Flüssen oder Überschwemmungsgebieten beheimatet sind, auf der Roten Liste der gefährdeten Arten.

Nur etwa 21 Prozent der größeren Flüsse können als naturnahe bezeichnet werden (Muhar 1998). Viele von ihnen sind zudem in kleine Abschnitte zergliedert und die Mehrzahl dieser Strecken befindet sich in den hochgelegenen Oberläufen der Flüsse. Mehr als 50 Prozent dieser größeren Flüsse sind bereits durch Kraftwerke beeinflusst (Stau, Restwasser, Schwallbetrieb).

**Abbildung 1.2:** Der Zustand der größeren Flüsse (Einzugsgebiet über 500 km<sup>2</sup>, exklusive Donau) in Österreich (Muhar 1998)



## 1.2 Die ökologischen Auswirkungen von Wasserkraftwerken auf das Fließgewässersystem

Dämme bzw. Wasserkraftwerke ändern das Ökosystem eines Flusses fundamental. Auswirkungen auf das Ökosystem sind unvermeidlich, und zwar unabhängig von der Größe des Bauwerks. D.h., hinsichtlich der ökologischen Folgen besteht kein qualitativer Unterschied zwischen Klein- und Großwasserkraftwerken. Zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen eines Wasserkraftwerks ist die für die Unterteilung in Klein- und Großwasserkraftwerke relevante Engpassleistung kein geeignetes Kriterium.

Die ökologischen Folgen von Kraftwerksbauten sind:

a) Im Staubereich oberhalb des Damms:

- Änderung der Fließgeschwindigkeit: vom Fluss zum Teich
- Änderung der Flusssdynamik
- Reduktion oder Verlust von Überschwemmungen und Niedrigwasser
- Verlust von natürlichen Flussbänken, Inseln („Monotonie“)
- Änderung der Sedimenttypen (vermehrte Schlammablagerung)
- reduzierte Selbstreinigung
- Änderungen der Wasserchemie (Fluss und Grundwasser)

b) Durch den Damm:

- Unterbrechung des Flusslaufs
- Unterbindung, oder zumindest Beeinträchtigung, der Fischwanderung und anderer Spezies
- Isolation oder Vernichtung von Populationen
- Unterbindung, oder zumindest Beeinträchtigung, der Geschiebeführung (Sedimenttransport)

c) Unterhalb des Damms:

- Verringerte Geschiebeführung
- Eintiefung des Flussbetts durch erhöhte Erosion
- Absenkung des Grundwasserspiegels

oftmals:

- geringes Restwasser „vom Fluss zum Rinnsaal“
- „Schockwelle“ durch Schwallbetrieb

Generell reduzieren Wasserkraftwerke die Chance auf eine Wiederherstellung eines intakten Flussökosystems erheblich. Wenn ein Fluss „nur“ kanalisiert ist, so ist die Chance, ihn wieder zu revitalisieren, intakt. Der Abbruch eines Damms ist hingegen sehr viel unwahrscheinlicher.

Die Auswirkungen von Kleinwasserkraftwerken sind oft besonders problematisch. Denn häufig finden sich die letzten intakten Flussstrecken an kleinen Flüssen und Bächen, oftmals den letzten Rückzugsgebieten und Refugien von bedrohten Arten.

### 1.3 Handlungsbedarf aufgrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) trat am 22. Dezember 2000 in Kraft und ist bis Ende 2003 in nationales Recht umzusetzen. Die WRRL stellt einen Meilenstein im Bemühen um eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen in Europa dar.

Die WRRL ist ein ehrgeiziges, zukunftsorientiertes Projekt und die Vorgaben der Richtlinien sind sehr komplex. Sie verpflichtet die europäischen Länder zu **einer integrierten Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten**. Die WRRL verpflichtet die Mitgliedsstaaten bis 2015 das Umweltziel des „guten Zustandes“ für alle EU-Gewässer zu erreichen.

Die Umsetzung der WRRL wird weit reichende Folgen für die künftige Bewirtschaftung der Gewässer und aquatischen Ökosysteme in ganz Europa haben. Die verpflichtende integrierte Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten erfordert die Abstimmung sämtlicher natürlicher Abläufe und menschlicher Aktivitäten, die den Wasserkreislauf in einem Flusseinzugsgebiet beeinflussen. Die WRRL hat damit auch weitreichende Auswirkungen auf Betrieb und Bau von Kleinwasserkraftwerken.

Folgende konkrete Vorteile erhofft man sich von der Umsetzung der WRRL:

- Bessere ökologische Qualität der Gewässer
- erhöhte Biodiversität
- nachhaltiger Wasserverbrauch
- geringere Wasserverschmutzung
- Linderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren
- verbesserte Effizienz und Wirksamkeit der Wasserpolitik mit zueilgerichteten Maßnahmen und geringeren Kosten

In der WRRL sind eine Reihe von Aufgaben vorgegeben, die jeweils in einer ganz bestimmten Frist umgesetzt werden müssen (siehe Abbildung 1.3), damit das übergeordnete Ziel des „guten Zustandes“ erreicht wird.

**Abbildung 1.3:** WRRL-Aufgaben mit zeitlichen Mindestanforderungen  
(Quelle: WWF 2001)



Die WRRL verlangt aktive Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Erreichung klarer Umweltziele. Der Schwerpunkt der Arbeit muss daher auf konkreten Umsetzungsaktivitäten auf der Ebene der Flusseinzugsgebiete liegen. Es stehen handfeste ökologische Resultate im Mittelpunkt. Nachdem die Fristen eng gesetzt sind, müssen viele Maßnahmen rasch umgesetzt werden.

### 1.3.1 Umweltziele der WRRL

Die WRRL stellt eine grundlegende Reform der EU-Wassergesetzgebung dar. Vor dem Hintergrund des übergeordneten Ziels der nachhaltigen Nutzung von Wasserressourcen sind die wichtigsten Umweltziele der WRRL (gemäß Artikel 4):

- Eine Verschlechterung des Zustandes aller Gemeinschaftsgewässer zu verhindern.
- Den „guten Zustand“ aller Gemeinschaftsgewässer bis 2015 zu erreichen und zu bewahren.

Gemäß Anhang V der WRRL sind Oberflächengewässer nach dem Grad der Abweichung des Ist-Zustandes vom gewässertypischen Referenzzustand zu bewerten, der höchstens nur sehr geringfügig (minimal) durch menschliche Aktivitäten verändert sein darf. Dieser

gewässertypische, „möglichst naturnahe Zustand“ stellt die Bezugsbasis für die ökologische Bewertung dar, ist aber nicht das **Sanierungsziel „guter Zustand“**.

Entgegen der traditionellen, meist 7-stufigen Güteeinstufung in Österreich umfasst das in der WRRL verankerte Bewertungssystem für den ökologischen Zustand von Oberflächengewässern insgesamt 5 Stufen (siehe Tabelle 1.6) (Ofenböck 2001)

**Tabelle 1.6:** Bewertung des ökologischen Gewässerzustandes gemäß Anhang V der WRRL

Bewertung des ökologischen Zustandes	Abweichung vom gewässertypspezifischen Referenzzustand	Farbcode
I sehr gut	minimal	blau
II gut	gering	grün
III mäßig	mäßig	gelb
IV unbefriedigend	stark	orange
V schlecht	sehr stark	rot

Klasse I stellt den gewässertypspezifischen Referenzzustand und gleichzeitig den „sehr guten“ ökologischen Zustand dar. Die Klasse II, ist das Sanierungsziel „guter ökologischer Zustand“. Dieser Zustand ist dann gegeben, wenn allfällige negative Einwirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften nur gering sind, also keine wesentliche Beeinträchtigung darstellen.

### 1.3.2 Ausnahme- und Sonderregelungen u.a. für die Wasserkraft

Nicht bei allen Gewässern kann der natürliche Gewässertyp als Bezugspunkt für die oben angeführte Bewertung herangezogen werden. Dies gilt für künstlich entstandene Gewässer sowie für Gewässer, die auf Grund bestimmter Nutzungsansprüche – dazu zählt auch die Energiegewinnung – strukturell stark beeinträchtigt sind und nur bei Aufgabe der Nutzung in den guten ökologischen Zustand rückführbar sein würden.

Als Sonderregelung wurde daher in der WRRL vorgesehen, dass für diese Gewässer nicht der gewässertypspezifische „natürliche“ Zustand, sondern das „höchste ökologische Potenzial“, das unter den gegebenen unveränderlichen Rahmenbedingungen aus ökologischer Sicht maximal machbar ist, als Referenzzustand anzusehen ist. Zielzustand ist die Erreichung und Erhaltung eines **„guten ökologischen Potenzials“**.

Neben der Zielvorgabe des „guten Zustandes“ bzw. des „guten ökologischen Potenzials“ wurde in der WRRL jedenfalls auch ein grundsätzliches „Verschlechterungsverbot“ verankert. Allerdings mit einer Ausnahmemöglichkeit gemäß Artikel 4(7), die es erlaubt, unter bestimmten Voraussetzungen weniger strenge Umweltziele festzulegen.

Dies soll sicherstellen, dass auch weiterhin notwendige Hochwasserschutzmaßnahmen getroffen werden können, aber auch die Nutzung der Wasserkraft nicht grundsätzlich gegenüber anderen Energieträgern benachteiligt oder sogar unmöglich gemacht wird.

### **1.3.3 Auswirkungen der WRRL auf die Kleinwasserkraft**

Auswirkungen auf Kleinwasserkraftanlagen durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie sind u. a. durch das allgemeine Verschlechterungsverbot und der Forderung nach Herstellung eines guten Zustandes für alle Gewässer (Art. 4) zu erwarten.

Ob Wasserkraftwerke auch als Wassernutzungen anzusehen sind, die künftig unter Berücksichtigung des Verursacherprinzips einen angemessenen Beitrag zur Deckung der Kosten von Wasserdienstleistungen zu leisten haben (Art. 9), ist derzeit in Diskussion.

#### **1.3.3.1 Verschlechterungsverbot bei künftigen Kraftwerksnutzungen**

Gemäß Art. 4 der EU-Wasserrahmenrichtlinie sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, eine Verschlechterung des Zustandes der Oberflächengewässer zu verhindern (Verschlechterungsverbot).

Im österreichischen Wasserrechtsgesetz (WRG 1959) besteht bereits ein Katalog an öffentlichen Interessen zum Schutz der Gewässer, den die Behörde bei der Bewilligung von Wassernutzungen zu beachten hat. So darf z. B. durch ein Vorhaben die Beschaffenheit des Wassers nicht nachteilig beeinflusst werden, keine wesentliche Beeinträchtigung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers und keine wesentliche Beeinträchtigung oder Gefährdung des Tier- und Pflanzenbestandes erfolgen.

In der Praxis werden aus diesen Gründen Wasserkraftanlagen z. B. an belasteten Gewässern oder in Ausleitungsstrecken nicht bewilligt. Des Weiteren muss die Behörde bei der Festlegung des Maßes der Wassernutzung einen Teil des Zuflusses zur Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers vorbehalten und es wird z. B. auf eine entsprechende Fischpassierbarkeit im Fassungs- und Rückgabebereich geachtet.

Das in der Wasserrahmenrichtlinie normierte Verschlechterungsverbot ist im österreichischen Wasserrechtsgesetz dennoch nur teilweise umgesetzt. Es ergeben sich folgende Ergänzungen bzw. Änderungen (Wiedemair 2002):

- Nach dem Wasserrechtsgesetz wird der Wassergütebegriff bisher im wesentlichen nur nach den chemisch-physikalischen Eigenschaften des Wassers beurteilt. Künftig muss aber das gesamte aquatische Ökosystem eines Gewässers bzw. der ökologische Gesamtzustand eines Gewässers beurteilt werden.
- Ein baulicher Eingriff darf nicht mehr nur rein lokal beurteilt werden, sondern es sind auch dessen Auswirkungen auf die Flussgebietseinheit zu beurteilen. Im Rahmen der integrierten Flussgebietsbewirtschaftung sind Maßnahmen im jeweiligen Einzugsgebiet abgestimmt zu setzen, um eine Übernutzung zu vermeiden.

Das Verschlechterungsverbot gem. Art. 4 hat aber nicht zum Ziel, die Wasser(kraft)nutzung generell unmöglich zu machen. Dazu gibt es in der Richtlinie die bereits beschriebenen Sonderregelungen (z. B. Möglichkeit für nachhaltige Entwicklungstätigkeiten des Menschen, übergeordnetes öffentliches Interesse).

Nach Einschätzung der zuständigen Behördenvertreter ist davon auszugehen, dass beim Neubau von Kleinwasserkraftwerken die angelegten Maßstäbe zur Beurteilung der Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers strenger werden (Wiedemair 2002). Das kann etwa dazu führen, dass die vorgeschriebenen Restwasserdotationen höher ausfallen als bisher und dadurch die Wirtschaftlichkeit von Kraftwerksanlagen gesenkt wird.

Für den Neubau bzw. den genehmigungspflichtigen Umbau eines Kleinwasserkraftwerks bedeutet dies jedenfalls einen wesentlich größeren Untersuchungs-, Erhebungs- und Beweisaufwand und damit Mehrkosten sowie eine längere Verfahrensdauer.

### **1.3.3.2 Herstellung des guten Gewässerzustandes bzw. des guten ökologischen Potenziales des Gewässers bei bestehenden Kraftwerksnutzungen**

Nach Art. 4 der Wasserrahmenrichtlinie haben die Nationalstaaten Maßnahmenprogramme zu entwickeln und umzusetzen, die innerhalb von längstens 27 Jahren dazu führen, dass alle Gewässer in Europa einen guten Zustand bezogen auf einen natürlichen Gewässertyp (Referenzgewässer) aufweisen. Allerdings wird nicht bei allen Gewässern der natürliche Gewässertyp als Bezugspunkt für die Bewertung herangezogen. Dies gilt vor allem für künstlich entstandene Gewässer sowie für Gewässer, die auf Grund bestimmter Nutzungsansprüche so stark beeinträchtigt sind, dass sie nur bei Aufgabe der Nutzung in den guten ökologischen Zustand zurückgeführt werden könnten. Für Gewässer, die bei der Bewertung als erheblich verändert („heavily modified“) eingestuft werden, ist daher im Rahmen der zu setzenden Verbesserungsmaßnahmen nicht der gute Zustand bezogen auf einen natürlichen Gewässertyp anzustreben, sondern „nur“ das höchste ökologische Potenzial, das unter den gegebenen unveränderlichen Rahmenbedingungen maximal erreichbar ist.

Diese Ausnahmebestimmung wird in Österreich in erster Linie für Gewässerstrecken, die durch Hochwasserschutzbauten oder durch größere Wasserkraftnutzungen erheblich verändert sind, zum Tragen kommen. Derzeit werden dazu von den eingerichteten Arbeitsgruppen Referenzbedingungen und Referenzgewässer festgelegt und ausgesucht. Vom Ergebnis dieser Arbeiten wird es wesentlich abhängen, ob ein Gewässer bei der Bewertung seines Zustandes in die Kategorie „heavily modified“ fällt und somit nicht auf einen guten Zustand bezogen auf ein natürliches Gewässer zurückzuführen ist, oder ob das Gewässer trotz bestehender Nutzung nur als gering bzw. mäßig verändert eingestuft wird und somit in einen guten Zustand zu versetzen ist.

Bezogen auf die Kleinwasserkraftwerke wird im Hinblick auf eine überregionale Betrachtungsweise (Flussgebietseinheit) aber eher davon auszugehen sein, dass durch die bestehenden Nutzungen kaum eine so starke Beeinträchtigung des Gewässerzustandes gegeben ist, dass das gesamte Gewässer als erheblich verändert („heavily modified“) zu bezeichnen

ist. Das wird dazu führen, dass in den Maßnahmenprogrammen Vorschläge für die Verbesserung des Gewässerzustandes bei Kleinwasserkraftwerken aufgenommen werden müssen. Mit anderen Worten: es wird vor allem bei älteren Kraftwerksanlagen zu einer ökologischen Sanierung kommen müssen. Zumindest wird die Durchgängigkeit (Fischpassierbarkeit) und eine ökologisch ausreichende Restwassermenge bei den Kraftwerken sichergestellt.

### 1.3.3.3 Kostenbeitrag der Wasserkraftwerke zur Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen

Eine solche Kostenbeitragsleistung wurde in Österreich weder für die Groß- noch für die Kleinwasserkraft ausreichend diskutiert. Entscheidend ist, ob die durch Wasserkraftwerke verursachten umwelt- und ressourcenbezogene Kosten gemäß den Vorgaben der Richtlinie zur Kostendeckung nach dem Verursacherprinzip auch eingehoben werden. Bis 2010 werden EU weit Mechanismen geschaffen, die die Kostendeckung von Wassernutzungen gewährleisten sollen.

## 1.4 Ökologische Leitlinien für Ökostrom aus Kleinwasserkraft

An der Wasserkraftnutzung scheiden sich die Geister. Kann Strom aus Wasserkraftwerken in einer ökologisch vertretbaren Weise erzeugt werden? Kann Strom aus Kleinwasserkraftwerken als „Ökostrom“ bezeichnet werden? Für- und Gegenargumente aus den unterschiedlichen Blickwinkeln des Klimaschutzes und des Naturschutzes prallen aufeinander und führen zu einem umweltpolitischen Dilemma, das aufgrund des wachsenden Drucks zum Ausbau emissionsfreier Stromquellen an Brisanz gewinnt.

**Tabelle 1.7:** Für- und Gegenargumente zu Strom aus Wasserkraft

Klimaschutz	Naturschutz
„Wasserkraftnutzung ist eine CO <sub>2</sub> -freie Energiequelle, daher ökologisch sinnvoll und per se Ökostrom“	„Wasserkraftnutzung führt zu massiven Eingriffen in die Gewässersysteme und kann daher nie Ökostrom sein“
<ul style="list-style-type: none"> <li>• weitgehend regenerativ</li> <li>• im Betrieb emissionsfrei</li> <li>• für große Strommengen bedarfsgerecht verfügbar</li> <li>• wesentlicher Beitrag für niedrigen Ökostrom-Durchschnittspreis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• starke hydrologische Veränderungen</li> <li>• massiver Eingriff in die Vernetzung der Gewässersysteme</li> <li>• irreversible Zerstörung ganzer Ökosysteme</li> <li>• zum Teil massive landschaftliche Veränderungen</li> </ul>
→ weiterer Ausbau der Wasserkraft; Verbesserungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Ausweitung des nutzbaren Potenzials und zur größtmöglichen Substitution fossiler und atomarer Energieträger	→ kein weiterer Ausbau der Wasserkraft stattdessen Wiederherstellung der ursprünglichen Ökosysteme ggf. durch Abbruch von Dämmen

Im Rahmen einer zeitgemäßen Energiepolitik sollte es zu keinem Gegeneinander von Klima- und Naturschutzinteressen kommen. Ein energiepolitischer Ausgleich zwischen diesen konträren Beurteilungen der Wasserkraft ist schwierig, aber möglich. Der Königsweg zur Lösung dieses umweltpolitischen Zielkonflikts ist die **vorrangige Nutzung des Ausbaupotenzials bei Altanlagen** und **Verknüpfung der technischen und ökologischen Sanierung** der vorhandenen Kraftwerksstandorte.

Eine technische Sanierung (Revitalisierung, Ersatz einer Altanlage durch einen Neubau) einer Anlage sollte immer mit ihrer ökologischen Sanierung einhergehen. Damit ist sowohl dem Klimaschutz wie auch dem Naturschutz gedient: die Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft wird gesteigert, die ökologischen Auswirkungen des vorhandenen Kraftwerksparkes werden reduziert.

Aufgabe der Energiepolitik ist es nun, durch geeignete Rahmenbedingungen dafür zu sorgen, dass es im wirtschaftlichen Interesse des jeweiligen Kraftwerksbetreibers liegt, sowohl eine technische wie auch eine ökologische Sanierung der Anlage vorzunehmen.

#### 1.4.1 Ökostrom-Zertifizierung

Beim genehmigungspflichtigen Umbau von Altanlagen oder bei der Verlängerung von Wassernutzungsrechten werden in der Regel von der Behörde – oftmals zum Leidwesen des Anlagenbetreibers - ökologische Sanierungsmaßnahmen vorgeschrieben. Es sollte jedoch ein permanentes wirtschaftliches Interesse aller Kraftwerksbetreibers bestehen, ihre Kraftwerke in einer ökologisch möglichst schonenden und in einer technisch möglichst effizienten Weise zu betreiben und ggf. entsprechend zu sanieren.

Eine Möglichkeit, wirtschaftliche und ökologische Interessen zu verknüpfen, stellt die ökologische Zertifizierung von Kleinwasserkraftwerken dar. Ökologisch sanierte Kleinwasserkraftwerke sollten ein „Ökostrom-Zertifikat“ erhalten, das sie berechtigt, den erzeugten Strom als „Ökostrom“ zu vermarkten und damit etwa einen „Öko-Zuschlag“ zum Einspeisetarif zu erhalten. Auf diese Weise besteht ein wirtschaftliches Interesse, eventuell auch die Mehrkosten einer ökologischen Sanierung durch die gesteigerten Erlösmöglichkeiten in Kauf zu nehmen.

Die Zertifizierung der Wasserkraftwerke als Voraussetzung für die Ökostromproduktion bietet damit eine große Chance, die ökologische Funktionsfähigkeit vieler Fließgewässer deutlich zu verbessern.

Es ist des weiteren sinnvoll, die „Ökostrom-Zertifizierung“ ab einer bestimmten Anlagengröße auch an eine technische Mindesteffizienz zu knüpfen, um sicherzustellen, dass das Wasserangebot auch entsprechend effizient genutzt wird.

Die Ökostrom-Zertifizierung muss freiwillig erfolgen. Jeder Kraftwerksbetreiber kann selbst entscheiden, ob er eine solche Auszeichnung wünscht oder nicht. Entscheidet sich ein Kraftwerksbetreiber jedoch für die Zertifizierung, so ist dies gleichbedeutend mit der freiwilli-

gen ökologischen Sanierung der betroffenen Gewässersysteme, wobei sich der Mehraufwand, wie ausgeführt, betriebswirtschaftlich rechnen soll.

Die Herausforderung besteht in der Anwendung eines wissenschaftlich fundierten und praxistaugliche Verfahrens zur „Ökostrom-Zertifizierung“ unterschiedlicher Wasserkraftanlagen, das mit vertretbarem zeitlichen und finanziellen Aufwand durchführbar ist. Der Schwerpunkt der Zertifizierungskriterien muss dabei auf ökologisch begründete Restwasserregelungen, auf Schwell- und Sunkregelungen, auf der Entwicklung eines tragbaren Stauraum- und Geschiebemanagements sowie auf der umweltfreundlichen Gestaltung der Kraftwerksanlagen liegen.

Ein entsprechendes Zertifizierungssystem wurde von der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) in einem mehrjährigen Projekt in Zusammenarbeit mit Behörden, Umweltverbänden, Forschungsinstituten und Unternehmen entwickelt (EAWAG 2001). Aufgrund der praktisch identischen Situation in der Schweiz ist das entwickelte Zertifizierungssystem ohne großen Aufwand auf Österreich übertragbar.

#### 1.4.2 Strukturgüteazonen

Der Schwerpunkt des Ausbaus der Kleinwasserkraft muss bei der Revitalisierung und beim Neubau von Altanlagen liegen. Der Neubau von Anlagen an neuen Standorten sollte nicht gänzlich unmöglich sein, sich aber auf Flussstrecken beschränken, deren Ökosysteme bereits nachhaltig zerstört sind und die auch kein Renaturierungspotenzial besitzen.

Um das zu erreichen, sind entsprechende Lenkungsmaßnahmen notwendig: anhand transparenter und leicht nachvollziehbarer Kriterien sollten **Eignungszonen und Ausschlusszonen** für die Wasserkraftnutzung ausgewiesen werden. Das schafft für Projektbetreiber Klarheit und Planungssicherheit. Ideal wäre eine österreichweite Übersichtskarte der Fließgewässer mit einer Ausweisung der Zonen. Für die Ausschlusszonen wäre ein generelles gesetzliches Bauverbot wünschenswert. In einem ersten Schritt könnte eine entsprechende Lenkungswirkung auch dadurch erreicht werden, indem eine Ökostrom-Zertifizierung samt Tarifzuschlägen für neue Kleinwasserkraftwerke nur dann möglich ist, wenn sie in Eignungszonen errichtet werden.

Ein wesentliches Kriterium dafür, ob es zum Neubau eines Kleinwasserkraftwerks kommen kann oder ob die Natur Vorrang genießt, ist die **Strukturgüte** eines Gewässers. Je intakter ein Gewässer, desto wertvoller ist der Bereich für die Natur und je verbauter, desto eher kann ein Kleinwasserkraftwerk errichtet werden.

Die Bundesländer haben seit geraumer Zeit, verstärkt in den letzten Jahren, **Strukturgütekartierungen** durchgeführt. Diese Kartierungen basieren alle auf dem standardisierten System, das von Werth (Werth 1987) entwickelt wurde. Der Kartierungsgrad ist in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich, dürfte aber österreichweit bei Gewässern über 10

km<sup>2</sup> Einzugsgebiet bei bereits über 50 Prozent liegen. Die Kartierungen werden im Hinblick auf die Wasserrahmenrichtlinie weiter forciert.

Die Strukturgüte der kartierten Flüsse wird danach in verschiedenen Zustandsklassen eingeteilt, von „natürlicher Zustand“ bis „naturfremder Zustand“.

Im Hinblick auf den Neubau von Wasserkraftwerken können die Strukturgütekartierungen als Basis für die Einstufung der Gewässer nach drei Zonentypen herangezogen werden.

- 1) Ausschließungszonen
- 2) Renaturierungszonen
- 3) Eignungszonen

Als weitere, ergänzenden Kategorie bieten sich

- 4) Stauzonen an.

#### **1.4.2.1 Ausschließungszonen**

In Ausschließungszonen muss ein absoluter Vorrang für den Gewässerschutz bestehen. Es dürfen keine Wasserkraftwerke errichtet werden. Ausschlusszonen sind strukturell intakte Strecken, die auch die Vorgaben der WRRL hinsichtlich „guter Zustand“ erfüllen dürften. Das sind alle Strecken, die bei der Kartierung den Zustandsklassen 1 (natürlicher Zustand), 1-2 (naturnaher Zustand) oder 2 (strukturell wenig beeinflusst) zugeordnet werden.

Des weiteren haben als Ausschließungszonen jedenfalls zu gelten:

- 1) Schutzgebiete
- 2) Gewässerstrecken überregionaler Bedeutung
- 3) Gewässer mit bedeutenden Artenvorkommen

Schutzgebiete (v.a. Natura 2000, Naturschutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete, Referenzstrecken der WRRL) sollten auf jeden Fall „außer obligo“ stehen. Das ist vor allem für jene Gewässer relevant, die keine gute Struktur aufweisen, aber aus anderen Gründen unter Schutz gestellt wurden.

Es gibt des weiteren zahlreiche Gewässerstrecken überregionaler Bedeutung, die weder kartiert wurden noch in einem Schutzgebiet liegen, aber trotzdem von hohem Wert sind. Zum einen können das sogenannte Referenzstrecken für die Umsetzung der WRRL sein. Zum anderen sind das in Österreich 74 Strecken von „nationaler Bedeutung“, die im Rahmen der Kampagne „Lebende Flüsse“ vom damaligen BMLF, BMU und WWF Österreich definiert wurden und die in Zukunft nicht mehr verschlechtert werden sollten (BMLF 1998).

Gewässer mit besonderer Bedeutung für den Artenschutz sollten ebenfalls prinzipiell nicht verbaut werden. Schutzbedürftige Arten sind beispielsweise Flussperlmuschel, bestimmte Fischarten, z.B. Huchen, Steinkrebse, Deutsche Tamariske, Zwergrohrkolben, etc..

### 1.4.2.2 Renaturierungszonen

In Renaturierungszonen ist der Gewässerzustand zwar nicht als gut zu bezeichnen, aber es besteht die Möglichkeit der Gewässerrenaturierung. Dies ist eine wichtige Forderung der WRRL, wonach bis 2015 ein „guter Zustand“ erreicht werden muss. Das sind Strecken der Zustandsklassen 2-3 (strukturell deutlich beeinträchtigt) und Zustandsklasse 3 (strukturell stark beeinträchtigt). Der Natur bzw. Renaturierung ist hier der Vorrang einzuräumen. Wasserkraftwerke sind in dieser Renaturierungszone nur in Ausnahmefällen akzeptabel.

### 1.4.2.3 Eignungszonen

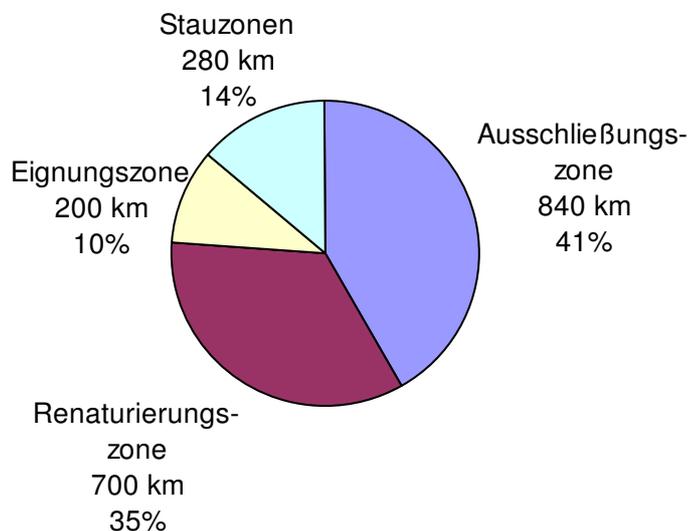
In Eignungszonen besteht Vorrang für Wasserkraftwerke. In Eignungszonen sind die Fließstrecken bereits dermaßen naturfern, dass selbst ein Rückbau unter vertretbarem Aufwand schwierig ist. Das wird primär Strecken betreffen, die voraussichtlich nach der WRRL als „heavily modified water bodies“ klassifiziert werden. Das sind Strecken, die der Zustandsklasse 3-4 (naturferne Zustand) und der Zustandsklasse 4 (naturfremder Zustand) entsprechen. In dieser Zone befindet sich das „Neubaupotenzial“ der Kleinwasserkraftwerke.

### 1.4.2.4 Strukturgütezone am Beispiel Niederösterreich

Die Praxistauglichkeit der vorgeschlagenen Strukturgütezonierung kann anhand des Beispiels Niederösterreich überprüft werden. Die österreichweit derzeit aktuellste vorliegende Strukturgütekartierung ist die „NÖMORPH“, eine vom Amt der NÖ Landesregierung in Auftrag gegebene Studie (NÖMORPH 2002). Darin wurden etwa 2.000 Flusskilometer in Niederösterreich bewertet, das sind praktisch alle Fließgewässer mit einem Einzugsbereich von mindestens 10 km<sup>2</sup>.

In Abbildung 1.4 sind die Anteile der NÖ Fließgewässer an den Strukturgütezone dargestellt. Demnach könnten etwa 200 km der NÖ Fließgewässer als Eignungszonen für die Errichtung von Wasserkraftwerken ausgewiesen werden. Das zeigt, dass noch erheblicher Spielraum für die Errichtung von Wasserkraftwerken besteht. In einem nächsten Schritt wären in den ausgewiesenen Eignungszonen das technisch und wirtschaftlich sinnvolle Ausbaupotenzial für die Wasserkraft abzuschätzen.

**Abbildung 1.4:** Strukturgüteklassifizierung am Beispiel der NÖ Fließgewässer (NÖMORPH 2002)



Wie das Beispiel NÖ zeigt, wäre die vorgeschlagene Strukturgütezonierung ein brauchbares Instrument zur Ausweisung von Eignungszonen für den Wasserkraftausbau.

### 1.4.3 Nachhaltige Energieversorgung

Die Umstellung der Energieversorgung auf eine ökologisch nachhaltige Basis macht eine verstärkte regionale Zusammenführung von Energieangebot und –nachfrage notwendig. Dies gilt auch für den Elektrizitätsmarkt und damit für die Kleinwasserkraft.

Ein zentraler Nachteil der Wasserkraft hinsichtlich der Zusammenführung von Angebot und Nachfrage ist ihre Dargebotsabhängigkeit entsprechend der Wasserführung der Flüsse. In Österreich ist die Stromerzeugung aus Wasserkraft in den Wintermonaten besonders niedrig, während der Verbrauch seine Spitzen erreicht. Im Sommer wird hingegen mehr Strom aus Wasserkraft erzeugt, als inländische Nachfrage besteht. Im Winter muss die „Versorgungslücke“ durch andere Kraftwerke („thermo-hydraulischer Verbund“) gedeckt oder Strom importiert werden.

Im Hinblick auf eine volkswirtschaftliche Optimierung der Elektrizitätsversorgung sollten verstärkt in jenen Netzgebieten Anreize zum Ausbau der Kleinwasserkraft geschaffen werden, in denen auch im Sommer eine „Versorgungslücke“ mit Strom aus regenerativen Quellen besteht. Umgekehrt sollten in Überschussgebieten die Anreize zurückgenommen

werden. Das gilt vor allem für jene Netzgebiete, die das ganze Jahr über eine Überschuss-situation aufweisen.

Die Berücksichtigung des Netzzustandes als Standortkriterium für den Ausbau der Kleinwasserkraft senkt den Ausbaubedarf im Mittel- und Hochspannungsnetz. Diese eingesparten Kosten („embedded benefits“) sollte an den Kraftwerksbetreiber in Form von „**Netzentlastungs-Zuschlägen**“ zum Einspeisetarif weitergegeben werden. In die gleiche Richtung gehen die Empfehlungen im Weißbuch „Erneuerbare Energieträger“<sup>13</sup> der EU-Kommission (EU 1997). Voraussetzung für diese Maßnahme wäre eine **energiewirtschaftliche Raumplanung**, die entsprechende Netzvorrangebiete ausweist.

## 1.5 Zusammenfassende Empfehlungen

Bei der Kleinwasserkraft bestehen in Österreich sowohl im Bereich Revitalisierung wie auch im Bereich Neubau erhebliche Potenziale. Das Ausbaupotenzial durch Revitalisierung kann mit etwa 900 GWh/a abgeschätzt werden. Das Neubaupotenzial hängt sehr stark von den angelegten ökologischen Kriterien ab, die auch durch die anstehende Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie beeinflusst werden.

Um bei der Nutzung der Ausbaupotenziale sowohl den Interessen des Klimaschutzes wie auch des Naturschutzes gerecht zu werden, sollten bei der Gestaltung der energiepolitischen Rahmenbedingungen folgende Leitlinien berücksichtigt werden:

### Allgemeine Leitlinien:

- 1) Der Ausbau der Kleinwasserkraft sollte in erster Linie durch Effizienzsteigerung, Revitalisierung und Wiederinbetriebnahme stillgelegter Kraftwerke erfolgen.
- 2) Beim Neubau von Kleinwasserkraftwerken sollte der Ersatz von Altanlagen gegenüber gänzlich neuen Standorten Vorrang genießen.
- 3) Der Neubau an neuen Standorten sollte nur an Fließstrecken („Eignungszonen“) erfolgen, die bereits in einem naturfernen bzw. naturfremden Zustand sind.
- 4) Die Revitalisierung der Anlagen sollte untrennbar mit der gleichzeitigen ökologischen Sanierung des Standorts verbunden sein.
- 5) Es sollte zwischen konventionellem Strom und Ökostrom aus Kleinwasserkraftwerken unterschieden werden. Die Unterscheidung sollte mittels Zertifizierung erfolgen.
- 6) Ökologische Sanierungsmaßnahmen sollten sich auch betriebswirtschaftlich für den Anlagenbetreiber rechnen.

### Maßnahmen und Instrumente:

- 1) Einspeisetarife:
  - Basistarif mit tages- und jahreszeitlicher Differenzierung
  - Ökostromzuschlag nach erfolgreicher Zertifizierung

---

<sup>13</sup> vgl. Kapitel 2.2 „Maßnahmen in bezug auf den Binnenmarkt“

- Netzentlastungszuschlag in Netzvorranggebieten zur Abgeltung der „embedded benefits“
- 2) Ökostrom-Zertifizierungsverfahren
- 3) Ausweisung von Ausschließungs-, Renaturierungs- und Eignungszonen mittels Struktur-  
gütezonierung der Fließgewässer
- 4) Studie zur Ermittlung der Ausbaupotenziale nach transparenten wirtschaftlichen und  
ökologischen Kriterien
- 5) Ausweisung von Netzvorranggebieten durch energiewirtschaftliche Raumplanung

## 1.6 Literatur

Bestandsstatistik 1998: Bundeslastverteiler, Bundesministerium für wirtschaftliche Ange-  
legenheiten Bundeslastverteiler, Wien, 1999.

Betriebsstatistik 2000: „Betriebsstatistik 2000 – Erzeugung und Verbrauch elektrischer  
Energie in Österreich“ Bundeslastverteiler, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit,  
Wien, 2001.

BMLF 1998: „Buch der Flüsse – 74 Flussstrecken von österreichweiter Bedeutung“, Heraus-  
geber Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Bundesministerium für Umwelt,  
Jugend und Familie, WWF Österreich, Wien, März 1998.

EAWAG 2001: „Ökostrom-Zertifizierung für Wasserkraftanlagen – Konzepte, Verfahren,  
Kriterien“, Christine Bratrich und Bernhard Truffer, Kastanienbaum / Schweiz, Juni 2001.

E-Control 2002/1: Ursula Lackner, Wien, schriftliche Mitteilung vom 5.12.2002 und  
30.01.2003

E-Control 2002/2: „Ökostromgesetz – Basisdaten und Bewertungen für die Einspeise-  
Tarifverordnungen“, Zusammenfassung des BMWA, Wien, Sept. 2002.

ESHA 2002: „BlueAGE / Blue Energy for A Green Europe“, European Small Hydropower  
Association, Brüssel, 2000.

EU 1997: „Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger, Weißbuch für eine Gemein-  
schaftsstrategie und Aktionsplan“, Mitteilung der Kommission, COM(97) 599 final, Brüssel,  
1997.

Muhar 1998: „Schädigung des Flusssystemes durch Wasserkraftwerke“, Susanne Muhar,  
Universität für Bodenkultur, Abt. Hydrobiologie, Wien, 1998.

NÖMORPH 2002: „Strukturkartierung ausgewählter Fließgewässer in Niederösterreich“,  
Raderbauer / Rathschüller im Auftrag des Amtes d. NÖ Landesregierung, Gruppe Wasser –  
Abteilung Wasserwirtschaft, Wien, 2002.

Ofenböck 2001: „Der ökologische Ansatz der EU-Wasserrahmenrichtlinie“, Gisela Ofenböck et al., aqua press 6A/2001, Wien, 2001.

ÖkostromG 2002: „Ökostromgesetz“, BGBl 149/2002, 23. August 2002.

ÖVFK 2002: „Bestand und Potenzial der Kleinwasserkraft in Österreich 2002“, Österreichischer Verein zur Förderung von Kleinkraftwerken, Wien, 2002.

Werth 1987: „Ökomorphologische Gewässerbewertungen in Oberösterreich (Gewässerzustandskartierung)“, Österreichische Wasserwirtschaft, W. Werth, 1987.

Wiedemair 2002: „EU-Wasserrahmenrichtlinie und Kleinwasserkraftnutzung am Beispiel der Situation im Bundesland Tirol“, Johann Wiedemair, Innsbruck, September 2002.

WRRL 2000: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Brüssel, 2000.

WWF 2001: „Bewährte Praktiken bei der integrierten Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten. Die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: ein Leitfaden für die Praxis“, WWF, Brüssel, Oktober 2001.

## 2. Windkraft

Die Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung ist die weltweit am schnellsten wachsende Energieträger. Die jährliche Zuwachsrate der installierten Kraftwerksleistung liegt weltweit bei rund 30 Prozent, in Europa im Schnitt der letzten fünf Jahre sogar bei 40 Prozent. Im Jahr 2001 wurden alleine in Europa Windturbinen mit einer Leistung von 4.300 MW neu installiert. Die gesamte weltweit installierte Leistung belief sich Ende 2001 auf bereits mehr als 22.000 MW (BWE 2002).

In Europa wird diese rasante Entwicklung vor allem durch die Länder Dänemark, Deutschland und Spanien getragen. Deutschland ist mit Abstand weltweiter Spitzenreiter bei den Windkraftanlagen. Nach einem Zuwachs von 2.659 MW alleine im Jahr 2001 sind dort Windkraftanlagen (WKA) mit einer Leistung von 10.639 MW am Netz (Stand: 30.9.2002). Spanien verfügt über WKA mit einer Leistung von 3.337 MW, Dänemark von über 2.534 MW (Stand: 31.12.2001). In Dänemark stammen bereits 16 Prozent der elektrischen Energie aus Windkraft. In Deutschland liefern die Windkraftanlagen bereits etwa 20.000 GWh pro Jahr und decken damit immerhin bereits etwa 4 Prozent des Stromverbrauchs (BWE 2002).

Trotz der enormen Zuwachsraten in einzelnen europäischen Ländern ist davon auszugehen, dass dies erst der Beginn eines weltweiten Windkraftbooms ist. In vielen außereuropäischen Ländern, etwa China, steht die Windkraft erst am Anfang ihrer Markteinführung. Dabei sind die Potenziale für die Stromerzeugung in vielen Regionen erheblich. Weltweit wird daher ein künftiger Windstromanteil von 10 Prozent als realistisch eingestuft. Dies würde eine WKA-Leistung von 1,9 Millionen MW (1.900 GW) erfordern, was der 860fachen derzeit installierten Leistung entspricht. Nach Marktschätzungen sollte diese Leistung in 15 bis 30 Jahren erreicht werden.

### 2.1 Situation in Österreich

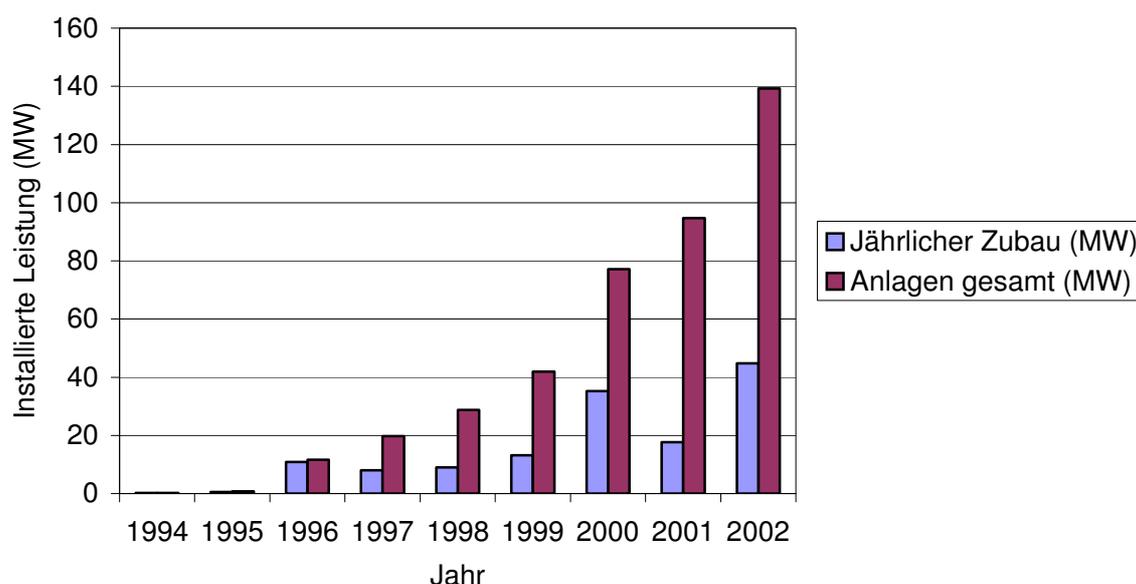
Das Binnenland Österreich galt lange Zeit als für Windkraftnutzung ungeeignet. Die zunehmend effizienter werdende Windkrafttechnologie hat jedoch dazu geführt, dass auch die Windkraftnutzung an Binnenstandorten bereits bei niedrigeren mittleren Windgeschwindigkeiten ab 5 bis 6 m/s einen wirtschaftlich sinnvollen Betrieb gestattet.

In Österreich ist die moderne Geschichte der Windkraftnutzung noch sehr jung. Mitte der 90er Jahre wurden erste Anlagen in Niederösterreich und Oberösterreich errichtet. Seither ist der jährliche Zubau sehr stark von der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen aufgrund der sehr wechselhaften Förderbedingungen abhängig.

### 2.1.1 Bestand

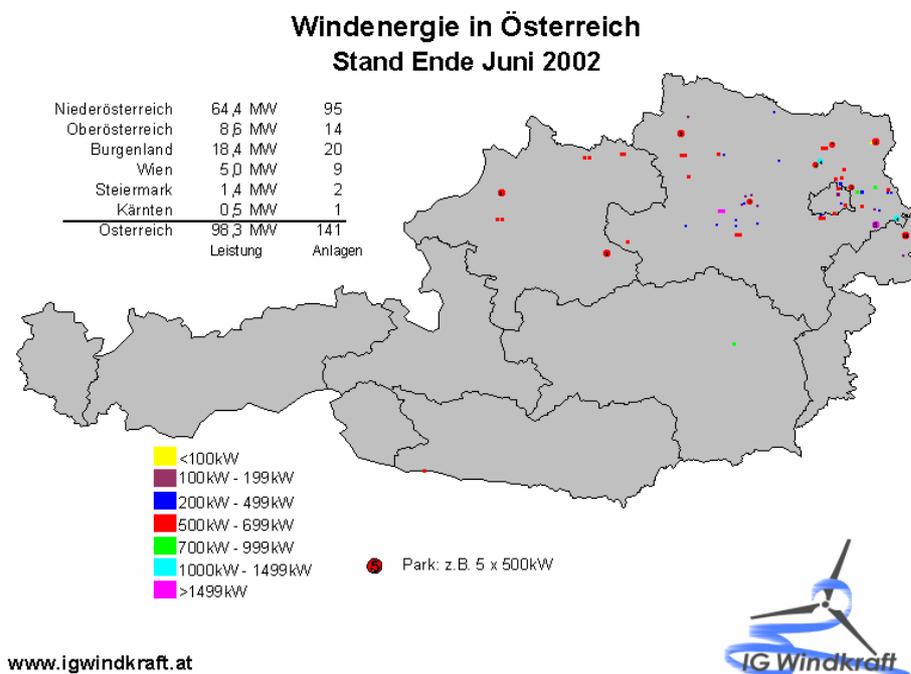
Mit Stand Ende 2002 waren in Österreich insgesamt 164 Anlagen mit einer Leistung von 13933 MW in Betrieb (IGW 2003). Im Jahr 2002 wurde mit 44,80 MW der bisher größte Anlagenzuwachs verzeichnet. In Abbildung 2.1 ist die Entwicklung der Anlagenleistung in Österreich dargestellt.

**Abbildung 2.1:** Entwicklung der Windkraftanlagen in Österreich  
(Quelle: IG Windkraft 2003)



Windkraftanlagen wurden in Österreich bislang fast ausschließlich nördlich des Alpenhauptkamms errichtet. Vier Fünftel der Anlagen befinden sich in Niederösterreich und im nördlichen Burgenland. Ein besonders windbegünstigtes Gebiet ist das östliche Umland von Wien mit dem Marchfeld und der Parndorfer Platte. Abbildung 2.2 zeigt die Verteilung der Windkraftanlagen in Österreich.

**Abbildung 2.2:** Windkraftanlagen in Österreich  
(Quelle: IG Windkraft 2003)



Geht man von einem durchschnittlichen Volllastbetrieb einer WKA von 1900 Stunden pro Jahr aus, so beläuft sich die jährliche Stromerzeugung aus Windkraft bei einer installierten Leistung von derzeit 139,3 MW auf 265 GWh/a; das sind 0,44 Prozent im Verhältnis zum inländischen Gesamtstromverbrauch<sup>14</sup> bzw. 0,5 Prozent im Verhältnis zur öffentlichen Stromabgabe der Elektrizitätsversorger (Bezugsgröße des Ökostromgesetzes).

### 2.1.2 Windverteilung

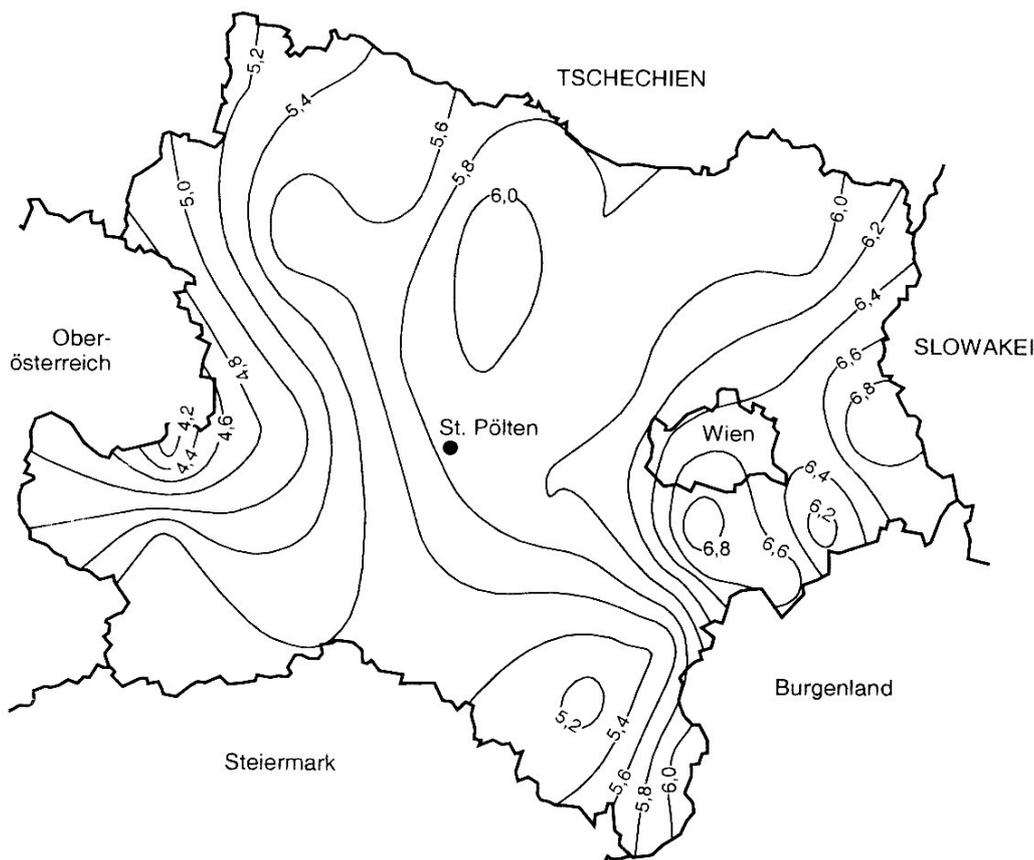
Das Ausbaupotenzial der Windkraft hängt maßgeblich vom vorherrschenden Windangebot ab. In Österreich wird zwar die Windgeschwindigkeit an verschiedenen Standorten gemessen, eine flächendeckende Erfassung existiert jedoch nicht. Deshalb liegt auch noch kein österreichweites Kataster der Windgeschwindigkeitsverteilung vor, lediglich Niederösterreich verfügt über ein flächendeckendes Windkataster (siehe Abbildung 2.3).

Wie dem Kataster zu entnehmen ist, liegt in weiten Teilen Niederösterreichs der Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit über 5 m/s und kommt damit für eine Windkraftnutzung in Frage. Besonders günstige Windverhältnisse mit Jahresmittelwerten über 6,5 m/s herrschen südlich und östlich von Wien.

<sup>14</sup> Bruttoinlandsstromverbrauch 2000: 60.502,0

In Gebieten mit komplexerer Topographie ist zur Identifikation potenzieller Standorte für Windkraftanlagen allerdings eine kleinräumigere Ermittlung der Windverteilung erforderlich.

**Abbildung 2.3:** Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit in Niederösterreich in 50 m Höhe über Grund (Quelle: NÖ Landesregierung 1998)



### 2.1.3 Ausbaupotenzial

Wie auch bei anderen erneuerbaren Energieträgern ist bei der Abschätzung des Ausbaupotenzials von neuen Windkraftanlagen zwischen einem „technischen Potenzial“ und einem „realisierbaren Potenzial“ zu unterscheiden. Bei der Erhebung des technischen Potenzials werden jene Gebiete betrachtet, in denen aufgrund ihrer guten Windverhältnisse ein wirtschaftlicher Betrieb von Windkraftanlagen möglich wäre. Wobei die Frage eines wirtschaftlichen Betriebs nicht nur von den erzielbaren Stromerlösen sondern auch von der Zugänglichkeit des Gebiets und den Kosten der Netzanbindung abhängt. Das „realisierbare“ Potenzial ergibt sich durch Einschränkungen aufgrund (naturschutz-)rechtlicher, topografischer oder siedlungsspezifischer Gründe.

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Erhebungen des Windkraftpotenzials in Österreich durchgeführt. Die abgeschätzten Potenziale weichen teilweise erheblich voneinander ab und reichen von 3.000 GWh/a bis 19.600 GWh/a (Haas 2001). Das bis 2010

realisierbare Potenzial wird auf 2.800 GWh/a geschätzt (Haas 2001); das wären 4,6 Prozent im Verhältnis zum derzeitigen Gesamtstromverbrauch.

Nachfolgend einige Plausibilitätsüberlegungen, um die Potenzialabschätzungen für Österreich zu verifizieren:

In Niederösterreich und im Burgenland befinden sich derzeit Neuanlagen mit einer Leistung von mehreren Hundert Megawatt in Planung. Die Angaben reichen von 700 MW (E-Control 2002) bis 1.200 MW (Kury 2002). Alleine mit dem Bau dieser in einem konkreten Planungsstadium befindlichen Anlagen würde sich die in Österreich installierte Leistung veracht- bis verzehnfachen. Bei durchschnittlich 1900 Vollaststunden würde sich die Stromerzeugung aus Windkraft auf rund 1.500 bis 2.500 GWh/a erhöhen. Der Anteil an der Windkraft im Verhältnis zum Bruttoinlandsstromverbrauch<sup>15</sup> würde sich auf immerhin 2,5 bis 4 Prozent erhöhen.

In einem vom Amt der Burgenländischen Landesregierung in Auftrag gegebenen Gutachten wurden Eignungs- und Ausschlusszonen im Raum Parndorfer Platte erhoben (Bgld. Landesregierung 2002). Als Eignungszonen wurde eine Fläche von insgesamt etwa 30 km<sup>2</sup> ausgewiesen; das sind etwa 8 Prozent der Fläche des untersuchten Gebiets. Der durchschnittliche Flächenbedarf einer modernen Anlage mit 1,5 bis 1,8 MW Leistung beträgt etwa 0,1 km<sup>2</sup>. Damit wäre bei optimaler Nutzung der Eignungszonen alleine im Bereich Parndorfer Platte Platz für rund 300 Anlagen mit einer Leistung von insgesamt etwa 500 MW. Bei 1900 Vollaststunden, die in diesem Gebiet jedenfalls erzielbar sein sollten, würde sich die Stromerzeugung auf 950 GWh/a belaufen.

Die Parndorfer Platte ist aufgrund des Vogelbestandes (insbesondere Trappe) ein ökologisch besonders sensibles Gebiet, weswegen eine starke Einschränkung der Eignungszonen notwendig war. Das Marchfeld ist „Important Bird Area“ und es werden in diesem Gebiet derzeit keine Baugenehmigungen für WKAs erteilt (Kury 2002). Für das Marchfeld wird derzeit eine Studie zur Abgrenzung von Eignungs- und Ausschlusszonen erstellt (Ranner 2002). Bis Mitte 2003 wird die genaue Größe der Eignungszonen und damit das nutzbare Windkraftpotential bekannt sein. Geht man davon aus, dass der Anteil der Eignungszonen etwa gleich hoch wie im Bereich der Parndorfer Platte ist, nämlich 8 Prozent, so würde eine zusätzliche Fläche von etwa 75 km<sup>2</sup> für Windparks zur Verfügung stehen. Auf dieser Fläche könnten Anlagen mit einer Leistung von rund 1300 MW mit einer Jahreserzeugung von 2.500 GWh errichtet werden.

Neben dem Marchfeld und der Parndorfer Platte stehen im Osten Österreichs noch weitere relativ große Gebiete zur Verfügung, die ebenfalls sehr gute Windverhältnisse aufweisen und ökologisch weniger sensibel sind. Damit beläuft sich das alleine im Osten Österreichs realisierbare Windkraftpotenzial auf zumindest 5.000 bis 10.000 GWh/a.

Weitere attraktive Windkraftgebiete sind in Österreich der Südwesten Niederösterreichs, das Waldviertel und die Steiermark (insb. Kammlagen). Das ausbaufähige Potenzial in diesen

---

<sup>15</sup> Bruttoinlandsstromverbrauch 2000: 60.502,0 GWh

Gebieten kann in Summe auf zumindest weitere 600 MW bzw. 1.000 GWh/a abgeschätzt werden. Salzburg und Kärnten weisen sehr mäßige Potenziale von etwa 100 bzw. 50 MW auf. Oberösterreich besitzt zwar gute Windverhältnisse, aufgrund der Siedlungsstruktur ist die Errichtung einer nennenswerten Anzahl von Anlagen jedoch ausgeschlossen. Keine geeigneten Windverhältnisse gibt es in Vorarlberg und Tirol (Kury 2002).

Das in Österreich realisierbare Windkraftpotenzial sollte sich in Summe auf zumindest 10.000 GWh/a belaufen, das wären 16,5 Prozent im Verhältnis zum aktuellen Bruttoinlandsstromverbrauch.

## 2.2 Ökologische Auswirkungen von Windkraftanlagen

Strom aus Windkraftanlagen verursacht keine Schadstoff- und Treibhausgasemissionen<sup>16</sup> und ist damit ein wesentlicher Beitrag zu einer umwelt- und klimafreundlichen Energieversorgung.

Der positive Beitrag von Windkraftanlagen zu einer weitgehend emissionsfreien, klimafreundlichen Energieversorgung darf den Blick jedoch nicht auf die negativen Folgen der Anlagen verstellen. Nachfolgend wird aus Naturschutzsicht auf die möglichen Probleme und Nachteile von Windkraftanlagen an Binnenstandorten eingegangen. Die Auswirkungen von WKA an Küsten- und Offshore-Standorten werden hier nicht weiter dargestellt, da sie für den österreichischen Naturschutz ohne Relevanz sind. Besondere Beachtung werden jedoch künftig Anlagen im alpinen Bereich finden müssen, da davon besonders sensible Ökosysteme betroffen sein können.

Nicht weiter erörtert werden im Rahmen dieser Arbeit die Auswirkungen von WKA auf das Landschaftsbild und die damit verbundenen landschaftsästhetischen Beurteilungen. Im Hinblick auf die Sicherung einer dauerhaften sozialen Akzeptanz eines forcierten Windkraftausbaus kommt diesem Aspekt, ebenso wie der Beteiligung der örtlichen Bevölkerung an Windkraftprojekten, eine kaum zu überschätzende Bedeutung zu.

Die Auswirkungen von Windkraftanlagen an Binnenstandorten auf die Natur können vielfältig sein. Sie sind auch teilweise in der Bau- und Betriebsphase unterschiedlich. Tabelle 2.1 bietet einen Überblick möglicher Störungen.

---

<sup>16</sup> Auf die Emissionen bei der Herstellung der Anlagen wird hier nicht weiter eingegangen.

**Tabelle 2.1:** Mögliche Auswirkungen von Windkraftanlagen mit Relevanz für den Naturschutz (Quelle: WWF-UK 2001)

Habitatverlust oder -schäden (z.B. durch Anlage, Zufahrtsstrasse, Kabeltrasse und biologische Folgen (reduzierte Artenvielfalt, Verlust von Nahrungs- u. Brutplätzen)
Störung von Säugetieren und Vögeln bei der Wanderung, Nahrungssuche, beim Brüten - Schattenwurf der Rotorblätter - Lärm - Vibrationen - Beleuchtung
Vogelkollisionen
Zugehörige Infrastruktur einschließlich: - Wege, Zufahrtsstraßen - Besuchereinrichtungen - elektrische Freileitungen
Störungen durch Besucher- und Fahrzeugbewegungen

Eine Analyse der möglichen Konflikte zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz im Nördlichen Bezirk Neusiedl (Rössler 2002), die auch als Grundlage zur Ausweisung von Eignungs- und Ausschlusszonen für die Parndorfer Platte diente, zeigt die folgenden Problemfelder auf:

Windkraftanlagen erhöhen die Summe der anthropogenen Eingriffe in den Luftraum und üben am Boden v.a. Wirkungen auf Offenland-bewohnende Vögel aus. Daraus ergeben sich zwei Hauptkonflikte: Rotorkollision und Habitatverlust.

In geringen Distanzen zu den Rotoren sind die äußeren Bereiche des Rotors auf Grund von „motion parallax“ (nicht verarbeitbare Stimulationsfrequenzen auf der Retina des Auges) nicht sichtbar. In einer Distanz von 11 m zum Rotor (bei 18 Umdrehungen/min) betrifft dies zum Beispiel den Bereich der äußeren 15 m des Rotorarms.

Schon Einzelereignisse können für viele im Untersuchungsgebiet lebende Greifvogelarten den Verlust von 5 Prozent (Rotfußfalke) bis 50 Prozent (Kaiseradler) des Altvogelbestandes bedeuten und damit gravierende Auswirkungen auf die Populationen haben.

Auf für Eulen sind hohe Anteile an Rotorkollisionen belegt und für Schreitvögel muss dieses Risiko angenommen werden.

Charaktervögel der offenen Landschaft, vor allem die Großtrappe, können von Habitatverlust betroffen werden. Negative Auswirkungen sind in Bereichen von einigen 100 m (Wiesenlimikolen) bis 1000 m (Gänse), im Fall der Großtrappe möglicherweise im Umkreis von bis zu 2 km zu befürchten (Rössler 2002).

Wie weit es tatsächlich zu Störungen und Verlusten von Naturräumen kommt, hängt augenfällig maßgeblich vom gewählten Standort ab. Dass eine hinsichtlich ihrer Artenvielfalt

verarmte "Agrarwüste" nicht mit einem bislang weitgehend unberührten alpinen Standort vergleichbar ist, liegt auf der Hand.

## 2.3 Ökologische Kriterien für die Standortwahl

### 2.3.1 Naturschutz

Im Interesse eines möglichst konfliktfreien Ausbaus von Windkraftanlagen und der weitgehenden Vermeidung negativer Auswirkungen auf Tierwelt und ökologisch intakte Gebiete, sollten bundesweit **Eignungs- und Ausschlusszonen** für die Windkraftnutzung festgelegt werden. Die Arbeiten zur Parndorfer Platte können hier ein Vorbild sein (Bgl. Landesregierung 2002).

Ausschlusszonen können aufgrund unterschiedlicher Kriterien notwendig sein:

- Mindestabstände der Windkraftanlagen zu Wohnbaugebiet, Verkehrswegen und Hochspannungsleitungen aufgrund von Lärm und Sicherheit,
- landschaftsästhetische Gründe (Flächenbewertung und Sichtbarkeitsanalysen),
- Naturschutz.

Die Zonierung in Ausschluss- und Eignungsgebiete hätte auch für die Projektbetreiber den Vorteil einer höheren Investitionssicherheit.

Aus Sicht des Naturschutzes müssen jene Gebiete zu Ausschlusszonen erklärt werden, in denen es zu nennenswerten Beeinträchtigungen des Ökosystems, insbesondere der Tierwelt, kommt. Der formale Naturschutzstatus eines Gebietes (Naturschutzgebiet, Natura-2000-Gebiet, Biosphärenreservat, etc.) sagt jedoch nichts darüber aus, ob es durch eine Windkraftanlage tatsächlich zu einer ökologischen Störung des Gebietes kommt. Denn nicht jedes Schutzgebiet wurde, beispielsweise, aufgrund eines bedeutenden Vogelbestandes zu einem solchen erklärt. Die Errichtung von Windkraftanlagen in Natura-2000-Gebieten kann ökologisch möglicherweise völlig unproblematisch sein. Es ist daher für jedes Gebiet gesondert zu prüfen, ob Windkraftanlagen den Schutzbemühungen zuwider laufen oder nicht. Von einer generellen Nutzung ausgeschlossen sollten nur Nationalparke sein. Eines besonderen Schutzes bedürfen auch die Verbindungskorridore für Vögel zwischen den ornithologisch relevanten Schutzgebieten.

Die Errichtung von Windkraftanlagen sollte in Ausschlusszonen nur in wenigen, besonders begründeten Ausnahmefällen gestattet sein. Eine Ausnahmesituation könnte etwa dann vorliegen, wenn es sich um eine kleine Windkraftanlage mit geringer Mastenhöhe handelt, die überdies ausschließlich zur Deckung des örtlichen Energiebedarfs handelt. Ein Beispiel dafür wäre die autarke Stromversorgung einer alpinen Schutzhütte.

Die Ausweisung bundesweiter Ausschluss- und Eignungszonen macht eine Überprüfung des potenziellen Windkraftstandortes aus Naturschutzsicht nicht obsolet. Während in Ausschlusszonen Standorte jedoch nur in gut begründeten Ausnahmefällen genehmigt werden

sollten, sollten in Eignungszonen Genehmigungen nur in gut begründeten Ausnahmefällen verwehrt werden.

Wichtig ist aber auch, dass es bei einer Überprüfung der Standorte aus Naturschutzsicht nicht zu einer Verwechslung von Naturschutz- und Jagdinteressen kommt.

### **2.3.2 Nachhaltige Energieversorgung**

Die Windkraft kann in Österreich einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten. Ein besonderer energiewirtschaftlicher Vorteil der Windkraft ist der Umstand, dass in Österreich etwa zwei Drittel des erzeugten Stromes im Winterhalbjahr anfallen, also in der Zeit, in dem sowohl der Stromverbrauch wie auch die Stromerzeugung aus kalorischen Kraftwerken (Kohle, Gas) am höchsten ist. Damit ist die Windkraft eine gute Ergänzung zur heimischen Wasserkraft, die im Winter ihr Erzeugungsminimum hat. Im Hinblick auf den bestehenden thermo-hydraulischen Verbund kann die Windkraft besonders in den Wintermonaten einen unmittelbaren Beitrag zur Substitution fossiler Energieträger leisten. Ein wesentlicher Nachteil der Windkraft ist aber zweifellos ihre Dargebotsabhängigkeit, die zu keiner gesicherten Kraftwerksleistung führt und die Vorhaltung entsprechender Reservekapazitäten zur Lieferung von Ausgleichsenergie notwendig macht.

Der Wunsch nach einer möglichst hohen Wirtschaftlichkeit bzw. Kapitalrendite der Anlagen bringt es mit sich, dass sich die Errichtung von Windkraftwerken auf die besonders windbegünstigten Zonen konzentriert. Diese betriebswirtschaftliche Optimierung der Einzelanlage muss jedoch nicht notwendigerweise zu einer volkswirtschaftlichen oder ökologischen Gesamtoptimierung der Elektrizitätsversorgung führen.

Nachfolgend daher einige Überlegungen zur Standortwahl für Windkraftanlagen, die auch den Aspekt einer (ökologischen) Optimierung der gesamten Elektrizitätsversorgung berücksichtigen.

Die Umstellung der Energieversorgung auf eine ökologisch nachhaltige Basis macht eine örtliche Zusammenführung von Energieangebot, -nachfrage und -umwandlung notwendig, da nur auf diese Weise ein hocheffizientes Energiesystem verwirklicht und Umwandlungs- und Transportverluste minimiert werden können. Wärme und Elektrizität sollten nach Möglichkeit genau dort aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt werden, wo einerseits der eingesetzte erneuerbare Primärenergieträger möglichst kostengünstig verfügbar ist und andererseits ein entsprechender Energiebedarf herrscht. Dies gilt in besonderem Maß für den Wärmemarkt, aber auch für den Elektrizitätsmarkt. Denn auch der Transport von Elektrizität ist über weite Strecken in einer effizienten, ökologisch vertretbaren Weise nicht möglich.

Strom aus Windkraft hat den Vorteil, dass bei seiner Erzeugung - im Unterschied etwa zur Biomasse-Verstromung - keine Wärme als Nebenprodukt anfällt und damit keine Kopplung zum Wärmemarkt besteht. Dennoch muss es auch bei der Standortauswahl von Windkraftanlagen zu einer Gesamtoptimierung von kostengünstigem Primärenergieträger (dh gute

Windverhältnisse) und kostengünstigem Zugang zu Absatzmärkten (dh niedrige Transport- und Netzanschlusskosten) kommen. Nur dann kommt es zu einer ökonomischen und ökologischen Gesamtoptimierung des Elektrizitätsversorgungssystems.

Soll eine derartige Gesamtoptimierung nach Marktmechanismen funktionieren, setzt dies allerdings Markttransparenz und Kostenwahrheit voraus. Diese sind aber leider im Bereich der Übertragungs- und Verteilnetze aus mehreren Gründen nicht vorhanden: so werden etwa Investitionskosten eines Leitungsbauprojekts auf das Gesamtsystem überwälzt, die Landschaftsentwertung durch Hochspannungsleitungen ist zudem nach wie vor kostenlos.

Im Hinblick auf eine volkswirtschaftliche und ökologische Gesamtoptimierung der Elektrizitätsversorgung muss es Ziel sein, die Übertragungsverluste im Hochspannungsnetz durch kurze Übertragungswege zu minimieren.

Ideale Standorte für Windkraftanlagen wären demnach:

- 1) Im Nahbereich großer Verbraucher, die die elektrische Energie aus dem öffentlichen Stromnetz beziehen.
- 2) Regionen, in denen die (umweltfreundliche) Kraftwerkskapazität deutlich geringer als die elektrische Last ist.
- 3) Netzgebiete, in denen der eingespeiste Strom aus Windkraft vom bestehenden Leitungsnetz ohne Netzausbau aufgenommen werden kann.
- 4) Netzgebiete im Nahbereich von Pumpspeicherkraftwerken, die den dargebotsabhängigen Windstrom in „Überschusssituationen“ ohne Netzausbau in Spitzenstrom „veredeln“ können.

Die Berücksichtigung von energiewirtschaftlichen Standortkriterien senkt den Ausbaubedarf im Mittel- und Hochspannungsnetz, führt zu einer Kostenersparnis und sollte daher den Anlagenbetreibern entsprechend vergütet werden („embedded benefits“). Die Vermeidung von Netzausbaukosten sollte durch angemessene Zuschläge zu den Einspeisetarifen abgegolten werden. Umgekehrt sollten die Kosten für den unmittelbaren Netzanschluss von Windkraftanlagen vom Projektbetreiber zu tragen sein. Die Übernahme der Netzanschlusskosten, die sich im Schnitt auf etwa 10 Prozent der Gesamtkosten eines Windkraftprojekts belaufen, muss jedoch ebenfalls durch ein entsprechend höheres Tarifniveau abgegolten werden.

Bei der Standortauswahl von Windkraftanlagen würde es damit nicht zu einer einseitigen Optimierung hinsichtlich der Windverhältnisse kommen, sondern auch Netzzugang und regionaler Energiebedarf würden in der Standortoptimierung Berücksichtigung finden. Damit würden auch Standorte für Windkraftanlagen wirtschaftlich attraktiv werden, deren Windgunst etwas geringer ist, die aber hinsichtlich Netzzugang und Energiebedarf optimal sind.

Voraussetzung für Kostenwahrheit beim Netzanschluss wäre jedoch eine **energiewirtschaftliche Raumplanung**, die den örtlichen Bedarf an umweltfreundlicher Kraftwerksleistung im Sinne einer Zusammenführung von Angebot und Nachfrage ausweist.

## 2.4 Zusammenfassende Empfehlungen

Die Windkraft besitzt in Österreich ein erhebliches Ausbaupotenzial. Mittelfristig scheint eine Jahreserzeugung von 5.000 bis 10.000 GWh durchaus realistisch; das würde einem Anteil von 8 bis 16 Prozent zur Deckung des inländischen Gesamtstromverbrauchs (Verbrauchsniveau 2000) entsprechen. Die dafür notwendige Kraftwerksleistung von etwa 2500 bis 5000 MW würde die Errichtung von 1500 bis 3000 Anlagen auf einer Gesamtfläche von etwa 150 bis 300 km<sup>2</sup> notwendig machen. Diese Fläche steht im Osten Österreichs in Form landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Verfügung.

Um bei der Nutzung der Ausbaupotenziale Interessenskonflikte mit dem Naturschutz zu vermeiden und zu einer Gesamtoptimierung der Elektrizitätsversorgung beizutragen, sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

### Allgemeine Leitlinien:

- 1) Konflikte mit dem Naturschutz sollten durch eine vorausschauende Planung und die Ausweisung von Eignungszonen (Beispiel Parndorfer Platte) vermieden werden.
- 2) Die Optimierung der Anlagenstandorte sollte nicht nur hinsichtlich der Windverhältnisse sondern auch hinsichtlich Netzzugang und regionalem Strombedarf erfolgen.

### Maßnahmen und Instrumente:

- 1) Einspeisetarife:
  - Basistarif mit tages- und jahreszeitlicher Differenzierung
  - Zuschlag in Netzvorranggebieten
- 2) Ausweisung von Ausschließungs- und Eignungszonen unter Berücksichtigung von Lärm, Sicherheit, Landschaftsästhetik und Naturschutz.
- 3) Ausweisung von Netzvorranggebieten durch energiewirtschaftliche Raumplanung

## 2.5 Literatur

Bgld. Landesregierung 2002: Amt d. Burgenländischen Landesregierung: „Beurteilungskriterien für die Genehmigung von Windkraftanlagen / Regionales Rahmenkonzept für das Nördliche Burgenland“, Eisenstadt, Oktober 2002.

BWE 2002: "Zahlen zur Windenergie", Website des Bundesverbandes Windenergie e.V., [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de), 2002.

E-Control 2002/2: "Ökostromgesetz – Basisdaten und Bewertungen für die Einspeisetarifverordnungen", Zusammenfassung des BMWA, Wien, Sept. 2002.

Haas 2001: „Strategien für erneuerbare Energieträger“, Reinhard Haas, Martin Berger, Lukas Kranzl, Wien, Juni 2001.

IGW 2003: Website der IG Windkraft, [www.igwindkraft.at](http://www.igwindkraft.at), 2003.

Kury 2002: Mündliche Kommunikation, Technisches Büro Enairgy, Georg Kury, Wien, November 2002.

NÖ Landesregierung 1998: Amt der NÖ Landesregierung, „Leitfaden zur Genehmigung von Windkraftanlagen in NÖ, St. Pölten, 1998.

Ranner 2002: Dr. Andreas Ranner, BirdLife Österreich, mündliche Kommunikation, Wien, Dezember 2002.

Rössler 2002: „Analyse Möglicher Konflikte zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz im Nördlichen Bezirk Neusiedl, Konfliktanalyse und Tabuzonenausweisung“, Martin Rössler, BirdLife, Wien, Juni 2002.

WWF-UK 2001: „Wind farm development and nature conservation“, WWF-UK, London, März 2001.

### 3. Feste Biomasse

Die Biomasse besitzt neben der Wasserkraft nicht nur weltweit, sondern auch in Österreich ein großes Anwendungspotenzial zur Erzeugung von Wärme, aber auch von elektrischer Energie und Treibstoffen. Neben der thermischen Nutzung in der Industrie, in dezentralen Heizkraftwerken und Kleinfeuerungsanlagen kommt der Stromerzeugung aus Biomasse eine immer größer werdende Bedeutung zu.

In diesem Kapitel wird die Stromerzeugung aus fester Biomasse betrachtet; im darauf folgenden Kapitel wird auf die gasförmige Biomasse mit Schwerpunkt Biogas eingegangen.

Seit Mitte der 80er Jahre wird in der energetischen Nutzung der Biomasse ein wesentliches Element für eine nachhaltige Energieversorgung gesehen. Der verstärkten Biomassenutzung kommt neben energie- und umweltpolitischen Zielen aber auch aus anderen Gründen eine hohe volkswirtschaftliche Bedeutung zu:

- **Energiepolitische Ziele:**  
Sicherstellung der Energieversorgung mittels der Nutzung von erneuerbaren Energieträgern, Reduktion der Importabhängigkeit, Nutzung von Rest- und Abfallstoffen.
- **Umweltpolitische Ziele:**  
Reduktion der Treibhausgase und der Luftschadstoffe, Reduktion / Vermeidung anderer negativer Umweltauswirkungen fossiler Energieträger (z.B. Ölfälle). Ressourcenschonung.
- **Agrarpolitische Ziele:**  
Zusätzliche Einkommensmöglichkeit in der Land- und Forstwirtschaft, dadurch Eindämmung der Landflucht.
- **Wirtschaftspolitische Ziele:**  
Wachstumsimpulse und regionale Wertschöpfung; Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit durch technologischen Fortschritt; Entlastung der Handelsbilanz durch Verringerung der Energieimporte.

#### 3.1 Situation in Österreich

##### 3.1.1 Bestand

Die Zahl der Biomassewerke hat in Österreich in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Die Anlagen produzieren derzeit allerdings fast ausschließlich Wärme. Mit Stand 2001 sind in Österreich 587 Biomasseheizwerke mit insgesamt 730 MW<sub>th</sub> Leistung (NÖ LWK 2001) in Betrieb und jährlich werden ca. 50 Biomasse-Großanlagen (Kesselleistung über 1,0 MW<sub>th</sub>) neu installiert.

Nach der Bestandserhebung für „Altanlagen“ der E-Control (Stand: Sept. 2002) wird lediglich in 22 Anlagen mit einer installierten Leistung von 66 MW<sub>el</sub> elektrische Energie von 295 GWh/a produziert (inkl. Anlagen mit Zufeuerung, die teilweise noch keine Einspeisevergütung erhalten). In der Papierindustrie werden in vier Anlagen mit einer Leistung von 20 MW<sub>el</sub> rund 120 GWh/a produziert. Die **Stromproduktion** aus fester Biomasse beträgt somit derzeit rund **415 GWh/a** (E-Control 2002).

Durch neue Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien stehen mittlerweile auch für kleine Anlagen wirtschaftlich und technisch interessante Lösungen zur Biomasseverstromung zur Verfügung. Möglich wäre eine Erhöhung des Verstromungsanteils über innovative Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien (z.B. ORC<sup>17</sup>), die nicht nur bei Neuanlagen einsetzbar sind, sondern auch bei vorhandenen Anlagen nachgerüstet werden können (Oberberger 2002). Im unteren Leistungsbereich 10 kW<sub>el</sub> bis 40 kW<sub>el</sub> (in naher Zukunft bis 150 kW<sub>el</sub>) ergeben sich durch den Stirling-Motorprozess interessante Verstromungsmöglichkeiten auch bei Kleinanlagen.<sup>18</sup>

### 3.1.2 Primärenergiepotenzial

Es sind bereits zahlreiche Studien mit Potenzialabschätzungen der forstlichen sowie der landwirtschaftlichen Biomasse erstellt worden. Im Rahmen einer Arbeit der Technischen Universität Wien (Haas 2001) wurden die verschiedenen Studienergebnisse ausgewertet und verglichen. Tabelle 3.1 bietet einen Überblick. Bei der Abschätzung des technischen Potenzials<sup>19</sup> differieren die Studien nur sehr wenig, hinsichtlich des realisierbaren Potenzials<sup>20</sup> sind größere Differenzen zu verzeichnen. Als Mittelwert der verschiedenen Autoren-schätzungen ergibt sich ein **realisierbares Primärenergiepotenzial von 186 PJ/a** (51.700 GWh/a)<sup>21</sup>.

---

<sup>17</sup> ORC-Anlagen (Organic Rankine Cycle) können eingesetzt werden, um Wärmepotenziale in Temperaturbereichen ab etwa 100 Grad C zur Stromerzeugung auszunutzen.

<sup>18</sup> Aufgrund der fehlenden Daten hinsichtlich Anlagengröße und Verteilung der Biomasseheizwerke wird hier nicht näher auf die Verstromungspotenziale der vorhandenen Anlagen durch Nachrüstung eingegangen.

<sup>19</sup> Aufgrund von technischen und sonstigen Restriktionen kann das theoretische Potenzial (Zuwachs) nur zu einem gewissen Teil technisch genutzt werden.

<sup>20</sup> Als realisierbares Potenzial wird hier der Mittelwert der technischen Potenziale verwendet.

<sup>21</sup> 1 PJ  $\equiv$  277,8 GWh

**Tabelle 3.1:** Übersicht über Potenzialangaben für feste Biomasse (Quelle: Haas 2001)

Beschreibung	ges. Primärenergiepotenzial (PJ/a)	Quellen
technisches Potenzial 2005	201	Schauer 1994
technisches Potenzial 2050	257	Schauer 1994
realisierbares Potenzial	188	Fischer 1999
realisierbares Potenzial	211	Pichl et al. 1999
kurzfristig realisierbares Potenzial	113	Obernberger 1998
Mittelfristig realisierbares Potenzial	202	Obernberger 1998
technisches Potenzial	210	Rathbauer 2000 (AFB-Net)
realisierbares Potenzial 2010	151	Rathbauer 2000 (AFB-Net)
realisierbares Potenzial	194	Schaller et al. 2001
technisches Potenzial	203	Haas 2001
realisierbares Potenzial 2010	174	Haas 2001

Bezüglich der einzelnen Potenzialanteile kann im Rahmen dieser Arbeit nicht auf jede Studie einzeln eingegangen werden, als Anhaltspunkt wird die Studie von (Haas 2001) herausgegriffen.

Die Unterteilung des Potenzials erfolgte in dieser Studie auf die Bereiche

- Netto-Waldzuwachs
- Durchforstungsrückstand
- Bracheflächen zur Nutzung von Kurzumtriebswäldern
- Strohpotenzial
- Sägenebenprodukte
- Rindenpotenzial und
- Altholzpotezial.

(Haas 2001) schätzt das zusätzlich realisierbare Potenzial bis 2010 für die feste Biomasse, ohne Sägenebenprodukte (bleiben in der stofflichen Verwertung) und ohne einer verstärkten Altholznutzung auf 100 PJ/a.

Die Daten der Waldinventur 1992 bis 1996 des Bundesamtes und Forschungszentrums für Wald zeigen, dass in Österreich jährlich ein Zuwachs von 27,3 Millionen fm (Festmeter) einer Nutzung von 19,5 Millionen fm gegenüber steht. Damit verbleiben derzeit ca. 7 Millionen fm oder ca. 30 Prozent des Zuwachses in den Österreichischen Wäldern und erhöhen damit den Vorrat im Wald (derzeit durchschnittlich 295 Vorratsfestmeter pro ha).

Diese 7 Millionen fm repräsentieren einen Energieinhalt von ca. 63 PJ (bei Annahme eines durchschnittlichen Energiegehaltes von 2500 kWh/fm<sup>22</sup>. Bei Annahme eines Wirkungsgrades von 35 Prozent ergibt sich ein Verstromungspotential von 6100 GWh.

<sup>22</sup> Buche: 3100 kWh/fm, Fichte: 2200 kWh/fm

Bei der Abschätzung der realisierbaren Potenziale durch eine verstärkte Nutzung von Biomasse aus dem forstlichen Sektor ist insbesondere die Grundbesitzstruktur in Österreich zu berücksichtigen. Der größte Anteil der österreichischen Waldfläche ist in Kleinwaldbesitz (53 Prozent) und nur 31 Prozent in Besitz von Forstbetrieben und 15 Prozent in Besitz der Österreichischen Bundesforste. Daher müssten durch geeignete Maßnahmen im Bereich des bäuerlichen Kleinwaldes eine deutliche Erhöhung des Holzeinschlages erreicht werden.

Die Frage des nachhaltig verfügbaren Biomassepotenzials ist weniger eine der Menge, sondern vielmehr eine der Kosten und des Preises der Bereitstellung. So wird im Bereich der Biomasse beispielsweise die Nachfrage nach Waldhackgut erst dann zunehmen, wenn das Angebot an Rinde und Sägenebenprodukten knapper wird (Jonas 2001). Es wird daher nachfolgend im Zusammenhang mit der Darstellung der aktuellen Marktsituation noch einmal darauf eingegangen, ob im Bereich der Forst- und Landwirtschaft bei geeigneten Marktbedingungen noch weitere realisierbare Biomassepotenziale geschaffen werden können.

### 3.1.3 Ausbaupotenzial

Zur Abschätzung des Ausbaupotenzials für die Biomasseverstromung muss in einem ersten Schritt auf die zur Verfügung stehenden Technologien eingegangen werden:

Bei der Betrachtung der verfügbaren Verstromungstechnologien muss zwischen den Leistungsbereichen unter sowie über  $10 \text{ MW}_{\text{th}}$  unterschieden werden. Für den kleinen Leistungsbereich ( $< 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) besitzen der **Dampfturbinenprozess** und der **Dampfkolbenmotorprozess** schon jetzt Marktreife. Beide Prozesse weisen Stromkennziffern<sup>23</sup> von etwa 0,15 auf. Für den mittleren und großen Leistungsbereich ( $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) existieren die in fossilen Anlagen bewährten Formen der **Wirbelschichtfeuerung**, die mit Stromkennziffern von 0,3-0,5 arbeiten (Haas 2001).

Es ist daher sinnvoll, für den mittleren und großen Leistungsbereich mit Stromkennziffern von etwa 0,4 und für den kleinen Leistungsbereich von 0,15 auszugehen.

(Haas 2001) schätzt das gesamte technische Strompotenzial für KWK auf etwa  $17.000 \text{ GWh/a}$  ( $61 \text{ PJ/a}$ ) und geht dabei von einem am österreichischen Markt bestehenden Wärmebedarfspotenzial von  $165 \text{ PJ/a}$ <sup>24</sup> aus. Da der dafür allerdings notwendige Brennstoffbedarf von etwa  $280 \text{ PJ/a}$  das nachhaltig verfügbare Biomasse-Potenzial von rund  $100 \text{ PJ/a}$  übersteigt, muss das Potenzial, das sich aus der Verfügbarkeit des Wärmebedarfs ergibt, an das verfügbare Biomasse-Potenzial angepasst werden.

---

<sup>23</sup> Die Stromkennziffer ist das Verhältnis von erzeugter elektrischer Energie zu erzeugter Wärmeenergie.

<sup>24</sup> Die Autoren (Haas 2001) setzen eine **Wärmebedarfspotenzial** (Fernwärme, Biomasse-Nahwärme, Sägewerke, Zellstoff- und Papierindustrie und sonst. Industrie) für 2010 von  $160 \text{ PJ/a}$  voraus und ermitteln daher den Stromoutput zunächst aus dieser Zahl.

Reduziert man die technischen Wärmebedarfspotenziale auf realisierbare Primärenergiepotenziale, so ergibt sich ein **Verstromungspotenzial aus Biomasse-KWK von etwa 5.500 GWh/a**, wobei gleichzeitig 55 PJ/a Wärme anfallen und Brennstoff von etwa 90 PJ/a benötigt wird. Bei einer durchschnittlichen Vollaststundenzahl von 3500 ergibt sich daraus eine notwendige elektrische Leistung der Biomasse-KWK von rund **1.600 MW**.

Anzumerken ist, dass dieser Brennstoffbedarf von 90 PJ/a mit jenem für die Wärmeerzeugung aus Biomasseheizanlagen konkurriert, bei denen keine Kraft-Wärme-Kopplung stattfindet (Haas 2001). Eine Nachrüstung bestehender Anlagen mit KWK wäre sinnvoll und möglich.

Darüber hinaus zeigt sich, dass ein substanzieller Beitrag zur Verstromung nicht ausschließlich durch kleine Anlagen erreichbar sein wird. Ohne die Einbeziehung mittlerer ( $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) und großer Anlagen ( $> 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ ), können nur etwa 650 GWh/a Strom bereitgestellt werden. Aufgrund der niedrigeren Stromkennziffer im Leistungsbereich  $< 10 \text{ MW}_{\text{th}}$  ist der Brennstoffbedarf pro Kilowattstunde Strom wesentlich höher als im Leistungsbereich  $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$  (Haas 2001).

Das IFF (Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung) führte im Rahmen des Forschungsprogramms Kulturlandschaftsforschung des BMBWK eine Szenarienberechnung für die zukünftige Biomasse bzw. Landnutzung in Österreich durch (Haberl 2002/1).

Die Studie analysiert unter anderem den Beitrag der Biomassenutzung zur Energieversorgung Österreichs im Jahr 2020 unter der Annahme des Energieverbrauchsniveaus im WIFO-Baseline-Szenario. Es wurde die Biomasse sowohl aus dem forstlichen wie aus dem landwirtschaftlichen Sektor mit einbezogen. Sie zeigt, dass der Biomasseanteil im TREND-Szenario 12% beträgt, im MAX-Szenario 15% und im SUST-Szenario 14%. Die Stromproduktion aus Biomasse, - wobei nicht alle hier inkludierten Biomassefraktionen als „Ökostrom“ gemäß EIWOG bezeichnet werden sollten -, liegt zwischen 3.220 und knapp 5.000 GWh, die Wärmeproduktion zwischen 24 und 32 PJ/a. Der Endenergieeinsatz an Biomasse liegt je nach Szenario zwischen 121 und 146 PJ/a.

In dieser Studie wurden die möglichen Potentiale für die energetische Nutzung von Biomasse auf frei werdenden Ackerflächen (durch Veränderungen der Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft z.B. Änderung der Gemeinsamen Agrarpolitik in der EU) nicht berücksichtigt.

**Tabelle 3.2:** Kennziffern der energetischen Nutzung von Biomasse in Österreich 2000 und 2020 im Vergleich von vier Szenarien (Haberl 2002/2)

	2000	TREND	MAX	SUST
Summe Biomasse-Energie (PJ/a)	126,6	169,2	217,1	195,3
Anteil am österr. Primärenergieeinsatz	11 %	12 %	15 %	14 %
Stromerzeugung aus Biomasse (GWh/a)	ca. 1.600	3.220	4.966	4.252
Wärmeerzeugung aus Biomasse (PJ/a)	n.d.	24	32	31
Biomasse-Endenergieeinsatz (PJ/a)	106	121	146	131
Biomasse exklusive Ablauge (PJ)	99,4	118	143,5	115

Untersucht wurde ein „Buisness-as-usual“-Szenario (TREND-Szenario), das eine Ausweitung der energetischen Biomassenutzung gegenüber dem Jahr 2000 bereits berücksichtigt. Ein Maximierungsszenario (MAX-Szenario): hier wird ein massiver Nachfrageimpuls für nachwachsende Rohstoffe und Energieträger angenommen, der zu einer hohen Ausnutzung der heimischen Holzproduktion (Verstärkung der Nutzung von ca. 71 % auf 85 % des Zuwachses) sowie zu einer möglichst großen Ausweitung der Ackerfläche führt. Beim Nachhaltigkeits-Szenario (SUST-Szenario) wird das Ziel einer schonenden Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen verfolgt, das heißt, keine weiteren Primärentnahmen von Biomasse im Vergleich zum TREND-Szenario, dafür aber verstärkte kaskadische Nutzung von Biomasse.

Berücksichtigt man die unterschiedlichen Studien, so lässt sich ein **Verstromungspotenzial von ca. 4.500 bis 5.500 GWh/a** für die feste Biomasse aus dem Wald und von landwirtschaftlichen Flächen abschätzen.

### 3.1.4 Markt- und Konkurrenzsituation

Aus Sicht der „technischen“ Brennstoffverfügbarkeit bestehen keinerlei Restriktionen im Hinblick auf eine Deckung des durch die Vorgaben des Ökostromgesetzes zusätzlich geschaffenen Bedarfs an fester Biomasse zur Stromerzeugung.

Wie bereits darauf hingewiesen wurde, ist die Frage des verfügbaren Potenzials weniger eine der Menge sondern vielmehr eine der Kosten und des Preises der Bereitstellung. Für den Einsatz der Biomasse zur Stromerzeugung ist damit nicht nur das aus ökologischer Sicht im Inland nachhaltig verfügbare Primärenergiepotenzial relevant, sondern auch die

gesamte Marktsituation, die maßgeblichen Einfluss auf Wirtschaftlichkeit (Preisniveau Biomasse) und alternative Nutzungsformen (stoffliche Verwertung) hat.

Bei der Abschätzung des Verstromungspotenzials mit etwa 4500 - 5.500 GWh/a wurde beim Primärenergiepotenzial davon ausgegangen, dass die Sägenebenprodukte in der stofflichen Verwertung bleiben. Seitens mancher Industrieunternehmen wird die Befürchtung geäußert, dass die verstärkte energetische Nutzung der festen Biomasse zu einer Konkurrenzsituation mit der stofflichen Verwertung (Platten-, Möbel-, Papierindustrie) der Sägenebenprodukte und in weiterer Folge zu einem Preisanstieg führen würde.

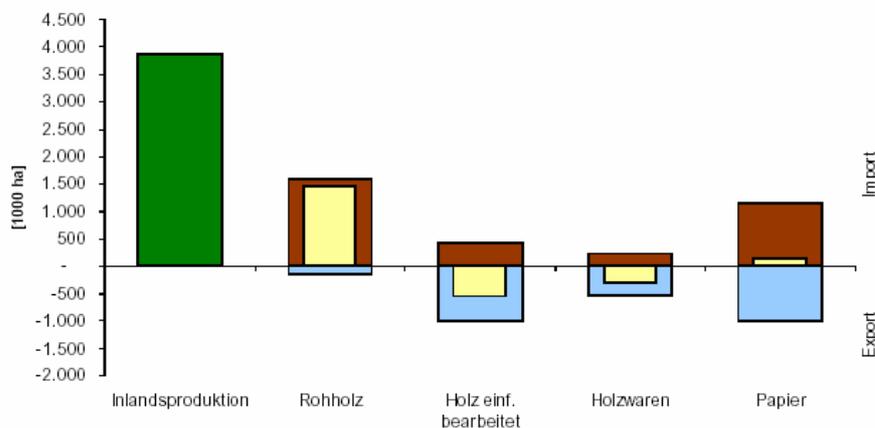
Um zu klären, ob diese Befürchtung berechtigt ist und die verstärkte energetische Nutzung der Biomasse „zwangsläufig“ zu einem Preisanstieg für Sägenebenprodukte führen muss, werden ausgehend von einer Analyse der Entwicklung der österreichischen Wald- bzw. Holznutzung preistreibende und preissenkende Faktoren für den Biomassemarkt identifiziert.

#### **3.1.4.1 Holzproduktion, Importe und Exporte**

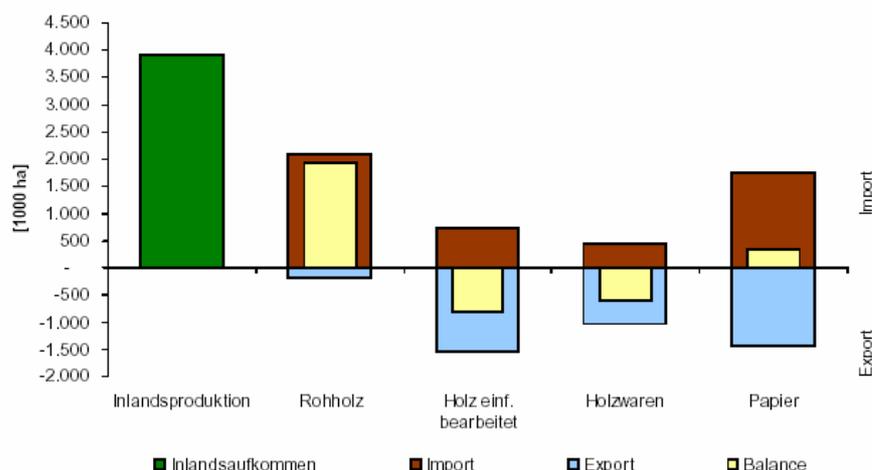
Obwohl Österreich zu den walddreichsten Ländern gehört, steigt der Import von Holz immer mehr an. Die Studie „Der Ökologische Fußabdruck des österreichischen Außenhandels“ (Erb 2002) zeigt, dass Österreich im Zeitraum 1988 - 2000 immer mehr zum Importland von Rohstoffen und Rohprodukten und zum Exportland von Gütern und Veredelungsprodukten wurde. Diese generelle Entwicklung gilt trotz des österreichischen Walddreichtums auch für den Bereich Holz bzw. „Wald“ (siehe Abbildung 3.1).

**Abbildung 3.1:** Inlandsaufkommen, Import und Export der Kategorien der Landnutzungs-  
klasse Wald (Quelle: Erb 2002)

a) 1988



b) 2000



Der „Fußabdruck“<sup>25</sup> des Inlandsaufkommens in Abbildung 3.1 stellt die Waldfläche Österreichs in den Jahren 1988 und 2000 dar (Erb 2002). Zum Vergleich dazu enthält die Abbildung 3.1 den Außenhandel mit den Holzprodukten Rohholz (Rundholz), einfach bearbeitetes Holz, Holzwaren und Papier (inklusive Papierabfälle). In Tabelle 3.3 ist die zeitliche Entwicklung des Imports und Exports von Holz und Holzprodukten in Mengen Frischgewicht (FG) dargestellt.

<sup>25</sup> Der ökologische Fußabdruck beschreibt jene Fläche, die zur Aufrechterhaltung des jährlichen sozio-ökonomischen Ressourcenverbrauchs, zur nachhaltigen Absorption von Abfall und Schadstoffen und für Infrastruktur notwendig ist bzw. wäre.

**Tabelle 3.3:** Entwicklung der Importe und Exporte von Holz und Holzprodukten zwischen 1988 und 2000 in 1000t Frischgewicht (Erb 2002)

	DE 1988	Import 1988	Export 1988	AHSaldo* 1988	DE 2000	Import 2000	Export 2000	AHSaldo* 2000
	[1000 m³]	[1000 t FG]			[1000 m³]	[1000 t FG]		
Kork		5	0	5		7	4	4
Brennholz		179	2	177		136	13	123
Holzschnitzel		665	220	445		604	714	-110
Rohholz	16.609**	2.998	476	2.522	18.309**	7.296	682	6.614
Holz einf. bearbeitet		484	2.123	-1.639		1.000	3.556	-2.557
Papierhalbstoffe, -abfälle		910	346	564		1.472	492	980
Furniere, Platten		121	680	-559		414	1.359	-945
Holzwaren, Möbel		267	158	109		736	598	139
Papier, Pappe, Waren		534	2.145	-1.611		1.495	3.813	-2.318
Druckerzeugnisse		92	52	40		120	148	-28
SUMME		6.257	6.204	53		13.280	11.379	1.901

Quelle: Statistik Austria – ISIS, 3stelter Ebene ;DE=Inlandsaufkommen [1000m³]

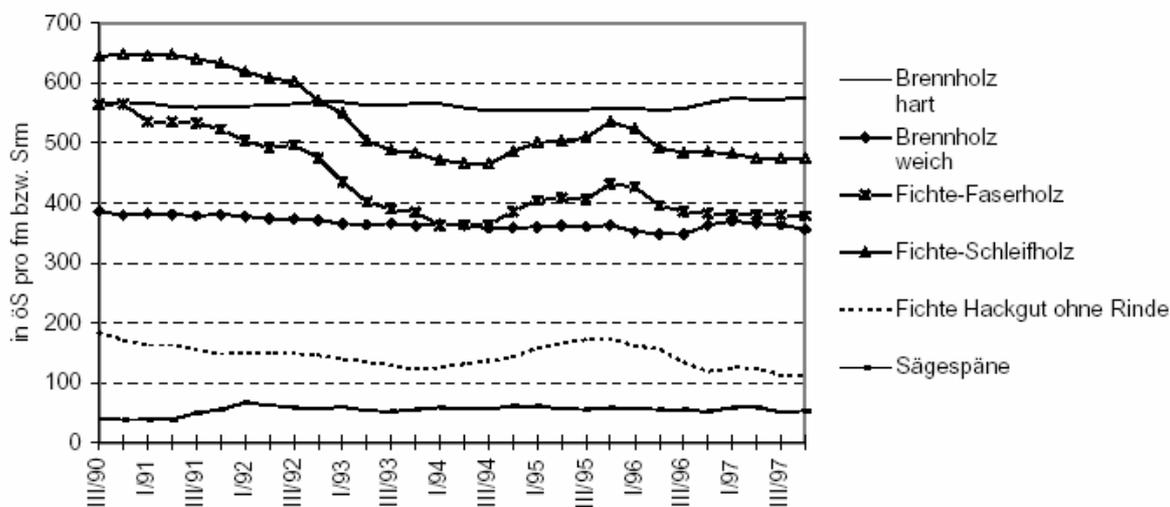
\*Außenhandelsaldo: (+) Import, (-) Export

\*\* basierend auf Holzeinschlagsnachweis (HEN) der Statistik Austria, Holzbilanz (Gerhold XXX) und einer Fortschreibung der "Untererfassung" für das Jahr 2000.

Während das Außenhandelssaldo in Flächenäquivalenten für Rohholz und Papier in beiden Zeitschnitten einen Importüberhang aufweist, ist Österreich ein Nettoexporteur an bearbeiteten Holz. Während Rohholz aber primär importiert wird, sind die Waren und Rohstoffe der Kategorie "Papier" mehr oder weniger "Durchläufer" durch das sozio-ökonomische System: Das gesamte Volumen ist hier 7 bis 10 mal so groß wie das Saldo selbst. Die gesamten Importe dieser Kategorie belegen Flächen von knapp 30 Prozent zu 45 Prozent der heimischen Waldfläche, 80 - 90 Prozent des Importvolumens selbst werden aber wieder exportiert. Die Flächen der Netto-Rohholzimporte entwickeln sich von knapp 40 Prozent des Inlandsaufkommens zu beinahe 50 Prozent von diesem in der betrachteten Zeitperiode (Erb 2002).

### 3.1.4.2 Preisentwicklung für Holz und Sägenebenprodukte

In Abbildung 3.2 ist die Preisentwicklung bei Holz und Sägenebenprodukten in Österreich für den Zeitraum 1990 bis 1997 dargestellt. Wie sich zeigt, entwickelten sich die Preise der verschiedenen Holzprodukte durchaus unterschiedlich: während die Preise für Brennholz und Sägespäne sehr stabil waren, kam es bei Fichten-Faser- und –Schleifholz sowie bei Fichten-Hackgut im Betrachtungszeitraum zu einem erheblichen Preisverfall.

**Abbildung 3.2:** Preisentwicklung bei Holz und Sägenebenprodukten (Quelle: Lechner 1998)

Die Ursachen und Mechanismen hinter diesen unterschiedlichen Preisentwicklungen sind vielfältig (Lechner 1998):

Um Sägenebenprodukte und Rinde besteht rege Nachfrage seitens der Industrie, von Biomasseheizwerken, seit kurzem von Pelletswerken (die, um gegenüber Ofenheizöl wettbewerbsfähig zu sein, einen „fast kostenlosen Rohstoff“ benötigen), sowie von Baumärkten und Gärtnereien (Rindenmulch), Reitställen (Streu), usw. Die Reststoffe aus der Holzbe- und -verarbeitung (Sägenebenprodukte, Rinde) werden heute praktisch zu 100 Prozent energetisch oder stofflich (vor allem für die Platten- und Zellstofferzeugung) verwertet.

Auch wenn um Sägenebenprodukte und Rinde eine rege Nachfrage besteht, erkennt man allerdings, dass die entsprechenden Preise über die Zeit relativ stabil blieben (siehe Abbildung 3.2). Im Vergleich dazu waren die Preise für fossile Brennstoffe in der Vergangenheit viel größeren Schwankungen ausgesetzt.

Die Nachfrage der Industrie nach Sägenebenprodukten und Rinde geht zu Lasten ihres Schleifholzbezugs, was bei diesem Produkt hingegen einen entsprechenden Preisverfall verursachte (siehe Abbildung 3.2).

Durch die zusätzliche Nachfrage von Sägenebenprodukten und Rinde für den Einsatz in Biomasse-KWK-Anlagen verstärkt sich der Wettbewerb um diese billigen Reststoffe, was einen Preisanstieg erwarten lässt. Die Nutzung alternativer Bezugsquellen im Ausland dämpft diesen Trend, ist aber nur bei der stofflichen Verwendung (z. B. Plattenindustrie) relevant. Für Bio-Nahwärmenetze verbietet sich dieser Weg aus Imagegründen (Beitrag aus heimischer Biomasse), zugleich könnten gerade für solche Anlagen durch den Preisanstieg bei biogenen Reststoffen wirtschaftliche Probleme entstehen.

Gelingt es der Biomasse-KWK, Material von der "Entsorgungsschiene", d. h. von der unmittelbaren Verwertung im Betrieb, in dem der Reststoff anfällt, abzuziehen, würde dies die umweltpolitisch unerwünschte Substitution dieser Mengen durch Heizöl oder Erdgas bedeuten. Ob dieses Szenario tatsächlich eintritt, hängt von der Entwicklung der relativen Preise ab. Naheliegender wäre aber, gerade dort, wo derzeit Reststoffe "nur" zur Wärmezeugung verwertet werden, den Einsatz der KWK zu forcieren. Dies könnte gleichzeitig zu einer Verringerung des Nachfragedrucks beitragen.

Preisdämpfend könnte auch der Rückgang des Brennholzeinsatzes im Raumwärmebereich wirken. Die Anzahl der hauptsächlich mit Holz beheizten Wohnungen hat zwischen 1990 und 1997 um etwa 100.000 abgenommen. Die Energieprognose des WIFO (WIFO 1998) gibt Hinweise darauf, dass sich diese Entwicklung tendenziell fortsetzen dürfte: „Der Trend von Einzelöfen zu Zentralheizungssystemen führt zu einem Rückgang bei Biomasse, der durch neue Biomasse-Anwendungen im industriellen Bereich (Dampferzeugung) kompensiert wird“.

Der Rückgang der Biomasse bei Einzelöfen kann für die Biomasse-KWK genutzt werden. Da konventionelles Brennholz aber eher im „Hochpreissegment“ der festen Biomasse liegt, wäre die Ausschöpfung der vorhandenen Kostensenkungspotenziale notwendig, um ein einigermaßen wettbewerbsfähiges Preisniveau herzustellen.

### 3.1.4.3 Zusätzliche Potenziale in der Forstwirtschaft

Die Nutzung zusätzlicher Biomassepotenziale in der Forstwirtschaft hängen maßgeblich von einer deutlich Kostensenkung der Ernte ab. Die entsprechenden Rationalisierungsmöglichkeiten bestehen. So zeigt etwa (Stockinger 1998) auf, dass durch eine stärkere Mechanisierung der Waldnutzung die Kosten für Hackschnitzel um etwa ein Drittel reduziert werden können und sich damit die Wettbewerbssituation verbessern lässt.

Auch der Preisvergleich mit Finnland zeigt, dass bei der Waldnutzung noch erhebliche Kostensenkungspotenziale bestehen. In Finnland ist die Wettbewerbsfähigkeit mit einem Durchschnittspreis von 9 €/MWh für energetisch genutztes Holz mittlerweile deutlich besser als in den neunziger Jahren. In Österreich liegt der Durchschnittspreis für Waldhackgut hingegen noch bei etwa 14-25 €/MWh (Nemestothy 2003)<sup>26</sup>, also um 50 bis 170 Prozent über dem durchschnittlichen finnischen Preisniveau.

Insgesamt gesehen lässt sich feststellen, dass sich jedenfalls ohne weiteres durch eine verstärkte Waldnutzung (vor allem Durchforstung), ein zusätzliches Potenzial für den Betrieb von Biomasse-KWK schaffen lässt.

---

<sup>26</sup> Dabei ist zu sagen, dass die finnischen Verhältnisse aufgrund unterschiedlicher forstlicher Arbeitsmethoden nicht eins zu eins auf Österreich übertragbar ist. Die Einsparungspotenziale bei der Brennstoffbereitstellung sind dennoch enorm.

### 3.1.4.4 Zusätzliche Potenziale in der Landwirtschaft

Ein Anhaltspunkt zur Abschätzung der möglichen Flächenpotenziale in Österreich besteht in der derzeitigen Stilllegung von Flächen. Im Rahmen der "Gemeinsamen Agrarpolitik" (GAP) der Europäischen Union gibt es insbesondere die "Konjunkturelle Flächenstilllegung", die ursprünglich als Mengenregulatorium im Bereich der Getreideproduktion eingeführt worden war. Im Rahmen der GAP wurde die Möglichkeit geschaffen, auf solchen Stilllegeflächen NAWAROS<sup>27</sup> anzubauen (flächenbezogene Zahlungen auf konjunkturell stillgelegten Flächen für nachwachsende Rohstoffe). Dabei muss jedoch sichergestellt werden, dass die erzeugten Kulturen nicht im Nahrungsmittelbereich verwendet werden.

Wenn im Rahmen dieser konjunkturellen Flächenstilllegung ein Kulturpflanzenausgleich in Form einer Flächenprämie gewährt wird, so muss ein bestimmter Prozentsatz stillgelegt d.h. nicht zur Produktion von Nahrungsmitteln verwendet werden. Mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (Agenda 2000) wurde der Stilllegeprozentsatz auf zehn Prozent der Ackerflächen festgelegt. Dieser Prozentsatz kann aber entsprechend der Entwicklung auf den (Getreide-) Märkten jährlich von den EU-Agrarministern angepasst werden.

Wird von einem Anteil der Stilllegungsflächen von 10 Prozent der Ackerfläche ausgegangen, so ergibt sich derzeit (2001) für Österreich eine Fläche von etwa 140.000 ha. Da aber die aktuelle Tendenz nicht darauf hinweist, dass die landwirtschaftliche Überproduktion abnimmt, sind vermutlich auch höhere Flächenbereitstellungen möglich. In einschlägigen Studien wird von einem Potenzial von 150.000 bis 300.000 ha ausgegangen, wobei aber auch Aspekte der Fruchtfolge, etc. berücksichtigt werden müssen. Im Folgenden wird von einem Flächenpotenzial von 150.000 ha ausgegangen.

Im Jahr 2000 wurden in Österreich etwa 8.400 ha Bracheflächen mit NAWAROS bebaut, wovon ca. 6.100 ha auf Rapsanbau entfallen. Sieht man vom derzeit quantitativ noch eher unbedeutenden Anbau von Energiepflanzen und Kurzumtriebshackgut ab, so bedeutet das, dass derzeit rund 2.300 ha stofflich genutzt werden. Wenn auch die Erhöhung dieses Betrags ein propagiertes Ziel darstellt, scheinen die Bestrebungen des Ausbaus stofflich verwertbarer NAWAROS weniger ambitioniert als dies bei den energetischen Nutzungsmöglichkeiten der Fall ist.

Aus den Potenzialen für Kurzumtriebswälder und Energiepflanzen lässt sich schließen, dass mit keiner sehr starken Zunahme des Flächenbedarfs für stofflich genutzte NAWAROS gerechnet wird. Für die weitere Abschätzung wurde daher angenommen, dass im Jahr 2010 maximal 10.000 ha für stofflich genutzte NAWAROS Einsatz finden werden. Werden 10.000 ha für stofflichen Einsatz bereitgestellt und etwa 40.000 ha für RME, Rapsöl und eventuell Ethanol, verbleibt ein **Flächenpotenzial zur Bereitstellung fester Biomasse** (Kurzumtriebsholz, etc.) **von 100.000 ha** (Haas 2001). Diese Flächen wären auch für die Produktion von Rohmaterialien für Biogasanlagen nutzbar. Da es bei Kurzumtriebswäldern zu einer Bindung (ca. 5 Jahre) bis zur Ernte kommt, sind sie in der Landwirtschaft allerdings nicht so attraktiv.

---

<sup>27</sup> Nachwachsende Rohstoffe

Zusätzliche Potenziale können in der Landwirtschaft aber auch durch eine Veränderung durch pflanzenbauliche Maßnahmen geschaffen werden. Die oftmals als ethisch bedenklich bezeichnete Nutzung von Getreidepflanzen ist sehr stark mit der unglücklichen Formulierung des „Brotverbrennens“ behaftet. Trotzdem sollte im Sinne einer energieoptimierten Nutzung des Getreides - etwa durch Verschiebung des Verhältnisses vom Kornanteil zum Strohanteil - dieses Potenzial nicht außer acht gelassen werden.

### 3.1.4.5 Künftige Marktentwicklung

Wie sich die Preise von Biomasse-Brennstoffen im Fall einer verstärkten Nutzung in Zukunft tatsächlich entwickeln, ist schwer abzuschätzen. Folgende Aspekte sind dabei zu berücksichtigen:

- Durch eine Mechanisierung der Ernte von Biomasse im Wald ist mit Kostensenkungen im Vergleich zu den derzeitigen Produktionskosten von Waldhackgut zu rechnen (siehe Fallbeispiel Finnland).
- Auch im Fall einer Etablierung von Energiewäldern, die mit rationellen, erprobten Methoden geerntet werden können, ist mit Kostensenkungen zu rechnen.
- Für den Bereich der derzeit billigsten Brennstoffe, der Sägenebenprodukte, sind vor allem zwei Faktoren zu berücksichtigen:
  - Die Produktion von Sägenebenprodukten ist aufgrund der Koppelproduktion stark an den Einschnitt der Sägewerke gebunden. Dieser wiederum ist in hohem Grad von der Baukonjunktur abhängig. Aber auch die Verfügbarkeit billigen Sägerundholzes aus Nachbarstaaten (u.U. vermehrt nach einem Beitritt zur EU) und nach Windwürfen spielt eine nicht unerhebliche Rolle.
  - Neben der energetischen Verwertung für Raumwärme ist die Papierindustrie einer der größten Nachfrager nach Sägenebenprodukten. Ihre Verhandlungsposition ist dabei relativ stark, da eine nur geringe und gleichzeitig potente Anzahl von Papierproduzenten einer großen Anzahl von Sägewerken gegenübersteht. Die Papierproduktion ist wiederum stark von der Konjunktur abhängig.
- Für die Produktion von Pellets ist die Verfügbarkeit billiger Sägenebenprodukte von entscheidender Bedeutung. Im Falle eines weiterhin starken Wachstums des Pellets-Bereichs ist zu erwarten, dass auch verstärkt auf feuchte Sägenebenprodukte, und schließlich auch auf andere, teurere Biomassefraktionen zurückgegriffen werden muss. Das würde eine Erhöhung der Kosten bedingen. Andererseits ist zu erwarten, dass im Fall einer stärkeren Verbreitung die Produktions- und Transportkosten sinken.

Der auf der Preisseite durch eine verstärkte Nachfrage möglicherweise zu erwartende Anstieg bei Biomasse kann einerseits durch Rationalisierungsmaßnahmen bei der Brennstoffaufbereitung entgegen gewirkt werden, andererseits dadurch, dass die Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologie vorrangig dort forciert wird, wo bisher nur Biomassekessel zur Wärmeversorgung installiert sind (Lechner 1998).

Der von Teilen der Industrie befürchtete Preisanstieg bei Sägenebenprodukten kann bei entsprechender Marktsteuerung mit großer Wahrscheinlichkeit vermieden werden und ist jedenfalls keine unabwendbare Konsequenz einer verstärkten energetischen Biomassenutzung.

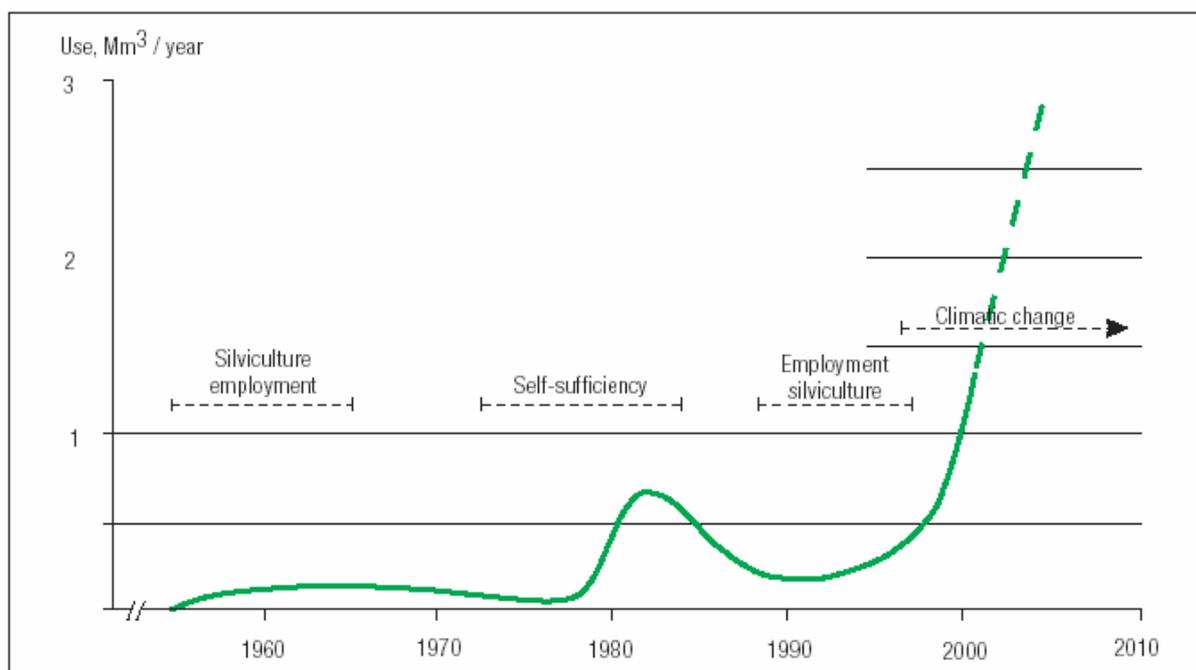
### 3.2 Forcierte Biomassenutzung am Beispiel Finnlands

In Finnland ist die Biomasseverstromung bereits seit Jahren etabliert. Mit dem ambitionierten Ziel des „Wood Energy Technology Programme“ setzte sich die finnische Regierung das Ziel, die energetische Biomassenutzung noch weiter auszubauen und die Qualität der Rohstoffe zu verbessern.

Im Zeitraum 1999 bis 2001 nahm die Biomassenutzung in Finnland um 270.000 m<sup>3</sup> pro Jahr zu. Ab 2002 soll die jährliche Zunahme auf 400 000 m<sup>3</sup> gesteigert werden. Abbildung 3.3 zeigt die Entwicklung des Biomasseverbrauchs in Finnland seit den späten fünfziger Jahren.

Der kritische Faktor bei der Nutzung des Biomassepotenzials der finnischen Wälder für den Betriebe von Biomasseheizwerken (in Kombination mit BHKW) ist gemäß (Hakkila 2003) die Produktion des Rohmaterials.

**Abbildung 3.3:** Verbrauch der Hackschnitzel seit der Mitte der 50er Jahre in Finnland (Quelle: [www.tekes.fi](http://www.tekes.fi))



Die thermische Nutzung der Biomasse belief sich in Finnland 1998 auf ungefähr 500.000 m<sup>3</sup>. Das Ziel des Holzenergieprogramms soll die jährliche Nutzung verfünffachen und

zwar auf bis zu 2,5 Million m<sup>3</sup> bis zum Jahr 2003 (entspricht ungefähr 5 TWh) (Hakkila 2000).

Die Aufmerksamkeit wird dabei sehr stark auf integrierte Produktionssysteme gerichtet. Die Hauptziele der Forschungsprojekte im Rahmen des Holzenergieprogramm sind:

- Integration der Energieproduktion in der Holzindustrie, die mit herkömmlichen forstwirtschaftlichen Methoden arbeitet
- Entwicklung der Planung und Logistik in der Produktion und in der Lagerung der Biomasse
- Entwicklung von Technologien für die Bearbeitung, die Behandlung und die Lagerung, einschließlich der nachgelagerten Betriebe und dem Endnutzer-Service
- Entwicklung von Transportkonzepten über längere Distanzen für Hackschnitzel und Waldreststoffe
- Erhöhung der Bereitschaft, die Produktion durch Waldmaschinen und LKW-Transporte über Dienstleistungsunternehmen abzuwickeln
- Entwicklung von Qualitätskontrollen zur Verbesserung des Heizwertes des Rohmaterials und somit Verbesserung der Zuverlässigkeit der Heizwerke

Zwischenresultate des Programms zeigen folgende Ergebnisse<sup>28</sup>:

- 5 Produktionsketten sind in der Praxis demonstriert worden.
- Obwohl die Produktionskosten in den neunziger Jahren fielen, bleiben diese hohen Kosten weiterhin das größte Hindernis zur verstärkten Nutzung.
- Möglichkeiten für weitere Kosteneinsparungen sind aufgrund der steigenden Nachfrage und der vergrößerten Transportabstände sehr gering.
- Die Wettbewerbsfähigkeit ist mit einem Durchschnittspreis von 9 €/MWh mittlerweile deutlich besser als in den neunziger Jahren (Stand: 2001).
- Die Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet haben stark zugenommen und die Vernetzung der Forschungsinstitute verbesserte sich.

Wie bereits ausgeführt wurde, liegt der Durchschnittspreis für Waldhackgut in Österreich bei etwa 14-25 €/MWh (Nemestothy 2003)<sup>29</sup>. Der Vergleich mit Finnland zeigt, dass auch in Österreich noch erhebliche Kostensenkungspotenziale vorhanden sein sollten.

### 3.3 Ökologische Leitlinien der Verstromung fester Biomasse

Biomasse ist, - so lange keine größere Menge genutzt wird, als der Zuwachs bindet -, ein CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger und trägt damit nicht zum Klimawandel durch den menschengemachten Treibhauseffekt bei. CO<sub>2</sub>-Neutralität heißt, dass bei der Verbrennung von Biomasse die gleiche Menge Kohlendioxid frei gesetzt wird, die zuvor von der Pflanze bei

---

<sup>28</sup> Entnommen aus einer Präsentation auf der Website [akseli.tekes.fi](http://akseli.tekes.fi)

<sup>29</sup> Anzumerken ist, dass die finnischen Verhältnisse aufgrund unterschiedlicher forstlicher Arbeitsmethoden nicht eins zu eins auf Österreich übertragbar sind. Die Einsparungspotenziale bei der Brennstoffbereitstellung sind dennoch enorm.

ihrem Wachstum der Atmosphäre entzogen wurde. CO<sub>2</sub>-Neutralität ist nur dann gegeben, wenn heutige Landbedeckungsmuster als gegeben angesehen werden und sich die Holzernte im Wald nicht wesentlich ändert.

Führt jedoch die Nutzung von Biomasse dazu, dass die Waldfläche schrumpft (was in Österreich nicht der Fall ist), oder dass dem Wald mehr Holz entnommen wird als zuwächst, so können diese Veränderungen durchaus mit klimawirksamen CO<sub>2</sub>-Flüssen verbunden sein. Wenn etwa Wälder abgeholzt oder bisher nicht oder wenig genutzte Wälder einer intensiven forstwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden, so führt dies zu einer Netto-CO<sub>2</sub>-Freisetzung in die Atmosphäre. In Österreich haben wir derzeit die umgekehrte Situation, die Kohlenstoffbestände im Wald wachsen. Dafür gibt es im Wesentlichen zwei Gründe: durch das Wachstum der Waldfläche seit dem Minimalwert, der etwa Anfang des 19. Jahrhunderts erreicht gewesen sein dürfte, sowie auf Grund der Tatsache, dass weniger Holz entnommen wird, als nachwächst (Büchsenmeister et al. 1999, Schieler et al. 1996). Eine Steigerung der Holzernte sowie eine Verringerung des Zuwachses der Waldfläche führt in dieser Situation zwar nicht zu einer Netto-CO<sub>2</sub>-Freisetzung, sehr wohl aber zu einer Verringerung der Senkenfunktion des Waldes für CO<sub>2</sub>.

Trotz des positiven Beitrags zum Klimaschutz müssen bestimmte ökologische Leitlinien der Biomassenutzung berücksichtigt werden. Dazu werden im folgenden die Luftschadstoffemissionen der Biomasse sowohl bei der Verbrennung wie auch beim Transport der Brennstoffe betrachtet. Des weiteren werden die Auswirkungen der Biomassenutzung auf das Waldökosystem dargestellt.<sup>30</sup> Auf die ökologischen Aspekte des Anbaus von Energiepflanzen wird im Rahmen dieser Studie nicht eingegangen.

### 3.3.1 Luftemissionen bei der Verbrennung

Die ökologischen Vorteile der Nutzung der Biomasse dürfen nicht durch die entstehenden Emissionen zunichte gemacht werden.

Schwerpunkt der österreichischen Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen ist der Bereich von Feuerungsanlagen für den kleinen und mittelgroßen Leistungsbereich sowie der Biomasse-Nahwärmenetze. Hier konnten deutliche Fortschritte bei der Reduktion klassischer Emissionen, hinsichtlich der Automatisierung der Anlagenregelungen sowie bezüglich der Optimierung des Teillastverhaltens, der Brennstoffflexibilität und der Wärmerückgewinnung erreicht werden. Besonders hervorzuheben ist die deutliche Steigerung der Wirkungsgrade von Biomassefeuerungen (Greisberger 2000).

Eine Emissionsreduktion bei den Luftschadstoffen kann durch verschiedene Ansätze gewährleistet werden:

- Über die Auswahl der Inputmaterialien kann eine Schadstoffbegrenzung gewährleistet werden.

---

<sup>30</sup> Auf die ökologischen Aspekte des Anbaus von Energiepflanzen wird im Rahmen dieser Studie nicht eingegangen.

- Mit moderner Verbrennungstechnik lassen sich die Emissionen (CO, HC, PAK, PCDD/F, NO<sub>x</sub>) reduzieren.
- Zusätzlich zur Verbrennungstechnik kann eine sekundäre NO<sub>x</sub>-Reduktion erfolgen. Über eine nachgeschaltete Gasreinigung wiederum können Staubemissionen stark reduziert werden.

Grundsätzlich kann hinsichtlich der Emissionsdaten behauptet werden, dass größere Anlagen aufgrund der besseren Anlagenregelung und der effizienteren Rauchgasreinigungseinrichtung günstigere Emissionswerte aufweisen.

### **3.3.2 Emissionen beim Transport der Brennstoffe**

Im Sinne einer dezentralen Nahwärmeversorgung mit BHKW kann die Dezentralität nicht nur hinsichtlich der Verteilung der Wärme verstanden werden, sondern auch in bezug auf die Bereitstellung der Biomasse. Die Biomasse sollte in einem Umkreis von 50 bis max. 70 km zur Verfügung stehen. Bei größeren Anlagen, oder auch bei industrieller Zufeuerung, erweitern sich die Radien naturgemäß aufgrund der geringen Energiedichte der Biomasse. Ein Abtransport per Bahn ab 100 km Einzugsgebiet ist in diesen Fällen nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch kostengünstiger als der LKW-Transport.

Großteils werden bei der Holzbringung und beim Transport zum Biomasseheizwerk Fahrzeuge mit Dieselantrieb verwendet. Die Auflagen hinsichtlich der Emissionen, im speziellen die Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen werden in Zukunft auch seitens der EU strenger geregelt.

### **3.3.3 Waldökosystem**

Die Nutzung der Biomasse von Wäldern hat deutliche Auswirkungen auf die Natur. Hier sollen beispielhaft die Wirkungen auf gefährdete Arten und auf den Nährstoffhaushalt dargestellt werden.

#### **3.3.3.1 Naturschutz**

Biomasse hat eine wichtige Rolle zur Funktion von Ökosystemen. Die von den Pflanzen im Prozess der Photosynthese gebildete Biomasse stellt letztlich den Energieinput für alle heterotrophen Nahrungsketten und Nahrungsnetze dar und sichert somit die Nahrungsbasis wild lebender Organismen.

Naturnahe Wälder weisen einen gewissen Anteil an Totholz auf (Albrecht 1991), als bedeutendes Merkmal der Naturnähe von Wäldern angesehen wird (Grabherr 1998). Im Wald enthaltenes Totholz, liegende oder stehende abgestorbene Bäume, sind die Lebensgrundlage für viele stark gefährdete Arten. Eine Reihe wichtiger faunistischer Zusammenstellungen verdeutlicht die Bedeutung von Totholz als Lebensraum und Strukturelement für

viele gefährdete Arten der Roten Liste, wie z.B. den Hirschkäfer (Scherzinger 1996). Ebenso sind für viele gefährdete Arten auf Waldbestände höheren Alters angewiesen, wie z.B. die höhlenbewohnenden Vogelarten (Spechte, Hohltaube etc.). Daher steht eine intensivere Nutzung der Biomasse in Konflikt mit Naturschutzzielsetzungen.

Erste Arbeiten, die den menschlichen Entzug von Biomasse aus Ökosystemen mit der Artenvielfalt korrelieren, zeigen eine statistisch signifikante Beziehung zwischen produktionsökologischen Indikatoren und der Artenzahl in Ökosystemen Ostösterreichs. Bei der Korrelation von sieben taxonomischen Gruppen (Gefäßpflanzen, Moosen, Laufkäfer, Spinnen, Heuschrecken, Ameisen, Schnecken) mit dem Entzug von Biomasse der gesellschaftlichen Aneignung von Nettoprimärproduktion – HANPP) wurde eine lineare bzw. Optimumkurven-Beziehung nachgewiesen (Haberl 2002). Dies deutet darauf hin, dass es bei hohem Biomasseentzug in Ökosystemen zur Reduktion der Artenzahlen und damit zu einer Abnahme der Biodiversität kommt.

Entscheidend für die Vermeidung von negativen ökologischen Auswirkungen der Biomasse-nutzung ist daher, dass in der forstlichen Planung und forstlichen Raumplanung frühzeitig auf diese Konflikte geachtet wird.

Kurzumtriebswälder (Energiewälder) auf ehemaligen landwirtschaftlichen Flächen können wiederum ungewünschte landschaftsökologische Nebeneffekte haben und es besteht das Risiko, naturschützerisch wertvolle Flächen durch Energiewald zu vernichten. Besonders sensibel ist in diesem Zusammenhang auch die Verwendung fremdländischer Arten, da die ökologischen Auswirkungen schwer abschätzbar sind. Aus Sicht der Ökologie und des Naturschutzes wäre es daher sinnvoll, eher an die in der Vergangenheit stärker verbreiteten Nutzungsformen des Niederwaldes und des Mittelwaldes anzuschließen (Grabherr 1992).

### 3.3.3.2 Nährstoffhaushalt

Die **Nutzung** von Rest- und Durchforstungsholz sollte im Wald nicht in Zielkonflikt mit der Bewahrung ausreichender Nährstoffvorräte im Waldboden kommen. Besonders nährstoffreich sind die Nadeln. Wipfel, kleine Äste, Feinreisig sollten, wenn irgendwie möglich, im Wald verbleiben. Eine vollständige Nutzung der gesamten Biomasse eines Waldstandortes kann zu erheblichen Degradierungserscheinungen und zur Schwächung der Produktionskraft führen, wie dies auch die historische Nutzung der Streuschichte zeigt. Daher ist eine auf standortbezogene Beurteilung des Umfangs der Biomassenutzung erforderlich.

Zu bedenken ist des weiteren, dass zusätzliche Belastungen durch die Restholznutzung, wie Bodenverdichtung durch Fahrzeuge oder Rückeschäden, über die ohnehin erfolgende forstliche Nutzung hinaus vermieden werden sollten.

### 3.3.3.3 Ascherückführung

Eine weitere wesentliche Voraussetzung ist die **Rückführung** der nährstoffreichen **Aschen** nach der Verbrennung in den Wald, da es neben dem CO<sub>2</sub>-Kreislaufes auch darum geht, den Nährstoffkreislauf der Mineralien weitestgehend zu schließen:

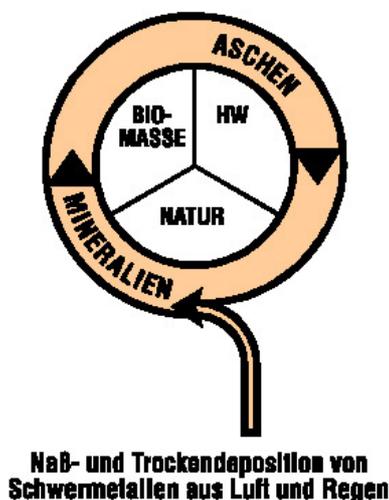
→ Boden/Nährstoff → Wurzel/Pflanze → Verbrennung → Asche → Boden

Dieser Nährstoffkreislauf kann jedoch durch Umweltverschmutzung gestört werden. Die über Luft und Regen eingetragenen Schadstoffe können nach der Verbrennung zum größten Teil in aufkonzentrierter Form in den anfallenden Aschen verbleiben. Der Kreislauf kann nicht mehr geschlossen werden, da es dadurch zu einer Anreicherung von Schwermetallen kommen würde. Es muss daher jedenfalls eine chemische Analyse der Zusammensetzung der Asche vorgenommen werden. Auch eine genaue Beurteilung des Standortes für die Ausbringung ist erforderlich. Will man den Aschekreislauf trotz Schadstoffeintrag erhalten, so muss es eine Schnittstelle geben, über die ein schadstoffreicher Seitenstrom ausgeschleust werden kann. Der Gesamtprozess (siehe Abbildung 3.3) wird dadurch stabilisiert (Oberberger 1997).

Die Ausbringung in den Wald müsste kostenmäßig noch genauer betrachtet werden (Flaig 1998).

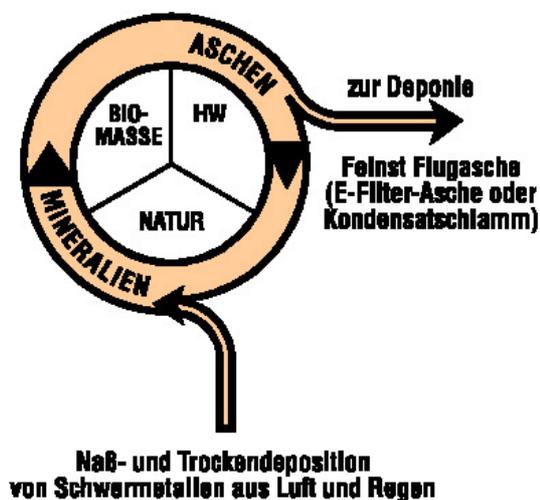
**Abbildung 3.3:** Stabiles und instabiles Kreislaufsystem hinsichtlich einer Rückführung von Aschen aus Biomassefeuerungen auf Böden (Quelle: Obernberger 1997)

**NICHT UMWELTVERTRÄGLICH**  
**INSTABILER KREISLAUF DURCH**  
**SCHADSTOFFANREICHERUNG**



**STÖRUNG**  
**DES NATÜRLICHEN KREISLAUFES**  
**DURCH UMWELTVERSCHMUTZUNG**

**UMWELTVERTRÄGLICH**  
**STABILER KREISLAUF**



**STABILISIERUNG**  
**DURCH ABZUG EINES SCHWERMETALL-**  
**REICHEN SEITENSTROMES**

Grundsätzlich ist dabei anzumerken, dass bei der industriellen Zufeuerung die Asche nicht mehr wie oben erwähnt in den natürlichen Kreislauf rückgeführt werden kann, sondern aufgrund der möglicherweise problematischen Brennstoffzusammensetzung deponiert werden muss.

### 3.3.4 Nachhaltige Energieversorgung

Die Biomasse kann einen wesentlichen Beitrag zur Verwirklichung einer nachhaltigen Energieversorgung leisten. Um die Biomasse energetisch optimal zu nutzen, sollte ein möglichst **hoher Gesamtwirkungsgrad** der Anlage und ein möglichst **hoher Anteil Stromerzeugung** angestrebt werden. Letzteres deswegen, da Elektrizität im Vergleich zu Wärme die exergetisch höherwertigere Energieform darstellt, somit effizienter und universeller einsetzbar ist.

Beide Ziele können gemeinsam über innovative Kraftwärmekopplungssysteme erreicht werden, in denen der Hochtemperaturanteil der Wärme zur Stromproduktion genutzt wird. Da die Stromkennziffern bei Anlagen über 10 MW<sub>th</sub> deutlich höher sind als bei KWK-Anlagen kleinerer Leistung, sollte im Hinblick auf eine Maximierung der Stromerzeugung aus Biomasse dieser Leistungsklasse in der Regel der Vorzug gegeben werden.

Strom und Wärme fallen in einer Biomasse-KWK als Koppelprodukt an. Im Hinblick auf einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad muss eine Biomasse-KWK „wärmebedarfsgeführt“ betrieben werden. D.h., sie sollte nur dann in Betrieb sein, wenn ein entsprechender Wärmebedarf besteht, damit nicht unnötig Wärme als Abwärme verloren geht.

Eine Biomasseverstromung ohne Nutzung der entstehenden Wärme (nicht wärmebedarfsgeführt) ist aus energiewirtschaftlichen und ökologischen Gründen abzulehnen. Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Biomasse ohne Nutzung der Wärme haben lediglich einen sehr geringen Wirkungsgrad (rund 30 %). Wohingegen Biomasse-KWK-Anlagen bei gleichzeitiger Nutzung von Strom und Wärme auf einen hohen Gesamtwirkungsgrad kommen (> 80 Prozent).

Ein **wärmebedarfsgeführter Betrieb** einer KWK führt allerdings meist zu einer geringeren Volllaststundenzahl, was die Anlagenrentabilität senkt. Da es sich dennoch um eine ökologisch wie volkswirtschaftlich wünschenswerte Betriebsweise handelt, müssen entsprechende betriebswirtschaftliche Anreize geschaffen werden, diesen Nachteil auszugleichen. Dies kann entweder durch eine **Abwärmeabgabe** oder durch einen Zuschlag zum Einspeisetarif („**Wirkungsgrad-Zuschlag**“) erfolgen.

Eine nachhaltige Energieversorgung macht eine regionale Zusammenführung von Energieangebot und –nachfrage notwendig. Dies gilt ganz besonders für Standorte von Biomasse-KWKs, an denen folgende Voraussetzungen gegeben sein müssen:

1. Es muss eine entsprechende Wärmeabnahme (Fern- oder Prozesswärme) sichergestellt sein.
2. Um Transportwege für die Anlieferung der Biomasse kurz zu halten, muss in der Region ein entsprechendes Biomasseangebot vorhanden sein.
3. Mittels Bahnanschluss und -transport sollten die Schadstoffemissionen und der Energieaufwand durch den Transport minimiert werden.

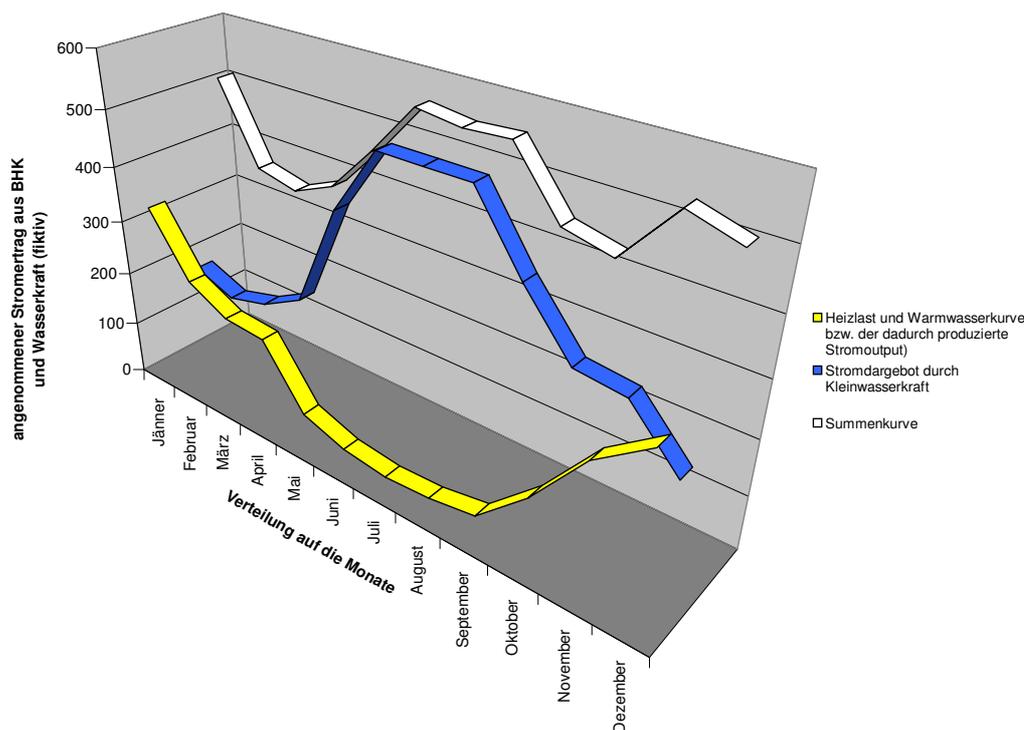
Um den Zugang der Biomasse zum regionalen Wärmemarkt zu erleichtern, sollte eine Anschlusspflicht an Biomassenah- und –fernwärmenetze geschaffen werden. Der Ausbau der Gasversorgung sollte insbesondere in Gebieten, in denen geeignete Standortvoraussetzungen für Biomasse-KWKs gegeben sind, unterbunden werden.

Als zusätzliches Standortkriterium sollte auch der Zustand des Stromnetzes eine Rolle spielen. Es sollten verstärkt in jenen Netzgebieten Anreize zum Bau von Biomasse-KWKs geschaffen werden, in denen die Stromeinspeisung zu einer Netzentlastung und zu einer Senkung des Ausbaubedarfs im Mittel- und Hochspannungsnetz beiträgt. Diese eingesparten Kosten („embedded benefits“) sollte an den Kraftwerksbetreiber in Form von „**Netzentlastungs-Zuschlägen**“ zum Einspeisetarif weitergegeben werden.

Voraussetzung für eine optimale Standortauswahl für Biomasse-KWKs wäre wiederum eine **energiewirtschaftliche Raumplanung**, die entsprechende Vorranggebiete ausweist und Standorte identifiziert.

Wärmebedarfsgeführte Biomasse-KWKs sind eine sinnvolle Ergänzung zur Stromerzeugung aus Wasserkraft. Die Kombination der Stromerzeugung aus Wasserkraft (geringeres Potenzial im Winter) mit der Biomasse-KWK (hoher Wärmebedarf im Winter, daher höhere Stromproduktion) ergibt eine jahreszeitliche „Glättung“ der Stromerzeugung. Die Erzeugung kann damit sehr gut an den Strombedarf angepasst werden, wie auch Abbildung 3.4 zeigt.

**Abbildung 3.4:** Kombination der Stromproduktion aus Biomasse KWK und Wasserkraft



### 3.4 Zusammenfassende Empfehlungen

Das Verstromungspotenzial für Biomasse beträgt in Österreich zumindest etwa 5.500 GWh/a. Durch entsprechende Kostensenkungs- und Rationalisierungsmaßnahmen in der Waldbewirtschaftung sollten zusätzliche kostengünstige Biomassepotenziale erschlossen werden können.

Um die Stromerzeugung aus Biomasse ökologisch und energiewirtschaftlich zu optimieren, sollten folgende Leitlinien berücksichtigt werden.

#### Allgemeine Leitlinien:

- 1) Durch einen wärmebedarfsgeführten Betrieb der Biomasse-KWK sollte der Gesamtwirkungsgrad optimiert werden. (Eine Biomasseverstromung ohne Nutzung der Wärme ist aus energiewirtschaftlichen und ökologischen Gründen abzulehnen.)

- 2) Um einen möglichst hohen Stromerzeugung je Energieinput zu erreichen, sollten Biomasse-KWKs mit mittlerer und großer Leistung ( $> 10 \text{ MW}_{\text{th}}$ , Stromkennziffer  $> 0,3$ ) forciert werden.
- 3) Der Standort für Biomasse-KWKs muss hinsichtlich Wärmenachfrage, regionalem Biomasseangebot und Transportmöglichkeiten (Bahn) optimiert werden. Auch eine Entlastung des Mittel- und Hochspannungsnetzes sollte angestrebt werden.
- 4) Um auch die Konkurrenzsituation am Biomassemarkt mit der stofflichen Verwertung zu entschärfen, sollte es auch bei kleineren, bestehenden Biomassenahwärmenetzen zu einer KWK-Nachrüstung kommen.
- 5) Die Betriebskosten sollten durch eine verstärkte Rationalisierung bei der Brennstoffbereitstellung gesenkt werden.
- 6) Es muss auf die Aufrechterhaltung eines ökologisch optimalen Aschekreislaufes geachtet werden (Deponierung bei Zufeuerung, Rückführungsmöglichkeit bei Kleinanlagen etc.)

### Maßnahmen und Instrumente:

- 1) Einspeisetarife:
  - Basistarif mit tages- und jahreszeitlicher Differenzierung
  - Differenzierung nach Anlagengröße (höhere Tarife für die unteren Leistungsbereiche)
  - Wirkungsgrad-Zuschlag für wärmebedarfsgeführten Betrieb
  - Netzentlastungs-Zuschlag in Netzvorranggebieten zur Abgeltung der „embedded benefits“.
- 2) Abwärmeabgabe für kalorische Kraftwerke
- 3) Ausweisung von Biomasse-Vorranggebieten durch energiewirtschaftliche Raumplanung
- 4) Verbot des Erdgasausbaus in Biomasse-Vorranggebieten.
- 5) Anschlusspflicht an Nahwärmenetze (ähnlich Kanalanschlusspflicht).
- 6) Potenzialerhebung der bestehenden Biomasseheizwerke, um die Machbarkeit der Nachrüstung mit KWK zu prüfen.
- 7) Informationsarbeit und Beratung für Betriebe in der Holzverarbeitenden Industrie und Biomassenahwärmenetzbetreiber.

### 3.5 Literatur

Albrecht 1991: „Die Bedeutung des toten Holzes im Wald“, Hamburg und Berlin, 1991.

E-Control 2002/2: „Ökostromgesetz – Basisdaten und Bewertungen für die Einspeisetarifverordnungen“, Zusammenfassung des BMWA, Wien, Sept. 2002.

Erb 2002: „Der Ökologische Fußabdruck des österreichischen Außenhandels“, IFF Soziale Ökologie, Karlheinz Erb, Fridolin Krausmann, Niels B. Schulz, Wien, 2002.

Flaig 1998: „Biomasse – nachwachsende Rohstoffe: Potenziale – Technik – Kosten“, Holger Flaig, 1998.

Greisberger 2000: „Österreichisches Energieforschungs- und –technologiekonzept 2000, Ein Orientierungsrahmen für die energiebezogene Forschung und Technologie in Österreich“; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, erstellt von: Herbert Greisberger, Andreas Indinger, Wien, 2000.

Grabherr 1992: „Expertengutachten Energiewaldforschung“, Georg Grabherr, Wien, 1992.

Grabherr 1998: „Hemerobie, Österreichischer Waldökosysteme“, Georg Grabherr, Innsbruck 1998.

Haberl 2002/1: „Biomasseinsatz und Landnutzung, Österreich 1995 bis 2020“, Helmut Haberl, Fridolin Krausmann, Karl Heinz Erb, Niels Schulz, Heidi Adensam, Mai 2002.

Haberl 2002/2: „Der Einfluss des Menschen auf die Artenvielfalt. Gesellschaftliche Aneignung von Nettoprimärproduktion als Pressure Indikator für den Verlust von Biodiversität“, Helmut Haberl, Niels B. Schulz, Christoph Plutzer, Karl-Heinz Erb, Fridolin Krausmann, Wolfgang Loibl, Helga Wiesz, Norbert Sauberer, Mai 2002.

Hakkila 2000: „Wood Energy Technology Programme 1999–2003, Economical solutions for the production and use of forest chips“, Pentti Hakkila, Helsinki, 2000.

Hakkila 2003: „VTT Processes Developing technology for large scale production of forest chips, Wood Energy Technology Programme 1999–2003“; Pentti Hakkila, Helsinki, 2003.

Jonas 2001: „Erneuerbare Energie und nachwachsende Rohstoffe“, NÖ Landesakademie, Bereich Umwelt und Energie, Anton Jonas, St. Pölten, 2001.

Lechner 1998: „Potenziale der Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen in Österreich – Zukünftige Ausbaumöglichkeiten und Umsetzungsstrategien“, EVA, Herbert Lechner, Wien, 1998.

Lechner 2002: „Ökostromerzeugung: Wirtschaftlichkeit und effizienter Ausbau“, Vortrag im Rahmen der IIR Tagung: Die neue Ökostrom Regelung, Herbert Lechner, Wien, 2002.

Nemestothy 2003: Kasimir Nemestothy, Energieverwertungsagentur, Wien, mündliche Mitteilung am 10.01.2003.

Neubarth 2000: „Erneuerbare Energie in Österreich“, Jürgen Neubarth, Martin Kaltschmitt (Hrsg.) Wien

NÖ LWK 2001: [www.waldverband-noe.at/index\\_4.html](http://www.waldverband-noe.at/index_4.html), NÖ Landwirtschaftskammer, St. Pölten, 2001

Obernberger 1997: „Aschen aus Biomassefeuerungen – Zusammensetzung und Verwertung“, VDI Bericht 1319, Ingwald Obernberger, Düsseldorf, 1997.

Obernberger 2002: "Description and evaluation of the new 1000kW<sub>el</sub> Organic Rankine Cycle Process integrated in the Biomass CHP plant in Lienz, Austria", Euroheat & Power Volume 10/2002, Ingwald Obernberger, Brüssel, 2002.

Scherzinger 1996: "Naturschutz im Wald, Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung", Wolfgang Scherzinger, Stuttgart, 1996.

Stockinger 1998: "Life Cycle Analysis of District Heating with Biomass", Hermann Stockinger, Ingwald Obernberger, Hermann Stockinger, Graz, 1998.

WIFO 1996: „Energieprognose bis zum Jahr 2010 mit einem disaggregierten Strukturmodell“, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Kurt Kratena, Karin Wagner, Wien, 1996.

WWF 1993: „Biomasse und Klima“, Waltraud Winkler-Rieder, Wien, Februar 1993.

## 4. Biogas

In diesem Kapitel wird auf die Stromerzeugung aus **Biogas** aus dem anaeroben Prozess eingegangen. Der Vergasung und anschließenden Verbrennung von fester Biomasse wird derzeit noch geringe Bedeutung beigemessen. Die bestehenden Projekte sind hinsichtlich ihres Potenzials unbedeutend (Neubarth 2000). Auf eine Darstellung dieser Technologie wird daher im Rahmen dieser Studie verzichtet.

Die Biogas-Verstromung ist nicht nur aus energiepolitischer Sicht von Interesse, sondern kann maßgeblich zur Sicherung von Grundwasserkörpern beitragen. Auf diese Weise können erhebliche Kosten für die Grundwassersanierung vermieden werden. Dieser volkswirtschaftlich bedeutende Effekt ist bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Biogasanlagen jedenfalls zu berücksichtigen.

### 4.1 Situation in Österreich

#### 4.1.1 Bestand

Nach einer Bestandserhebung der E-Control für „Altanlagen“ wurden im Jahr 2002 in 73 Anlagen, die in Summe etwa 4700 kW installierte elektrische Leistung aufwiesen, 45,52 GWh Strom produziert (E-Control 2002).

#### 4.1.2 Ausbaupotenzial

Die in Tabelle 4.1 angeführten Biogas-Potenziale stammen aus einer Studie der Technischen Universität Wien (Haas 2001).

**Tabelle 4.1:** Übersicht der Potenziale für Biogas in Österreich (Quelle: Haas 2001)

Beschreibung	Primär- energie- potenzial (PJ/a)	techn. Potenzial Wärme (PJ/a)	techn. Potenzial Strom (GWh/a)	Quellen
techn. Potenzial	26	-	-	Jungmeier, Padinger 1996
techn. Angebotspotenzial	-	4,8	1.300	Neubarth,
techn. Nachfragepotenzial 1998	-	1,2	1.300	Kaltschmitt 2000
techn. Potenzial	15,8	4,6	1.200	Amon 1997,
Tierhaltung	14,5	4,2	1.100	Haas 2001
kommunale biogene Abf.	0,7	0,2	100	
Küchen- Kantinenabfälle	0,1	0,02	10	
Schlachtnebenprodukte	0,5	0,2	40	
Realisierbares Potenzial bis 2010	-	1,4	600	Haas 2001

Die Annahmen von (Boxberger 1996), der die gesamte Bruttoenergiemenge aus organischen Düngern der Tierhaltung mit 14,9 PJ/a beziffert, stimmen sehr gut mit den Annahmen der obigen Tabelle überein. Auch die Angaben der technischen Potenziale für Wärme und Strom stimmen gut überein. (Boxberger 1996) ermittelte auf Grund des Wirkungsgradverlustes bei den Blockheizkraftwerken (BHKW) und des Prozessenergiebedarfes ein verbleibendes Nettoenergiepotenzial von 9,7 PJ/a (Strom und Wärme). Die in Tabelle 4.1 bei (Amon 1997) unter Tierhaltung angegebene Zahl ergibt in Summe 8,91 PJ/a. Diese setzt sich zusammen aus 4,6 PJ/a Wärme und 4,31 PJ/a (1.100 GWh/a) Strom.

Zusätzlich zu seinem errechneten Potenzial aus organischen Düngern rechnet Boxberger noch mit Potenzialen aus der Klärschlamm- und Abwasseraufbereitung, Rückständen aus Kartoffel- und Maisstärkeindustrie, Schlachtabfälle, Abfälle aus pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen (z.B. Altfett) und Abfällen aus der Genussmittelindustrie in der Höhe von 7,91 PJ/a. In Summe erhält Boxberger somit ein technisches Potenzial von 17,61 PJ/a.

Die elektrische Energie, die aus diesem technischen Potenzial gewonnen werden kann, beträgt rund **1630 GWh/a**<sup>31</sup>. Dabei wurde von einem Verhältnis von Wärme- zu Stromerzeugung von 1 zu 2 ausgegangen. Bei einer durchschnittlich angenommenen installierten Leistung von 130 kW pro Anlage und einer Volllaststundenzahl von 4500h/a, ergibt sich ein Ausbaupotenzial von ca. 2800 Anlagen in Österreich.

Haas schätzt das bis zum Jahr 2010 realisierbare Verstromungspotenzial auf **600 GWh/a** ein. Das wären etwa 1000 Anlagen mit einer Leistung von etwa 130 kW.

<sup>31</sup> 1 PJ = 278 GWh

Zum Biogaspotenzial ist anzumerken, dass sich zur Vergärung tierischer Exkremente aus der Tierhaltung auch wesentlich höhere Annahmen als die in der Studie der TU Wien (Haas 2001) finden. So errechnet etwa das Ökologie-Institut (Geissler et al. 1998) ein theoretisches Biogas-Potenzial aus den Exkrementen der Nutztierhaltung (inklusive Einstreu) von 20,7 PJ/a. Daher ist das oben beschriebene Potential gut abgesichert.

Gerade in den nächsten Jahren kann es aber durch die Veränderungen der Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft (EU-Erweiterung, EU-Agrarreform etc.) zu einem Freiwerden großer Flächen kommen und zu einem hohen Interesse an der Produktion von Rohmaterialien für Biogasanlagen. Eine Abschätzung des damit zusätzlich gegebenen Potenzials ist derzeit aber nicht möglich..

## 4.2 Ökologische Leitlinien der Biogasnutzung

Die ökologischen Aspekte der Biogastechnik sind durchwegs positiv. Die Biogasnutzung leistet Beiträge zum Klima-, Boden-, und Wasserschutz. Die macht den besonderen volkswirtschaftlichen Wert dieser Technologie aus.

### 4.2.1 Klimaschutz

Die energetische Biogasnutzung ist ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz. Bei der konventionellen Lagerung bzw. Aufbringung von Dung auf Feldern entstehen die Treibhausgase Methan und Lachgas, die ungehindert in die Atmosphäre entweichen. Bei der Biogasnutzung kommt es hingegen erst zu einer kontrollierten Vergärung in geschlossenen Behältern. Das Biogas – überwiegend Methan – wird gesammelt und nach Bedarf in einem BHKW verbrannt. Durch den Verbrennungsvorgang entsteht Kohlendioxid, das ein deutlich geringeres Treibhauspotenzial als Methan aufweist. Die ausgegorene Biogasgülle wird zum hochwertigen, bodenfreundlichen Dünger.

- **Methan (CH<sub>4</sub>)**

Bei der Lagerung von Dung kann das Treibhausgas Methan ungehindert in die Atmosphäre entweichen. Eine besondere Bedeutung kommt diesem Treibhausgas deshalb zu, da es aufgrund seiner Molekularstruktur Wärmestrahlung besser absorbieren kann als etwa Kohlendioxid. Der Anteil aus der Landwirtschaft gilt mit 60 Prozent als Hauptverursacher der vom Menschen verursachten Methanemissionen.

- **Lachgas (N<sub>2</sub>O)**

Durch einen biologischen Prozess, die sogenannte Denitrifikation, wird Nitrit (NO<sub>2</sub>) über Ammonium (NH<sub>2</sub>) zu Lachgas (N<sub>2</sub>O Distickstoffoxid) umgewandelt, das in die Atmosphäre entweicht. Im Boden ist der Stickstoff nicht nur für die Lebewesen verloren, sondern trägt auch maßgeblich zum Treibhauseffekt bei.

- **Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)**

Die Energiegewinnung durch Biogas ist CO<sub>2</sub>-neutral, da ja nur soviel CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freigesetzt wird, wie vorher durch die Pflanzen aufgenommen wurde. Zudem kann der Energieverbrauch und somit der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Produktion von Rein-

stickstoff durch den vermehrten Einsatz der Biogasgülle (und dadurch verringerter Kunstdüngereinsatz) reduziert werden.

## **4.2.2 Bodenschutz**

Die wichtigste Grundlage einer funktionierenden Landwirtschaft - aber auch des vorsorgenden Gewässerschutzes - ist die Ressource Boden. Die Düngung mit Biogasgülle wirkt sich sowohl auf die Bodenorganismen, den Boden und in weiterer Folge auf das Wasser positiv aus.

Eine Vielzahl an Bodenlebewesen ist für die Erhaltung einer krümeligen Grundstruktur im Boden zuständig, die den Gas-, Wasser- und Wärmeaustausch gewährleistet. Die organische Bildung der Krümel erfolgt durch Verkittung von Einzelteilen mittels organischer Substanzen, der Lebendverbauung durch Bakterienkolonien, Pilzfäden oder Pflanzenwurzeln sowie durch die Regenwurmtätigkeit.

In der konventionell betriebenen Landwirtschaft besteht durch übermäßigen Einsatz von Mineraldünger die Gefahr einer Bodenversalzung. Ebenso kann durch die Ausbringung von unausgegorener Gülle die Artenvielfalt, aber auch die Menge der Bodenflora und -fauna stark beeinträchtigt werden.

Werden die Lebensbedingungen für die Organismen verändert, verschlechtert sich auch die für den Wasser- und Nährstoffhaushalt wichtige Grundstruktur im Gefüge und es kommt zu einer Degradation des Bodens.

Die im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung erstellte Studie „Auswirkungen von Biogasgülle auf Bodenfauna und Bodeneigenschaften“ (Petz 2000) kam zu dem Ergebnis, dass sich Düngung mit Biogasgülle zumindest auf einige Gruppen von Bodenorganismen und wichtigen Bodeneigenschaften merkbar günstiger auswirkt als konventionelle Gülle und damit ein Beitrag zum Boden- und Gewässerschutz ist. Aber auch nach Erfahrungsberichten von Biogasbauern verbessert sich die Bodenqualität über die Jahre merklich. Folglich kommt es auch zu einer geringeren Belastung des Grund- sowie des Oberflächenwassers.

## **4.2.3 Wasserschutz**

### **4.2.3.1 Grundwasser**

Aufgrund der reduzierten Ätzwirkung der Biogasgülle steigt die Population der Bodenlebewesen, die die Humusbildung fördern. Der Humusaufbau samt Kleintiergängen steigert die saugfähige Oberfläche pro Flächeneinheit und stellt ebenso einen Filter für Schadstoffe im Niederschlagswasser dar.

Der Gehalt an Ammoniumstickstoff ( $\text{NH}_4$ ) bei der Vergärung nimmt zu, dieser wird von den Pflanzen unmittelbar aufgenommen, daher kommt es zu weniger Stickstoff-Auswaschung in den Untergrund, wenn dieser nach Pflanzenbedarf verabreicht wird.

Übermengen an Biogasgülle werden vermehrt von viehlosen Betrieben übernommen, wodurch es zu einer Einschränkung von Handelsdüngern kommt (Duschek 1998).

#### 4.2.3.2 Oberflächenwasser

Die belebte, krümelige Humusschicht sichert den vermehrten Rückhalt des Niederschlagswassers. Es kommt zu einem gebremsten Oberflächenabfluss aufgrund der flächigen Wasserspeicherung. Der spezifische Rückhalt steigt, der Gewässerabfluss wird gleichmäßiger, der Bodenabtrag und der diffuse Nährstoffeintrag in die Gewässer verringert sich (in viehreichen Gebieten bis zu 60 Prozent).

Die Reduktion des organischen Eintrages verbessert die Gewässergüteklasse, wodurch es zu einer geringeren Vorbelastung der Gewässer kommt, was wiederum fachliche Bedenken bei weiterer Behandlung der Einleitung geklärter Abwässer vermindert (Baukostensparnis) (Duschek 1998).

Der verringerte Eintrag von organisch belastetem Schlamm und Erdreich in die Oberflächengewässer trägt zur Erhaltung des Abflussprofils bei (Wegfall von Räumungskosten, Belastung).

Bei einer volkswirtschaftlichen Betrachtung findet im allgemeinen eine Beachtung der oben beschriebenen positiven Auswirkungen der Biogasgülle auf die Bereiche Boden, Wasser und Klima kaum einen Niederschlag. Es sollte daher - auch in Anbetracht der Hochwasserereignisse im Sommer 2002 - zu einer volkswirtschaftlichen Neubewertung der Biogastechnologie im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtungsweise kommen.

#### 4.2.4 Nachhaltige Energieversorgung

Wie bei der festen Biomasse sollte auch bei der Biogas-Verstromung auf einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad geachtet werden. Das macht wiederum eine **wärmebedarfsgeführte Verbrennung** des Biogases im BHKW notwendig.

Um den Gesamtwirkungsgrad zu optimieren, bestehen verschiedene technologische Möglichkeiten:

- Nutzung der Abwärme zu Trocknungszwecken,
- Einspeisung der Wärmeenergie in Fernwärmenetze (in Kombination mit zuschaltbaren Biomassekesseln für die kalte Jahreszeit),
- Absorptionskälte (z.B. für die im Weinbau benötigte Kälte zur kontrollierten Gärführung oder Klimaanlagen),
- Nutzung durch Stirlingmotoren;

- Verstromung des Biogases in Brennstoffzellen;
- Hygienisierung sollte in der Nähe von Biogasanlagen durchgeführt werden, um die Abwärme nutzen zu können (Hygienisierung bei Kompostierbetrieben würde zusätzlichen Energieaufwand bedeuten)

### 4.3 Zusammenfassende Empfehlungen

Das Potenzial zur Stromerzeugung aus Biogas beläuft sich in Österreich bis zum Jahr 2010 auf etwa 600 bis maximal 1.600 GWh/a. Dazu sind Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von in Summe etwa 135 bis 355 MW erforderlich.

Die Umweltauswirkungen der Biogasnutzung sind überaus vorteilhaft. Der forcierte Einsatz und die Förderung der Biogastechnologie sollten nicht nur unter dem Aspekt einer umweltfreundlichen Energieversorgung, sondern auch unter dem Aspekt der Schadensvermeidung (Grundwasserbelastung durch Nitrat, Erosionsgefahr, etc.) gesehen werden.

#### Allgemeine Leitlinien:

- 1) Durch einen wärmebedarfsgeführten Betrieb der Biogas-Anlagen sollte der Gesamtwirkungsgrad optimiert werden.
- 2) Die vermiedenen Sanierungskosten der Grundwasserkörper sollten bei der Förderung der Biogasnutzung berücksichtigt werden.

#### Maßnahmen und Instrumente:

- 1) Einspeisetarife:
  - Basistarif mit tages- und jahreszeitlicher Differenzierung
  - Differenzierung nach Anlagengröße,
  - Netzentlastungs-Zuschlag in Netzvorranggebieten zur Abgeltung der „embedded benefits“
  - Wirkungsgrad-Zuschlag bei wärmebedarfsgeführtem Betrieb
- 2) Investitionsförderungen für Anlagen zur Abwärmenutzung
- 3) Studie zur Bewertung der vermiedenen Sanierungskosten (aktiver Wasserschutz, Erosionsschutz).
- 4) Informationsarbeit und Beratung für landwirtschaftliche Betriebe
- 5) Aufbau eines Logistiksystems zur vermehrten Nutzung von vergärbarem Material
- 6) Entwicklung standardisierter Lösungen für Biogasanlagen und –komponenten zur Senkung der Investitions- und Betriebskosten

### 4.4 Literatur

Boxberger 1996: „Biogas als Beitrag zum Klimaschutz“, in Biogas für Österreich, Josef Boxberger, Wien, 1996.

Duschek 1998: „Grundwasserschonung und Erosionsverminderung durch die Biogastechnik“, in: Arge Biogas: Grundwasserschutz und –sanierung: 5. Biogastagung, Tagungsband, Eisenstadt, Herbert Ducheck, 5. Februar 1998.

E-Control 2002/2: „Ökostromgesetz – Basisdaten und Bewertungen für die Einspeisetarifverordnungen“, Zusammenfassung des BMWA, Wien, Sept. 2002.

Geissler 1998: „Grundlagen für die Erstellung von Biomassebewirtschaftungskonzepten auf der Basis einer Nutzungsoptimierung.“, Wien, 1998.

Moor 2002: „Bedingungen der Marktperformance von landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Ein Vergleich zwischen Österreich und Deutschland“; Institut für Wirtschaft, Politik und Recht, Universität für Bodenkultur Wien, Dieter Moor, Wien, 2002.

Neubarth 2000: „Erneuerbare Energie in Österreich“, Jürgen Neubarth, Martin Kaltschmitt (Hrsg.) Wien, 2000.

Petz 2000: „Auswirkungen von Biogasgülle auf Bodenfauna und Bodeneigenschaften: Eine Freilandstudie an vier Standorten in Oberösterreich“, im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung, Landesrat für Wasserwirtschaft Dr. Achatz, Petz Wolfgang, Hallwang 2000.

## 5. Überlegungen zum weiteren Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich

### 5.1 EU-Zielsetzung

Österreich hat sich im Rahmen der EU-Richtlinie „Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen“ (EU 2001) dazu verpflichtet, seinen Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsstromverbrauch von derzeit etwa 70 Prozent bis zum Jahr 2010 auf 78,1 Prozent zu steigern. Das im Sommer 2002 vom Nationalrat beschlossene Ökostromgesetz (ÖkostromG 2002) setzt diese Richtlinie – so steht es jedenfalls im entsprechenden Gesetz - in nationales Recht um. Das Ökostromgesetz sieht vor, den Anteil der Kleinwasserkraft von derzeit etwa 7 Prozent bis 2008 auf 9 Prozent zu steigern, der Anteil sonstiger Ökostromanlagen (Wind, Biomasse, etc.) soll im gleichen Zeitraum von derzeit 1,5 Prozent auf 4 Prozent gesteigert werden.

Nachfolgend wird für unterschiedliche Szenarien dargestellt, in welchem Umfang die erneuerbaren Energieträger in Österreich tatsächlich ausgebaut werden müssen, um den in der EU-Richtlinie festgelegten Anteil erneuerbarer Energien verlässlich zu erreichen.

Die Tabellen 5.1 und 5.2 bieten einen Überblick über den Umfang der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Österreich und deren Verhältnis zum Stromverbrauch.

**Tabelle 5.1:** Stromerzeugung erneuerbarer Energieträger in TWh<sup>32</sup> (Quelle: Statistik Austria)

	1997	2000
Großwasserkraft (> 10 MW)	33,5	39,0
Kleinwasserkraft (< 10 MW)	3,8	4,3
Wind u. Photovoltaik	-	0,067
Biogene Brennstoffe	0,4	0,4
Sonst. Energieträger (nicht fossil)	1,4	1,6
Summe Erneuerbare	39,1	45,4
Summe Erneuerbare ohne sonst. ET	37,7	43,8

<sup>32</sup> 1 TWh ≙ 1.000 GWh

**Tabelle 5.2:** Anteil der erneuerbaren Energieträger am Stromverbrauch

	1997	2000
a) Bruttoinlandsstromverbrauch (TWh) (Bezugswert gem. EU-Richtlinie)	55,8	60,5
Anteil Erneuerbare	70,1 %	75,0 %
Anteil Erneuerbare ohne sonst. ET	67,5 %	72,4 %

	1997	2000
b) Öffentliche Stromabgabe (TWh) (Bezugswert gem. Ökostromgesetz)	48,4	52,7
Anteil Erneuerbare	80,7	86,1 %
Anteil Erneuerbare ohne sonst. ET	77,8	83,1 %

Bei der Definition des Stromverbrauchs als Bezugswert für die Berechnung des Anteils der Erneuerbaren Energien besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen EU-Richtlinie und Ökostromgesetz. Während die EU-Richtlinie in Art. 2 unter „Stromverbrauch“ den Bruttoinlandsstromverbrauch<sup>33</sup> festlegt, ist im Ökostromgesetz § 4 Abs. 2 der Stromverbrauch als „Stromabgabe aller Netzbetreiber an die an öffentliche Netze angeschlossenen Endkunden“ definiert. Stromverbrauch, der durch Eigenproduktion gedeckt wird, bleibt unberücksichtigt. Die Differenz ist erheblich und beträgt in Österreich mehr als 10.000 GWh/a oder etwa 20 Prozent.

In den weiteren Betrachtungen wird auf den Bruttoinlandsstromverbrauch, also den Bezugswert gem. EU-Richtlinie, abgestellt, da nur dieser Wert für die Erreichung des EU-Zieles von 78,1 Prozent relevant ist.

## 5.2 Entwicklung des Stromverbrauchs

Wie hoch die tatsächlich aus erneuerbaren Energieträgern zu erzeugende Strommenge ist, um das in der EU-Richtlinie festgelegte Ziel von 78,1 Prozent bis 2010 zu erreichen, hängt von der künftigen Höhe des inländischen Stromverbrauchs ab.

In der EU-Richtlinie wurde für Österreich ein zu erwartender Stromverbrauch im Jahr 2010 von 56.100 GWh angegeben. Dieser Wert ist niedriger als der Stromverbrauch im Jahr 2000. Ob dieser Prognosewert tatsächlich realistisch ist, hängt maßgeblich von den technologischen und energiepolitischen Entwicklungen der nächsten Jahre ab. Es müssen jedenfalls wirksame Stromsparprogramme umgesetzt werden, um angesichts des bestehenden Wachstumstrends beim Stromverbrauch eine Stabilisierung auf dem Niveau Ende der 90er Jahre zu erreichen. Die Stromsparpotenziale wären zweifellos vorhanden. Ob sie genutzt

<sup>33</sup> Bruttoinlandsstromverbrauch: Inländische Stromerzeugung, einschließlich Eigenerzeugung, zuzüglich Einfuhren, abzüglich Ausfuhren

werden, ist eine politische Frage. Derzeit sind keine konkreten Maßnahmen in diese Richtung erkennbar.

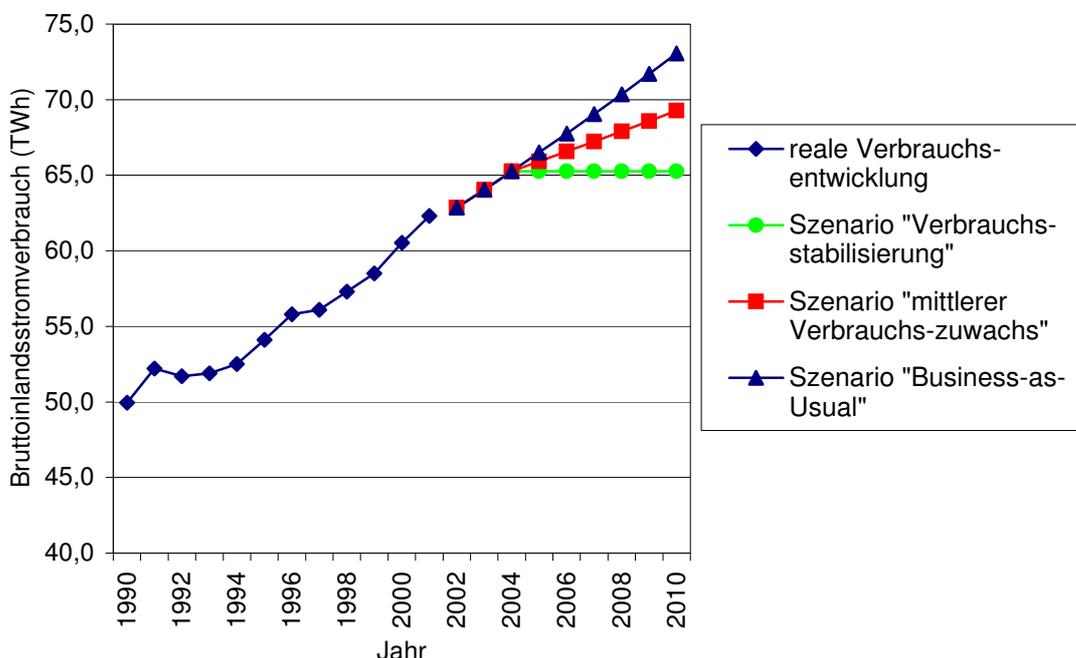
Bei Fortsetzung der Zuwachsraten der letzten Jahre, - worauf derzeit vieles hindeutet -, muss hingegen mit einer deutlichen Steigerung des Stromverbrauchs gerechnet werden. Zwischen 1990 und 2000 wuchs der österreichische Stromverbrauch um jährlich durchschnittlich 1,9 Prozent. Geht man von der gleichen Wachstumsrate bis 2010 aus, so würde sich der Stromverbrauch bis 2010 auf 73.100 GWh/a erhöhen. Ein Wert, der um 30 Prozent über dem Bezugswert der EU-Richtlinie von 56.100 GWh/a liegt.

Eine weitere Unsicherheit bei der Ermittlung des Anteils Erneuerbarer Energieträger ergibt sich aus der notwendigen Abgrenzung der Stromerzeugung aus „Sonstige Energieträger“ (vgl. Tabelle 5.1), die sich im Jahr 2000 auf immerhin 1.642 GWh belief. Gem. § 4 Abs. 2 Ökostromgesetz trägt Stromerzeugung aus Tiermehl, Ablauge, Klärschlamm oder Abfällen, ausgenommen Abfälle mit hohem biogenen Anteil, nicht zur Zielerreichung bei. Die EU-Richtlinie sieht eine Abgrenzung in dieser Form nicht vor, weswegen bei der weiteren Berechnung des Ausbaubedarfs der erneuerbaren Energieträger zur Erreichung des EU-Ziels vorerst auch Strom aus „Sonstigen Energieträgern“ berücksichtigt wird.

In weiterer Folge werden drei Ausbauszenarien für erneuerbare Energien betrachtet, die von unterschiedlichem Stromverbrauchszuwachs bis 2010 ausgehen:

- a) **Szenario „Verbrauchsstabilisierung“**  
Stabilisierung des Stromverbrauchs durch ambitionierte Stromsparprogramme ab 2005
- b) **Szenario „mittlerer Verbrauchszuwachs“**  
Reduzierter jährlicher Stromverbrauchszuwachs von 1 Prozent ab 2005, mäßig ambitionierte Stromsparprogramme
- c) **Szenario „Business-as-usual“**  
Jährlicher Stromverbrauchszuwachs 1,9 Prozent, keine Stromsparprogramme

**Abbildung 5.1:** Bruttoinlandsstromverbrauch: bisherige Verbrauchsentwicklung und Szenarien für künftige Entwicklung



Der Vergleich der Szenarien zeigt, dass der Ausbaubedarf zur Erreichung der EU-Zielsetzung maßgeblich von der weiteren Entwicklung des Stromverbrauchs abhängt.

**Tabelle 5.3:** Ausbaubedarf Erneuerbare zur Erreichung der EU-Zielsetzung von 78,1 Prozent bis 2010

	Stromverbrauch 2010 (TWh)	Aufkommen Erneuerbare 2000 (TWh)	EU-Ziel Erneuerbare 2010 (TWh)	Ausbaubedarf 2000 - 2010 (TWh)
Szenario „Verbrauchsstabilisierung“	65,3	45,6	50,1	4,5
Szenario „mittlerer Verbrauchszuwachs“	69,3	45,6	54,1	8,5
Szenario „Business-as-usual“	73,1	45,6	57,1	11,5

Bei anhaltendem jährlichem Verbrauchszuwachs von 1,9 Prozent steigt der Bruttoinlandsstromverbrauch bis 2010 auf 73.100 GWh. Der Ausbaubedarf erneuerbarer Energieträger steigt damit auf 11.500 GWh/a. Aber auch im Falle ambitionierter Stromsparprogramme ist mit einem Ausbaubedarf von zumindest 4.500 GWh/a zu rechnen.

In der von der E-Control vorgeschlagenen Umsetzung des Ökostromgesetzes wird von einem Ausbaubedarf von insgesamt 1.428 GWh/a bei sonstigen Ökostromanlagen und 1.179 GWh/a bei Kleinwasserkraft ausgegangen, um die im Ökostromgesetz vorgeschriebenen Zielsetzungen zu erfüllen (E-Control 2002). In Summe wäre das ein Ausbau von 2.607 GWh/a bis 2008. Da dabei immer wieder auf die EU-Richtlinie Bezug genommen wird, soll dieser Ausbau offenbar ausreichen, um das für Österreich gültige EU-Ziel zu erreichen. Wie Tabelle 5.3 zeigt, gilt dies jedoch nicht einmal für das Szenario „Verbrauchsstabilisierung“.

### 5.3 Notwendiger Ausbau von Ökostromanlagen zur Erreichung des EU-Ziels

Die Vorgaben des Ökostromgesetzes werden somit nicht ausreichen, um das EU-Ziel von 78,1 Prozent Erneuerbare bis 2010 zu erreichen. Es Bedarf entweder eines ergänzenden, äußerst ambitionierten Energiespargesetzes samt Aktionsplan, um den inländischen Stromverbrauch auf den Wert des Jahres 1999 abzusenken oder die Ausbauziele für Erneuerbare Energieträger müssen deutlich erhöht werden.

Unter der Annahme, dass ein weiterer Ausbau der Wasserkraft über das im Ökostromgesetz festgelegte Ausmaß von 1.179 GWh/a aus Naturschutzgründen nicht mehr in Frage kommt, muss der weitere Ausbau der Erneuerbaren Energieträger durch Ökostromanlagen erfolgen.

In Tabelle 5.4 wird der Ausbaubedarf für Ökostromanlagen dargestellt, um das EU-Ziel von 78,1 Prozent Erneuerbare bis 2010 zu erreichen.

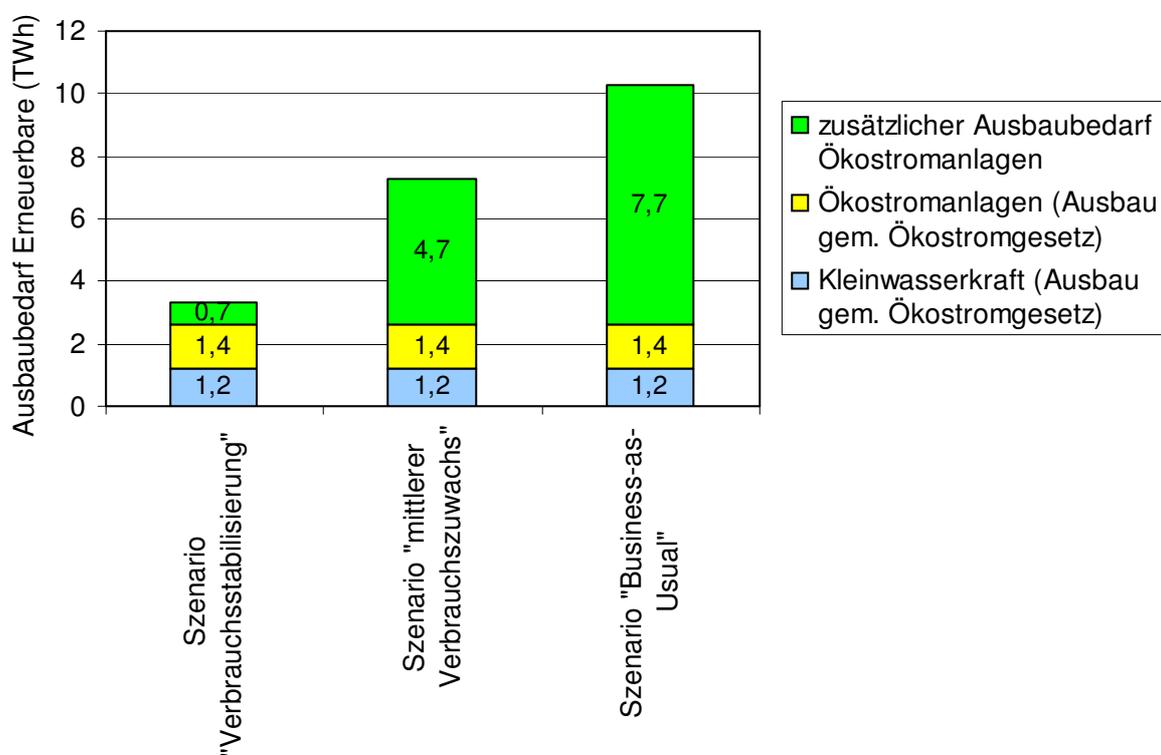
**Tabelle 5.4:** Anteil Ökostromanlagen im Verhältnis zum Stromverbrauch zur Erreichung der EU-Zielsetzung von 78,1 Prozent bis 2010

	Zusätzl. Ausbaubedarf Erneuerbare 2000 bis 2010 (TWh)	Zusätzl. Ausbaubedarf Ökostrom 2000 bis 2010 (TWh) (abzgl. Ausbau Kleinwasserkraft)	Ausbaustand Ökostrom 2000 (TWh)	Stromverbrauch (öffentl. Stromabgabe) 2010 (TWh) <sup>34</sup>	Verhältnis Ökostrom zu öffentl. Stromabgabe 2010
Szenario „Verbrauchsstabilisierung“	4,5	3,3	0,5	56,8	6,7 %
Szenario „mittlerer Verbrauchszuwachs“	8,5	7,3	0,5	60,3	12,9 %
Szenario „Business-as-usual“	11,5	10,3	0,5	63,6	17,0 %

<sup>34</sup> Annahme: 87 % des Bruttoinlandsstromverbrauchs

Zwischen 2000 und 2002 hat sich die Jahresproduktion in Ökostromanlagen um rund 200 GWh erhöht und belief sich im Jahr 2002 auf knapp über 700 GWh. Je nach Stromverbrauchswachstum ergibt sich damit ein verbleibender Ausbaubedarf für Ökostromanlagen bis 2010 von 3.100 GWh/a, 7.100 GWh/a bzw. 10.100 GWh/a. Die Zielsetzung im Ökostromgesetz muss von derzeit 4 Prozent - je nach Verbrauchsszenario - auf 6,7 Prozent, 12,9 Prozent bzw. 17 Prozent angehoben werden. Die derzeitige Zielsetzung des Ökostromgesetzes von 4 Prozent reicht nur dann aus, das EU-Ziel zu erreichen, wenn es gelingt, den Stromverbrauch im Jahr 2010 auf den Wert des Jahres 1999 abzusinken.

**Abbildung 5.2:** Ausbaubedarf Erneuerbare Energieträger zur Erreichung der EU-Zielsetzung



#### 5.4 Mögliche Entwicklungsperspektiven für Ökostrom in Österreich

Es wird nun der Frage nachgegangen, ob die Erreichung des EU-Ziels von 78,1 Prozent Anteil Erneuerbare bis 2010 durch den Ausbau der Ökostromanlagen auch im Falle eines ungebremsten Stromverbrauchszuwachses (Szenario „Business-as-Usual“) realistisch ist. Dazu wird auf die Potenzialabschätzungen für Kleinwasserkraft, Windkraft, feste Biomasse und Biogas in den vorangegangenen Kapiteln zurückgegriffen.

**Tabelle 5.5:** Potenzialabschätzung Erneuerbare Energieträger zur Stromerzeugung

Energieträger	Elektr. Leistung (MW)	Potenzial (GWh/a)	Verhältnis Bruttoinlandsstromverbrauch 2001 (%) <sup>35</sup>
Revitalisierung Kleinwasserkraft	125	900 <sup>36</sup>	1,4
Neubau Kleinwasserkraft	-	- <sup>37</sup>	-
Windkraft	2.000 bis 5.000	5.000 bis 10.000	8,0 bis 16,0
Feste Biomasse	1.300 bis 1.600	4.500 bis 5.500	7,2 bis 8,8
Biogas	135 bis 355	600 bis 1.600	1,0 bis 2,6
<b>Summe</b>	<b>3.560 bis 7.080</b>	<b>11.000 bis 18.000</b>	<b>17,6 bis 28,8</b>

Das realisierbare Ökostrom-Potenzial beläuft sich in Österreich auf zumindest etwa 11.000 bis 18.000 GWh/a<sup>38</sup>. Im Verhältnis zum Bruttoinlandsstromverbrauch des Jahres 2001 sind das 17,6 bis 28,8 Prozent. Die Erreichung des EU-Ziels von 78,1 Prozent Erneuerbare ist damit auch bei fortgesetztem Stromverbrauchszuwachs durch einen forcierten Ausbau der Ökostromanlagen möglich. Dies sollte jedoch nicht als Gegenargument zur Umsetzung eines ambitionierten Stromsparprogramms missverstanden werden. Stattdessen sollte es vielmehr Ziel der österreichischen Energiepolitik sein, sowohl den Ausbau von Ökostromanlagen wie auch die Umsetzung eines wirkungsvollen Energiesparprogramms voran zu treiben. Wenn es innerhalb der nächsten zehn bis 15 Jahre gelingt, den Bruttoinlandsstromverbrauch auf etwa 60.000 GWh/a (Verbrauchswert 1999) einzufrieren und gleichzeitig die jährliche Ökostromerzeugung um etwa 16.000 GWh zu steigern, so könnte damit eine hundertprozentige Deckung des Bruttoinlandsstromverbrauchs durch erneuerbare Energieträger erreicht werden.

<sup>35</sup> Bruttoinlandsstromverbrauch 2001: 62.341 GWh

<sup>36</sup> Bei der Erneuerung eines KWKW kommt es nicht nur zu einer Leistungserhöhung sondern auch zu einer höheren Volllaststundenzahl der ursprünglich bereits vorhandenen Engpassleistung.

<sup>37</sup> keine Potenzialabschätzungen auf Basis transparenter wirtschaftlicher und ökologischer Kriterien verfügbar

<sup>38</sup> Auf die Potenziale im Bereich der Photovoltaik wurde im Rahmen dieser Studie nicht eingegangen. Potenzialeinschränkungen ergeben sich hier in der Praxis nur aufgrund des nach wie vor erheblichen Förderungsbedarfs. Dennoch darf der Anschluss an diese Schlüsseltechnologie auch in Österreich nicht verloren gehen.

## 5.5 Bedeutung der erneuerbaren Energien im Hinblick auf eine nachhaltige und klimaschonende Energiepolitik in Österreich

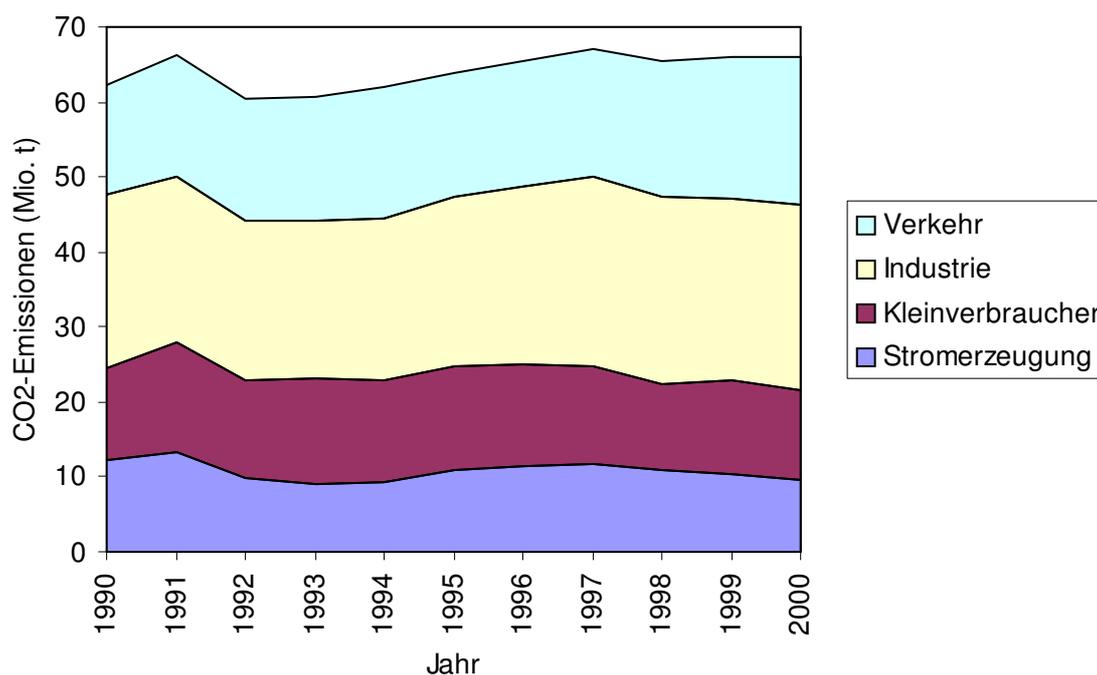
Der Einsatz fossiler Energieträger zur Stromerzeugung hat auch in Österreich einen maßgeblichen Anteil an den anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Jahr 2000 beliefen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung auf 9,71 Mio. Tonnen, das entspricht einem Anteil von knapp 15 Prozent.

Die Höhe der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung unterliegt witterungsbedingt sehr starken Schwankungen. In Jahren mit geringem Niederschlag und schlechter Wasserdarbietung müssen verstärkt Wärmekraftwerke eingesetzt werden, um die verringerte Stromproduktion der Wasserkraftwerke auszugleichen.

Abbildung 5.3 zeigt die Entwicklung der österreichischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgeschlüsselt nach Sektoren.

### Abbildung 5.3: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich

(Quelle: Umweltbundesamt 2002)



Die Substitution der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern durch Ökostrom kann erheblicher zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bzw. zur Erreichung des Kyoto-Ziels beitragen. Schwer abschätzbar ist allerdings, in welchem Verhältnis eine gesteigerte Ökostromproduktion zu einer Reduktion der inländischen Stromerzeugung, zu verringerten Stromimporten oder zu vermehrten Stromexporten führt.

Das theoretisch größtmögliche CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial beträgt jedenfalls rund 10 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Dazu müssten etwa 16.000 GWh/a fossil erzeugter Strom durch Ökostrom substituiert werden. Im Hinblick auf das Kyoto-Ziel scheint es realistisch, durch die zusätzliche Erzeugung von etwa 12.000 GWh/a Ökostrom bis 2010 die inländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung um etwa 2 bis 4 Mio. Tonnen zu senken. Ein ungebremsster Stromverbrauchsanstieg würde jedoch diesen Reduktionseffekt wieder zunichte machen, da dann die gesteigerte Ökostromproduktion nur zur (teilweisen) Abdeckung des Strommehrbedarfs reichen würde.

### 5.6 Handlungsbedarf zur Unterstützung einer positiven Entwicklung des Ökostrommarktes

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist ein entscheidender Beitrag zur Verwirklichung eines nachhaltigen Wirtschafts- und Energiesystems. Im Sinne des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung kommt dabei der ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimension (kostengünstige Energie etc.) gleichrangige Bedeutung zu. Dies gilt auch für die Entwicklung des Ökostrommarktes.

Um die ökologische, ökonomische und soziale Dimension gleichgewichtig zu berücksichtigen und insgesamt die Chancen einer forcierten Marktentwicklung für Österreich optimal zu nutzen, müssen einseitige Optimierungsstrategien (etwa in Form einer ausschließlichen Minimierung der öffentlichen Anreizfinanzierung) tunlichst vermieden werden.

Es sollten jedenfalls folgende Aspekte der Nachhaltigkeitsdimensionen berücksichtigt werden:

**Tabelle 5.6:** Aspekte der ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimension der nachhaltigen Entwicklung

	Aspekte
Ökologische Dimension	Klimaschutz Luftqualität Arten- und Naturschutz Ressourcenschonung
Ökonomische Dimension	Wertschöpfung Standortsicherung Forschungs- u. Technologiepolitik Exportchancen Regionalwirtschaft
Soziale Dimension	Energiekosten Lebensqualität Arbeitsmarkt Landschaftsästhetik

In den vorangegangenen Kapiteln wurde ausführlich auf die ökologischen Aspekte der Ökostromanlagen eingegangen. Neben ihrer sozialen Dimension ist für eine Optimierungsstrategie aber auch die ökonomische Dimension entscheidend. Hier kommt vor allem der Schaffung eines stabilen Heimmarktes für technologieintensive, exportorientierte Unternehmen große Bedeutung zu. Eine Orientierung an den Zielen der heimischen Technologiepolitik, wie sie für den Energiebereich im „Österreichischen Energieforschungs- und Technologiekonzept 2000“ (Greisberger 2000) festgelegt sind, ist naheliegend und wünschenswert.

Nachfolgend die wichtigsten Voraussetzungen zur positiven Entwicklung des österreichischen Ökostrommarktes:

**a) Politischer und öffentlicher Konsens:**

Der Ausbau von Ökostrom sollte nach Möglichkeit über alle Parteien und sozialen Gruppen hinweg durch einen breiten gesellschaftlichen Konsens abgesichert werden. Es sollte die Vision des „Ökostromlands Österreich“ etabliert werden.

**b) Optimierter Energieträgermix:**

Der Energieträgermix sollte entsprechend den verschiedenen Aspekten und Dimensionen der Nachhaltigkeit optimiert werden. Aus Steuerungsinstrument bietet sich eine entsprechende Gestaltung der Förderungsbedingungen an.

**c) Kontinuität des Heimmarktes:**

Für einen erfolgreichen Technologieaufbau in der Wirtschaft ist ein stabiler und kontinuierlicher Heimmarkt von großer Bedeutung. Unsichere und sich laufend verändernde Marktbedingungen reduzieren die Investitionsbereitschaft.

**d) Abbau von Markthemmnissen:**

Der Zugang zum Ökostrommarkt sollte nicht nur für etablierte Elektrizitätsversorgungsunternehmen, sondern auch für Spezial- und Kleinanbieter - wie etwa die Ökostrom AG - problemlos möglich sein. Bestehende Markthemmnisse, wie sie beispielsweise auch noch im Ökostromgesetz enthalten sind<sup>39</sup>, müssen beseitigt werden.

**e) Wirtschaftlichkeit:**

Die betriebswirtschaftliche Attraktivität von Anlageninvestitionen muss durch ein entsprechendes Niveau bei den Einspeisetarifen und durch sonstige finanzielle Rahmenbedingungen abgesichert sein. Auch für Ökostromverbraucher sollten wirtschaftliche Anreize – etwa die Befreiung von Ökostrom von der Elektrizitätsabgabe – geschaffen werden.

Sollte es gelingen, diese Rahmenbedingungen zu schaffen, so ist die Erreichung des EU-Ziels von 78,1 Prozent Anteil Erneuerbare bis 2010 jedenfalls möglich.

---

<sup>39</sup> Etwa durch die fehlende Möglichkeit privatwirtschaftliche Ökobilanzgruppen einzurichten.

## 5.7 Literatur

E-Control 2002/2: „Ökostromgesetz – Basisdaten und Bewertungen für die Einspeise-Tarifverordnungen“, Zusammenfassung des BMWA, Wien, Sept. 2002

EU 2001: Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt, Brüssel, 27. September 2001.

Greisberger 2000: „Österreichisches Energieforschungs- und –technologiekonzept 2000, Ein Orientierungsrahmen für die energiebezogene Forschung und Technologie in Österreich“; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, erstellt von: Herbert Greisberger, Andreas Indinger, Wien, 2000.

ÖkostromG 2002: „Ökostromgesetz“, BGBl 149/2002, 23. August 2002

Statistik Austria: „Erzeugungsstruktur in Österreich: Schwerpunkt Erneuerbare Energieträger“, Wien, 2002.

Umweltbundesamt 2002: „Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980 – 2000“, Wien, 2002.