

Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 18 (1926)

Heft: 7

Artikel: Wirtschaftliche Betrachtungen über Abfallenergieverwertung, insbesondere hydraulische Hochdruckspeicherung [Fortsetzung]

Autor: Mann, Victor

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920430>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

von Kraftwerk zu Kraftwerk.“ Aber auch Direktor Trüb ist der Ansicht, daß eine selbständige Organisation für dieses schweizerische Sammel- und Verteilungsnetz zu schaffen sei; er sucht die Lösung der Aufgabe in der Stärkung der beiden heute schon bestehenden Gesellschaften SK und EOS (Energie l'Ouest Suisse); sie sollen mit finanzieller Hilfe des Bundes ausgebaut werden und die Lösung der gestellten Aufgabe für die ganze Schweiz übernehmen. Der Vorschlag ist in einer spätern Nummer der Bauzeitung (Nr. 19) von Max Léo Keller kritisiert worden. Mit einer solchen losen, von den Großkraftwerken zu sehr abhängigen Organisation werde der Zweck niemals erreicht werden; notwendig sei eine einzige, starke, zielbewußte Führung. Ohne gesetzliche Grundlage, die dem Bund erlaube, wo nötig tief in die innern Verhältnisse der Werke einzugreifen, sei es nicht möglich, diese zu einer positiven Zusammenarbeit zu verhalten. Man wird dieser Kritik nach den bisherigen Erfahrungen nicht alle Berechtigung absprechen können. Man darf ja nicht vergessen, daß die Kraftwerke Geschäftsunternehmungen sind, denen man die besondere Pflege des Altruismus, der Gemeinschaftsinteressen nicht in erster Linie zumuten kann. Aber es gibt noch einen Mittelweg, der nicht in so gefährliche Nähe der Verstaatlichung führt wie der Kellersche Gedanke; es ließe sich prüfen, ob nicht der Bund durch Gesetz ein Unternehmen nach dem Vorbilde der Nationalbank schaffen sollte, an dem er sich beteiligt, aber auch Werke, Kantone und Gemeinden, und das gewisse notwendige Kompetenzen, ähnlich wie sie die Nationalbank in unserm Geldumlauf hat, für die Uebernahme und Verteilung elektrischer Energie erhalte. Die Werke wären in ihrem Gebiete frei, müßten aber ein bestimmtes Minimum von Kraft, das alljährlich festzusetzen wäre, zu einem für beide Teile annehmbaren Preise der zentralen Organisation zur Verfügung stellen, damit diese unter allen Umständen über ein gewisses Maß von Energie verfügen könnte; sie ihrerseits würde sich verpflichten, den Werken ihre überschüssige Kraft abzunehmen, bekäme aber dafür das Exportmonopol. Das letztere scheint mir unvermeidlich zu sein, soll den heutigen zerfahrenen Zuständen auf diesem Gebiete, die immer wieder die Kritik herausfordern, ein Ende gemacht werden. Hätten wir in den zuständigen eidgenössischen Behörden mehr Leute, die weit-sichtig und energisch das so wichtige Problem von der volkswirtschaftlichen statt immer nur von der technischen und kontrollpolizeilichen Seite anpackten, so wären diese oder ähnliche Vorschläge schon längst geprüft, und wir ständen der Lösung näher, als wir heute trotz der vielen Kommissionen es sind. Auch das Verhältnis zu den Bundesbahnen könnte besser abgeklärt sein. Damit, daß man

sich, wie es gegenwärtig geschieht, über die Kompetenzen der verschiedenen Kommissionen streitet, ist der Sache nicht geholfen.

Man hat auch davon gesprochen, den Inlandausgleich durch Gruppenorganisationen, regional, zu erwirken. Damit wäre wenig erreicht. Diese Gruppenorganisation ist gut für den Kraftwerkbau, die Sammlung und Verteilung überschüssiger Kraft aber muß einheitlich für das ganze Land geschehen, schon mit Rücksicht auf die Notwendigkeit, in das Exportwesen Ordnung und Einheitlichkeit zu bringen. Ohne den Export ist ja der Ausgleich und die Verwendung überschüssiger Kraft nicht möglich; soll man ihn den Gruppen überlassen? Dann haben wir unter ihnen wieder denselben anarchischen Wettbewerb, dieselbe Unterbietung, wie wir sie unter den einzelnen Werken heute sehen.

In unserer Energieversorgung werden noch andere Probleme zu lösen sein; die allmähliche Aus-gleichung der Tarife, die Vereinheitlichung der Spannungen, die Ausschaltung eines allzu üppig wuchernden Zwischenhandels, die Förderung des Absatzes elektrischer Apparate etc. Das alles sind Fragen, die bereits Gegenstand des eifrigen Studiums der Werkorganisationen und des Konsumentenverbandes sind. Hier ist ein staatliches Eingreifen nicht notwendig; die Werke haben selbst das größte Interesse daran, daß diese Aufgaben so gelöst werden, daß eine Erleichterung der Verwendung von Elektrizität und eine Verbilligung der Strompreise herauskommen. In dieser Beziehung können wir auf die Initiative der Produzenten und Konsumenten abstellen. Das Ziel ist dasselbe, das wir auch mit der Planmäßigkeit des Werkbaues und mit den Bestrebungen für eine richtige Organisation des Energieausgleiches und des Exportes verfolgen: eine möglichst vollständige aber rationelle Ausnützung unserer Wasserkräfte, durch zweckmäßigen Bau und gute Verteilung und die möglichst vollkommene und möglichst billige Versorgung des ganzen Landes mit elektrischer Energie, unter Aufrechterhaltung der Unabhängigkeit und Selbständigkeit nach außen. Das Ziel wird erreicht werden, wenn wir den Mut und die Kraft finden, widerstrebende Sonderinteressen in ihre Schranken zu weisen und den guten Willen, der sicherlich auf allen Seiten zu finden ist, zusammenzufassen zur Arbeit im Dienste der nationalen Wohlfahrt.

Wirtschaftliche Betrachtungen über Abfallenergieerwertung, insbesondere hydraulische Hochdruckspeicherung.

Von Dr.-Ing. Victor Mann, Konstanz.

(Fortsetzung.)

Im Gegensatz zur elektrothermischen Nutzung und Speicherung von Abfallenergie, die unmittel-

bar und deshalb nur mit geringen Verlusten (Abkühlungs- und Kondensationsverlusten bei Transport der gespeicherten Energie bzw. längerer Dauer der Speicherung) verbunden ist, bedeutet die hydraulische Pumpspeicherung eine mittelbare und deshalb mit Umwandlungsverlusten verbundene Speicherform. Diese Energieumformungsverluste bedingen einen grösseren Energieaufwand für die Speicherung, als die Abgabe von Energie aus dem Speicher beträgt. Eine hydraulische Hochdruckspeicheranlage besteht gewöhnlich aus einer primären Anlage, in welcher mit der Abfallenergie als unmittelbarer mechanischer oder mittelbarer elektrischer Kraftquelle Wasser in ein hoch gelegenes Speicherbecken gepumpt wird, und einer sekundären Anlage, in welcher das durch Hochpumpen gespeicherte Wasser mittels Wasserturbinen wieder in mechanische und dann meist in elektrische Energie umgesetzt wird. Die primäre und die sekundäre Anlage können an einer und derselben Stelle, z. T. event. in derselben Maschine vereinigt sein, sie können aber ebenso gut völlig von einander getrennt liegen. Beide Fälle bieten gewisse technische und wirtschaftliche Möglichkeiten, Vorteile und Nachteile.

Bezeichnen:

- Q_p die Pumpwassermenge in cbm/sec.,
 H_p die geodätische Förderhöhe der Pumpanlage in m,
 $\gamma = 1000$ kg/cbm das spezifische Gewicht des Wassers,
 η_t den Wirkungsgrad der Energiezuleitung (elektrische Fernleitung, Vorgelege),
 η_{th} bzw. η_{tn} den Wirkungsgrad der zugehörigen hoch- bzw. niederspannungsseitigen Stromtransformierung,
 η_m den Wirkungsgrad des Pumpmotors,
 η_p den Wirkungsgrad der Speicherpumpe,
 η_{rI} den Wirkungsgrad der Druckrohrleitung im primären Betrieb,
 T_I die tägliche Speicherpumpzeit in Stunden (primäre Betriebszeit),
 ferner:
 $T_{II} = 24 - T_I$ die sekundäre tägliche Betriebszeit (der Sekundäranlage, des Wasserturbinenkraftwerks),
 η_{rII} den Wirkungsgrad der Druckrohrleitung bei Turbinenbetrieb,
 η_T den Wirkungsgrad der Turbine,
 η_g den Wirkungsgrad des Generators,
 η_{trn} den Wirkungsgrad der niederspannungsseitigen Stromtransformierung,
 H_{II} das der Turbine zur Verfügung stehende Rohgefälle,
 so erhält man als für die Speicherung pro Tag aufzuwendende Arbeit in kWh

$$A_I = 0,736 \cdot \frac{\gamma \cdot Q_p \cdot (H_p : \eta_{rI}) \cdot T_I}{75 \cdot \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_{tn} \cdot \eta_{th} \cdot \eta_t}$$

und als aus der Speicherung pro Tag zu gewinnende Arbeit am Schaltbrett der Sekundäranlage hochspannungsseitig in kWh

$$A_{II} = 0,736 \cdot \frac{\gamma \cdot Q_p \cdot (T_I : T_{II}) \cdot H_{II} \cdot \eta_{rII} \cdot T_{II} \cdot \eta_r \cdot \eta_g \cdot \eta_{trn}}{75}$$

woraus als Gesamtwirkungsgrad der hydraulischen Pumpspeicherung folgt:

$$\eta = \frac{A_{II}}{A_I} \\ = (H_{II} : H_p) \cdot (\eta_{rII} \cdot \eta_T \cdot \eta_g \cdot \eta_{trn}) \cdot (\eta_{rI} \cdot \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_{tn} \cdot \eta_{th} \cdot \eta_t) \\ \text{oder beispielsweise mit mittleren Werten für eine mittlere Anlage} \\ \eta = (H_{II} : H_p) \cdot (0,98 \cdot 0,8 \cdot 0,92 \cdot 0,95) \cdot (0,75 \cdot 0,75 \cdot 0,92 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,95) \\ = 0,395 \cdot (H_{II} : H_p)$$

Der Gesamtwirkungsgrad der hydraulischen Pumpspeicherung ergibt sich also als Produkt der Einzelwirkungsgrade der mit einander verketteten Anlageelemente, sowie des Verhältnisses des sekundären Turbinenrohgefälles zu der geodätischen Pumpförderhöhe. In diesem letzten Quotienten ist ein Mittel gegeben, den Wirkungsgrad der Pumpspeicherung wesentlich zu verbessern, (in vorliegendem Beispiel kann mit $H_{II} : H_p \geq 2,54$ der Gesamtwirkungsgrad $\eta \geq 1$ werden), indem man die Pumpanlage von dem sekundären Kraftwerk trennt. Mit dieser theoretisch gegebenen Möglichkeit ist man allerdings in hohem Grade von den gegebenen natürlichen Verhältnissen abhängig, doch lässt sich besagte Trennung von Pump- und Kraftwerk gelegentlich durchführen, indem man entweder die Pumpanlage zwischen Kraftwerk und Wasserfassung für dieses (Wehr, Wasserschloss) anlegt und für Lieferung des Pumpspeicherwassers das unterhalb des Wehrs des Kraftwerkes gelegene Einzugsgebiet heranzieht, oder indem man die Pumpspeicheranlage in benachbarte Einzugsgebiete verlegt. In diesem Falle ist allerdings eine besondere Druckrohrleitung und event. ein besonderer Rohrstollen zur Förderung des Pumpspeicherwassers erforderlich, doch kann die Ersparnis an Pumparbeit durch Verminderung der manometrischen Förderhöhe so erheblich sein, (dies trifft umso mehr zu, je höher der für die Abfallenergie zu entrichtende Preis ist), dass deren kapitalisierter Betrag die Anlagekosten für die besondere Druckrohrleitung und für den Stollen — falls man nicht vorzieht, die Wasserscheide der benachbarten Einzugsgebiete der Pumpanlage und des Wasserkraftwerks durch die Druckrohrleitung allein (ohne Zuhilfenahme eines Stollens) zu überwinden — mehr als aufwiegt, ja ein Vielfaches derselben ausmacht. Es kann dabei rechnerisch ermittelt werden, ob letztere Anordnung

oder die mit Stollen (der in diesem Falle im Allgemeinen als Rohrstollen auszubilden wäre) wirtschaftlich günstiger ist bzw. bei welcher Höhenlage des Stollens die Betriebskosten ein Minimum werden. Es ist nicht zu vergessen, dass bei Verminderung der Druckhöhe bei der unveränderten Pumpwassermenge auch die Anlagekosten des Pumpwerks (Maschinen) geringer ausfallen.

Nach dieser Darstellungsweise reiht sich die hydraulische Pumpspeicherung in ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung folgendermassen in die Wasserkraftnutzung verschiedener Einzugsgebiete ein:

1. Nutzung des natürlichen Abflusses eines bestimmten Einzugsgebietes;
2. Vergrösserung des natürlichen Einzugsgebietes des Wasserkraftwerkes durch in Nachbar-einzugsgebiete hinüberreichende Hanggräben unter Ausnutzung des natürlichen Gefälles zum Wassertransport;
3. Hinzunahme von Pumpspeicherung mit gegenüber dem Gefälle des Wasserkraftwerkes verminderter Pumpförderhöhe
 - a) unter Benutzung der Druckrohrleitung des Wasserkraftwerkes und Entnahme des Pumpspeicherwassers aus dem Einzugsgebiet unterhalb desjenigen des Wasserkraftwerkes;
 - b) unter Benutzung einer besonderen Druckrohrleitung und Entnahme des Pumpspeicherwassers aus anderweitigen Nachbar-einzugsgebieten, entweder unter Überwindung der Wasserscheide durch die besondere Druckrohrleitung, unter event. Anschluss an einen Hanggraben oder durch Druckrohrleitung und Stollen;
4. Hinzunahme von Pumpspeicherung mit gegenüber dem Gefälle des Wasserkraftwerkes unverändertem Gefälle und unter Vereinigung des Pumpwerks mit dem Kraftwerk;
5. Hinzunahme von Pumpspeicherung gemäss Ziffer 3a und 4 unter Benutzung eines Gegenbeckens (bei unzureichender Wasserspende des Einzugsgebiets des Pumpwerks), wobei die tägliche Pumpspeicherung aus dem Gegenbecken dem täglichen Aufziehen einer Uhr entspricht;
6. Hinzunahme von Pumpspeicherung mit gegenüber dem Gefälle des Wasserkraftwerkes vergrösserter Pumpförderhöhe (kommt wirtschaftlich kaum in Frage).

Die hydraulische Pumpspeicherung entspricht also in jedem Falle einer künstlichen Vergrösserung des Einzugsgebiets.

Das allgemeine Bild der Wirtschaftlichkeit der Pumpspeicherung ergänzen wir durch Aufstellung einer allgemeinen Beziehung für die Betriebskosten K_{II} pro im sekundären Kraftwerk aus der gespeicherten Energie erzeugte kWh. Setzen wir diese für vorliegende Betrachtungen zweckmässig zusammen aus zwei Teilen, nämlich den Betriebskosten, welche sich ohne Berücksichtigung der Kosten für das Betriebsmittel — die Abfallenergie — ergeben, und bezeichnen diese als Grund- oder Gestehungskosten K_g , sowie dem zweiten Teil K_B , nämlich dem Kostenanteil des Betriebsmittels, so erhalten wir die Beziehung

$$K_{II} = K_g + K_B$$

aus welcher sich der Paritätswert für die Betriebsmittelkosten K_B zu $K_B = K_{II} - K_g$ ergibt, wenn K_{II} einen gewissen Betrag nicht überschreiten soll. Hierbei ist insbesondere

$K_B = K_a : \eta$ bzw. $K_a = \eta \cdot K_B$ im Maximum, wenn K_a den Bezugspreis der Abfallenergie bedeutet. Dies bringt eindringlich zum Ausdruck, welche hohe Bedeutung nicht nur technisch, sondern auch für die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeichieranlagen der Verminderung der Pumpförderhöhe gegenüber dem Gefälle der Wasserkraftanlage zukommen kann (vergl. die oben angegebene Beziehung für den Gesamtwirkungsgrad η der Pumpspeicherung).

Ohne hier auf Einzelheiten in der Ermittlung und Beurteilung der Werte K_{II} und K_g näher eingehen zu wollen, sei nur kurz erwähnt, dass hierauf wesentlichen Einfluss nehmen die Förderhöhe der Pumpanlage, das Gefälle des sekundären Kraftwerkes, die Neigung der Rohrtrace, die Ausgleichgrösse und mit dieser die Grösse und besondere Art des Speicherbeckens (natürliches Becken ohne oder mit Staumauer, künstliches Becken, Gegenbecken, Speicherraum für Tages-, Wochen- oder Jahresausgleich u. a.), sowie die Installationsgrösse der Pumpanlage; es ist durch diese Grössen somit ein weitreichender Spielraum geboten. Alles in allem kann jedoch gesagt werden, dass der Paritätswert von K_B , sollen sich die Kosten K_{II} der sekundären Kraftenergie annähernd im Rahmen der Kilowattstunden-Mindestgestehungskosten einer günstigen Wasserkraftanlage ohne Pumpspeicherung halten, meist schon bei 0,5 bis 1,5 Cts./kWh liegen. Der Spielraum für die Kosten der Abfallenergie ist daher im allgemeinen nicht sehr gross, doch kann mit Rücksicht darauf, dass die veredelte Energie stets als Ersatz für besonders hochwertige Energie einzutreten hat, oft ein noch etwas höherer Wert der Abfallenergie tragbar erscheinen. Ist der Hersteller der veredelten Energie gleichzeitig Erzeuger der Abfallenergie, so spielen für ihn

die Kosten der Abfallenergie, die in diesem Falle seinen Selbstkosten gleichkommen, keine Rolle, da die Gestehungskosten für sie stets sehr gering sind. Wird die Abfallenergie jedoch verkauft, um dann veredelt zu werden, so hat der Veredelungsunternehmer nach allgemeinen kaufmännischen Grundsätzen sorgfältig zu prüfen, welchen Preis er für die Abfallenergie bezahlen darf, um selbst unter Einschluss einer Risikoprämie für unzureichenden Absatz der veredelten Energie konkurrierende Preise anderer sich bietender Energiequellen nicht zu überschreiten. Wird die gelieferte Abfallenergie in veredeltem Zustand ganz oder zum Teil an den Lieferanten der Ersteren zurückgeliefert, so hat sich der Veredler eventuell den Rückkauf einer gewissen Mindestmenge von veredelter Energie garantieren zu lassen. Eine solche ganze oder Teilgarantie vermindert dann auch die Risikoprämie für die dem freien Verkauf verbleibende Edelenergie. Aus der Energieveredelung ein Geschäft zu machen, wird sich aber mancher zufällige Besitzer eines grösseren und noch schlecht ausgenutzten Wasserspeichers mit anschliessendem grösserem Sekundärgefälle (besonders günstig sind solche von 250 m und mehr) veranlasst sehen. Für solche privatwirtschaftliche Fälle ist die Wirtschaftlichkeit der Energieveredelung durch Schwerkraftspeicherung also in hohem Maße eine Frage des Kontrakts für die Abfallenergielieferung und für den Absatz der Edelenergie. Im allgemeinen energiewirtschaftlichen Sinne aber kennzeichnet sich die hydraulische Schwerkraftspeicherung, insbesondere bei Zentralisierung kleinerer, im Einzelfalle nicht ausbeutewürdiger Abfallenergievorkommen, als ein wertvolles, in Wasser- und Energiewirtschaft ernsteste Beachtung verdienendes Mittel, auf billige und zweckmässige Weise Spitzen- und Mangelflächenenergie (letztere insbesondere im Saisonausgleich zwischen Sommer und Winter) zu gewinnen. Für solche im Rahmen eines grösseren Energiewirtschaftsplanes liegende Fälle verdient die hydraulische Hochdruckspeicherung nicht nur einen gleichen Platz neben und gleichzeitig mit der unmittelbaren, durch keine Umsetzungsverluste beeinträchtigten elektrothermischen Speicherung bzw. Verwertung von Abfallenergie, sondern ist sogar wesentlich höher zu bewerten, da es sich hier im wahren Sinne des Wortes um veredelte Energie handelt, für die Bedarf vorliegt und die deshalb auch hochwertig bezahlt werden kann.

Betrachtungen über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Elektrizitätsanwendungen.

Von Ingenieur A. Burri, Zürich.

Eine gesunde Entwicklung im Verkauf elektrischer Energie ist nur dann gewährleistet, wenn sich die Elektrizitätswerke von vorneherein Einblick in die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten verschaffen. Diese Erkenntnis muß sie auch bei ihrer Werbearbeit leiten, d. h. sie müssen das Hauptgewicht ihrer Werbung auf die für sie wirtschaftlich günstigen Anwendungen verlegen. Die Verhältnisse bei verschiedenen Elektrizitätswerken können allerdings sehr verschieden sein und besonders der Umstand, ob die elektrische Energie mit Kohle oder mit Wasserkraft erzeugt wird, ist von wesentlicher Bedeutung. Auch bei den Wasserkraftanlagen liegen die Verhältnisse nicht überall gleich. Die nachstehenden Betrachtungen haben also im einzelnen nicht allgemeine Gültigkeit, sondern sie beziehen sich auf schweizerische Verhältnisse, wo die elektrische Energie sozusagen ausschließlich mit Wasserkraft erzeugt wird, und wo ein weitgehender Zusammenschluß von Fluß- und Speicherwerken bereits Tatsache ist. Am einfachsten läßt sich die Wirtschaftlichkeit feststellen, wenn der Jahresertrag eines angeschlossenen Kilowatts bekannt ist und wenn man weiter untersucht, in welcher Weise die Anschlüsse die Belastungsdiagramme der Werke beeinflussen. Damit wir das feststellen können, müssen wir die in Betracht kommenden, mit andern Energieträgern konkurrenzfähigen Strompreise, sowie die Jahresbenutzungsdauer der verschiedenen Anwendungen kennen.

In der nachfolgenden Tabelle sind diese Verhältnisse für die Schweiz für sechzehn die Elektrizitätswerke besonders interessierende Anwendungsmöglichkeiten angegeben, und zwar je die unteren und die oberen Grenzwerte.

Anwendungsart der elektrischen Energie	Marktpreis Rp./kWh	Jahres-Gebrauchsdauer h	Jahresertrag pro kW Fr/kW
1. Beleuchtung im Haushalt .	45 — 70	600-1000	420—450
2. Beleuchtung in Fabriken etc.	45 — 80	100- 300	80—135
3. Fabrikkraft	7 — 12	800-2300	96—161
4. Fabrikkraft als Ergänzung zu Wasserkraft	10 — 60	120-1500	72—150
5. Kleingewerbliche Motoren.	12 — 50	200-1800	100—216
6. Küche im Haushalt	8 — 12	700-1100	84— 88
7. Großküchen in Anstalten .	6 — 8	300- 500	24— 30
8. Landwirtschaftl. Motoren .	26 — 80	30- 200	24— 52
9. Halbspeicheröfen und Schnellheizer	7 — 10	100- 500	10— 35
10. Heißwasserspeicher	4,5—10	2000-3000	135—200
11. Große Heißwasser- und Dampfspeicher in Haushalt und Gewerbe	3,5— 5,5	1600-3000	87—105
12. Landwirtschaftliche Futterdämpfer	4,5—10	1880-3000	135—188
13. Backöfen	3 — 5	1500-2600	75— 78
14. Speicherheizöfen	4 — 5,5	500-1000	27— 40
15. Kirchenheizungen	6 — 8	100- 200	8— 12
16. Abfallenergie	1,5— 3,5	500-3000	17— 35