Die Energiewende auf dem Friedhof

Erzeugung und Nutzung regenerativer Energien auf Friedhofsfreiflächen

aeternitas

Andreas Morgenroth
Lübbersmeyerweg 13
22549 Hamburg
Tel.: 040-866 266 33
www.issuu.com/andreas_morgenroth

1. Einführung **2**

1.1 Veranlassung **2**
1.2 Die multible Herausforderung **3**
1.3 „Best Practice"-Beispiele **4**
1.4 Hemmnisse **5**
1.5 Allgemeines zur Potenzialermittlung **6**
1.6 Aus dem Leitbild zur Aufgabe **6**
1.7 Zwei Beispiele aus Berlin **7**
1.7.1 St.-Thomas-Friedhof I, Neukölln **7**
1.7.2 Neuer Zwölf-Apostel-Friedhof, Schöneberg **8**

2. Gesetzliche Grundlagen und Förderwege **8**

3. Nachhaltigkeitsaspekte **10**

3.1 Friedhofskultur **10**
3.2 Ökologie **10**
3.3 Ökonomie **11**

4. Energie vom Friedhof: Die erste Stufe **12**

4.1 Eingrenzung des Untersuchungsumfangs **12**
4.2 Verbrennung **13**
4.2.1 Holzpellets, Holzbriketts, Biokohle **13**
4.2.2 Holzhackschnitzel **15**
4.2.3 Chinaschilf und Knöterich **16**
4.2.4 Hinweise zum Kosten-Nutzenverhältnis **17**

4.3 Vergärung **17**
4.3.1 Hinweise zum Kosten-Nutzenverhältnis **20**

5. Energie vom Friedhof: Die zweite Stufe **21**

5.1 Eingrenzung des Untersuchungsumfangs **21**
5.2 Geothermie, Erdwärme **21**
5.3 Kleinwindanlagen **23**
5.4 Photovoltaik **24**
5.5 Thermovoltaik: Sterlingmotor und Dampfturbine **26**
5.6 Speicher **27**
5.7 Elektromobilität **30**

6. Mittelfristiges Szenario **31**

7. Übersicht einschlägiger Ausschreibungen und Wettbewerbe **32**

8. Zusammenfassung **35**

(Recherchehinweis: Alle Internetquellen wurden im 1. Quartal 2012 abgerufen)

1 Einführung

1.1 Veranlassung

Viele der 32.000 Friedhöfe in Deutschland sind in existenziellen Nöten. Sie werden zwar weiterhin erwartet, in ihrer Quantität aber nicht mehr benötigt. Für die wachsenden Flächenreserven wurde eigens ein Fachwort geprägt, um die Begrifflichkeit des Problems zu umgreifen: ***Überhangflächen***. 2010 wurde dieser Flächenanteil vom Verein Aeternitas e.V. allein in Hessen auf 1.100 ha geschätzt, bundesweit auf 15.000 ha[1]. Für diese gräberfreien Flächen entstehen Pflege- und Unterhaltungskosten von jährlich 300-500 Mio. €[2].

WESTDEUTSCHE ZEITUNG v. 04. 12. 2009

FRIEDHÖFE AUF DER ROTEN LISTE

WESTDEUTSCHE ZEITUNG v. 09. 02. 2010

TEMPO BEI UMSTRUKTURIERUNG DER HATTINGER FRIEDHÖFE GEFORDERT

RHEINISCHE POST v. 11. 02. 2010

FRIEDHÖFE IN KEVELAER: PREISE STEIGEN EXTREM

HANAUER ANZEIGER v. 20. 02. 2010

„Skandalöse Steigerung"

Drastische Anhebungen der Bestattungsgebühren

BADISCHE ZEITUNG v. 05. 03. 2010

Engagierte Debatte um die Anhebung der Offenburger Friedhofsgebühren

RHEINISCHE POST v. 08. 03. 2010

Grevenbroich spart mit Billig-Gräbern

Stadt schreckt vor der Höhe der eigenen Friedhofsgebühren zurück

SÄCHSISCHE ZEITUNG v. 09. 03. 2010

Höhere Gebühr, bessere Pflege?

MITTELDEUTSCHE ZEITUNG v. 12. 03. 2010

HALLE-NEUSTADT WILL FRIEDHOF SCHLIESSEN

Privater Betreiber in den Startlöchern

FREIE PRESSE v. 16. 04. 2010

Kosten für Beerdigung fast verdoppelt

Regionalkirchenamt: "Die Kalkulation ist noch im Rahmen"

KÖLNISCHE RUNDSCHAU v. 22. 02. 2010

Friedhöfe auf dem Prüfstand

NEUE RUHRZEITUNG v. 30. 04. 2010

Wenn der Friedhof zum Trauerfall wird

Essen will Grünpflege kappen, Trauerhallen und Toiletten abreißen und die Gebühren anheben

TRIERISCHER VOLKSFREUND v. 04. 05. 2010

Die letzte Reise wird immer teurer

Bitburger Bestattungskultur im Umbruch

Diese Flächenreserve besitzt Potenziale in vielerlei Hinsicht, folgerichtig soll im Weiteren hier nicht von „Überhang"-, sondern von ***Potenzialflächen*** die Rede sein, denn es ist bereits eine Inwertsetzung dieser Potenziale zu beobachten. Vorreiter ist Berlin, wo auf Basis eines Friedhofsentwicklungsplans 276 ha für potenzielle Umnutzungen identifiziert wurden.[3]

Die engagierte öffentliche Debatte zeigt, welche Bedeutung Friedhöfe weiterhin haben, fördert aber auch den Handlungsdruck. Dazu hat Aeternitas erstmals 2009 Empfehlungen zu möglichen Inwertsetzungen dieser Flächenreserve vorgelegt. Dabei wurden auch energetische Möglichkeiten betrachtet[4]. Insbesondere der Vorschlag, Photovoltaikmodule auf Potenzialflächen zu installieren, wurde fachlich vielfach kontrovers kommentiert.

[1] www.aeternitas.de/inhalt/downloads/gebuehren_hessen2010.pdf
[2] www.derwesten.de/wr/kritik-an-freien-flaechen-auf-friedhoefen-id3743365.html
[3] http://die-gruene-stadt.de/berlin-braucht-immer-weniger-friedhoefe-aus-ruhestaetten-werden-erholungsparks
[4] Quelle: Folgenutzungen von Friedhofsüberhangflächen, Königswinter 2009

Wenn mit dieser Arbeit nochmals an die Energieerzeugungsdebatte angeknüpft und diese Aufgabenstellung fokussiert betrachtet werden soll, so liegt dies auch an weiterhin fehlenden Alternativlösungen: **Die Refinanzierung über immer neue Gebührenanhebungen scheidet praktisch aus, da mit jeder Anhebung nur die Nachfrage im Niedrigpreisbereich steigt und vermehrt Angebote von See- und Waldbestattern gewählt werden.**

1.2 Die multible Herausforderung

Im März 2011 begann die Nuklearkatastrophe von Fukushima in Japan. Kurz darauf verkündete die deutsche Bundesregierung ein dreimonatiges Atom-Moratorium und entzog am 6. Juni 2011 den sieben ältesten deutschen Kernkraftwerken sowie dem Kernkraftwerk Krümmel die Betriebserlaubnis. Die erst ein halbes Jahr zuvor beschlossene Laufzeitverlängerung deutscher Kernkraftwerke wurde rückgängig gemacht und **der völlige Atomausstieg bis 2022** vereinbart.

Diese Grundsatzentscheidung, allgemein als „**Energiewende**" bekannt, zielt auf die Abkehr fossil erzeugter Energie und den Übergang von Großkraftwerken zu dezentraler Energieerzeugung. Über **Beteiligungsmodelle** wie Bürgerwind- und Bürgersolarparks besteht für Bürger eine direkte Möglichkeit der Beteiligung, über Stadtwerke und andere kommunale Eigenbetriebe eine indirekte. Damit ermöglicht die Energiewende eine Stärkung kommunaler und bürgerschaftlicher Initiativen, Wertschöpfung vor Ort und die Minimierung regionaler Kapitalabflüsse.

Deutschland wird aufgrund der Energiewende besser als viele andere Länder aufgestellt sein, um die international vereinbarten Klimaschutzzeile zu erreichen. Die internationale Gemeinschaft von 160 Staaten hat – zuerst in Kyoto 1997, zuletzt in Durban 2011 – festgelegt, den CO_2–Ausstoß zu senken. Bereits das Kyoto-Protokoll verpflichtete die Industriestaaten als Hauptverursacher des Treibhauseffektes, ihren CO_2–Ausstoß im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 im Vergleich zu 1990 um 5,2 % zu vermindern. Ziel des nächsten Gipfels in Qatar ist es, bis zum Jahr 2015 einen verbindlichen Weltklimavertrag auszuhandeln, den dann auch Länder wie die USA, Kanada, China und Indien mittragen.

Auf kommunale Einrichtungen bezogen ist zunächst festzustellen, dass sie diesbezüglich in besonderer Verantwortung stehen, denn auch sie verbrauchen Energie, unter klimatischen Bedingungen hierzulande neben Strom vor allem Wärme zur Heizung. Einsparungen durch Raumtemperaturabsenkung sind Grenzen gesetzt, die sich aus der Arbeitsstättenverordnung und bauphysikalischen Anforderungen ergeben.

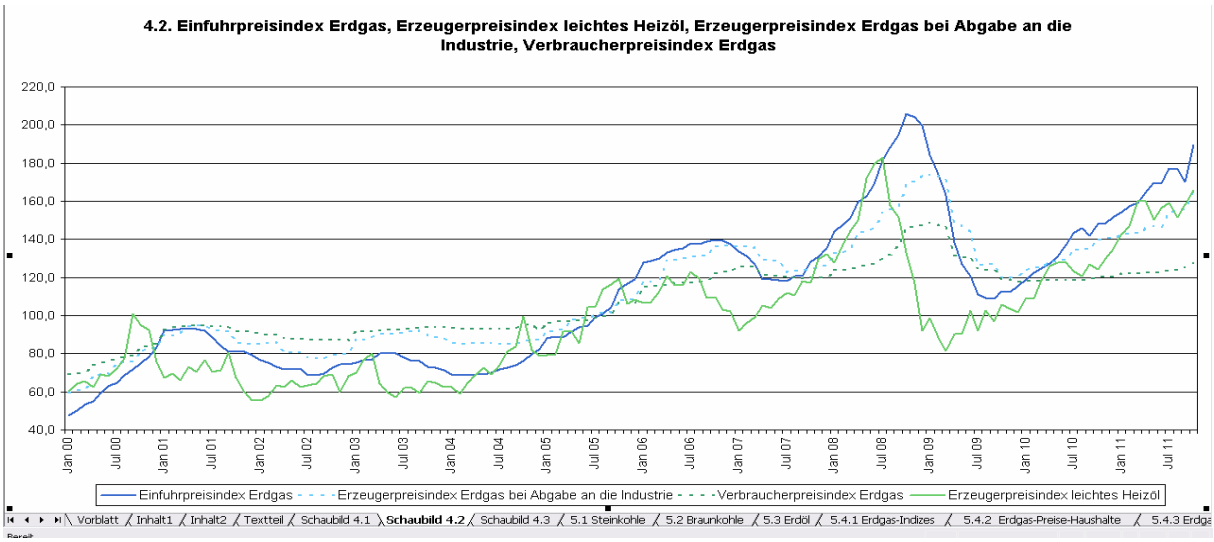
Bei Friedhöfen sind es Maschinen, Feierhallen, Verwaltungs- und Sozialräume, die Energie benötigen. Wo Kapellen mit Orgeln ausgestattet sind, bestehen zusätzliche Anforderungen zur Temperierung der Umgebungsluft. Nicht zuletzt sind es auch die Hinterbliebenen selbst, die eine angenehme Raumluft in Feierhallen erwarten.

In den 1960er Jahren, den Zeiten des billigen Heizöls, wurde allgemein umgerüstet: Die Feststoffkessel, die zuvor das auf Friedhöfen anfallende Holz verheizten, wurden entfernt, Öl- oder Gaskessel übernahmen deren Funktion. Aus dieser Zeit haftet den Feststoffkesseln bis heute der Ruf einer vergangenen Epoche und damit der Rückständigkeit an. Weitere Vorbehalte bestehen allgemein im Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit, problematischer Handhabbarkeit, dem vermeintlich zusätzlichen Arbeitsaufwand.

Durch die Ausrichtung allein auf Öl und Gas ist aber auch viel Wissen rund um Feststoffverbrennung verloren gegangen. Auch bleibt festzustellen, dass Friedhofsverantwortliche im Allgemeinen nur geringe Kenntnisse in diesem Bereich haben, sie sind vielmehr im Grünplanungs- und Verwaltungsbereich qualifiziert.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht müssen alle Verfahren, die fossile Energien benötigen, inzwischen als unkalkulierbare Kostentreiber bezeichnet werden. Deren tendenzielle Verknappung schlägt hier vollumfänglich durch. Sie wird verursacht durch zunehmenden Energiebedarf, knapper werdende Rohstoffvorräte, aber auch politische Risiken in Exportländern. Perspektivisch kennt die Energiepreisentwicklung daher nur eine Richtung, eine Trendwende ist nicht in Sicht. Allein zwischen März 2011 und März 2012 stieg der Heizölpreis um über **25%.**

Im Internetangebot des Statistischen Bundesamtes finden sich weiterführende Daten und Kennzahlen zum Thema Energie, die laufend aktualisiert werden, darunter auch Einfuhr-, Erzeuger- und Verbraucherpreisindizes für Energie (vgl. nachfolgende Grafik).[5]



Preisindex für fossile Energieträger 2000 – 2011, Quelle: Statistisches Bundesamt

1.3 „Best Practice"- Beispiele

Die Nutzung fossiler Energien auf Friedhöfen ist bis heute gängige Praxis, nur wenige Beispiele sind bekannt, bei denen regenerative Energien eingesetzt werden. **Bundesweit nur ein einziger Friedhofsträger hat durchgehend immer Holz als Energieträger verwendet, es ist der St. Bartholomäus-Friedhof in Berlin-Weissensee, dessen Holzmeiler nebenstehend abgebildet sind.** Umgerüstet wurde die Energiebewirtschaftung in Kassel, wo inzwischen jährlich 10.000 kg Holzpellets verbrannt werden, sowie auch auf dem Friedhof Hannover-Ahlem: Dort werden die Friedhofskapelle und ein kleiner Werkhof, die über eine Nahwärmeleitung miteinander verbunden sind, mit einem 30-kW-Pelletkessel monovalent – also ausschließlich – versorgt.[6]

Holzmeiler Friedhof St. Bartholomäus, Bln.-Weißensee

Im Rahmen eines Gesamtkonzepts wurden auch die Gebäude des Waldfriedhofs Pirmasens energetisch saniert, die alte Heizung war ohnehin abgeschrieben. Wärme wird für das Verwaltungsgebäude des Garten- und Friedhofsamtes, Werkstätten, die Personalunterkünfte, die Aussegnungshalle und Nebenräume benötigt.

Die Neuberechnung ergab zunächst, dass von 160 kW auf 100 kW reduziert werden konnte. Investiert wurde in eine Holzschnitzelheizungsanlage, die mit den dazugehörigen Leitungs- und Rückbauarbeiten, Einbau von Steuerungen und Ventilen 120.000,- € kostete. Hinzu kamen der Austausch von Fenstern und Dämmmaßnahmen in Höhe von 80.000,- €. Im Ergebnis konnten die Heizkosten von jährlich 45.000 € auf 8.000 € gesenkt werden. Diese umfassen im Wesentlichen noch die Arbeitskosten für das Schlagen und Aufbereiten des Holzes. **Daher sollte sich die Anlage ursprünglich nach 6 Jahren amortisieren, aufgrund der gestiegenen Heizölpreise wird dies bereits deutlich eher erreicht.[7]**

[5] www.destatis.de

[6] Eine monovalente Anlage deckt den gesamten Bedarf an Heizwärme (und evt. auch zusätzlich den an Warmwasser) während des ganzen Jahres. Eine bivalente Anlage kann dies nicht, weil es ihrem Wärmereservoir (Luft, Sonnenstrahlung, Oberflächenwasser) an konstanter Ergiebigkeit fehlt. Sie muss deshalb durch eine konventionelle Heizung ergänzt werden, die unterhalb bestimmter Außentemperaturen in Aktion tritt.

[7] André Jankwitz, Friedhofsamtsleiter in Pirmasens, mdl.

Die selbst geworbenen Hölzer werden in Pirmasens ca. 3 Jahre gelagert und dann gehäckselt. Das Hackgut wird in einer eigens errichten überdachten Halle gelagert, die auf einer nicht mehr benötigten Fläche errichtet wurde.

Über einen längeren Zeitraum wurden außer in Pirmasens auch anderenorts Verwalter um ihre Einschätzung zu regenerativer Energienutzung gebeten. Fast alle Friedhofsträger bestätigten, dass sie allein durch die Baumpflege über erhebliche Mengen an Schnittholz verfügen, weiteres könne leicht besorgt werden.

1.4 Hemmnisse

Im Unterschied zur Land- und Forstwirtschaft, wo Holzwerte seit langem erkannt und bewirtschaftet werden, wird diese Energiereserve jedoch auf Friedhöfen häufig verschenkt oder einem Dienstleister überlassen, um Deponieraum zu sparen. Dies gilt besonders für unplanmäßig anfallendes Holz, wie es etwa bei Fällungen nach Winterstürmen anfällt. Oft können sich Mitarbeiter frei bedienen. Mehr und mehr versuchen Friedhofsträger zwar auch, anfallendes Schnittholz zu verkaufen, stellen dabei aber fest, dass ein angemessener Marktwert erst bei Lagerholz erzielbar ist.

Angeführt wird, dass es für das Aufbereiten und Stapeln des Holzes an geeigneten Arbeitskräften fehle, zudem müsse befürchtet werden, dass aufbereitetes Holz gestohlen werde. Auch werden steuerrechtliche Probleme angeführt, ein Verkauf sei umsatzsteuerpflichtig. Weitere Bedenken kreisen um den Denkmalschutz. Große Holzmieten seien mit dem Denkmalschutz unvereinbar, dies gelte erst recht, wenn Potenzialflächen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe genutzt werden.

Bezüglich der Bewirtschaftung von Kompostmieten, deren energetische Potenziale nachfolgend näher betrachtet werden, bestehen Mehrfachhemmnisse: Sie bedürfen einer gewissen Überwachung und Pflege zur Eindämmung unerwünschter Flugsamenvermehrung, es gibt kaum Abnehmer, Friedhofsgärtner verkaufen lieber Fertigdünger und es bestehen emissionsrechtliche Grenzwerte. Folglich verabschieden sich mehr und mehr Friedhofsträger von ihrem anfallenden Kompost, er wird von Abfalldiensten abgeholt, ggf. hygienisiert zurückgebracht.

Ähnlich schwierig stellt sich die Photovoltaik-Option dar. Dachflächen seien häufig nicht optimal ausgerichtet oder verschattet, auch hier verhalte sich der Denkmalschutz ablehnend.

Bei allen diesen Optionen können weitere Bremsfaktoren ausgemacht werden: Allgemein bestehen keine Erfahrungen im Bereich des Energiecontracting sowie Unsicherheiten, wie diesbezügliche Einnahmen verbucht werden können, da es in den Satzungen dafür keine Grundlage gibt. Dies führt in der Praxis dazu, dass eher verschenkt als verkauft wird, obwohl die Abgabe zum Nulltarif – z.B. bei Schnittholz eigentlich ein geldwerter Vorteil ist.

Indes steigt die Bedeutung regenerativer Energieträger im Energiemix stetig. **So wuchsen im Jahr 2010 deutschlandweit bereits auf über 2,1 Mio. ha nachwachsende Rohstoffe. Das sind gut 18 % der deutschen Ackerflächen**[8]. Sie werden stofflich, aber auch zur Erzeugung von Wärme und Strom verwendet. Deren Erzeugung bildete bis zur industriellen Revolution neben der Nahrungsmittelherstellung das zweite Standbein der Land- und Forstwirtschaft. Brenn- und Bauholz, Wolle, Faser- Färber- und Futterpflanzen waren ganz alltägliche Produkte, die vom Acker und aus dem Forst kamen.

Wenn die fossilen Rohstoffe zur Neige gehen, werden wiederum die nachwachsenden Rohstoffe Hauptenergielieferant sein, die dann mit modernen Verfahren viele neue Produkte und Anwendungen bei wesentlich effizienterer Umwandlung ermöglichen.

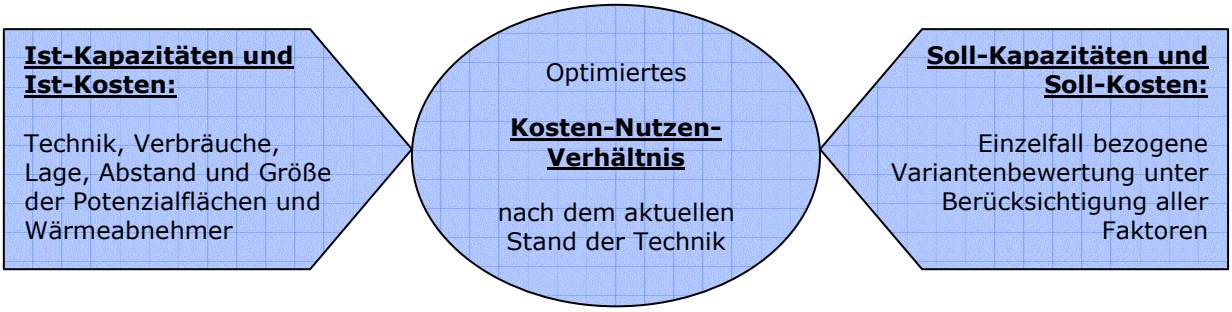
Regenerative Energieträger helfen, den Klimawandel zu bremsen, indem sie im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen eine klimaneutrale Nutzung ermöglichen. Sie dienen der Versorgungssicherheit, denn sie sind nicht endlich und können auch kleinmaßstäblich, also auch auf Friedhöfen, wirtschaftlich gewonnen werden. Ihre Nutzung verringert die Importabhängigkeit von zum Teil politisch instabilen Regionen.

Die energetische Nutzung regenerativer Energien erlaubt den Einstieg in eine Kreislaufwirtschaft und damit die Entwicklung nachhaltiger Wirtschaftsformen. Im Regelfall bleibt die Wertschöpfung in der Region und generiert so neue Arbeitsplätze.

[8] www.nachwachsenderohstoffe.de

1.5 Allgemeines zur Potenzialermittlung

Die Ermittlung des wirtschaftlichen Optimums aus dem breiten Fächer regenerativer Energieerzeugungsvarianten kann immer nur auf den Einzelfall bezogen sein. Ein gutes Instrument dafür bietet der **Ist-Soll-Kostenvergleich**. Dieser bietet eine **neutrale technische und betriebswirtschaftliche Beurteilung** unter Berücksichtigung individueller Rahmenbedingungen, Einflussgrößen und Strukturen. Mit diesem Verfahren können Aussagen abgeleitet werden, ob und welche der nachfolgend aufgezeigten Energiegewinnungsvarianten auf dem zu untersuchenden Friedhof entweder unrentabel oder wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft sind.



Ein auf diese Weise generiertes Wirtschaftlichkeitsmodell im Einzelfall sollte nicht nur den Eigenwärmebedarf betrachten, sondern auch die Nahwärmeoption prüfen, also den „Export" der gewonnenen Energie. Nahwärme lässt sich weitgehend verlustfrei über mehrere 100 m transportieren, sie bietet technisch-ökonomische Vorteile, die aus der Zusammenfassung mehrerer Wärmeverbraucher zu einem Großabnehmer resultieren. Es können also Techniken der Wärmeerzeugung eingesetzt werden, die für einzelne Verbraucher zu teuer oder technisch kaum realisierbar wären.

Ob die siedlungsstrukturellen Randbedingungen für eine Nahwärmeversorgung in der Umgebung eines Friedhofs gegeben sind, kann bereits durch Kartenarbeit und anhand von Luftbildern grob abgeschätzt werden. Aus abrufbaren Unterlagen liegen für die unterschiedlichen Siedlungstypen (z.B. über Ein- und Mehrfamilienhausgebiete) sog. „Wärmedichtedaten" vor.

Beispiele aus der Recherche Quelle: http://maps.google.de/maps (Google Earth™-Kartenservice):

Friedhof Hamburg-Blankenese, großer Werkhof neben dem Freibad Marienhöhe, Sportanlagen, Villen: Wärmeabnahme auch im Sommer

Osterholzer Friedhof, Bremen, mit Wasserzügen, randlich frei, Mercedes-Werk benachbart: besonders ist die Wärmenutzung aus den Wasserzügen zu prüfen

1.6 Aus dem Leitbild zur Aufgabe

Friedhofsverwaltungen sind Bestandteile von Grünflächen- und Umweltämtern, Bauämtern, Stadtwerken, Zweckverbänden oder wirtschaften eigenständig als Anstalten öffentlichen Rechts oder als Teil einer Kirchengemeinde. In jedem Fall ist von einer eingespielten organisatorischen Einbindung auszugehen, innerhalb derer eine Haushaltsstelle „Energieproduktion" noch unbekannt ist. Sicher stehen Umweltämter der Thematik am nächsten, aber auch dort fehlt es diesbezüglich an Vorerfahrungen, so dass eine politische Beschlusslage wünschenswert, evt. sogar unerlässlich erscheint.

So hat z.B. die Stadt Flensburg erst durch ihr langfristiges – aber verbindliches – Ziel, CO_2-freie Kommune zu werden, in alle Gremien Handlungsdruck getragen. Andere Städte haben eigene Umweltziele entwickelt und verabschiedet. Ein lokales Klimaleitbild mit verbindlich formulierten Zielen motiviert und erzeugt wichtige Impulse, möglicherweise sogar die entscheidende Triebkraft.

Ganz allgemein sind Initiativen am ehesten in Ballungsräumen zu vermuten, weil dort der Bestattungswandel am weitesten fortgeschritten, die Friedhofsbewirtschaftung am schwierigsten ist. In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass auf Friedhöfen in konfessioneller Trägerschaft eine nochmals erhöhte Verantwortung lastet, da sie Bestandteil ihrer Kirchengemeinden sind und dort selbst geringfügig negative Jahresabschlüsse missbilligt werden.

Die Aufgabe „Nutzung von regenerativen Energiereserven" ist damit wie folgt umrissen:

- **Beschreibung der Projekte, Entwicklung aus lokalen Umweltzielen,**
- **Identifizierung von Flächen aus einer qualifizierten Friedhofsentwicklungs-planung/Standortsuchkartierung, Überwindung von Hemmnissen,**
- **Klärung der Frage, wer von Einsparungen und/oder Einnahmen profitiert,**
- **Ermittlung von Partnern, evtl. Energiecontracting,**
- **Ermittlung aller Flächen, die für Energiegewinnungsvarianten generierbar sind,**
- **Einzelfall bezogene Kalkulation der wirtschaftlichsten Variante unter Berücksich-tigung des Eigen- und Fremdbedarfs (Nahwärmeoption).**

1.7 Zwei Beispiele aus Berlin

1.7.1 St.-Thomas-Friedhof I, Neukölln

Die evangelischen St.-Thomas-Friedhöfe an der Hermannstraße in Berlin-Neukölln sind in ihrem westlichen Teil praktisch frei von Grabnutzungsrechten. Das Friedhofstor ist abgeschlossen, nur den wenigen Grab-besuchern wird geöffnet. Im Friedhofs-entwicklungsplan Berlin (FEP) wird diese 3,6 ha umfassende Freifläche zur Entwidmung vorgeschlagen, damit endet hier eine 150-jährige örtliche Kulturtradition, die bereits von Theodor Fontane beschrieben wurde.

St.-Thomas-Friedhof I, Berlin Neukölln, Lage inmitten gründerzeitlicher Geschosswohnungsbauten
Links Beginn der Landebahn des ehem. Flughafens
Quelle: http://maps.google.de/maps
Google Earth™-Kartenservice

Irrungen und Wirrungen kennzeichnen die Debatte um die Zukunft dieser Freifläche, sie zu Bauland zu entwickeln ist in diesem Teil Berlins politisch schwer durchsetzbar. Der Träger strebt aber eine Inwertsetzung weiter an, hat den westlichen Teil geöffnet mit der Folge, dass sich dort ein informeller Hunde-auslaufplatz etablierte.

Die Bezirksverwaltung hat wenig Interesse an einem Ankauf, obwohl das Areal große Bedeutung als Frischluftschneise und Nah-erholungsgebiet hat.

Optionen regenerativer Energieerzeugung sind bislang nicht geprüft worden, obwohl dies selbst unter striktester Beachtung städtebaulicher Ziele plausibel und möglich wäre. Dazu folgende Hinweise:

Gescheiterter Vorstoß einer Friedhofsüberbauung in Berlin

Für die umgrenzenden gründerzeitlichen Geschossbauten, zu denen auch eine Schule gehört, werden je m² Wohnfläche kaum weniger als 100 KWh Heizenergie benötigt, also etwa 10 l Heizöl oder 10 m^3 Erdgas pro Jahr.[9] Bei geschätzten 100.000 m² zu beheizender Flächen der den westlichen St.-Thomas-Friedhof umgrenzenden Geschosswohnungsbauten errechnet sich ein Heizbedarf von ca. 10.000.000 KWh = 10.000 MWh. **Rund um den Friedhof wird somit unter Berücksichtigung eines Energiepreises von 0,80 €/l Heizöl jährlich eine Wärmemenge im Wert von 800.000 € benötigt.[10]**

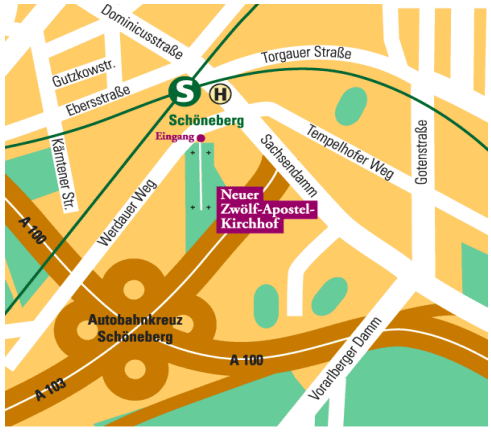
Bei allen Wärmeenergieplanungen sind besonders die in den Altbauten vorhandenen „Leerrohre" (die alten Schornsteinzüge) zu berücksichtigen, durch die Wärme auf einfache Art geleitet werden kann.

1.7.2 Neuer Zwölf-Apostel-Friedhof, Schöneberg

Ebenfalls in Trägerschaft der evangelischen Kirchengemeinde ist der 1883 in Schöneberg eingeweihte Neue Zwölf-Apostel-Kirchhof am dortigen Autobahnkreuz. Er umfasst heute noch 2,2 von ursprünglich 6,5 ha, da 1939 wesentliche Teile des Friedhofs geräumt wurden, sie standen Planungen zur Umgestaltung Berlins zur Welthauptstadt Germania im Weg. Die damals abgeräumte Fläche ist heute Teil der Berliner Stadtautobahn.

Auch auf diesem Friedhof bestehen, bedingt durch die unattraktive Lage bzw. Lärmbelastung, nur wenige Nutzungsrechte. Die Zahl der Beisetzungen ist seit Jahren einstellig, die Umgebung ist gewerblich geprägt. Im Hinblick auf den Energiebedarf besteht die Besonderheit, dass diese ganzjährig sowohl als Prozesswärme als auch zur Kühlung benötigt wird.

Quelle: http://maps.google.de/maps Google Earth™-Kartenservice



Lage des Friedhofs im Stadtraum

2. Gesetzliche Grundlagen und Förderwege

Die kommunalen Abgabeordnungen der Bundesländer legen fest, dass Verwaltungsentscheidungen auf der Grundlage der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit erfolgen müssen[11]. Dabei ist auch zu prüfen, inwieweit staatliche Aufgaben durch Ausgliederung und Entstaatlichung oder Privatisierung erfüllt werden können.

Seit 2005 besteht das „Gesetz zur Beschleunigung der Umsetzung von Öffentlich Privaten Partnerschaften und zur Verbesserung gesetzlicher Rahmenbedingungen für Öffentlich Private Partnerschaften" (**ÖPP-Beschleunigungsgesetz**), mit dem neue Möglichkeiten einer Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privatwirtschaftlichen Partnern geschaffen wurden. Zur Förderung und Beratung der ÖPP-Projekte bestehen auf Landesebene Regionalforen mit der Aufgabe, eine Wissensplattform zu bilden.[12]

[9] Die Schätzung beruht auf isolierverglaste Altbauten mit 2,80 m hohen Geschossen.
[10] Die Beispielkalkulation kann bei www.heizanlagenvergleich.ch (in Schweizer Franken) nachvollzogen werden.
[11] vgl. bes.: § 7 der Bundeshaushaltsordnung
[12] so z.B. seit August 2004 das **Regionalforum ÖPP Berlin-Brandenburg (RfBB)**

Mit dem 2004 geschaffenen „**Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)**" und den staatlich garantierten günstigen Rahmenbedingungen für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern hatte Deutschland das von der EU vorgegebene Ziel, den Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energien im Jahr 2010 auf 13 % zu steigern, bereits im Jahr 2008 übertroffen. Ziel der deutschen Klimapolitik für das Jahr 2020 ist es nun, den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf mindestens 30 % zu erhöhen.

Deutschland will auch bei der Wärmeerzeugung den Beitrag erneuerbarer Energien steigern. So hat der Bundestag 2008 in Umsetzung der „Meseberg-Beschlüsse" auch ein „Gesetz zur Förderung der erneuerbaren Energien im Wärmebereich", das sogenannte „**Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG)**" beschlossen. Mit Hilfe des EEWärmeG soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Energiebedarf von Gebäuden für Heizung, Warmwasseraufbereitung sowie für die Erzeugung von Kühlung und Prozesswärme bis zum Jahr 2020 auf 14 % erhöht werden. Zu diesem Zweck wird die Pflicht eingeführt, bei der Versorgung von Neubauten mit Wärme bzw. Kühlung auf erneuerbare Energien zurückzugreifen.

Damit ist absehbar, dass besonders der Erdwärmenutzung, aber auch der Kraft-Wärmekopplung mehr Bedeutung zuwächst, zumal der Bundestag bereits 2002 ein „**Gesetz zur Änderung des Gesetzes für die Erhaltung, Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKGneu)**" beschlossen hat. Als Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet man die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Mittels regenerativ erzeugter Wärme- und Elektroenergie soll dieser Anteil der Stromerzeugung von derzeit 12 % bis 2020 auf 25 % an der Bruttostromerzeugung angehoben werden. Dazu wurde festlegt, dass die Netzbetreiber Strom aus KWK-Anlagen vorrangig abnehmen müssen. Gemäß § 7a KWKG wird auch die Wärmenetzbildung gefördert.

Daraus hat das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ein flankierendes Förderprogramm für anwendungsbezogene Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben aufgelegt. Zudem besteht ein **Marktanreizprogramm**, das vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) verwaltet wird.

Weiterhin ist auf das **Energie-Dienstleistungsgesetz (EDL-G)** hinzuweisen, das als Rahmengesetz 2010 beschlossen wurde und Ziele sowie Grundlagen für Förderungen formuliert. Als eine mögliche Umsetzungsform für mehr Energieeffizienz wird in diesem Zusammenhang immer wieder auf „**Energiecontracting**" verwiesen, so auch im nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP), der gemäß der EU-Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (2006/32/EG) aufzustellen und regelmäßig fortzuschreiben ist.[13]

Ein weiteres Ministerium, das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BVBS) und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) setzen mit dem neuen **Förderprogramm „Energetische Stadtsanierung – Energieeffiziente Quartiersversorgung"** einen zusätzlichen Impuls für mehr Energieeffizienz im kommunalen Bereich. Seit dem 1. Februar 2012 werden Investitionen in die quartiersbezogene Wärmeversorgung sowie in die energieeffiziente Wasserver- und Abwasserentsorgung mit zinsgünstigen Darlehen gefördert.[14]

Zum speziellen **Risiko der Fündigkeit bei geothermischen Tiefenbohrungen** kann die KfW Bankengruppe – die Förderbank des Bundes und der Länder – Darlehen und langfristige Versicherungslösungen gewähren.

In der 2. Jahreshälfte 2012 soll das **Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) novelliert** und auf dem Verordnungswege Grundlagen zur Schaffung „intelligenter" Stromnetze geschaffen werden. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass künftig viele kleine Stromquellen Energie ins Netz einspeisen werden, was erhebliche Logistikanforderungen auslöst.

Ziel ist es, die Netzkommunikation und das Lastmanagement zu optimieren, um Kleinerzeugungsanlagen besser einbinden zu können. Zugleich soll ein Rahmen für **last- und zeitvariable Tarife** geschaffen werden, damit sich die Nachfrage stärker am jeweiligen Angebot orientieren kann.[15]

Novelliert werden auch das **Kreislaufwirtschafts-** und das **Abfallgesetz**. Danach müssen ab Anfang 2015 Bioabfälle mit Überlassungspflicht nach dem umweltverträglichsten Verfahren verwertet werden, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

---

[13] www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/nationaler-energieeffizienz-aktionsplan,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf

[14] www.kfw.de/201

[15] www.bmwi.de/BMWi/Navigation/energie,did=475820.html

3 Nachhaltigkeitsaspekte

Zunächst soll hier erörtert werden, welche Relevanz die Nutzung vor Ort erzeugter regenerativer Energien im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte der Friedhofsentwicklung hat.

3.1 Friedhofskultur

Friedhöfe sind die am häufigsten besuchten kommunalen Grünflächen, sie gelten als unverzichtbare Orte der Kommunikation und Kontemplation. Sie unterscheiden sich von anderen Grünanlagen auch durch ihre besondere Nutzungstradition und Lage innerhalb des Stadtraums.

Derartige Alleinstellungsmerkmale sind gewichtige Gründe, die gegen eine Veränderung der derzeitigen Struktur sprechen. **Eine generationenlange Friedhofstradition hingegen ist für sich allein kein Ausschlusskriterium für ergänzende Nutzungen**, jedoch muss für die weitere Planung berücksichtigt werden, dass sich hieraus besondere Anforderungen ergeben.

Die veränderte wirtschaftliche und personelle Ausstattung der Friedhöfe hat zu einer umfassenden Wertediskussion geführt. So fordert etwa das Grundsatzpapier „Perspektiven der Evangelischen Kirche im 21. Jh." Friedhofsmitarbeiter zu einem „**Mentalitätswechsel**" auf.[16] Aktivitäten sollen neue Schwerpunkte setzen und sich nicht an Strukturen klammern.

Ergänzende Wirtschaftsmodelle als Kompensation für die gewachsenen Finanzprobleme werden somit als ein wichtiger Beitrag zur Sicherung friedhofskultureller Aufgaben gesehen. Die aktuelle Fachdiskussion lässt eine große Offenheit für neue Konzepte erkennen.

Kommunale Friedhofsträger stehen häufig im Wettbewerb um kommunale Fördertöpfe, wenn sie nicht kostendeckend wirtschaften. Angesichts der Vielfalt kommunaler Pflichtaufgaben wird dabei das Ziel eines 100 %igen Kostendeckungsgrades immer nachhaltiger verfolgt.

Aus den tief greifenden Veränderungen ergibt sich als Konsequenz: Friedhöfe sind von der aktuellen Krise betroffen, aber auch mitverantwortlich für Lösungen. **Es ist richtig und friedhofskulturell vertretbar, alle geeigneten Handlungsoptionen zu nutzen.**

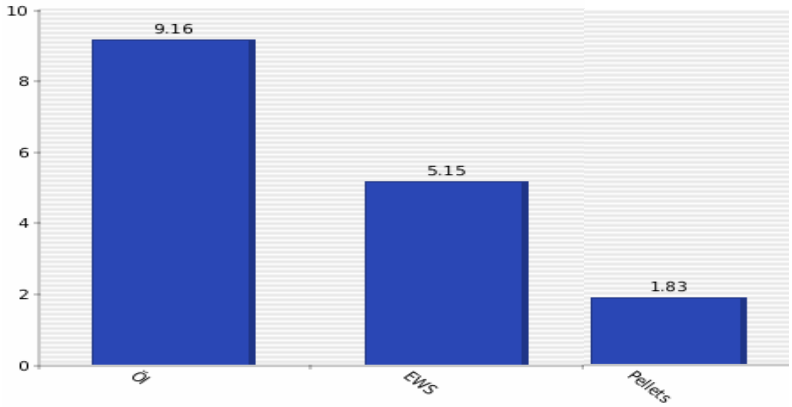
3.2 Ökologie

Friedhöfe bilden einen Ausgleich zu ihrem verdichteten Umfeld und übernehmen wie andere Parkanlagen auch wichtige klimatische und ökologische Funktionen. In einigen Fällen stellen sie Sekundärbiotope dar, die auch seltenen Arten Rückzugsgebiete bieten.

Die ökologische Funktion der Potenzialflächen ist jedoch als weniger wertvoll einzustufen, sofern es sich um Scherrasenflächen handelt: Dies ist der prägende Biotoptyp dieser Friedhofsfreiflächen, die nur selten naturschutzfachlich aufgewertet werden, da sie weiterhin als Flächenreserve gelten. Sie stellen zwar auch Nahrungs- und Vermehrungsbiotope dar, jedoch oft nur für eher häufige und unerwünschte Kleinsäuger wie Kaninchen und Mäuse. Durch die maschinelle Unterhaltungspflege (Mahd, Laubbeseitigung) sind diese Flächen zudem **durch Lärm beeinträchtigt**.

In der Energie- und Klimapolitik, die das Ziel einer wirtschaftlichen, sicheren und umweltverträglichen Versorgung verfolgt, wird der Biomassenutzung zur Wärmeversorgung hoher Stellenwert beigemessen. Neben der finanziellen Förderung von Hackschnitzelheizungen und aus Programmen des Bundesumweltministeriums[17] werden Maßnahmen zur Mobilisierung zusätzlicher, bisher ungenutzter Potenziale im aufgezeigten Zusammenhang zur thermischen Nutzung staatlicherseits gezielt gefördert. Mögliche Verringerungen des CO_2-Ausstoßes sind vielfach publiziert, so etwa der Vergleich Heizöl zur Erdwärmesonde sowie zu pellettierter Zellulose (Holz):

[16] Veröffentlicht am 05. Juli 2006 vom Rat der Evangelischen Kirche in Deutschland (EKD)
[17] vgl.: www.kfw-foerderbank.de, www.bafa.de



CO_2-äquivalente Emissionen in Tonnen/Jahr, Vergleich Ölbrenner, Erdwärmesonde, Pelletkessel
Quelle: www.heizanlagenvergleich.ch

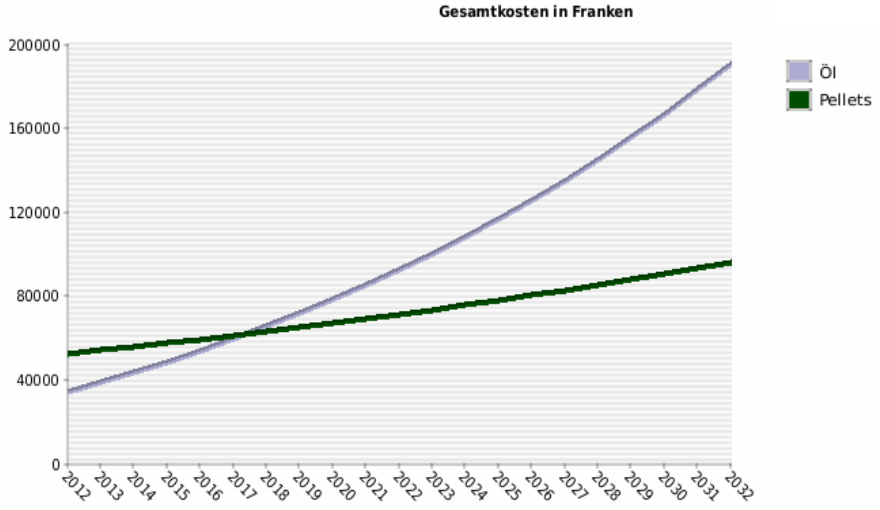
3.3 Ökonomie

Alle erneuerbaren Energiekonzepte konkurrieren gegen umweltschädigende, nur vordergründig billige Technologien. Dabei zeichnet sich immer mehr ab, dass ein nachhaltiges Energiesystem die Dezentralisierung der Energieversorgung erforderlich macht, da nur so die Potenziale mit der Nachfrage vor Ort gekoppelt werden können. Friedhöfe sind als solche dezentralen, kleinen Einheiten aufzufassen, da sie im Regelfall wohngebietsnah, also in unmittelbarer Verbrauchernähe liegen.

Zukünftig werden intelligente Energienetze (Smart-Grids), sowie Kleinstkraftwerke in großer Anzahl zentral an- und abgeschaltet werden können. Dabei spielen die Potenziale der Friedhöfe eine wichtige Rolle, besonders dann, wenn über die Wärmelieferung hinaus Strom erzeugt werden kann.

Allein durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe lassen sich pro ha, wie nachstehend dokumentiert, ein Äquivalent von 4.000 l Heizöl aus dem Anbau von Schnellumtriebshölzern und bis zu 8.000 l aus dem Anbau von Chinaschilf gewinnen. Hochgerechnet auf den von Aeternitas für ganz Deutschland ermittelten Flächenüberhang von 15.000 ha[18] lassen sich durch Bepflanzung von Schnellumtriebshölzern oder/und Chinaschilf 60 bis 120 Mio. l Heizöl einsparen, zudem durch die thermische Nutzung der Kompostierungsanlagen fossile Energien in gleicher Menge. **Bezogen auf ganz Deutschland errechnet sich daraus ein Einsparvolumen zwischen 120 und 240 Mio. l Heizöl.**

Während Heizöl jedoch, wie bereits auf S. 3 dargestellt, sich seit Jahrzehnten kaum kalkulierbar, jedenfalls weit oberhalb der Inflationsgrenze verteuert, gilt dies für regenerativ erzeugte Energien nicht. Nachfolgend eine Gesamtkostenprognose (inkl. erforderlicher Investitionen) von Heizöl und Holzpellets:



Quelle: www.heizkostenvergleich.ch

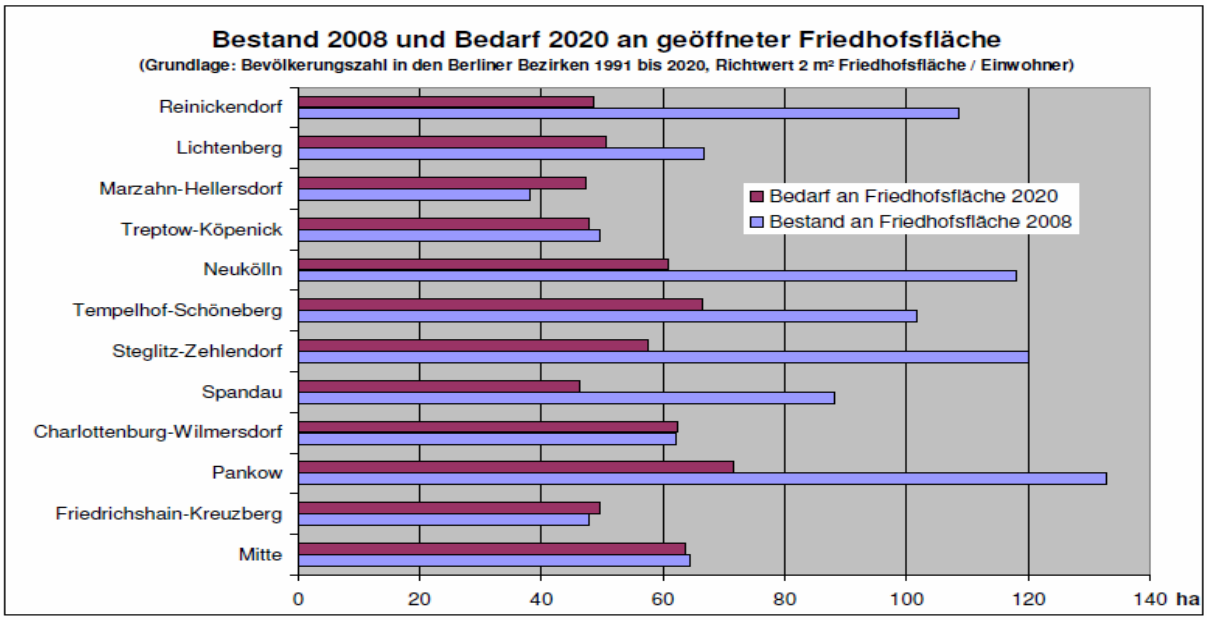
[18] www.derwesten.de/wr/kritik-an-freien-flaechen-auf-friedhoefen-id3743365.html

Bezogen auf die ca. 800.000 gebührenrelevanten Beisetzungen in Deutschland pro Jahr[19] bedeutet dieses ein Potenzial von 150 bis 300 l pro Beisetzung, entspr. 120 bis 240 € pro Beisetzung. Die Einsparungen können vollumfänglich auf die Gebühren angerechnet werden, wenn der Friedhof damit seinen Energie-„Import" vermindert.

Im erstgenannten Fall ist zu erwarten, dass sich eine signifikante Senkung der Nutzungsgebührenlast oder eine entsprechende Anhebung des Kostendeckungsgrades ergibt.

Zur vertieften Einzelfallbetrachtung sind weiter folgende Aspekte sind zu beachten: Zum einen steht Friedhöfen nicht nur Holz aus der Potenzialflächennutzung zur Verfügung, sondern aus der kommunalen Baumpflege insgesamt. Daraus erwächst die Perspektive, dass der Friedhof nicht nur seine Abhängigkeit von fossiler Energie mindern, sondern die erzeugte Energie in ein Nahwärmenetz einspeisen kann, der Friedhof damit zum Energielieferanten wird. Daraus generierte Einnahmen könnten jedoch aus haushaltsrechtlichen Gründen nicht automatisch zur Senkung der Gebührenlast verwendet werden, sondern müssten über eine neue Stelle verbucht werden.

Die Perspektive „Energieexport" ist besonders in solchen Kommunen zu erwarten, in denen die Potenzialflächen erheblich über dem Durchschnitt liegen. So wurden in Köln nach Angabe des Vereins Aeternitas e.V. kurzfristig mehr als 100 ha aus der Friedhofsbewirtschaftung genommen. In Großstädten wie Lübeck, Leipzig oder Krefeld beträgt der Anteil dauerhaft freier Grabfelder 40%, im Ballungsraum Rhein/Ruhr 30%. Bereits erwähnt wurde Berlin mit Flächenüberhängen, die sich auf die Bezirke wie folgt verteilen:



Aus: Friedhofsentwicklungsplan Berlin 2008

Die Grafik veranschaulicht, dass in vier der zwölf Berliner Bezirke mehr als die Hälfte der Friedhofsflächen zur Disposition steht, was dort permanenten Handlungsdruck erzeugt.

4. Energie vom Friedhof: Die erste Stufe

4.1 Eingrenzung des Untersuchungsumfangs

Nachfolgend werden nur solche Möglichkeiten betrachtet, die auf den friedhofsspezifisch geringen Flächengrößen nach derzeitigem Kenntnisstand durch die thermische Verwertung regenerativer Energieträger wirtschaftlich sein können.

In geeigneter Konstellation könnte erzeugte Nahwärme zusätzlich im Wohnumfeld angeboten werden, was sich jedoch bei der Komplexität des Gesamtthemas im Rahmen dieser Studie nur im Einzelfall konkretisiert werden könnte.

[19] Sterbefälle lt. www.destatis.de : 2007: 827.155, 2008: 844.39, 2009: 854.544, 2010: 858.768, abzüglich Naturbestattungen (Wald- oder Seebestattungen)

Ölhaltige Pflanzen wie Raps zur Erzeugung von Biodiesel, stärke- bzw. zuckerhaltige zur Erzeugung von Bioäthanol/Biogas wie Mais – die allgemein als **Biokraftstoffe** bezeichnet werden – sollen daher hier nicht betrachtet werden, da der Anbau landwirtschaftliche Dimensionen erfordert. Dies gilt auch für **Bio-DME** (biologisch gewonnene Dimetylester, Biokraftstoffe der 2. Generation), die aus großen Mengen pflanzlicher Rückstände erzeugt werden. Als potentiell wirtschaftlich erscheint hingegen die Erzeugung von **HTC-Biokohle**, die Technologieentwicklung hat offenbar die Anwendungsreife erreicht, herstellerseitig werden derzeit öffentlich geförderte Pilotprojekte gesucht.[20] [21]

4.2 Verbrennung

Eine Verbrennung ist die Oxidation eines brennbaren Materials mit Sauerstoff als thermische Kettenreaktion, die in kontrolliertem Ablauf zu Heizzwecken genutzt werden kann.

Im Anwendungsbereich auf Friedhöfen sollen nachfolgend ausschließlich vor Ort wachsende ligninhaltige Pflanzen, deren Anbau, Ernte und Aufbereitung für den Heizzweck dargestellt werden.

4.2.1 Holzpellets, Holzbriketts, Biokohle

Allen Holzheizungen gemeinsam ist, dass genau diejenige Menge CO_2 freigesetzt wird, die zuvor bei der Photosynthese gebunden wurde, die Energiegewinnung ist somit CO_2–neutral und klimafreundlich. Da der Klimaschutz ein gesamtstaatliches Ziel ist, kommt diesem Umstand eine besondere Bedeutung zu, Friedhofsträger stehen hier in hoher Verantwortung wie alle anderen öffentlich-rechtlichen Körperschaften auch.

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Verfahren erfordern die Einbindung Externer, da diese nicht oder nur zum Teil auf dem Friedhof selbst durchgeführt werden können. Dadurch kann die Wirtschaftlichkeit im Einzelfall sehr unterschiedlich ausfallen, Transportkosten sind dabei als wesentlicher Kostenfaktor anzusehen. Das vor Ort (also auf dem Friedhof) bereit zu stellende Produkt sind Holzschnitzel, wie sie mit einem üblicherweise bereits vorhandenen Häcksler hergestellt werden können.

Zur Herstellung von Holzpellets darf das gehäckselte **Ausgangsmaterial nach DIN nicht über 20% Wasser** enthalten, die Wärme zur Trocknung liefern häufig benachbarte Biogasanlagen oder andere Blockheizkraftwerke (BHKW). Nach der weiteren Zerkleinerung mit einer Hammermühle findet dann im Pelletierwerk die Formung und Pressung statt, indem das Material unter hohem Druck durch eine Stahlmatrize (Rund- oder Flachmatrize) mit Bohrungen im gewünschten Durchmesser gepresst wird. Durch den Druck findet eine Erwärmung statt, die das im Holz enthaltene Lignin erhitzt und verflüssigt, so dass es als Bindemittel fungiert. Unter Umständen ist eine Zugabe von weiterem Bindemittel (Stärke oder Melasse) mit Anteilen von 0,2 bis 2 % notwendig. Beim Austreten aus der Matrize schneidet ein Abstreifmesser die Stränge zu Pellets oder Briketts der gewünschten Länge.

Der Energieaufwand bei der Herstellung beträgt üblicherweise bei Verwendung von trockenem Restholz ca. 2,7 % des Energiegehaltes. Wird hingegen feuchtes Industrie- oder Waldrestholz angeliefert, kann die benötigte Energie zwischen 3 und 17 % betragen (Zum Vergleich: Der Bereitstellungsaufwand von Heizöl beträgt 12 %).[22]

Mit der Einführung normierter Holzpellets wurde der **Pelletofen** entwickelt, der ausschließlich mit diesem Brennstoff betrieben werden darf. An das Stromnetz angeschlossen, wird er automatisch aus einem rückwandigen Vorratsbehälter beschickt, so dass er mit einer einzigen manuellen Brennstoffauffüllung bis zu mehrere Tage selbständig heizen kann. Über eine Zeitschaltuhr und einen externen Raumthermostat kann er an den individuellen Tagesablauf angepasst werden und bietet damit fast den gleichen Komfort wie eine herkömmliche moderne Öl- oder Gasheizung. Der geringere spezifische Brennwert bedingt jedoch ein höheres Lagervolumen.

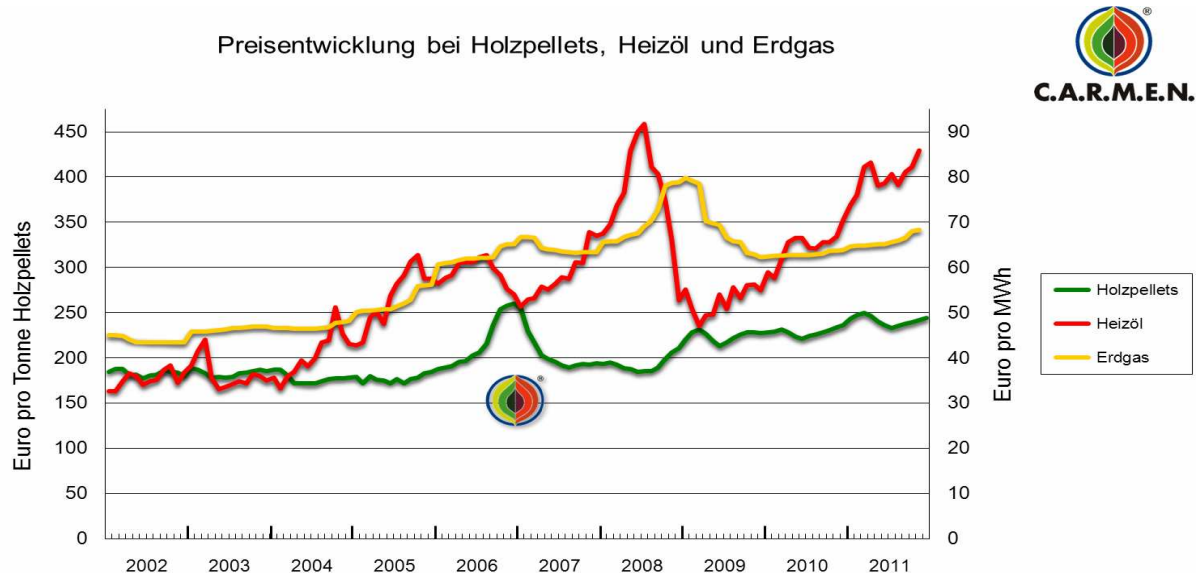
Dem Verfahren zur Herstellung von **HTC-Biokohle** hingegen liegt der Gedanke zugrunde, mit den Möglichkeiten des aktuellen technischen Standes an das Jahrhunderte alte Verfahren der Holzkohleherstellung anzuknüpfen. Dazu wird mit erhöhter Temperatur und einem Überdruck

[20] www.ifz-goettingen.de/site/de/318/htc-biokohle.html
[21] www.suncoal.de/de/technologie/htc-pilotanlage
[22] vgl. Wikipedia, Stichwort „*Holzpellets*"

organisches Material nicht nur gepresst, sondern weiter verkohlt. Die langkettigen Kohlenstoffmoleküle werden dabei aufgebrochen, alle Mineralstoffe der ursprünglichen Biomasse bleiben aber erhalten, was auch den Einsatz des Endprodukts als Mineraldünger ermöglicht.[23]

Im Vergleich zu Holzpellets sind C-Verluste deutlich verringert, die Effizienz entsprechend erhöht. Ein weiterer Vorteil liegt in der uneingeschränkten Verwendbarkeit von Ausgangsmaterialien, eine Anforderung auf Restfeuchte besteht nicht, sie müssen nur organischen Ursprungs sein. Hierfür kommt also nicht nur Holz in Betracht. An der Verfahrensoptimierung wird aber noch geforscht, insbesondere an der wirtschaftlichsten Anlagengröße, für die großtechnologisch ein Jahresinput von >30.000 to kalkuliert wird.[24] Diese Kapazität würde zweifellos eine hohe Transportbelastung auslösen, jedenfalls typische Friedhofsmengen weit übertreffen. Als nachteilig muss die große Menge an Schadstoff belastetem Abwasser betrachtet werden, dass klärtechnisch aufzubereiten ist. An einer für Friedhofsanforderungen kalibrierten Anlage forscht das Institut für Zuckerrübenforschung in Göttingen (Laufzeit 2009 – 2012).[25]

Der zehnjährige Preisvergleich mit fossilen Energieträgern zeigt, dass Brennstoffe auf Holzbasis wie Pellets und Holzbriketts recht preisstabil sind und daher einen zunehmenden Preisvorteil erlangt haben.[26] Die nachfolgende Grafik berücksichtigt nicht die 25 % Preissteigerung bei Erdgas und Heizöl zwischen 2/2011 und 2/2012.



Bezüglich Wirkungsgrad, Emissionen und Wartungsarmut nimmt der Pelletofen unter den Einzelfeuerstätten eine Spitzenstellung ein. Holzbriketts hingegen werden wie Braunkohlebriketts in konventionellen Feststoffkesseln verbrannt. Im Lagerungsbereich ist auf gute Durchlüftung zur Vermeidung von Kohlenmonoxidanreicherungen zu achten.

Holzpellets nach DIN CERTCO/DIN plus

Anlieferung von Pellets per Einblasung (Fotos: Wikipedia)

[23] vgl. Wikipedia, Stichworte: „*Hydrothermale Karbonisierung*" und „*Pflanzenkohle*"
[24] www.suncoal.de/de/technologie/carboren-verfahren
[25] www.ifz-goettingen.de/site/de/318/htc-biokohle.html
[26] www.carmen-ev.de/dt/energie/pellets/pelletpreis_grafiken.html

4.2.2 Holzhackschnitzel

Während zur Pelletierung, Brikettierung und Verkohlung industrielle Prozesse durchlaufen werden müssen, kann die Hackschnitzelherstellung mit üblicherweise vorhandenem Gerät vor Ort erfolgen. Nach der Trocknung kann bei Beachtung bestimmter Parameter direkt in modernen, Hackschnitzel geeigneten Feuerstätten verbrannt werden, wobei die Wartungsarmut an die der Pelletkessel heranreicht, denn auch die Hackschnitzelkessel können automatisch beschickt werden. Stand der Technik sind mit einer Lambda-Sonde ausgestattete Vergaserkessel.

Zu beachten ist jedoch auch hier, dass die Hackschnitzel eine Restfeuchte von nicht mehr als 20% haben sollten. Dies kann entweder durch Vorlagerung des noch nicht zerhackten Holzes oder durch Trocknung bei einem Dienstleister erfolgen, also z.B. in einer Biogasanlage oder einem BHKW, wo besonders im Sommer Wärme preisgünstig zur Verfügung steht. Transportkosten sind zu addieren.

Ein weiterer Aspekt ist der **hohe Ascheanteil**, der bis zu 5 % betragen kann und als Sondermüll zu entsorgen ist, da in der Asche Minerale, Salze und Schwermetalle vorkommen. Je höher der Weichholzanteil und der Rindenanteil, desto höher ist die Aschemenge.

Holzhackschnitzel werden vermehrt auf sog. **Kurzumtriebsplantagen (KUP)** erzeugt. Es handelt sich dabei um den Anbau von Gehölzen mit hohem Stockausschlagsvermögen, die alle 5 Jahre zurückgeschnitten werden. Die noch dünnen Stämme können mit einfacher Technik an Ort und Stelle gehäckselt werden. Hierfür stehen alle Potenzialflächen zur Verfügung, soweit diese dauerhaft nicht mehr für Bestattungen benötigt werden.

KUP-Harvester, Quelle: www.landwirt.com

Eine Untersuchung der Universität Halle zur Wirtschaftlichkeit von KUP hatte bereits 2007 ergeben, dass nicht nur große Flächen, sondern auch landwirtschaftliche Marginalflächen interessant sind.[27] Der Aufwuchs wird zuerst geschlegelt und dann gehäckselt, bei großen Flächen (>30 ha) vollmechanisch mit sog. „Harvestern", bei kleinen KUP halbmechanisch in zwei getrennten Arbeitsgängen. Der höhere Bedarf an Arbeitskraft bei den Marginalflächen wird teilkompensiert durch kürzere Rüstzeiten, geringeren Kapitaleinsatz und weitere Synergieeffekte. Die Stadtwirtschaft Halle sammelt dazu weitere Erfahrungen auf kleinen Ruderalstandorten.[28]

Der Preis pro kWh Heizenergie, die mit Holzhackschnitzeln erzeugt wird, liegt im Langzeitbetrieb unter dem Preis von Holzpellets. Jedoch enthalten Hackschnitzel mehr Wasser als Holzpellets und haben daher einen geringeren Heizwert; er liegt bei etwa 3,3 kWh pro Kilogramm (Pellets: 4,9 kWh/kg, Heizöl:10 kWh/l).[29] **Aufgrund des hohen Chloranteils im Abbrand sind bei Hackschnitzelkesseln alle korrosionsgefährdeten Bauteile aus Edelstahl, so dass diese im Vergleich zu Pelletkesseln teurer in der Anschaffung sind.** Hackschnitzelheizungen sind daher oft auch für den Einsatz von Holzpellets zugelassen, während dies umgekehrt nicht gilt.

Für den Bereich der Friedhöfe ist der Umstand einzubeziehen, dass die Holzpflege und Ernte in die arbeitsarme Winterzeit fällt, in der häufig ohnehin freie Arbeitskapazitäten bestehen.

Beispielhaft ist hier die Viessmann-Firmengruppe mit Hauptsitz in Allendorf zu erwähnen, die mit Landwirten im Umkreis Pachtverträge zum Anbau von Kurzumtriebshölzern geschlossen hat und diese in eigenen Kesseln verfeuert. Für diese und weitere Initiativen ist die Firma 2011 mit dem **Deutschen Nachhaltigkeitspreis** ausgezeichnet worden.[30]

[27] lb.landw.uni-halle.de/titel/t0712a.htm
[28] www.halleforum.de/tags/tagname-/Energiewald
[29] www.thema-energie.de/heizung-heizen/heiztechnik/holzheizungen/heizen-mit-holzhackschnitzeln.html
[30] www.nachhaltigkeitstag.de/files/dnp2011_kurzbegruendung_viessmann_2.pdf

4.2.3 Chinaschilf und Knöterich

Chinaschilf (Miscanthus sinensis) und Knöterich (Igniscum Reynoutria bohemica - Hybr.) sind ausdauernde, anspruchslose Pflanzen, die unter hiesigem Klima bis zu 4 m hoch werden können. Als C4-Pflanzen können sie auch noch bei großer Hitze Photosynthese betreiben, weil sie Kohlendioxid chemisch in ihrem Gewebe speichern.[31]

Die zellulosereichen Halme werden im Winterhalbjahr geschnitten und sind dann im Unterschied zu Kurzumtriebshölzern bereits weitgehend trocken. Nach dem Auslegen der Rhizome und einem Aufwuchsjahr sind **bis zu 15 Jahre** lang Ernten möglich, jährliches Ansäen und Bodenaufbereitung entfällt. Das Häckseln ist mit weniger Aufwand verbunden. Aus einem ha Chinaschilf bestockter Fläche können ca. **20 to Trockensubstanz gewonnen werden, die 8000 l Heizöl ersetzen.[32]**

Von Nachteil sind die bislang noch geringen Anbau- und Verwertungserfahrungen, die Erstinvestitionen für das Pflanzgut (Rhizome) und die mehrjährige Flächenbindung, die jedoch auf Potenzialflächen nicht grundsätzlich als problematisch erscheint, soweit sichergestellt ist, dass diese Flächen längerfristig für den Anbau zur Verfügung stehen.

Forschungsaufgaben eröffnen aber auch Möglichkeiten staatlicher Förderung, wie sie an der Universität Bonn für Chinaschilf und an der Hochschule Bernburg für Knöterich durchgeführt werden. Gerade der kleinflächige Anbau auf Potenzialflächen würde eine umfassende wissenschaftliche Begleitung wünschenswert erscheinen lassen, da hier besondere Fragestellungen zu untersuchen sind. So muss z.B. geklärt werden, ob Kleinsäuger (Wühlmäuse, Kaninchen) in den Anbauflächen Vermehrungsbiotope finden und ob sich die Pflanzen unerwünscht vermehren können.

Auch die Aufbereitung zu Heizzwecken ist im vergleichsweise kleinmaßstäblichen Friedhofsbereich zu untersuchen: Durch die relativ geringe Schüttdichte – es ist im Vergleich zu Hackschnitzeln nur halb so niedrig – ist die hydraulische oder manuelle Brikettierung sowie die Ballierung zu prüfen.

Eine besondere Herausforderung ist die Schlackenbildung bei der Verbrennung des Häckselgutes, das – ähnlich wie Stroh – einen hohen Siliziumanteil aufweist und daher nicht in allen Hackschnitzelfeuerungen verbrannt werden kann. **Auch ist der Chlor- und Alkalianteil im Rauchgas erhöht, diese Stoffe reagieren als Natrium- und Kaliumchlorid stark aggressiv und greifen den Stahl in Kesseln und Rohren an, besonders bei hohen Temperaturen.[33]**

Heizkesselhersteller verweisen hier auf Erfahrungen aus der landwirtschaftlichen Praxis. So ist seit langem bekannt, dass Stroh, das auf dem Feld liegt und Regen ausgesetzt ist, deutlich reduzierte Mengen der aggressiven Stoffe Chlor und Kalium enthält. Im Gegensatz zu „gelbem" Stroh ist dieses „graue" Stroh somit schonender für den Kessel, da ein Teil der Stoffe bereits ausgewaschen ist. Graues Stroh hat außerdem einen etwas höheren Brennwert als gelbes Stroh.

Unklar ist, ob die zurück bleibende Asche so wenig Alkalisalze und andere Verunreinigungen enthält, dass sie nicht als Sondermüll entsorgt, sondern als Zuschlagstoff in Baustoffen verwendet werden kann. Geforscht wird daher auch nach einem optimalen Mischungsverhältnis mit Holzpellets sowie nach neuen, aschearmen Sorten. Anbau, Kultur und Ernteverfahren sind hingegen ausgereift.

Kleinmähdrescher der Fa. Kemper (Foto: LLFG Bernburg)

Kleinstrohpresse (Foto: Welger)

[31] Rolf Hesch, Holztechnisches Labor der Fachhochschule Lippe, mdl.
[32] Hr. Will vom Fachverband nachwachsende Rohstoffe, mdl.
[33] www.bhkw-anlagen.com

Versuchsanbau Chinaschilf, Foto: Pude

Versuchsanbau Knöterich

Versuchsfeld Hochschule Bernburg

4.2.4 Hinweise zum Kosten-Nutzenverhältnis

Belastbare Kalkulationsdaten zu nachwachsenden Rohstoffen hat das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) zusammengestellt. Zu allen voranstehend genannten Verfahren steht eine online abrufbare Datenbank zur Verfügung. Für balliertes Miscanthus-Stroh werden z.B. Gesamtkosten von 161,99 €/ha bzw. 0,61 €/GJ ermittelt, für Schnellumtriebshölzer 66,77 €/ha bzw. 0,11 €/GJ[34]. Auch die jeweilige Ertragserwartung pro ha wird dargestellt. Sie beträgt für Miscanthus 18,8 to, entspr. 265 GJ, für Schnellumtriebshölzer 45,7 to, entspr. 589 GJ. Ein GJ entspricht ca. 287 kWh, der Nettoertrag bei Miscanthus beträgt nach der KTBL-Kalkulation 75.880 kW/h pro ha, bei Schnellumtriebshölzern 169.011 kW/h pro ha.

Beide Anbaukulturen sind jedoch nur bedingt vergleichbar, die Rückstandsproblematik wurde voranstehend bereits erläutert. Hinzu kommt, dass im Unterschied zu Chinaschilf und Knöterich die Schnellumtriebshölzer nur alle 3 bis 5 Jahre geerntet werden und getrocknet werden müssen. Zudem ist eine effiziente Sägetechnik zu wählen. Bei Chinaschilf/Knöterich wiederum wird zur Vermeidung unnötig großer Lagerkapazitäten balliert werden müssen.

4.3 Vergärung

Bei der Vergärung wird Wärme durch den Abbau von biogenem Material durch Mikroorganismen freigesetzt. Zugleich entsteht brennbares Biogas, das nachbehandelt als Methan auch für technisch hochwertige Verbrennungsprozesse oder zur Einspeisung in das Versorgungsnetz geeignet ist.

Friedhöfe zählen zu den produktivsten Anbauflächen für Pflanzen und Pflanzenteile, denn aufgrund der Nährstoffanreicherungen sowie Intensivpflege auf den Gräbern und der Rasenflächen fällt vergleichsweise viel proteinreiche Biomasse an. Diese wird üblicherweise auf Kompostplätze verbracht, die dort entstehende Abbauwärme bleibt ungenutzt.

Einen alternativen Vorschlag zur Kompostierung hat das „Netzwerk Lebensraum Brache" unterbreitet: Dieser informelle Zusammenschluss setzt sich für die Verbreitung dauerhafter Wildstaudenwiesen ein, das Mähgut soll aber nicht kompostiert, sondern an Biogasanlagen geliefert und dort energetisch genutzt werden.[35] Hintergrund dieser Initiative ist der in Deutschland besorgniserregende Grünlandverlust.

Auf freien Friedhofsflächen ließe sich noch erheblich mehr Biomasse gewinnen, wenn z.B. statt Rasen mehrjährige Stauden gepflanzt werden würden. Diesbezüglich wurden durch die Universität Bayreuth die aus Nordamerika stammende **Becherpflanze (Silphium perfoliatum)** energetisch untersucht. Ein Anbau dieser Staude könnte einen besonders hohen Energieertrag ermöglichen.[36] Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg in seiner Untersuchung zum Energiepotenzial der **Tobinambur (Helianthus tuberosus L.).**[37] Aber auch unter den einjährigen Gräsern bestehen besondere Möglichkeiten, so verdient etwa das **Sudangras (Sorghum sudanese)** besondere Erwähnung.

[34] http://daten.ktbl.de/energy
[35] www.energiepflanzen.info/fileadmin/energiepflanzen/Flyer_Wildpflanzenprojekt.pdf
[36] www.idw-online.de/de/news336063
[37] www.ltz-bw.de

Silphium perfoliatum

Helianthus tuberosus

Sorghum sudanese (aus: Wikipedia)

Für eine optimale Prozesssteuerung der natürlichen Abbauprozesse sind seit wenigen Jahren fast flächendeckend **Biogasanlagen** errichtet worden. Die in der Regel landwirtschaftlichen Betreiber beschicken diese Anlagen üblicherweise mit Energiemais sowie Gülle.

Während das gewonnene Biogas verlustfrei genutzt wird, kann die Prozesswärme oft nicht verwendet werden. Dadurch erreichen diese Anlagen oft nur einen schlechten Wirkungsgrad.

Für Friedhöfe kommt ein weiterer Nachteil hinzu: Die oft weiten Wege zur Biogasanlage. Daher ist die Rentabilität einer eigenen, **auf den Friedhofsmaßstab bezogene Kleinbiogasanlage** zu prüfen. Das Marktsegment für Kleinbiogasanlagen war bisher eher unbedeutend. Erst mit dem neuen Anlagentyp der 75 kW Mini-Biogasanlage im EEG 2012 und dem historisch höchsten Fördersatz für Biogasanlagen ist diese Leistungsklasse verstärkt in den Fokus der Hersteller und Anbieter von Biogastechnologie gelangt.

Eine nach dem EEG geförderte Anlage unterliegt jedoch einer umfassenden Dokumentations- und Überwachungspflicht.

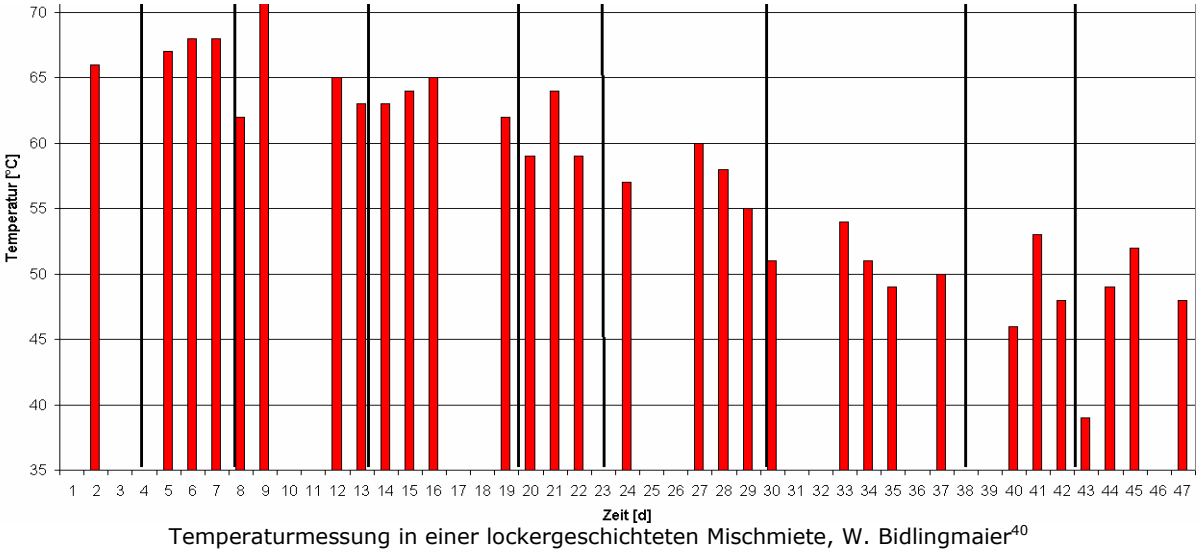
Diese zusätzlichen Aufgaben lassen sich weitgehend vermeiden, wenn der **Biomeiler** zum Einsatz kommt, die technologisch denkbar einfachste Variante. Es handelt sich dabei um ein bereits vor 40 Jahren zur Marktreife entwickeltes Verfahren, bei dem die im Kompost entstehende Wärme gewonnen wird. Dazu folgende Vorbemerkungen:

Im Kompost sind drei Zersetzungsphasen zu unterscheiden[38]: In der Anlaufphase herrschen die mesophilen Organismen vor. Sie sind in Temperaturbereichen von 10 bis 45 °C und in den ersten zwölf bis 24 Stunden aktiv. Bei einer Selbsterwärmung über 45 °C werden ihre Keimzahlen wieder geringer und die Anzahl der thermophilen Organismen steigt bis zu einer Temperatur von 55 °C stark an. Oberhalb dieser Temperatur bis 75 °C sinken die Keimzahlen der thermophilen Population wieder kontinuierlich ab. Können über mehrere Tage Temperaturen über 60 °C gehalten werden, kann von einer Hygienisierung des Kompostmaterials ausgegangen werden. In der allmählichen, sich über 18 Monate hinziehenden Abkühlungsphase unter 45 °C vermehren sich Actinomyceten verstärkt. Ihre Anwesenheit zeigt die Kompostreife an.

Nach Aufsetzen des Meilers Foto: Biomeiler.at

Messungen der Temperaturkurve in Kompostmieten haben u.a. Werner Bidlingmaier, Lehrstuhl Abfallwirtschaft in Weimar, und R. Stegmann, IFAS-Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, Hamburg [39] vorgelegt. Die Bioabfallverordnung fordert zur Hygienisierung Temperaturen von 65°C über eine Woche oder von 55°C über 2 Wochen. Beide Kriterien werden in einer Mischmiete eingehalten.

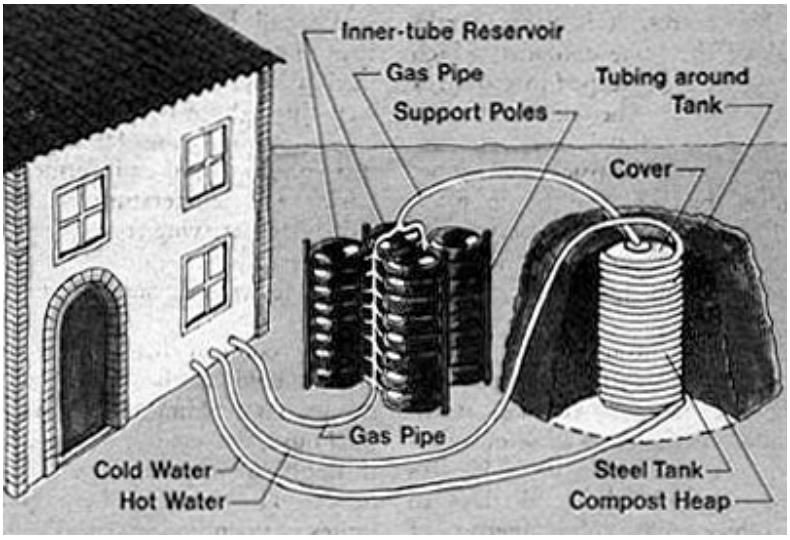
[38] lt. Wikipedia, Suchbegriff: Kompost
[39] www.ifas-hamburg.de/pdf/bioabfal.pdf



Temperaturmessung in einer lockergeschichteten Mischmiete, W. Bidlingmaier[40]

In der Praxis findet jedoch keine durchgehende Kompostierung statt, da das Substrat nicht optimal geschüttet wird und regelmäßig auch dicht gelagerte Bestandteile enthält. Die Folge ist eine partielle Vergärung mit deutlich verlängerter Temperaturkurve.

Ein Pionier der Abwärme- und Methannutzung war der französische Forstinspektor Jean Pain, der in den 1970er Jahren mit einfachster Technik aus dem Unterholz seines Reviers Hackschnitzel herstellte und daraus Meiler errichtete, die von spiralig verlegten Wasserschläuchen durchzogen waren. Er erntete alle 7 Jahre von einem ha Land 80 m³ Holzschnitzel.[41] Daraus gewann er bis zu 60°C heißes Wasser in einer Menge, die dem Energieäquivalent von 4000 l Heizöl entsprach, zudem wurde Methan abgesaugt, mit dem er seinen alten PKW betrieb.



Aus: Reader´s Digest, Bericht über das Konzept Jean Pain[42], Nov. 1989

Das Charakteristische dieses Konzepts ist sein **extrem niedriges Technologie- und Risikoniveau**: Keine Mechanik, keine überdachte Lagerhaltung, keine kontinuierliche Beschickung, keine Brandgefahr, somit bleiben notwendige Überwachungsaufgaben überschaubar. Das Konzept wird inzwischen auch in Deutschland u.a. von der Interessensgemeinschaft „Native power"[43] sowie ländlichen Selbstversorgerinitiativen umgesetzt[44]. Es ist von der Dimensionierung her gut für die Anforderungen von Friedhofsträgern geeignet, da das erforderliche Ausgangsmaterial in geforderter Menge und Qualität auf Friedhöfen erzeugt und ohnehin auf dem Kompostplatz gelagert wird.

Die Funktionsweise folgt einem einfachen Prinzip: Der Wasserkreislauf des „Bioreaktors" wird an den Vorlauf und Rücklauf der Heizungsanlage angeschlossen. Eine Nahwärmeleitung mit Isolierung wird zwischen Standort des Bioreaktors und Heizung verwendet. (ca. 40€/lfd. m. Nahwärmeleitung). Als Steuerung wird ein einfacher Fühler am Vor- und Rücklauf verwendet, der die Pumpe an- oder abschaltet. Diese Steuerung ist auch als Solarsteuerung bekannt. Der Fühler am Vorlauf muss sich in der Mitte des Bioreaktors befinden und schaltet die Pumpe bei ca. 55°C ein. Der Fühler am Rücklauf schaltet die Pumpe bei ca. 40°C aus.

[40] www.kompost.de/uploads/media/Vortrag-Bidlingmaier.pdf
[41] www.youtube.com, Suchbegriff: "*Biomeiler nach Jean Pain"*
[42] http://journeytoforever.org/biofuel_library/methane_pain.html
[43] www.native-power.de
[44] http://biomeiler.blogspot.com

Besonders vorteilhaft ist der Bioreaktor bei Niedertemperaturheizungen, wie sie bei Fußbodenheizungen verwendet werden. Diese haben in der Regel eine Vorlauftemperatur von ca. 40°C und eine Rücklauftemperatur von ca. 28°C. Der Meiler kann somit direkt über einen Dreiwegemischer an die Heizung angeschlossen werden. Dieser mischt die Vorlauftemperatur des Bioreaktors mit dem Rücklaufwasser der Heizung und führt das 40°C warme Wasser dem Vorlauf der Heizung zu. Dadurch wird die Temperatur so erhöht, dass der Brenner der Anlage nur noch selten oder gar nicht anspringt.

Ein gewisser Nachteil jedoch liegt in der ungenauen Prognostizierbarkeit des zur Verfügung stehenden Energiewertes. Es ist abhängig vom Ausgangssubstrat, der Menge und Schüttung sowie dem jahreszeitlichen Aspekt. Optimal ist die Wärmegewinnung, wenn der Meiler mit den letzten Rasenschnitten und mit frischem Holzschnitzel errichtet wird, also im Herbst. Die Wärmeenergie kann dann bereits nach einer Woche gewonnen werden und bei ausreichender Dimensionierung die gesamte Heizperiode zur Verfügung stehen.

Soll zusätzlich das freigesetzte Methangas gewonnen werden, bedarf es eines deutlich höheren Aufwands an Überwachung sowie Berücksichtigung entsprechender Schutzvorschriften. Im öffentlich-rechtlichen Kontext einer Friedhofsbewirtschaftung ist daher die Gasgewinnung nur unter Vorbehalt zu empfehlen.

Aufsetzen eines kleinen Meilers, Foto: Koller[45]

Verlegen des Kunststoffrohrs (HDPE), Foto: www.biomeiler.at

Drachenmühle Schweta setzt auf Warmwasser aus Biomeiler

Ein Biomeiler entsteht derzeit in der Drachenmühle in Schweta: Ein Fernsehteam begleitete den Aufbau des Biomeilers, der in den nächsten Tagen in Betrieb geht. Es ist bereits der zweite Biomeiler. Er soll der Drachenmühle für die nächsten 18 Monate warmes Wasser liefern. Foto: Sven Bartsch

Bau eines Biomeilers in Schweta, Foto: Oschatzer Allgemeine Zeitung v. 08. 05. 11

4.3.1 Hinweise zum Kosten-Nutzenverhältnis

Wirtschaftlichkeitsaussagen sollen hier auf den vorgenannten Biomeiler beschränkt bleiben. Die Investition umfasst mehrere hundert Meter PE-Rohre, die als Spirale innerhalb des Meilers verlegt werden, die erforderliche Umwälzpumpe (Effizienzklasse A), die Nahwärmeleitung zum Heizsystem sowie der Heizungsanschluss selbst. Dieser wird mit einem Dreiwegeventil versehen, das jeder Heizungs- und Sanitärfachbetrieb installieren kann.

[45] Jochen Koller, Hofenerstr. 5, 87527 Sonthofen/Allgäu, email: koller-wiggensbach@t-online.de

Insgesamt ist von Kosten **nicht über 5.000 €** auszugehen. Weitere Kosten entstehen durch den zusätzlichen Arbeitsaufwand für das Erstellen des 80 m³ großen Meilers, wofür mit Hilfe eines Radladers zwei Handarbeiter max. 2 Tage benötigen, dafür sind ca. **1.000 €** zu kalkulieren. Für die Pumpleistung des gewonnenen Warmwassers in das Heizsystem sind ca. **500 €/a** zu kalkulieren.

Das Energieversorgungsunternehmen (EVU) installiert dafür einen gesonderten Zähler und berechnet den Strom ggf. günstiger, da das System für das EVU wirtschaftlich interessanter als eine reine Heizung ist. Aus dem Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien kann zudem eine Basisförderung abgerufen werden, diese beträgt mind. **3.600 €.**

Zuwendungsgeber ist das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa).[46] Unter Berücksichtigung einer Heizöleinsparung von 4.000 l hat sich die Investition unter Einbeziehung der Förderung vollumfänglich nach der ersten Heizperiode amortisiert, vorausgesetzt jedoch, dass das Ausgangsmaterial kostenlos zur Verfügung gestellt wird.

5. Energie vom Friedhof: Die zweite Stufe

5.1 Eingrenzung des Untersuchungsumfangs

Mit der Beschlusslage und der Förderkulisse zur Energiewende werden fossil betriebene Großkraftwerke unwirtschaftlich, sie können im Grundlastbereich mit den regenerativ betriebenen Kleinkraftwerken nicht konkurrieren und Spitzenstrombedarfe nicht passgenau abdecken. Die bisher zentrale Energieversorgung wird perspektivisch zugunsten der dezentralen aufgegeben, da beide Systeme nicht miteinander kompatibel sind. Dieser Prozess ist bereits unumkehrbar.

Um die Variationsbreite regenerativ erzeugter Strommengen zu verwalten, bedarf es eines intelligenten Energiemanagements, an dessen Optimierung derzeit mit Hochdruck gearbeitet wird.

Friedhöfe bieten genau diejenigen Kapazitäten, um wirtschaftlich und effizient Teil eines intelligenten Netzsystems zu sein. Es ist daher plausibel, bereits zur Verfügung stehende Technologien und Innovationen in diesem Kontext darzustellen.

Die bisher auf die effiziente Wärmenutzung fokussierten Ausführungen sollen daher nachfolgend um Möglichkeiten auch der elektroenergetischen Potenziale erweitert werden. Dabei sollen jedoch nur diejenigen Verfahren betrachtet werden, die der Friedhofsmaßstäblichkeit entsprechen. Großtechnische Anlagen werden ausgeblendet, Verfahren im Experimentierstadium nur im Ausnahmefall und mit besonderer Kennzeichnung dargestellt. Auch die vertiefende Betrachtung der **Solarthermie** erscheint in diesem Zusammenhang entbehrlich, da die Wärmegewinnung durch direkte Sonneneinstrahlung wesentlich im Sommerhalbjahr erfolgt, zu einer Zeit also, in der friedhofsspezifischer Wärmebedarf nur gering ist. Hingegen werden die **Thermo- und Photovoltaik**, also die direkte Umwandlung von Wärme und Sonnenenergie in elektrischen Strom sowie auch **Speichertechnologien** betrachtet.

5.2 Erdwärme, Geothermie

Erdwärme ist unabhängig von Jahres- oder Tageszeiten, Wetter- oder Klimabedingungen verfügbar. Deren Nutzung für thermisch-energetische Anwendungen ist nicht unbedingt auf größere Tiefen beschränkt: Schon weit oberhalb der neutralen Zone,[47] ab einer Tiefe von etwa 1,5 m, lassen sich Wärmemengen übertragen, die insbesondere für die Wärme- und Kälte-konditionierung von Gebäuden interessant sind.

Im Hinblick auf Friedhöfe ist zu beachten, dass Körperbestattungen in Tiefen von 1,80 m bis 2,20 m erfolgen, oberhalb derer besteht **nach Ablauf der Ruhezeit keine Pietätsbehaftung**.

Besonders geeignete Flächen stellen Wege und besonders Werkhöfe im Nahbereich zu Kapellen, Gärtnereien oder anderen Abnehmern dar, speziell auch zur Option Kühlung, wenn Kühlzellen vorgehalten werden. Werkhöfe sollten ohnehin auf ihre Potenziale hin überprüft werden, ehemals gärtnerisch genutzte Flächen liegen derzeit oft brach, weil Wärme zu günstigen Bedingungen nicht zur Verfügung steht.

[46] www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/index.html
[47] Ab einer Tiefe von 6 m besteht kein jahreszeitlicher Einfluss auf den Boden mehr.

Werkhöfe sind nicht immer optimal genutzt, liegen z.T. brach

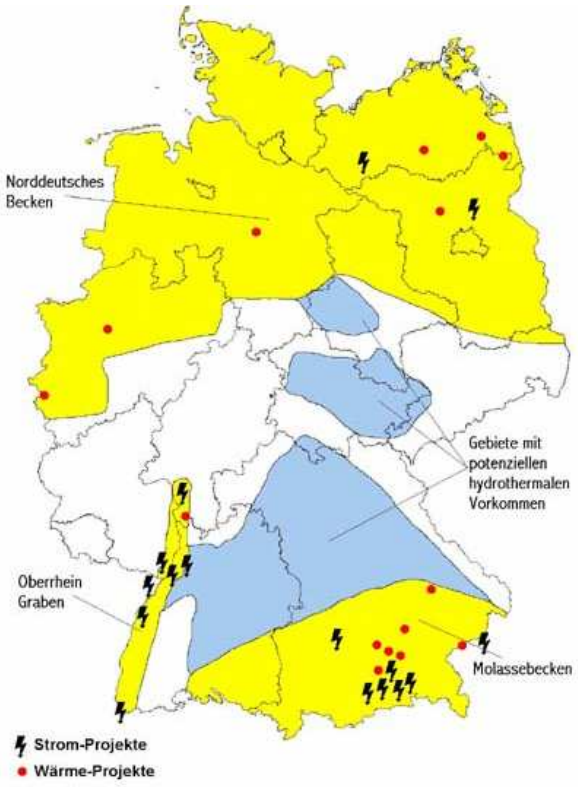
Geothermieprognose bis 2020[48]

Entscheidend ist die richtige Dimensionierung im Gesamtenergiesystem. Im Einzelfall kann ein Kühl- oder Wärmeabnehmer im Sommer oder eine Verstromung nicht benötigter Wärme die Gesamtuntersuchung entscheidend beeinflussen.

Die Wärmehöffigkeit tieferer Bohrungen ist regional unterschiedlich. So nimmt im Norddeutschen Becken ab ca. 15 m die Temperatur um ca. 3° C je 100 m Tiefe zu, um in 400 m 20-25° C, in 2.000 m Tiefe 75° C zu erreichen.

Ab 400 m Tiefe spricht man von Tiefengeothermie, diese darf nicht in Wasserschutzgebieten erfolgen. Da Friedhöfe außerhalb dieser Gebiete liegen, sind sie diesbezüglich geeignet.

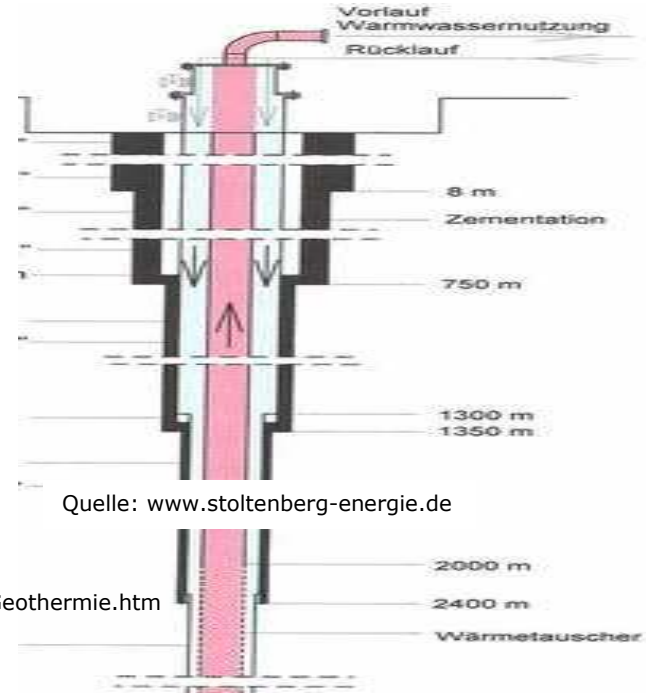
Die rechte Grafik zeigt die Geothermiehöffigkeit sowie Wärme- und Stromprojekte in Deutschland bis 2008.[49] Dabei fällt auf, dass im gesamten Norddeutschen Becken im Erfassungsjahr nur sieben Wärme- und zwei Stromprojekte am Netz waren, während im viel kleineren süddeutschen Höffigkeitsgebiet bereits acht Wärme- und dreizehn Stromprojekte fertig gestellt waren.



Die benötigte Baufläche für eine Tiefengeothermiebohrung umfasst 250 m². Es wird ein koaxiales Steigrohr eingeführt, Wasser fließt außen nach unten und erwärmt sich. Im Innenrohr steigt das erwärmte Wasser wieder nach oben. Dazu bedarf es nur minimaler Antriebsenergie ohne Wärmepumpe, da die Bewegung bereits vom Dichteunterschied getragen wird.

Bohrungen werden durch das EEG gefördert, Fündigkeitsrisiken durch einen speziellen Kredit der KfW-Bank abgefangen.

Friedhofsträger können dafür zwar die Flächen zur Verfügung stellen, die Investition aber selbst im Regelfall nicht leisten. Somit muss ein Beteiligungsmodell gefunden werden.



Quelle: www.stoltenberg-energie.de

[48] Quelle: www.geothermie-dialog.de
[49] Quelle: www.ie-leipzig.com/IE/Geothermie/Portal/Geothermie.htm

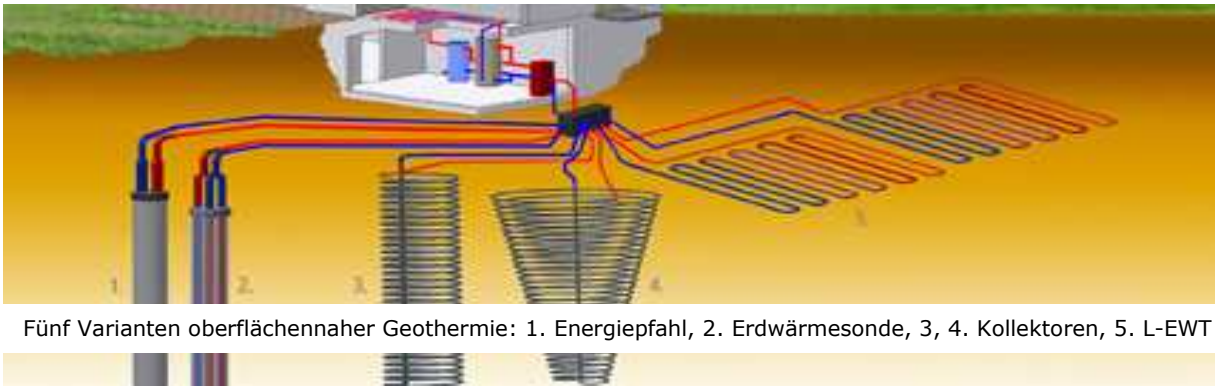
Zudem ist ein Bauleitplanverfahren mit Ausweisung als Sondergebiet Geothermie sowie eine bergrechtliche Genehmigung erforderlich.

Es erscheint sinnvoll, im Rahmen dieser Arbeit besonders die oberflächennahe Geothermie zu vertiefen, bei der mittels Wärmepumpen oder Ventilation die Heizung oder Kühlung unterstützt wird. Ca. ¾ der eingesetzten Energie beim Betrieb kann so gewonnen werden, ¼ muss für die Wärmepumpe von außen als Strom zugeführt werden. Zu unterscheiden sind folgende Verfahren:

Erdwärmekollektoren werden in 0,80-1,60 m Tiefe verlegt und koppeln thermisch stark an die an der Oberfläche vorherrschenden Witterungseinflüsse. Im Vergleich zu den in gleicher Tiefe eingebauten Energiepfählen sind die Kosten geringer, aber der Flächenbedarf höher; für 100 m² zu beheizender Fläche mit Wohnraumhöhe wird eine Grundfläche von etwa 200-250 m² benötigt. Das durch die Rohrschleifen zirkulierende Wärmeträgermedium transportiert die dem Erdboden entzogene Energie zur Wärmepumpe.

Erdwärmesonden und Energiepfähle werden in 50 bis 160 m Tiefe eingebaut. Ihr Flächenbedarf ist gering, und sie nutzen ein konstantes Temperaturniveau. Verbaut werden Kunststoffrohre (HDPE) wie bei der Kompostwärmenutzung, die zu Kreisläufen zusammen geschlossen und mit dem Kühl- und Heizsystem des Gebäudes verbunden sind. Durch diese Technik lassen sich Anlagen unterschiedlicher Größe –vom Bedarf eines mittelgroßen Friedhofs bis hin zu kompletten Wohngebieten– mit Wärme bzw. Kälte versorgen. Bei Energiepfählen werden tief reichende Betonpfähle, Schlitzwände oder andere im Untergrund verbaute, statisch notwendige Betonbauteile mit Kunststoffrohren belegt, die mit Wasser als Leitmedium die Erdwärme bzw. Erdkälte ausnutzen. Die Planung umfasst auch die Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis.

Luft-Erdwärmetauscher (L-EWT) kommen hingegen ohne flüssiges Medium aus. Das System besteht aus Rohren, die nahezu horizontal im frostfreien Erdreich verlegt werden. Dies kann frei auf allen nutzungsrechtsfreien Friedhofsflächen erfolgen. Der Durchmesser der Rohre beträgt 15 bis 20 cm. An der Ansaugöffnung sind Filter erforderlich, das verwendete Rohrmaterial sollte aus PE und absolut dicht gegen Regen- oder Grundwasser sein. (Bildquelle: www.erdwaerme-infos.de)



Fünf Varianten oberflächennaher Geothermie: 1. Energiepfahl, 2. Erdwärmesonde, 3, 4. Kollektoren, 5. L-EWT

5.3 Kleinwindenergieanlagen

Kleinwindenergieanlagen (KWEA) werden im Unterschied zu großen Anlagen nicht nach dem Bundesimmissionsschutz, sondern nach den jeweiligen Landesbauordnungen genehmigt, bis zu einer Bauhöhe von 10 m sind sie sogar vielfach genehmigungsfrei. Da die Beeinträchtigungen durch Schall und Schatten erheblich niedriger sind als bei Großwindanlagen, können sie auch im besiedelten Raum errichtet werden.

Voraussetzung ist eine Einzelfall bezogene Prüfung, ob der Abstand zum nächsten Wohnhaus ausreicht und die Anlage statische Anforderungen erfüllt.

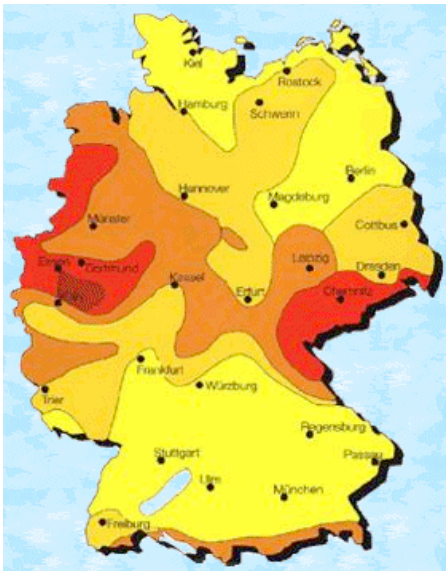
KWEA haben eine Nabenhöhe von bis zu 22 m und einen Rotordurchmesser von 16 m (30 m Bauhöhe). An einem guten Standort mit freier Anströmung können bis über 100.000 kWh/a erwirtschaftet werden, **dies entspricht dem Ertrag einer Photovoltaikanlage mit etwa 800 bis 1.000 m² Kollektorfläche. Voraussetzung ist eine freie Anströmung der Anlage, also eine Umgebung ohne störende Turbulenzen durch Bäume oder Gebäude.**

Die aus Windkraft und Photovoltaik gewonnenen Energien ergänzen sich ideal, da beide ihre Leistungsschwerpunkte zu sehr unterschiedlichen Zeiten haben: PV im Sommer und zur Mittagszeit, Wind im Herbst, Frühling und Winter und auch nachts. Damit ist eine fast grundlastartige, dezentrale Eigennutzung oder die Einspeisung in das öffentliche Netz sehr einfach, effizient und ohne zusätzliche Netz-Installationen möglich.[50]

Der Strom aus Kleinwindkraftanlagen kann nach dem EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) vom Netzbetreiber vergütet werden. Anlagen mit einer installierten Leistung bis einschließlich 50 kW erhalten 20 Jahre eine garantierte Einspeisevergütung von 8,93 Cent pro Kilowattstunde (EEG 2012, §29, Abs. 3). Bei der Photovoltaik liegt dies mehr als 5 Cent höher, so dass es nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist, beide Formen zu kombinieren.

5.4 Photovoltaik

Unter Photovoltaik versteht man die Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie. Sie ist seit Beginn der Weltraumfahrt in der Energieversorgung von Satelliten mittels Solarkollektoren im Einsatz. Mittlerweile findet sie sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen Anwendung.[51]



Die Photovoltaik zählt zur unmittelbaren regenerativen Energieerzeugung, noch vor der Nutzung von Geothermie, Wind- und Wasserenergie, da sie mit hoher Effizienz gewonnen und mittels Wechselrichtern direkt in die Leitungsnetze der Stromversorgungsunternehmen eingespeist wird.

Der technische Fortschritt erlaubt in Verbindung mit günstigen rechtlichen Rahmenbedingungen derzeit eine sehr ernsthaft zu prüfende, **zusätzliche Wertschöpfung: Die Aufstellung von Solarkollektoren auf den Dächern der Friedhofseinrichtungen**. **Die Wirtschaftlichkeit ist durch das Marktanreizprogramm im EEG über 20 Jahre gesichert.**

Der fortschreitende Stand der Technik und die voraussehbare Entwicklung ist von immer besserer Effizienz (Umwandlung bereits von diffusem Licht) bei sinkenden Modulpreisen gekennzeichnet.[52] Künftige Dünnschichtmodule werden biegsam sein und auf die Dachpfannen geklebt werden, so dass sie die Belange des Denkmalschutzes kaum noch beeinträchtigen werden.

Im Hinblick auf die Umweltbilanz der Photovoltaik ist darauf hinzuweisen, dass pro 1.000 kWh Solarstrom im Vergleich zu aus fossilen Brennstoffen erzeugtem Strom 800 kg CO_2 und 995 g SO_2 und 1050 g NO_x weniger pro Jahr an die Atmosphäre abgeben bzw. 364 l Heizöl oder 423 kg Steinkohle oder 700 kg Braunkohle eingespart werden.

Bei einer Betrachtung der besonders strahlungsintensiven Sommermonate ist der Norden Deutschlands mit seiner längeren Tageshelligkeit bevorzugt. Die Deutsche Ostseeküste liegt mit insgesamt 676 Sonnenstunden in den drei Sommermonaten deutschlandweit an der Spitze. Besonders die Inseln Usedom, Fehmarn, Sylt sowie benachbarte Küstengebiete hat der Deutsche Wetterdienst (DWD) als im Sommer sonnenscheinreichste Region Deutschlands identifiziert.

[50] vgl.: www.bundesverband-kleinwindanlagen.de
[51] Eine sehr gute Einführung zu den wesentlichen Aspekten der Fotovoltaik ist bei Wikipedia nachzulesen
[52] Vgl.: Fachartikel „Mehr Ertrag aufspüren" http://www.solarenergie.com/content/view/141/66/

Auf dem zweiten Rang liegt nach Angaben des DWD der Raum Berlin-Brandenburg mit 663 Sommersonnenstunden. Dann folgen Schleswig-Holstein mit 645, danach erst die süddeutschen Länder Baden-Württemberg mit 634 Stunden, gefolgt vom Saarland mit 626 und Bayern mit 620 Sonnenstunden. Zum Vergleich: In ganz Deutschland scheint die Sonne im Sommer im Mittel insgesamt 612 Stunden.

Die gesetzliche Grundlage für die Vergütung ist auch hier das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Dieses regelt

- den vorrangigen Anschluss von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien an die Netze für die allgemeine Versorgung mit Elektrizität,
- die vorrangige Abnahme, Übertragung und Vergütung dieses Stroms durch die Netzbetreiber,
- den bundesweiten Ausgleich des abgenommenen und vergüteten Stroms.

Mit den im Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG) verankerten Marktanreizmechanismen können die standardisierten Module somit relativ sicher kalkuliert werden. Die Vergütung von Solarstrom erfolgt über 20 Jahre.

Die erzielbare Rendite einer Solarstromanlage wird maßgeblich von vier Faktoren bestimmt:

- dem Preis der Photovoltaikanlage,
- der Inanspruchnahme zinsgünstiger Kredite,
- dem Anteil des Eigenverbrauchs im Verhältnis zum Gesamtertrag,
- dem spezifischen Stromertrag (abhängig von der geographischen Lage sowie der Ausrichtung und Beschattung der Solarmodule).

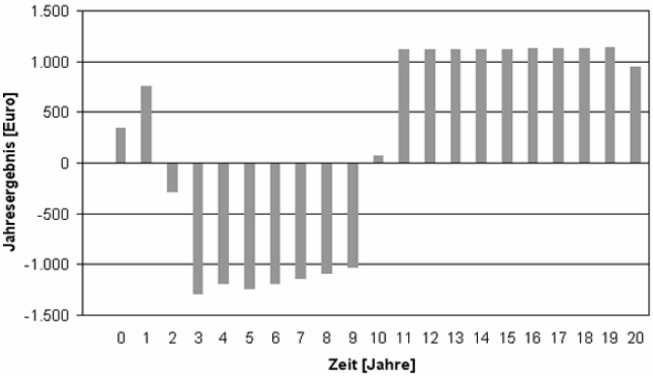
Dazu nachfolgende Beispielrechnung unter Verwendung der Einheiten:

- kWp (Kilowattpeak): Spitzenleistung eines Solargenerators bei maximaler Sonneneinstrahlung unter Standard-Testbedingungen
- kWh/kWpa (Kilowattstunde pro Kilowattpeak und Jahr): jährlicher Stromertrag pro installiertem kWp

Zugrunde gelegt wird eine 10-kWp Anlage, für die 100 m² südexponierte Dachfläche mit PV-Modulen bestückt wird. Der Einfachheit halber wird der Restwert der Anlage nach 20 Betriebsjahren vernachlässigt. Andererseits werden auch keine Kosten für Rückbau und Entsorgung der Anlage angesetzt. Der Eigentümer erhält die feste Einspeisevergütung für 20 Jahre. Zusätzlich erhält er die Vergütung im Jahr der Inbetriebnahme ab dem Zeitpunkt der ersten Stromeinspeisung. Für diesen Zeitraum berechnet sich die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage in der Modellrechnung.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Verlauf der Jahreserträge über die Laufzeit von 20 Jahren und 6 Monaten. In den ersten 24 tilgungsfreien Monaten fallen positive Erträge an. In den darauf folgenden 8 Jahren, in denen das Darlehen zurückbezahlt wird, werden negative Ergebnisse erwirtschaftet. Danach sind die Jahresergebnisse wieder positiv.[53]

Die Abbildung rechts zeigt die mit Solarzellen ausgestattete Feierhalle auf dem Friedhof Dettingen, wo die Gemeinde mit einer örtlichen Initiative ein Energiecontracting für erneuerbare Energien geschlossen hat.



[53] http://umweltinstitut.org/energie--klima/wirtschaftlichkeit-von-solaranlagen/wirtschaftlichkeit-von-photovoltaik-anlagen-461.html

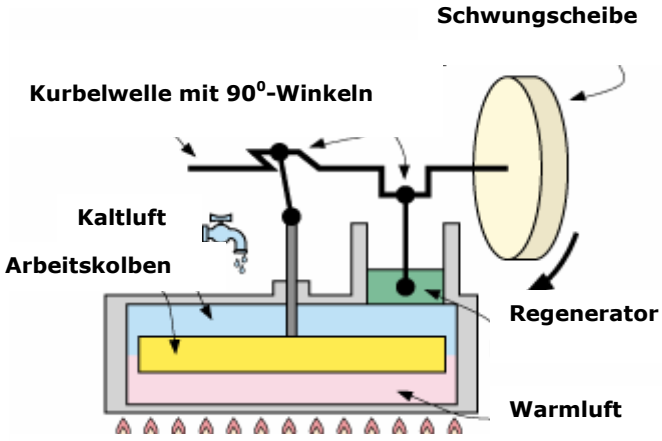
5.5 Thermovoltaik: Sterlingmotor und Dampfturbine

Thermovoltaik bezeichnet den Prozess der Umwandlung von Wärmeenergie in elektrischen Strom. Wird in einem Energieumwandler durch einen chemischen oder physikalischen Prozess Energie frei und wird diese sowohl zur Stromerzeugung als auch für Nutzwärme verwendet, spricht man von der **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**. Nutzbare Wärme ist entweder bereits vorhanden, z.B. geothermisch oder aus Kompostvergärung, oder sie wird als Verbrennungswärme zugeführt. Obwohl die zugrunde liegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten seit Generationen bekannt sind, gilt die darauf basierende Thermovoltaik als hochinnovativ, die Liste marktfähiger Produkte ist noch recht überschaubar.[54]

Wenn es um die Maßstäblichkeit von Friedhöfen geht sowie die Vorgabe, ausschließlich örtlich und regenerativ erzeugte Wärmequellen zu verwenden, geraten besonders der Stirlingmotor und die Dampfturbine in das Blickfeld, beide können auch mit Hackschnitzeln oder Biogas betrieben werden.

Beim Stirlingmotor gibt es keinen Gasaustausch. Wenn die externe Wärmequelle auch keine Abgase erzeugt, wie etwa aus der Geothermie oder dem Kompost, gibt es keinerlei Emissionen. Das unterscheidet ihn von Verbrennungsmotoren.

Stirlingmotoren haben einen permanent erhitzten und einen permanent gekühlten Bereich, zwischen denen Luft oder ein Arbeitsgas (z.B. Stickstoff) hin und her bewegt wird. Das von außen erhitzte Arbeitsgas gibt einen Teil seiner Wärmeenergie auf dem Weg zum kalten Bereich an einen Speicher, den so genannten Regenerator ab. Dieser nimmt die Wärme vorübergehend auf und gibt sie wieder an das Gas ab, wenn es vom kalten Bereich zurück in den warmen Bereich geschoben wird. Der Regenerator verbessert den Wirkungsgrad des Stirlingmotors, er speichert bis zu 80 % der pro Zyklus umgesetzten Wärme.



Prinzipskizze eines Sterlingmotors
Quelle: www.bekkoame.ne.jp/~khirata/english/begin.htm

Je nachdem, welcher Bereich der Maschine genutzt wird, kann Wärme oder Kälte abgegeben werden, sowie Elektrizität.

Bauart bedingt reagieren Stirlingmotoren vergleichsweise träge auf Lastwechsel, sie starten verzögert und laufen lange nach, was für Kraft-Wärme-Kopplungen dann relevant ist, wenn Strom sofort benötigt wird. Vorteilhaft wiederum sind die niedrigeren Wartungskosten, der ruhige Lauf und der geringe Verschleiß.

In der KWK haben Stirlingmotoren im Vergleich zu Verbrennungsmotoren jedoch einen schlechteren Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung, Verluste entstehen durch die erforderliche Kolbenwand-durchdringung der Wärme bzw. Kälte. Deshalb sind handelsübliche Sterling-KWK so eingestellt, dass sie meist nicht mehr als 10 % der Nennleistung verstromen. Schon heute alternativlos ist der Stirlingmotor aber, wenn

- Flammenlose Wärme aus Geothermie oder Kompostwärme zur Verfügung steht,
- Hohe Anforderungen bezügl. Lärm- und Abgasemissionen sowie Vibrationen gestellt werden,
- Neben Wärme auch Kälte erzeugt oder
- Solarenergie direkt in Wärme- oder Kälte umgewandelt werden soll.

Die Dampfturbine hingegen ist ein besonders effizienter Stromerzeuger, auch im Bereich kleinmaßstäblicher KWK-Anwendung, hier als **Mikrodampfturbine** bezeichnet. Der Dampf wird durch Erhitzung aus der Verbrennung von Hackschnitzeln oder Solarenergie gewonnen.

Microgasturbinen sind in der Regel Einwellenmaschinen, bei denen Generator, Verdichter und Turbine auf einer Welle befestigt sind, Basis für die Entwicklung war die Turboladertechnologie.[55]

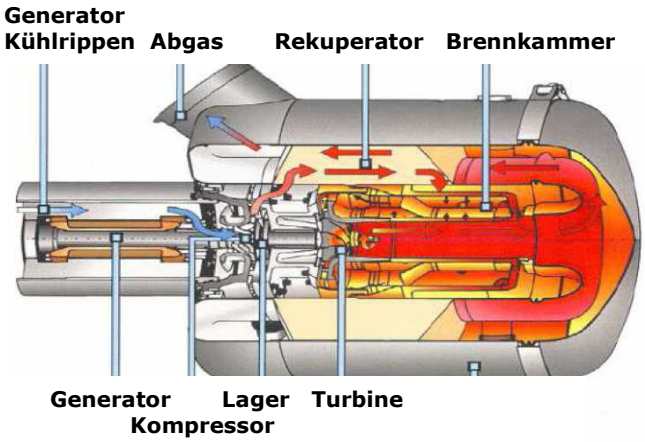
[54] www.stirlingmotor.com/leistungsmot.html
[55] www.vta.cc/userupload/editorupload/files/files/MicroTurbine-Planermappe.pdf

Es handelt sich um eine modulierbare Stromerzeugungsanlage, die mit allen regenerativ erzeugten Brennstoffen betrieben werden kann.

Die Verbrennungsluft tritt über den Generator in die Dampfturbine ein und kühlt diesen dabei. Anschließend wird die Luft im Kompressor auf etwa 4 bar komprimiert. Im Rekuperator wird sie durch die heißen Abgase vorgewärmt, in der Brennkammer verbrannt. Die heißen Verbrennungsgase werden in der Turbine entspannt und treiben so Verdichter und Generator an.

Nachdem die Abgase einen Teil ihrer Wärmeenergie im Rekuperator abgegeben haben, verlassen sie die Turbine in Richtung Abgaswärmetauscher bzw. Kamin.

Dank der Rekuperatortechnik können elektrische Wirkungsgrade von 26% bis 33% erreicht werden. Ein Rekuperator nutzt die Wärmeenergie aus den Turbinenabgasen und wärmt damit die Verdichteraustrittsluft auf, bevor diese in die Brennkammer gelangt. Dadurch vermindert sich der benötigte Brennstoffeinsatz und es können höhere elektrische Wirkungsgrade erzielt werden.



Nebenstehend Schnitt einer Microdampfturbine der Fa. Reaganpower (www.reaganpower.com)

Die wichtigsten Vorteile der kleinen Dampfturbinen sind:

- Geringes Gewicht,
- Niedriger Geräuschpegel, geringe Vibration,
- Geringe Investitions- und Unterhaltungskosten.

Gasturbinen- und Verbrennungsmotorbasierte KWK sollen hier nicht betrachtet werden, da sie fossile Brennstoffe bzw. kostenintensive Umwandlungen regenerativer Energieträger benötigen.

5.6 Speicher

Die Erzeugung regenerativer Energien ist, abgesehen von der Geothermie, großen Schwankungen unterworfen. Die Sonne scheint nur tagsüber, der Wind weht nicht gleichmäßig und auch Kraft-Wärme-Kopplungen speisen den Stromanteil immer vorrangig an den Wärmebedarf gekoppelt ein.

Im Bedarfsfall auf kurzfristig verfügbare Vorräte zurückgreifen zu können, wird für eine stabile Versorgung unerlässlich und Voraussetzung dafür sein, fossil betriebene Grund- und Spitzenlastkraftwerke nach und nach abzuschalten. Um im weiteren Energiewendeprozess eine partiell nicht bedarfsorientierte Versorgungslage zu kompensieren, werden aktuell Marktanreize für Energiespeicher entwickelt, die im EEG verankert werden sollen.

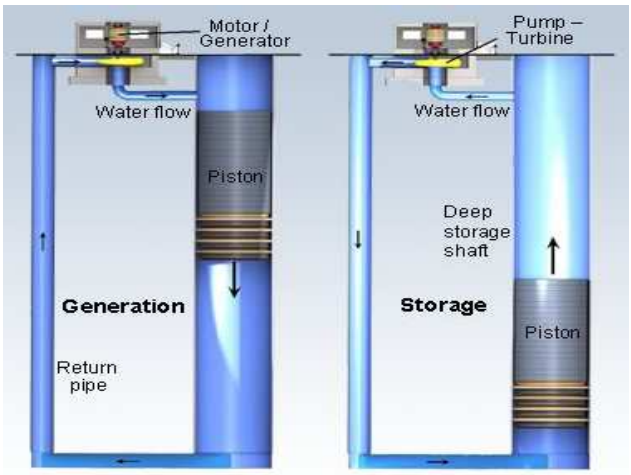
Friedhofsträger, die regenerativ Energie erzeugen wollen, sollten sich daher bereits in der Konzeptionsphase auch mit der Wahl geeigneter Speicher befassen. Absehbar ist, dass bei fluktuierenden Stromangeboten nicht absetzbarer Strom fast gratis zu haben sein wird, während die Preise für Speicherstrom erheblich über dem Durchschnitt liegen werden. Dieser wird dann profitabel zu erzeugen sein.

Speicherlösungen zur Erhöhung der Energieeffizienz und intelligente Netzmanagementsysteme entwickelt in Deutschland vor allem das Fraunhofer ISE.[56] Es trägt mit seinen Technologie orientierten Innovationen sowohl zur Wettbewerbsfähigkeit von Produkten als auch zur gesellschaftlichen Akzeptanz nachhaltiger Energiesysteme bei.

Zu unterscheiden sind zunächst Wärme- und Stromspeicher. Die einfachsten Wärmespeicher sind die zur Verbrennung oder Vergärung bereitliegenden holzigen oder krautigen Pflanzenbestandteile. Sie erfordern jedoch die bereits beschriebenen Vorarbeiten sowie Infrastruktur.

[56] vgl.: www.ise.fraunhofer.de

Zur Speicherung von Wärme, vorrangig jedoch von Elektroenergie geeignet sind **Lage-energiespeicher**.[57] Es handelt sich um ein im Prinzip beliebig dimensionierbares System, dass analog zu den großen Pumpwasser-speichern Wasser und Schwerkraft nutzt. Hydroelektrisch wird ein massiver Kolben nach oben gepresst, der im Bedarfsfall wieder nach unten gleitet, wobei Strom erzeugt wird. Beim Pressen wird – wie von der Fahrradpumpe her bekannt – Wärme frei, danach beim Hinuntergleiten Kälte.



Für das in der Skizze der Fa. Gravitypower dargestellte Funktionsprinzip gibt es jedoch noch kein gebrauchsfertiges Erzeugnis.

Allgemein bekannt sind auch die an Heizkessel gekoppelten Warmwasserbehälter sowie Nah- bzw. Fernwärmeleitungen. **Diese Pufferspeicher gibt es auch als innovative Mobillösung**, sie sind unter dem Begriff **Latentwärmespeicher** bekannt. Dabei wird die gespeicherte Wärme von einem Material dadurch aufgenommen, dass es seinen Aggregatzustand verändert. Dieses Speicher-material ermöglicht die Aufnahme von relativ großen Wärme- bzw. Kältemengen sowie hohe Energiedichten.

In der praktischen Ausführung wird bereits erzeugte Wärme, etwa aus einem **Krematorium**, in mit Natriumacetat gefüllte Container geleitet. Anschließend wird der Container per Sattelschlepper zu Großkunden transportiert und die Wärme dort in die vorhandenen Heizungssysteme eingespeist. Es handelt sich damit um ein mobiles System, durch das auch Wärmekunden beliefert werden können, die nicht an Nah- oder Fernwärmenetze angeschlossen sind. Erzeugerseitig muss die Wärme nicht konstant gehalten werden, der Speicherprozess kann unterbrochen und wieder angefahren werden.

Die Städte Bottrop und Dortmund haben dazu unter dem Projekttitel „Wärme auf Rädern" einen Feldversuch gestartet[58] und damit den Wettbewerb „Innovations-City" gewonnen. Das Foto zeigt den an ein Wärmetauschersystem angeschlossenen, mit erhitztem Salz befüllten Container der Fa. LaTherm. Im Hintergrund das zu beheizende Dortmunder Schwimmbad. Das Salz ist im heißen Zustand flüssig und kristallisiert beim Erkalten aus.

Friedhöfe verfügen über einen Fuhrpark an Diesel- oder Benzinbetriebenen Arbeitsgeräten. Deren Energieeffizienz ist mit nicht mehr als 30–40 % zu veranschlagen, der überwiegende Rest wird als Wärme an die Umgebungsluft abgegeben. Diese „Abwärme" lässt sich über einen am Auspuff angebrachten Kollektor speichern und über einen Wärmetauscher als Heizenergie einspeisen. Dies geschieht nach dem Abstellen der Fahrzeuge in der Mittagspause oder nach Feierabend. Die Weiterentwicklung wird vor allem von der englischen Fa. Atmos vorangetrieben.[59] Es handelt sich, wie bei dem o.a. Latentwärmespeicher, um eine **thermische** „**Batterie**".

Zu den geläufigsten Energiespeichern zählen weiterhin **wiederaufladbare elektrische Batterien**, sog. Akkumulatoren. Am bekanntesten sind die Blei-Säure-Akkus, technisch ausgereift, zuverlässig aber schwer und mit geringer Energiedichte. Leichter sind Nickel-Cadmium-Akkus, die derzeit wiederum durch Nickel-Metallhydrid- bzw. Nickel-Zink-Akkumulatoren ersetzt werden. Diese erreichen deutlich höhere Energiedichten, reagieren allerdings empfindlicher auf Überladung und Überhitzung und entladen schneller.[60]

[57] vgl. : www.gravitypower.net
[58] vgl. www.trailer-ruhr.de/warmes-wasser-per-sattelschlepper
[59] http://crave.cnet.co.uk/cartech/land-rover-tessa-uses-exhaust-heat-to-warm-your-home-50005474
[60] Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, 2008

Die höchste Energiedichte weist der Lithium-Ionen-Akku auf, dieser bildet aktuell einen Schwerpunkt in der internationalen Batterieforschung, die sich noch schnellere Ladungszeiten durch Lithium-Titanat erhofft.[61]

Den neuesten Entwicklungsschritt stellen Lithium-Polymerakkus und sog. Redox-Flow-Systeme dar, bei denen das Energie speichernde Material außerhalb der Zelle gelagert wird. Hierfür werden jedoch flüssige Elektroden benötigt, die eine Temperatur von 300 °C erfordern, was wiederum Lagerungsverluste nach sich zieht. Diese Systeme sind aktuell noch nicht wirtschaftlich anwendbar.

Forschungsziele der Batterieentwicklung bleiben weiterhin die Gewichtssenkung bei steigender Energiedichte, eine hohe Zyklenfestigkeit, die längere kalendarische Lebensdauer, eine geringe Selbstentladung sowie sinkende Herstellungskosten. Bisher hat die Forschung jedoch nicht den entscheidenden Durchbruch geschafft, die Parameter sind weit von denen konkurrierender Systeme entfernt.

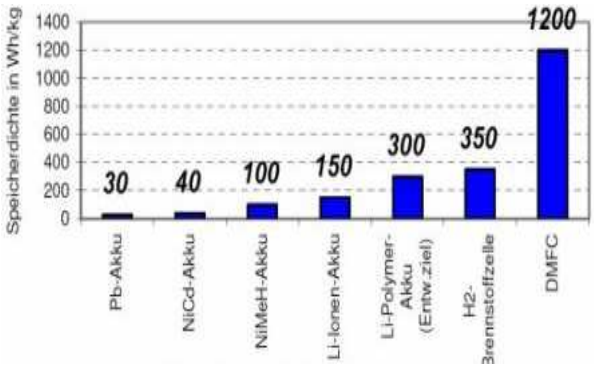
Daher ist die **Brennstoffzelle** erneut in den Fokus gerückt. Sie ermöglicht Speicher- und Effizienzwerte, die an fossile Brennstoffe heranreichen. Anstelle wie beim herkömmlichen Akku Elektroenergie lediglich zu speichern, wird der Strom aus Brennstoffzellen erst bei Bedarf und auf chemischem Weg erzeugt, zusätzlich wird Wärme frei.

Im Themenzusammenhang ist zu betonen, dass der erforderliche Brennstoff auch regenerativ erzeugt werden kann. Neben Wasserstoff muss dabei besonders Methanol als potentielle Alternative zu fossilen Energieträgern betrachtet werden. Dafür wurde die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (DMFC) entwickelt, die derzeit verschiedene Anwendungstests durchläuft.

Als ein flüssiger Treibstoff mit einem Gewicht und einer Energiedichte im Bereich von Benzin ist Methanol für alle mobilen Energiesysteme attraktiv, bei regenerativer Erzeugung wäre der CO_2-Kreislauf sogar geschlossen. Es hat keine Verunreinigungen, wie etwa Schwefel, und kann relativ leicht bei niedrigen Temperaturen mit billigen Katalysatoren reformiert werden.

Methanol weist gegenüber Erdgas und insbesondere Wasserstoff den weiteren Vorteil auf, dass es als Flüssigkeit gut speicherfähig und transportabel ist, also keine problematische und kostenintensive Verteilungsinfrastruktur benötigt. Auch existiert bereits eine weit verzweigte Handelsinfrastruktur für Methanol.

DMFC-Brennstoffzellen sind fast beliebig kalibrierbar und können zum mobilen Betrieb für Fahrzeuge sowie auch in kleinster Größe sogar für portable Anforderungen eingesetzt werden. Die Forschung wird derzeit jedoch noch sehr von militärischen Aufgabenstellungen geprägt, so verwenden Soldaten im Feldeinsatz diese effiziente Energieversorgung „am Mann" zur Nachtsicht- und Satelliten gestützten Navigation.[62] Für zivile Anwendungen, etwa zum Betrieb von Heckenscheren, Freischneidern oder Laubbläsern war das System eigentlich nicht vorgesehen, dennoch hat ein dänisches Konsortium bereits eine friedhofsspezifische Anwendung auf den Markt gebracht: Es handelt sich um eine mit Steckdosen ausgestattete mobile DMFC-Energiestation. Sie ermöglicht den Gärtnern eine Betriebsdauer von bis zu einer Arbeitswoche, danach muss der 10 Liter fassende Methanoltank zum Preis von derzeit ca. 30 € erneut befüllt werden.[63]



Wirkungsgrad DMFC-Brennstoffzelle u. andere Speicher[64]

Brennstoffzellenanwendung, Friedhof Holstebro/DK[65]

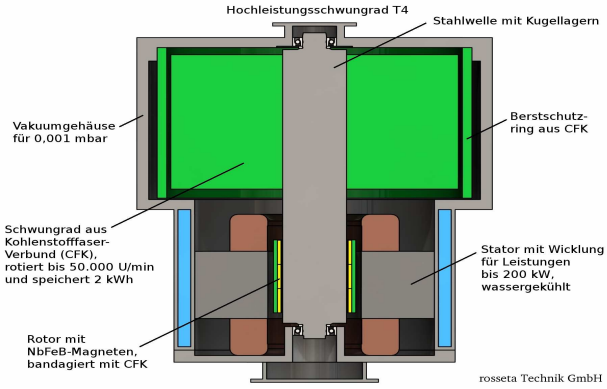
[61] www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab123.pdf
[62] www.sfc-defense.com/sites/default/files/sfc_flyerdefense_d.pdf
[63] www.ecomotion.dk/tysk/ecomotion/was-ist-ecomotion.aspx
[64] Quelle: Samsung/SFC Smart Fuel Cell
[65] Artikel Fachzeitschrift HZwei 10/11: www.h2fc-fair.com/hm12/images/highlights/serenergy-d.pdf

Eine ganz andere Speichermöglichkeit ist die **Schwungradtechnologie**. Dabei wird elektrische Energie in Form von kinetischer Energie eines rotierenden Körpers gespeichert und wieder abgerufen. Im Entladevorgang wirkt der Elektromotor als Generator und erzeugt Strom. Das Prinzip ist seit den 1950er Jahren im Einsatz, jedoch nur in industriellen Nischenanwendungen.

Ein Hauptproblem in der Anwendung sind die Reibungsverluste des Schwungrads an den Lagern. Um diese möglichst gering zu halten, werden heute üblicherweise Vakuumbedingungen erzeugt und die Auflastpunkte durch berührungsfreie Magnetlager ersetzt.

Ein wesentlicher Vorteil liegt in den **extrem kurzen Zugriffszeiten**. Die Betriebskosten sind gering, auch benötigt diese Technologie im Unterschied zur Batterie keine toxischen Materialien. Der Entladungsvorgang ist aber im Vergleich zu Batterien schneller, die Erstinvestition höher.

Schwungradtechnologie der 1950er Jahre, Fa. Demag



Schwungradsystem der Fa, Rosseta, www.rosseta.de

5.7 Elektromobilität

Unüberhörbar sind Friedhöfe durchaus nicht immer stille Refugien, vielmehr herrscht tagsüber oft Baustellenlärm. Verantwortlich dafür ist der Maschineneinsatz, der inzwischen praktisch alle Arbeiten, darunter selbst traditionelle Handarbeiten wie die Laubbeseitigung, erfasst hat.

Mit den aufgezeigten Perspektiven regenerativer Energiegewinnung rücken auch leise Antriebstechniken in das Blickfeld, wie sie nur mittels elektrischer Motorleistung möglich sind. Mit dem vorgenannten Beispiel eines ersten Praxiseinsatzes eines Geräteträgers auf dem Friedhof Holstebro wird der aktuelle Stand der Technik beeindruckend dokumentiert.

Durch die Umstellung der Benzin oder Diesel angetriebenen Friedhofstechnik auf Elektroantrieb lässt sich die Effizienz friedhofstypischer Geräte wie Mäher, Sägen, Laubbläser deutlich steigern. Elektro-Traktoren fungieren dabei als Stromaggregat, die Applikationen selbst sind durch den Einsatz moderner Akku- oder Wandlertechnik leichter handhabbar.

Hersteller sehen mit den neuen Antrieben weitere Absatzmöglichkeiten, z.B. als mobile Kraft-Wärme-Kopplung. Es ist zu erwarten, dass Traktoren in Zukunft nicht nur mechanische und hydraulische Leistung, sondern auch elektrische Leistung zur Verfügung stellen werden. Die Plattform für Elektronik in der Landwirtschaft (AEF) hat daher eine Projektgruppe mit dem Titel „High Voltage" (Hochspannung) ins Leben gerufen.[66]

Im August 2009 hat die Bundesregierung einen „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität" verabschiedet und damit die Elektromobilität als ein zentrales Innovationsfeld gekennzeichnet, das den Rahmen für künftige Technologieentwicklungen und für eine anzustrebende Markteinführung von Plugin-Hybrid- und Elektrofahrzeugen in Deutschland bildet.

Es darf in diesem Zusammenhang nicht übersehen werden, dass auf vielen Friedhöfen bereits seit Jahren elektrisch betriebene Fahrzeuge im Einsatz sind, vor allem die Friedhofsgärtnereien haben

[66] http://www.landtechnikmagazin.de/sonstige-Landtechnik-Artikel-AEF-gruendet-Projektgruppe-Nr-7-Elektrische-Antriebe-2737.php

sich damit ausgestattet. Große Friedhöfe haben zudem oft sog. Caddies aus dem Golfsport im Einsatz, mit denen Mobilitätseingeschränkte zum Grab gelangen können.

Diese Fahrzeuge sind jetzt schon für das Lastmanagement wichtig, da sie mit Nachtstrom, also zu nachfrageschwachen Zeiten aufgeladen werden.

Elektr. Aufsitzmäher „Husquarna", Friedhofsmobil Heidelberg, Elektrofahrzeuge Friedhofsgärtner Behm Bottrop

6. Mittelfristiges Szenario

- **Der Friedhof 2015**

Der Friedhof hat einen Anteil frei disponierbarer Flächen von 33%. Bereits 2012 wurde entschieden, diese nicht zu Bauland zu entwickeln, sondern dafür geeignete Flächen mit Energiepflanzen auszustatten. 2015 wird erstmals geerntet und in geeigneten Feuerungs- bzw. Biogasanlagen thermisch verwertet. Die Investitionen in die Heiztechnik (vgl. Pirmasenser Modell) sind nach 3 Jahren amortisiert, danach **sinken die Bewirtschaftungskosten p.a. um 15%.**

Der Friedhof spart einige Tonnen CO_2, dies wird als Beitrag zur Energiewende öffentlich gewürdigt. Zusätzlich wird seit 2013 Kompostwärme genutzt, diese temperiert über eine Fußbodenheizung die Kapelle. Ein Zukauf fossiler Energieträger erfolgt nur noch für das Krematorium.

- **Der Friedhof 2020**

Befördert von der positiven öffentlichen Wahrnehmung wird das projektiert, was besonders erklärungsbedürftig ist: **Energie vom Friedhof** – der Friedhof als Energielieferant für das Wohnumfeld.

Die im Krematorium erzeugte Abwärme wird über ein mobiles System an andere städtische Verbraucher abgegeben, z.B. Schwimmbäder und Schulen.

Nicht mehr benötigte **Grab-Nutzung**srechte werden durch neue **Energie-Nutzung**srechte ersetzt. Erdwärmeleitungen durchziehen die Teile des Friedhofs, die der benachbarten Bebauung am nächsten sind. Die erzeugte Wärme wird über ein Nahwärmenetz in das Wohnumfeld eingespeist, im Sommer kann über das System auch gekühlt werden. Der Friedhofsträger generiert zusätzliche Einnahmen, mit denen deutliche **Gebührensenkungen** und **weitere Investitionen** möglich sind.

Überschüssige Wärme wird verstromt und ebenfalls direkt im Nahbereich verbraucht. Mit der Direkteinspeisung werden Kosten für Netznutzungsentgelte und Abgaben vermieden, der so generierte Strom ist günstiger als der Netzstrom, der dann nur noch bei Engpässen bezogen wird. Kunden haben dazu intelligente Stromzähler eingebaut.

Auf dem Friedhof herrscht Ruhe, da alle Fahrzeuge und Maschinen elektrisch betrieben werden. **Zusätzliche Friedhofsgärtner** werden benötigt, um die vielen neu entstandenen Gemeinschaftsgrabfelder gärtnerisch ansprechend anzulegen und zu pflegen. Aufgrund des attraktiven Preisgefüges kommt es zu einem wiedererwachten **Interesse an Wahlgräbern**.

An Wochenenden finden Kulturveranstaltungen in der Kapelle statt, die durch die Energieeinnahmen finanziert werden, der **Friedhof als Ort des Gedenkens bleibt dauerhaft gesichert.**

7. Übersicht einschlägiger Ausschreibungen und Wettbewerbe

Friedhöfe gehören in die Mitte der Gesellschaft. Wünschenswert wäre, wenn sich mit regenerativ erzeugter Energie vom Friedhof eine Stärkung der öffentlichen Wahrnehmung und Wertschätzung verbindet, die unserer Friedhofskultur insgesamt nützen würde.

Bei Initiativen im vorgeschlagenen Rahmen sollte daher auch erwogen werden, einer breiteren Öffentlichkeit Erreichtes zu präsentieren. Besonders geeignet erscheint in diesem Zusammenhang die Teilnahme an Wettbewerben.

Die nachfolgende Zusammenschau einschlägiger Ausschreibungen und Wettbewerbe erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wird angeregt, auf Länderebene oder in der jeweiligen Kommune weitere Angebote aktuell abzufragen.

Wettbewerb	
Veranstalter	**Standortinitiative „Deutschland – Land der Ideen"**
Schlagworte	365 Orte im Land der Ideen
Teilnehmende	Unternehmen, Forschungs- und Kulturinstitute, Bildungs- sowie soziale Einrichtungen und Initiativen
Bewerbungskriterien	Unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten zeichnet die Initiative in Kooperation mit deutschen Wirtschaftsunternehmen seit 2006 jährlich 365 Sieger aus, Kriterien sind: Zukunftsorientierung, Innovation und Umsetzungsstärke, Vorbildwirkung und Ansporn. Jeder ausgewählte Ort wird im Rahmen einer eigenen Veranstaltung ausgezeichnet. Zudem werden sechs Kategoriensieger ausgewählt. Alle werden auf dem Online-Portal „365 Orte" präsentiert und haben Zugang zum Netzwerk der inzwischen fast 3.000 Preisträger, die sich aktiv austauschen.
Preis	Marketing-Unterstützung, keine weiteren Preisgelder
Website	**http://www.land-der-ideen.de**
Kontakt	Land der Ideen Management GmbH Kurfürstendamm 21 10719 Berlin Tel.: (030) 206 459 - 0 Fax: (030) 206 459 - 168 kontakt@land-der-ideen.de

Wettbewerb/Ausschreibung	
Veranstalter	**EU-Programm für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (CIP)**
Schlagworte	Intelligente Energie – Europa (IEE)
Teilnehmende	Alle Gebietskörperschaften innerhalb der EU
Bewerbungskriterien	Projektförderung in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energie ist das zentrale Anliegen dieser bis 2013 geltenden Ausschreibung. Geförderte Projektideen umfassen alle Maßnahmen lokaler Energieinvestitionen. Unterstützt wird bereits die Entwicklung von nachhaltigen Energieprojekten. Im Nachgang werden die kleinen und mittleren Investitionen von der Europäischen Investitionsbank (EIB) im Rahmen der ELENA-Fazilität betreut.
Preis	Marketing-Unterstützung, keine weiteren Preisgelder
Website	http://www.enterprise-europe-network.ec.europa.eu/about/branches/DE
Kontakt	Über die o.a. Website zu den regionalen Beratungsstellen

Der Preis / Wettbewerb	
Veranstalter	**Servicestelle Kommunaler Klimaschutz**
Schlagworte	Bürgerschaftliches Engagement, Gesellschaft, Umwelt
Teilnehmende	Bewerben können sich Kommunen und Regionen, die durch erfolgreich realisierte Maßnahmen, Strategien oder Aktionen in besonderem Maße zur Reduzierung von Treibhausgasen beigetragen haben.
Bewerbungskriterien	Gesucht werden in drei verschiedenen Kategorien erfolgreich realisierte Maßnahmen, Strategien oder Aktionen, die in besonderem Maße zur Reduzierung von Treibhausgasen beigetragen haben. Die Maßnahmen, Strategien und Aktionen sollen durch ihre Modellfunktion andere Kommunen und Regionen zur Nachahmung anregen. Durch eine Treibhausgasbilanzierung sollen sowohl die bereits realisierten als auch die zukünftig zu erwartenden Minderungen deutlich gemacht werden.
Preis	Für die Prämierung der Preisträger werden folgende Preisgelder vergeben: Kategorie „Maßnahmen" je 40.000 Euro; Kategorie „Strategien" je 20.000 €; Kategorie „Aktionen" je 20.000 €. Das Preisgeld soll wieder für Investitionen in den Klimaschutz verwendet werden.
Website	**http://www.kommunaler-klimaschutz.de/wettbewerbe**
Kontakt	Deutsches Institut für Urbanistik - Servicestelle: Kommunaler Klimaschutz Auf dem Hunnenrücken 3 50668 Köln Tel: (02 21) 340 308 15 Fax: (02 21) 340 308 28 kontakt@kommunaler-klimaschutz.de

Der Preis / Wettbewerb	
Veranstalter	**GEG Agency GmbH**
Schlagworte	Eine Welt, Europa, Gesellschaft, Jugend, Umwelt, erneuerbare Energien
Teilnehmende	Bewerben können sich Einzelpersonen, Organisationen, Initiativen und Projekte.
Bewerbungskriterien	Der Energy Globe Award prämiert die weltbesten Projekte in den Kategorien Erde, Feuer (Energie), Wasser, Luft. Am Energy Globe Wettbewerb kann sich daher jeder aus allen Ländern der Welt beteiligen, der mit seiner Initiative oder seinem Projekt eine sinnvolle, nachhaltige und effiziente Nutzung von Energie (Feuer), Wasser, Luft oder Erde sowie im Bildungsbereich die Schaffung von Umweltbewusstsein auf einer breiten Basis erreicht hat. Wichtig: Projekte müssen umgesetzt sein oder mindestens als Pilotprojekt existieren.
Preis	Der internationale Energy Globe Award ist je Kategorie mit 10.000 € dotiert. Zusätzlich wird eine Bronzestatue und eine Urkunde überreicht.
Website	**http://www.energyglobe.com/de_at/award-teilnahme**
Kontakt	Energy Globe Portal Mühlbach 7 A-4801 Traunkirchen/Österreich contact@energyglobe.com

Der Preis / Wettbewerb	
Veranstalter	**Eurosolar e.V.**
Schlagworte	Bürgerschaftliches Engagement, Eine Welt, Gesellschaft, Umwelt, Wohnen
Teilnehmende	Bewerben können sich Organisationen, Kommunen/Gemeinden, kommunale Unternehmen, private Personen, Ingenieure, Architekten etc. Prinzipiell kann jeder eine andere Person oder Institution oder sein eigenes Projekt für die Preisverleihung vorschlagen.
Bewerbungskriterien	Die öffentliche Ausschreibung und Vergabe der Solarpreise erfolgt auf nationaler Ebene in verschiedenen Kategorien: Städte, Gemeinde, Landkreise, Stadtwerke. Bedeutender Bestandteil der Bewerbung ist eine Kurzzusammenfassung von einer halben DIN-A4-Seite, in der die Besonderheiten des Projektes kurz dargestellt werden. Die eingereichten Unterlagen sollen die Projekte möglichst genau beschreiben und deutlich erkennbar machen, dass die Erneuerbaren Energien einen besonderen Stellenwert einnehmen.
Preis	Die Preisträger national der folgenden Kategorien werden mit einer Plakette ausgezeichnet: Eigentümer oder Betreiber von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien; Schulen und Bildungseinrichtungen.
Website	**http://www.eurosolar.de**
Kontakt	Eurosolar – Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V. Kaiser-Friedrich-Str. 11 53113 Bonn Tel: (02 28) 36 23 75 Fax: (02 28) 36 12 13 SP@eurosolar.org

Der Preis / Wettbewerb	
Veranstalter	**GRÜNE LIGA – Netzwerk Ökologischer Bewegungen**
Schlagworte	Bürgerschaftliches Engagement, Eine Welt, Gesellschaft, Soziales, Umwelt, Energiewende, Wirtschaft
Teilnehmende	Die Bewerbung erfolgt durch Eigenbewerbung oder auf Vorschlag Dritter.
Bewerbungskriterien	Der Preis zeichnet in mehreren Kategorien herausragende Aktivitäten für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Kommune aus. Darüber hinaus wird der Preis Zeitzeiche(N) Ideen vergeben. Damit werden zusätzlich für in die Zukunft gerichtete Konzepte und Ideen Preise vergeben.
Preis	Der Zeitzeichen-Preis ist für alle Kategorien mit insgesamt 10.000 € dotiert. Der Ideen-Preis beinhaltet Sachleistungen wie projektbezogene Beratung (z. B. Fundraising, Kommunikation, Evaluierung) im Wert von 4.000 €. Darüber hinaus gewinnen die Preisträger einen individuellen Projektpaten, der z. B. bei der Finanzmittelakquisition, Öffentlichkeitsarbeit, dem Gewinnen von Projektpartnern oder anderen Aktivitäten helfen kann. Die Aufteilung des Preisgeldes und der zusätzlichen Leistungen erfolgt durch die Jury.
Website	**www.netzwerk21kongress.de/zeitzeichen/de/zeitzeichen.asp**
Kontakt	Grüne Liga Berlin Prenzlauer Allee 8 10405 Berlin Tel: (0 30) 44 33 91 - 0 Fax: (0 30) 44 33 91 - 33 zeitzeichen@netzwerk21kongress.de

8. Zusammenfassung

Mit diesem Überblick sollte begründet werden, wie sich im Zusammenhang mit dem gesamtstaatlich verankerten Energieumbau, aber auch mit den veränderten wirtschaftlichen Bedingungen der Verantwortungsrahmen für Friedhofsbetreiber erweitert hat. Dies gilt im besonderen Maße für Potenzialflächen, die dauerhaft nicht mehr für Bestattungszwecke benötigt werden.

Die vielfach verankerte Energiewende führt zu nachhaltig veränderten Erzeugungs- und Verteilungssystemen, von zentralen zu dezentralen kleinen Einheiten, von fossilen Energieträgern zu regenerativen. Alle gesellschaftlichen Akteure sind gefordert, ihren Beitrag zu leisten.

Friedhöfe bieten die richtige Maßstäblichkeit, um wirtschaftlich und effizient den Umbauprozess zu unterstützen.

Die Arbeit kommt unter sorgfältiger Abwägung kultureller, ökologischer und ökonomischer Aspekte zu dem Ergebnis, dass eine **Inwertsetzung dauerhaft nutzungsrechtsfreier Grabfelder durch regenerative Energieträger möglich, sinnvoll und auch geboten ist.**

Vorgeschlagen wird ein zweistufiges Verfahren: In der ersten Stufe wird zunächst der Friedhof von fossilen Brennstoffen abgekoppelt, dies geschieht im Wesentlichen durch die Umstellung der Heizung auf örtlich erzeugbare Energieträger. In der zweiten Stufe wird dann aus der Umsetzung jeweils geeigneter Möglichkeiten der Friedhof zum Energieexporteur, Wärme und auch Strom werden über Kraft-Wärme-Kopplungen generiert und in das Netz eingespeist.

Die Technikentwicklung ist aktuell von hoher Innovationskraft geprägt. Dabei bleibt festzustellen, dass die Umsetzung der beschriebenen Konzepte bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt **eine signifikante Gebührensenkung bzw. Hebung des Kostendeckungsgrades** ermöglichen würde, deren Rentabilität wird sich voraussichtlich noch verbessern, vor allem im Wettbewerb mit fossilen Energieträgern.

Bei den meisten der vorgestellten Lösungen bedarf es kurzfristig weiterhin einer reduzierten Zufuhr von Öl und Gas, es handelt sich somit zunächst im Regelfall um bivalente Lösungen, bei der die bisherige Technologie weiter betrieben werden muss, wenn auch in deutlich geringerem Umfang.

Für die Umsetzung sind neuartige verwaltungsinterne, aber auch externe **Vernetzungen** erforderlich – z.B. **zwischen dem jeweiligen Friedhofsträger, Zweckverbänden, Stadtwerken sowie Wärmeabnehmern. Dabei ist auch die Direktvermarktung eine zu prüfende Option. Mit der aktuellen Rechtslage wurden die dazu nötigen Freiräume geschaffen.**

Wichtiger Aspekt der Erschließung von Friedhofsflächen zur Energieerzeugung ist die **Sicherung der innerstädtischen Freiflächen und ihr Schutz vor Baulandausweisung**, die sonst häufig eine Folgenutzung städtischer Brachen darstellt. Mit der Nutzung der Potenziale im vorgestellten Umfang verknüpfen sich somit weitere Ziele nachhaltiger Stadtplanung.

Die kommunalen und konfessionellen Friedhofsträger können beim Energieumbau eine Vorreiterfunktion ausüben. Verwaltungen sollten dazu im ersten Schritt aktuelle und künftige Potenzialflächen lagegetreu aufzeigen und ihren eigenen Energiebedarf spezifiziert darstellen. Wesentlich für den weiteren Planungsprozess sind auch Erkenntnisse zum Energiebedarf in der räumlichen Umgebung. Daraus ließe sich dann der richtige Mix und die richtige Dimensionierung geeigneter Konzepte ableiten, die gegen- und miteinander abzuwägen sind.

Aeternitas und der Verfasser stehen für alle Umsetzungsinitiativen gern beratend zur Verfügung.