

Bau und Inbetriebnahme eines kommunalen Heizwerkes für Brennstoffe aus Grünabfällen

Günter Hackländer, Thomas Raussen, Thomas Bakowies

Zusammenfassung

Dass aus Baum- und Strauchschnitt Brennstoff erzeugt werden kann, ist bekannt. Bisher wurde dieses Material im Wesentlichen erfolgreich in Biomassekraftwerken im Megawatt-Bereich eingesetzt oder mit großen Problemen in kleineren Heizwerken unter 1 MW Feuerungsleistung. Der Rhein-Hunsrück-Kreis hat sich mit seinem Entsorgungsbetrieb systematisch auf den Weg gemacht Brennstoffaufbereitung und Heiztechnik aufeinander abzustimmen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen: wenn das Gesamtkonzept stimmig und interdisziplinär vom Sammelplatz bis zur Heiztechnik geplant und konzipiert wird, profitieren die Bürger, die regionale Wirtschaft, der Landkreis, die Wärmekunden und das Klima!

Der Rhein-Hunsrück-Kreis

Bereits in den 1990er-Jahren entwickelte der Rhein-Hunsrück-Kreis eine Strategie für die Entwicklung erneuerbarer Energien, die sich nunmehr auszahlt: Schon jetzt werden jährlich etwa 11,2 Mio. € mit erneuerbaren Energien im Landkreis umgesetzt. Vor 15 Jahren wurden lediglich im privaten Bereich durch Holzheizungen fossile Energieträger ersetzt. Mittlerweile sind Windräder, Photovoltaik- und Biogasanlagen sowie solarthermische Anlagen und eine Vielzahl privater und gewerblicher Holzfeuerungsanlagen hinzugekommen. Rund 1.500 regenerative Energieanlagen decken heute bereits zwei Drittel des Strombedarfs im Kreis. In wenigen Jahren will der Landkreis Stromexporteur sein. Anders als bei fossilen Energieträgern bleibt der Großteil dieser Wertschöpfung im Landkreis und fließt in Form von Einkommen, Unternehmensgewinnen, vermiedenen Brennstoffkosten sowie Steuern und Abgaben wieder in den volkswirtschaftlichen Kreislauf zurück.

Auch für die Abfallwirtschaft gilt: was regional anfällt soll möglichst regional und ökologisch, aber auch ökonomisch optimiert genutzt werden. Dass nunmehr aus dem von den Bürgern entsorgten Baum- und Strauchschnitt Brennstoff zur Beheizung von Schulzentren im Landkreis gewonnen und gleichzeitig ein Kompost für Landwirte und Winzer erzeugt wird, ist ein wichtiger Teil der Gesamtstrategie für den Klima- und Energiebereich des Landkreises.

In Rheinland-Pfalz werden jährlich knapp 300.000 Mg Grünabfall erfasst, was 71 kg je Einwohner und Jahr entspricht. Dass dies noch steigerungsfähig ist, zeigt u. a. der Rhein-Hunsrück-Kreis, der je Einwohner über 100 kg sammelt und zusätzlich noch 120 kg Bioabfall über die grüne Tonne. Für letztere sieht das Umweltministerium einen Trend Richtung einer Vergärung mit Biogaserzeugung vor der anschließenden Kompostierung der Gärreste. Beim Grünabfall sollte die Absiebung des Holzigen Grobmaterials (Brennstoff) einer Kompostierung des Feinmaterials vorgeschaltet werden. Neben Klima- und Ressourcenschutz wird damit auch der regionalen Wertschöpfung besonders Rechnung getragen.

Die Rhein-Hunsrück Entsorgung

Die Rhein-Hunsrück Entsorgung (rhe) stellt als Anstalt des öffentlichen Rechts für die 105.000 Einwohner des 963 km² großen Landkreises alle Dienstleistungen in der Abfallwirtschaft zur Verfügung. Bereits 1992 wurde die Biotonne eingeführt und schon 1997 eine Vergärungsanlage errichtet, die aus 10.000 Mg Bioabfall pro Jahr Biogas und Gärrest erzeugt.

Bei der Erfassung der Grünabfälle setzte man bis Ende der 1990er-Jahre auf Straßensammlungen, die zweimal pro Jahr durchgeführt wurden. Ergebnis: jährlich 1.500 bis 2.000 Mg. Seit dem zur Jahrtausendwende das System auf dezentrale Sammelplätze umgestellt wurde, steigen die Mengen kontinuierlich. Mittlerweile werden auf 120 Sammelplätzen, mit denen nahezu jede Ortschaft ihren Bürgern einen komfortablen Service anbietet, über 10.000 Mg im Jahr erfasst. Geschreddert wird das Material den Bürgern, Landwirten und den Winzern an Mosel, Rhein und Nahe als Mulchmaterial zur Verfügung gestellt.

Doch diese Abnahmewege stoßen an ihre Grenzen. Daneben ist die rhe bestrebt, wo immer sinnvoll, energetische Nutzungen von Biomasse zu integrieren. Bereits 2003 wurde das Witzenhausen-Institut mit ersten Machbarkeitsstudien betraut ökologisch und ökonomisch sinnvolle Wege der kombinierten stofflichen und energetischen Verwertung des Baum- und Strauchschnitts zu entwickeln. Ergebnis war der Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit eines Konzepts, das vorrangig weiterhin die Erzeugung von Mulchmaterial betreibt, aber geeignete Mengen zu Brennstoff aufbereitet.

Allerdings waren erst fünf Jahre später die Rahmenbedingungen im organisatorischen, aber auch wirtschaftlichen Umfeld so, dass die Umsetzung des Konzepts angegangen wurde.

Für ein Konzept von der Erfassung über Aufbereitung und Nutzung der Brennstoffe aus einer Hand mussten die betrieblichen und steuerrechtlichen Voraussetzungen eines Betriebs gewerblicher Art (BgA) geschaffen werden. Für zwei Heizzentralen an Schulzentren, einschließlich der erforderlichen Wärmenetze, und die Errichtung eines Brennstoffaufbereitungsplatzes im Landkreis waren Investitionen von insgesamt

etwa 5 Mio. € (netto) erforderlich, die über z. T. günstige Finanzierungsoptionen sowie einen Zuschuss aus dem Konjunkturprogramm II gestemmt werden konnten.

Für den Kunden ergibt sich auf Basis der Kapital- und Betriebskosten exemplarisch ein Netto-Wärmepreis in der Größenordnung 10 ct/kWh, der sich wie folgt zusammensetzt:

Brennstoff	2,3 ct/kWh
Gas/Hilfsenergie	2,0 ct/kWh
Betriebsgebundene Kosten	2,0 ct/kWh
Kapitalgebundene Kosten – Wärmeerzeugung	3,0 ct/kWh
Kapitalgebundene Kosten – Fernwärmenetz	<u>0,8 ct/kWh</u>
Gesamtnetto-Wärmepreis	<u>10,1 ct/kWh</u> (brutto 12 ct/kWh)

Ein vergleichbarer Wärmepreis entstünde bei Bezug von fossilen Brennstoffen und den notwendigen Investitionen in Abschreibung, Wartung und Betrieb einer konventionellen Heizanlage. Vorteil für die Kunden: von den zu erwartenden Preissteigerungen bei fossilen Brennstoffen bleibt er verschont. Der abstrakte Begriff „regionale Wertschöpfung“ kann wie folgt veranschaulicht werden: Bisher musste der Landkreis für die an den Schulzentren jährlich verbrauchten 450.000 l Heizöl etwa 300.000 € ausgeben. Während von dieser Summe kaum etwas im Landkreis verblieb, profitieren von dem neuen Konzept Handwerker und Dienstleister in der Region.

Brennstoff aus Grünabfällen

Schon die ersten Konzepte empfahlen den Grünabfall nicht unaufbereitet zur Nutzung in überregionalen Biomasseheizkraftwerken abzugeben, sondern vor Ort in die Aufbereitung zu investieren und einen naturbelassenen Holzbrennstoff sowie wertvollen Kompost zu erzeugen. Klar war seit den ersten Versuchen auch, dass sich mit vertretbarem Aufwand kein Standardholzhackschnitzel aus Grünabfall gewinnen ließe. Für die Verbrennung war demnach auch eine – vor allem in der Fördertechnik – abgestimmte Heiztechnik notwendig.

Im Jahr 2003 lagen die Preise für naturbelassene Energiehölzer bei etwa der Hälfte des heutigen Niveaus. Unter diesen Bedingungen war der notwendige Aufwand zur energetischen Grünabfallnutzung nicht vertretbar. Anders heute, wo der Brennstoff preiswerter als Waldhackschnitzel zu erzeugen ist. Perspektivisch dürfte die von Fachleuten noch für dieses Jahrzehnt vorausgesagte Holzknappheit sowohl für den stofflichen als auch energetischen Bereich zu stetig steigenden Preisen führen.

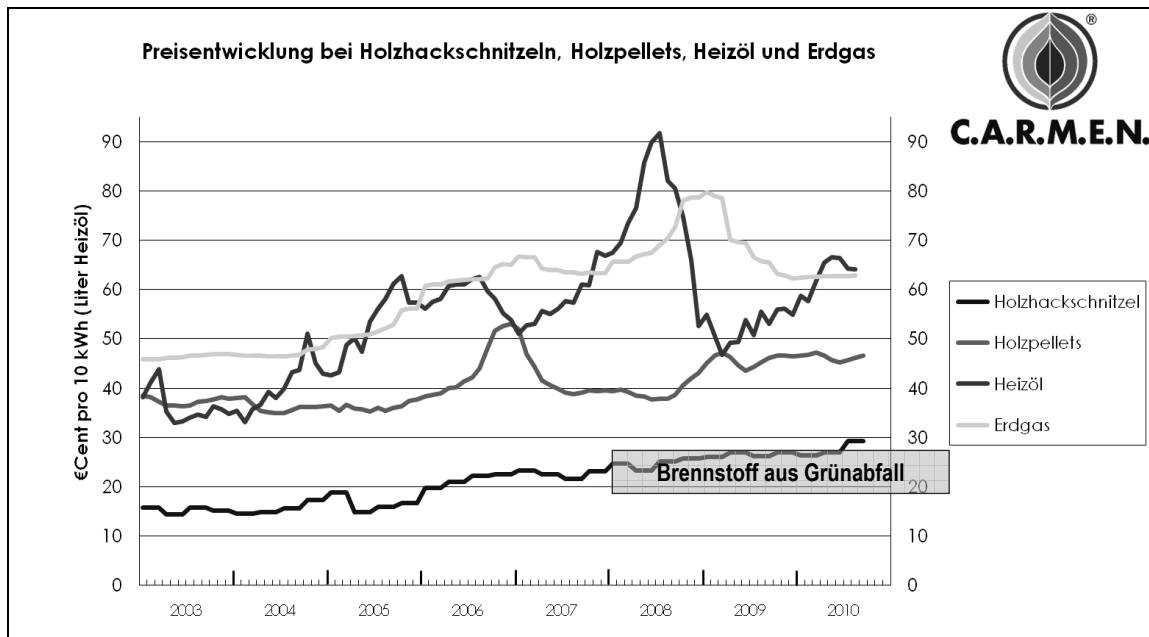


Abb. 1: Entwicklung der Kosten von Energieträgern und Preisfenster für Brennstoff aus Grünabfall

Praxisversuche

Die bürgerfreundlichen dezentralen Sammelplätze für den Grünabfall stellen für die rhe eine logistische Herausforderung dar. In praxisnahen Großversuchen wurden verschiedene Erfassungsverfahren erprobt und ausgewertet.



Abb. 2: Geprüfte Erfassungssysteme: dezentrale Zerkleinerung, Radlader und Containerzug, Containerzug mit Greifarm

Tab. 1: Vergleich der Erfassungsoptionen für dezentrale Sammelplätze

Bewertungskriterium	Zerkleinerung + Abtransport	Radlader + Containerzug	Containerzug + Greifarm
Personalbedarf	≥ 2 Personen	1 Person	1 Person
Rüstzeiten	hoch	mittel	gering
Platzbedarf	hoch	mittel	gering
Verarbeitungs- und Ladezeiten	hoch	mittel	gering
Ladekapazität	~8 Mg/Container	~5 Mg/Container	~5 Mg/Container
Emissionen (Lärm, Staub, Abgase)	höher	niedrig	niedrig
selektive Auswahl des holzigen Materials	möglich	möglich	gut möglich
Verunreinigung des holzigen Materials	mittel	mittel	gering
Erledigung anderer Arbeiten (Platzreinigung)	gut kombinierbar	gut kombinierbar	kaum möglich

Aufgrund seiner Flexibilität entschied man sich für die Erfassung mittels eines Teleskopladlers, der auf dem Containerzug mitgeführt werden kann. Die in den vergangenen sechs Monaten im Praxiseinsatz gewonnen positiven Erfahrungen bestätigen diese Entscheidung.

Für die Aufbereitung des Materials wurde auf der Deponie des Kreises bei Kirchberg ein 6.000 m² großer, wasserundurchlässig befestigter Platz mit Reinigungsanlagen für das Oberflächenwasser geschaffen. Die wissenschaftlich begleiteten Aufbereitungsversuche bestätigten, dass Schnellläufer den Baum- und Strauchschnitt auffaserten und damit optimal für die Kompostierung vorbereiteten. Hingegen konnten mit langsamlaufenden Schreddern stückige Materialien, z. T. allerdings noch mit hohem Anteil an Überlängen, erzeugt werden. Eine wesentliche Erkenntnis der Praxisversuche war, dass anstelle einer unmittelbaren Absiebung dieser eine etwa vierwöchige Lagerung des zerkleinerten Materials als lockere Miene vorangehen muss. Die biologische Erhitzung und die damit verbundene Trocknung sowie der einsetzende aerobe Abbau des Feinmaterials in dieser Phase ermöglichen eine gute Siebtrennung. Diese erfolgte entweder mit einem Trommelsieb (20 mm) und nachgeschaltetem Überlängenabscheider oder mit einem Sternsieb. Der zerkleinerte Grünabfall der Region ergab bezogen auf das Gewicht etwa 40 % Fein-, 30 % Mittel- und 30 % Grobfraktion. Durch Nachzerkleinerung der Grobfraktion stehen zusammen mit der Mittelfraktion etwa 60 % des Materials als Brennstoff zur Verfügung. Überraschend war für Wissenschaftler wie Praktiker, dass diese hohen Brennstoffausbeuten in der Praxis nicht nur aus dem im Winter gesammelten Material erzielt wurden, sondern auch mit dem Sommermaterial. Während das Aufbereitungsverfahren übertragbar

sein dürfte, sind diese Ausbeuten an Brennstoff und Feinmaterial ohne Überprüfung nicht auf Grünabfälle anderer Regionen zu übertragen. In der Planungsphase wurde der erzeugte Brennstoff nicht nur im Labor untersucht, sondern eine LKW-Ladung auch für Verbrennungsversuche in das Technikum eines Holzkesselherstellers gebracht. Diese Praxisversuche zeigten, dass der Brennstoff folgende wesentliche Eigenschaften aufweist:

1. Aschegehalt zwischen 5 und 10 %
2. ungleichmäßige Stückigkeit, einige Überlängen
3. nahezu keine Störstoffe außer Steine
4. bei Wassergehalten unter 30 % gute Heizwerte von deutlich über 3 MWh/Mg

Als notwendig erwies sich die Lagerung des Brennstoffs unter Dach. Während der Ausgangsbrennstoff unmittelbar nach der Absiebung einen Wassergehalt Gehalt von 38 % aufwies, hatte sich dieser fünf Monate später nach Lagerung (über den Sommer) im Freien nur auf 32 % reduzierte, während nach gleichem Lagerzeitraum in der Halle nur noch 22 % Wassergehalt festgestellt wurde. Dementsprechend wies der im Freien gelagerte Brennstoff einen Heizwert von 3,1 MWh/Mg auf, während der unter Dach gelagerte Brennstoff 4,1 MWh/Mg erreichte.

Tab. 2: Wassergehalte und Heizwerte der erzeugten Brennstoffe

Parameter	Brennstoff frisch (ohne Lagerung)	Brennstoff nach 5 Monaten Lagerung	
		im Freien	in Halle
Wassergehalt	38 %	35 %	19 %
TS	62 %	65 %	81 %
benötigtes frisches Ausgangsmaterial (ohne Feinfraktion) für 1 Mg Brennstoff	1,00 Mg	1,05 Mg	1,31 Mg
Heizwert von 1 Mg Brennstoff	2,9 MWh/Mg	3,1 MWh/Mg	4,1 MWh/Mg

Kompost

Aus dem Feinmaterial wird in einer offenen Mietenkompostierung bei wöchentlichem Umsetzen ein guter Kompost erzeugt. Wenngleich das Ausgangsmaterial augenscheinlich wenig frische, leicht abbaubare organische Substanz enthielt, war eine gute Selbsterhitzung der Kompostmiete zu dokumentieren, die eine ausreichende Hygienisierung sicherstellte. Der nahezu störstofffreie Kompost ist durch ein weites C:N-Verhältnis von 32 und einen Rottegrad V gekennzeichnet.

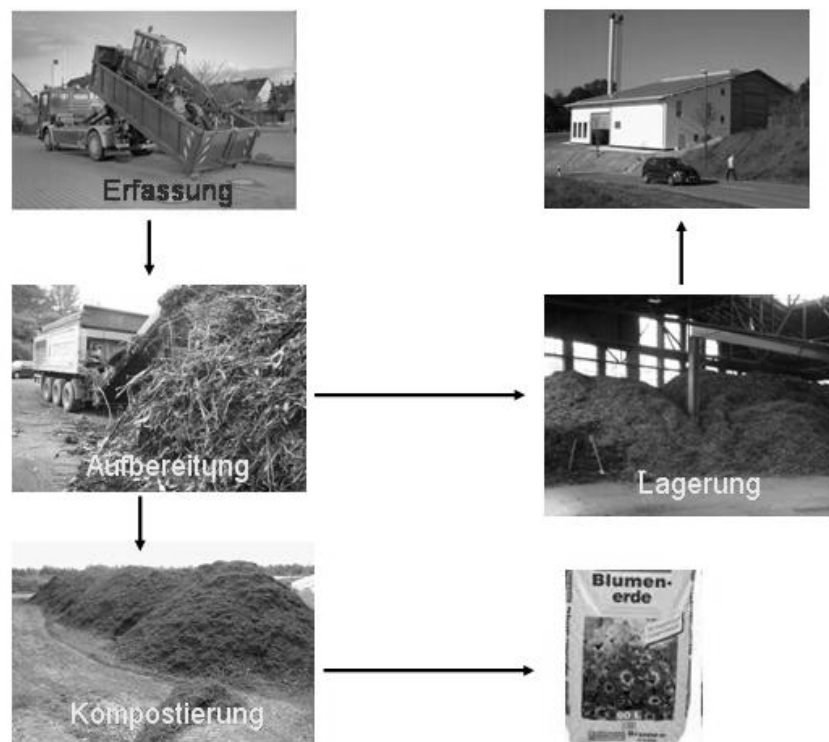


Abb. 3: Übersicht zum Gesamtkonzept

Wirtschaftlichkeit

Die Aufwendungen für die Erfassung und Aufbereitung des Brennstoffs liegen unter Einbeziehung aller Kosten, einschließlich der Kapitalkosten für den Aufbereitungsplatz und das Lager, in einer Größenordnung von 120 €/Mg (bei einem Wassergehalt von 22 %) und in Bezug auf den Heizwert von 3.900 kWh/Mg damit bei 3,2 Cent/kWh. Da auch die bisherigen Verwertungswege mit Kosten behaftet waren, ergeben sich zusätzliche Kosten von ca. 70 €/Mg (2 Cent/kWh). Zum Vergleich: der aktuelle Durchschnittspreis für Waldhackschnitzel (WG 20) liegt bei 135 €/Mg. Dort wo geeignete Aufbereitungsplätze und Lagerhallen vorhanden sind, reduzieren sich die hier angegebenen Kosten für den Brennstoff aus Grünabfall weiter um etwa ein Drittel.

Heiztechnik

Die beiden neuen Heizzentralen an den Schulzentren des Landkreises wurden genau auf den speziellen Brennstoff abgestimmt. Leider wurde dies in der Vergangenheit oft nicht beachtet und die Versuche Landschaftspflegehölzer in Heizanlagen kleiner 1 MW zu nutzen scheiterten aufgrund:

- mangelnder Brennstoffaufbereitung,
- ungeeigneter Brennstofflagerung und Transportsysteme sowie
- ungeeigneter Wärmeerzeugungstechnik.

Die notwendigen technischen Voraussetzungen für die Heizanlagen sind aus wirtschaftlichen Gründen erst ab 500 kW thermischer Leistung und einem Wärmebedarf von über 1,5 Mio. kWh/Jahr sinnvoll. Ein derartiger Bedarf besteht nur dort, wo mehrere kommunale Einrichtungen über ein Nahwärmenetz verbunden werden können. Kleinere Anlagen sollten mit Standardholzhackschnitzeln oder Holzpellets betrieben werden.

Trotz der zuvor geschilderten umfassenden Aufbereitung des Brennstoffs aus Grünabfall muss die Heizanlage einige Besonderheiten technisch berücksichtigen:

- Stückigkeit je nach Aufbereitung
in der Regel Korngrößen 100–150 mm mit auffälligen Überlängen bis 300 mm,
- Wassergehalt des frischen Materials bis 50 %,
allerdings 20–30 %, wenn 3–4 Monate trocken gelagert,
- Anteil unverbrennbarer Bestandteile
begründet durch die Brennstoffgewinnung enthält Landschaftspflegeholz neben hohen Rindenanteilen auch oftmals Steine und Schottermaterial.

Dies geschieht bei den beiden Heizzentralen im Rhein-Hunsrück-Kreis unter anderem durch:

- | | |
|---|--|
| • Brennstofflagerung | oberirdische Lager mit Krananlage, Bunker |
| • Brennstofftransport | hydraulische Fördereinrichtung
Ausnahmen: Kratzkette, Bänder |
| • Vermeidung von Schlackebildung | wassergekühlte Rostausführungen,
Unterteilung der Rostfeuerungen in
unterschiedliche Verbrennungszonen |
| • Minderung der Störanfälligkeit
und mechanische Abnutzung
bei der Entaschung | Vermeidung von zusätzlichen
mechanischen Einrichtungen zum
Aschetransport |
| • Emissionsminderung | Kombination aus Zyklon- und Elektrofilter
halten bereits jetzt die erst ab 2014
geforderten Grenzwerte ein |

Zum Einsatz kommt bei der Heizzentrale am Schulzentrum der Kreisstadt Simmern ein Grundlastkessel mit 850 kW auf Basis des Holzbrennstoffs aus Grünabfall in Verbindung mit einem Spitzenlastkessel von 1.200 kW für Heizöl. Mit einer Gesamtleistung von 2.050 kW benötigt die neue Heizzentrale nur die halbe Leistung wie die zuvor im Einsatz befindlichen acht Einzelheizanlagen für die einzelnen Schulen und Gebäude.

Kosten

Die Kostenstruktur der Anlagen zur Verbrennung von Landschaftspflegeholz ist geprägt durch:

a) Investitionskosten

Mehrkosten sind im Vergleich zu HHS-Anlagen für folgende Anlagentechnik zu erwarten:

- Brennstofflagerung- und Bevorratung
- Brennstofftransportsysteme
- Rostausführungen der Kesselanlage
- Ausführung der Entaschung
- Abgasfilterung

b) Verbrauchsgebundene Kosten

- Brennstoffkosten
- Brennstoffaufbereitung
- Hilfsenergie

c) Betriebsgebundene Kosten

- Mehraufwendungen bei der Kesselreinigung ca. 15–20 % gegenüber HHS-Feuerungen

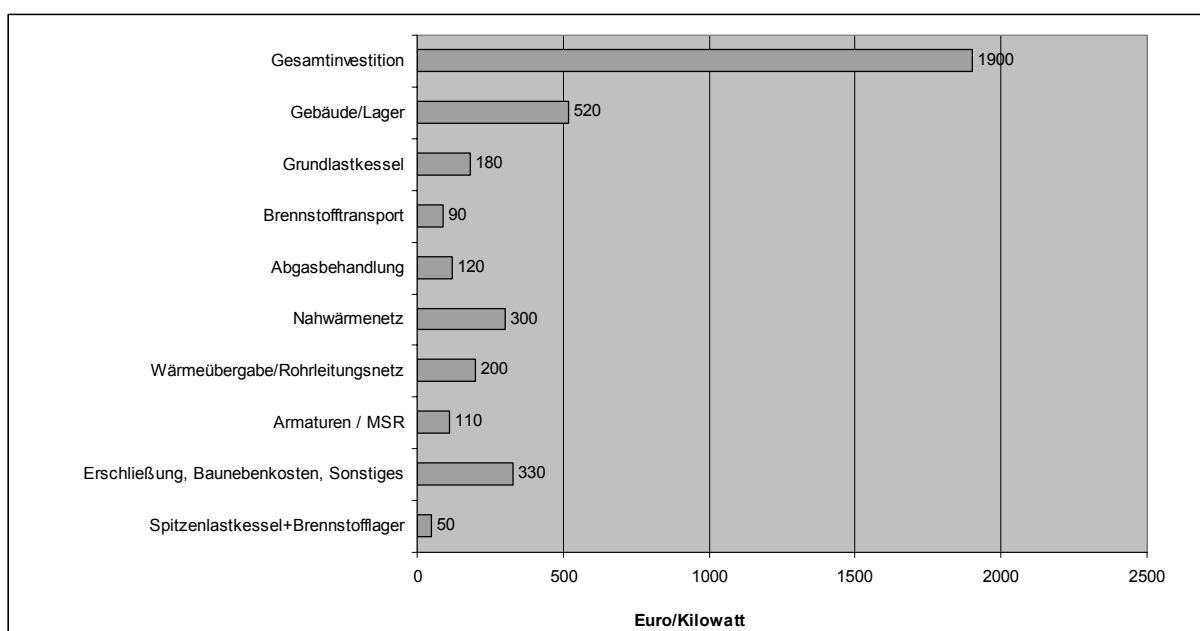


Abb. 4: Spezifische Anlageneinzelkosten für die Heizzentrale in Simmern

Anlagen sind dann sinnvoll umzusetzen, wenn:

- d) die Wirtschaftlichkeit für den Investor gegeben ist,
- e) die Zufriedenheit des Kunden mit allen Aspekten der Wärmeversorgung vorliegt.

Pauschalierte Aussagen über die Wirtschaftlichkeit von Heizanlagen auf Basis von Landschaftspflegeholz können nicht getroffen werden. Nur durch genaue Ermittlung und Darstellung der Kostenstruktur eines Projektes kann eine Wirtschaftlichkeit berechnet werden.