

## Thema: Wärmeerzeuger mit Brennstoff Holz

Referent: Andreas Schork

Die Europäische Kommission hat im Rahmen des im November vorgelegten Energiepakets den Entwurf einer überarbeiteten Erneuerbaren Energien-Richtlinie vorgelegt. Darin wird u.a. vorgeschlagen, die bisherigen Nachhaltigkeitsanforderungen für Bioenergie jenseits des bisherigen Anwendungsbereichs Biokraftstoffe auch auf feste Bioenergie (also im wesentlichen Holzenergie) auszuweiten.

### Fragen:

1. Wird die Auffassung geteilt, dass Heizanlagen, die mit Pellets, Hackschnitzel (oder bei kleineren Anlagen auch mit Holzscheite) betrieben werden, häufiger störanfälliger als andere Wärmeerzeuger sind?
2. Sind die Aufwendungen bei der Wartung von Holz-Heizanlagen höher als von anderen Wärmeerzeugern?
3. Ist die Lebensdauer von Holz-Heizkesseln geringer, als von anderen Wärmeerzeugern?

### Übersicht der Antworten:

Frage	Ja	Nein	Bemerkung
1	19	1	
2	20		
3	9	4	7 Antworten weder ja noch nein, da keine Langzeiterfahrungen vorliegen

### Zusätzliche Erläuterungen zu den Antworten:

#### **Kommune 1:**

Frage 1: Ja, weil neben der reinen Feuerung auch Förderanlagen mit etlichen drehenden Teilen zu höherer Anfälligkeit beitragen.

Frage 2: Ja, weil sie wesentlich häufiger gereinigt werden müssen (in der Heizperiode bis zu einmal wöchentlich).

Frage 3: Ja, weil sie meist nicht so intensiv gereinigt und gewartet werden wie es sein sollte und auch die Spreizung (heiß/kalt) und somit Spannungen im Material höher sind.

### Kommune 2

Frage 1: Ja Frage 2: ja Frage 3: vermutlich ja.

Die Kommune 2 hat in dem vom Amt für Hochbau verwalteten Bereich nur einen Holzpellets-Kessel, dieser wurde erst im Sommer 2016 in Betrieb genommen.

Trotz Betriebsführungsvertrages mit dem den Kessel installierenden Handwerksunternehmen war nach den Ferien am ersten Schultage am 9. Januar 2017 die Schule kalt und das obwohl am Sonntag, den 8. Januar der Hausmeister den Fehler bereits mittags entdeckte und die Handwerksfirma bereits zwischen dem 27.12.2016 und dem 30.12.2016 den gleichen Fehler beseitigen musste.

Der absolut neuwertige Fördermechanismus des Brennstoffes funktioniert nicht. Es musste mehrfach von Hand im Schüttgutbunker nachgeschaufelt werden. Aufgrund der dabei entstehenden Staubemissionen verdeckt das gesamte Untergeschoss, eine Kleinturnhalle, des 25 mal 25 Meter großen Gebäudes. Innerhalb eines Vierteljahres sind 4 Störungen mit Totalausfall der Brennstoffversorgung aufgetreten. Und es handelt sich nicht um einen der ersten Holz-Pellets-Kessel. Bereits in 2015 wurden Holz-Pellets-Kessel ausgeschrieben.

### Landesbau 1:

Frage 1: Ja, Ursache hierfür ist die Stückigkeit des Brennstoffs, wodurch sich hin und wieder Probleme auf der Förderstrecke zum Wärmeerzeuger ergeben. Dabei spielt die Qualität des Brennstoffs eine bedeutende Rolle.

Frage 2: Ja. Bedingt durch die Rückstände bei der Verbrennung in Form von Asche, Staub, Ruß ist vor allem der Reinigungsaufwand deutlich höher als bei Öl- und Gasheizanlagen.

Frage 3: Nein. Eine kürzere Lebensdauer konnte bisher nicht festgestellt werden.

### Kommune 3:

Frage 1: Ja, durch die zusätzlichen mechanischen Teile zur Brennstoffförderung ist etwas häufiger mit Störungen zu rechnen.

Frage 2: Ja, durch die zusätzlichen mechanischen Bauteile und den vermehrten Anfall von Asche und Ruß.

Frage 3: Nein, die Lebensdauer von Holz-Heizkesseln ist nicht grundsätzlich geringer, wenn man hochwertige Produkte einsetzt. Allerdings unterliegen die mechanischen Teile zur Brennstoffförderung einem gewissen Verschleiß.

### Bundesbehörde 2:

Von den Bundesbehörden wurden mehrere Antworten übermittelt, hier die Details:

#### Zu Frage 1

**Bundesbehörde 1:** Diese Frage muss unterteilt werden in: Mit Pellets befeuerte Heizungsanlagen sind in etwa vergleichbar mit einer mit Heizöl-El befeuerten Heizungsanlage. Wenn sie richtig eingestellt sind, ist die Störanfälligkeit etwas höher (durchschnittlich 2 pro Monat) als bei einer mit Heizöl-El befeuerten Wärmeerzeugeranlage im Vergleich mit einer Unterschubfeuerung und Lagerung als Sackware oder unterirdischer

Absaugung. Diese Feuerungsart ist etwa wirtschaftlich anwendbar bis 1,5 MW Feuerungsleistung. Pellets werden Heizöl-EI im Auflieger transportiert und per Sauger ins Lager befördert ("gepumpt"). Zum Zünden ist eine Glühspindel vorgesehen oder man zündet von Hand. Der "Wind" als Verbrennungsluft wird wie bei einer Kohlefeuerung als Unter- und Oberwind, Bezugspunkt ist dabei das Rost, dem der Wind zur Kühlung und stöchiometrischen Verbrennung als Primär- und Sekundärluft zu geleitet wird. Bei der Lagerung treten, mit einer Ölfeuerung verglichen, auch ähnlich gelagerte Probleme auf: Feuchtigkeit verklumpt Pellets bis hin zur Kompostierung, löst bei Heizöl-EI eine Sedimentierung aus und führt zum biologischen Zerfall. Beide Brennstoffarten können mit einem Tanklaster angeliefert und gebunkert werden.

Mit Holzhackschnitzeln befeuerte Wärmeerzeuger sind erst wirtschaftlich im Betrieb etwa ab einer Feuerungswärmeleistung >2 MW, da ein Lagerraum als Minimum mit >80 m<sup>3</sup> als Raummeter vorhanden sein muss, um mindestens einen Auflieger mit etwa 40 Festmeter-Füllung zu entladen und rund 40 Festmeter zum Betrieb vorrätig zu haben. Es sind im Vergleich zur Pelletsfeuerung zum Transport der Holzhackschnitzel Ketten-, Unterschub- oder Spiralförderer oder ein Greifer sowie ein Frontlader zum Trimmen notwendig. Sie sind nicht wie Pellets saugfähig. Zum Zünden ist ein mit Heizöl-EL befeuerter Brenner notwendig oder man zündet mit Stroh und Anmachholz von Hand (Erfahrung notwendig!).

Holz Scheitfeuerungen sind möglich bei kleinerer Feuerungswärmeleistung, da die Scheite nur für eine bestimmte Zeit als Vorrat bestückt werden können.

**Bundesbehörde 2:** Ja, bedingt durch die derzeit nicht genügend qualitätsgesicherten Energieträger. Erklärung: In Festbrennstoffanlagen wie Pellet-, Holzhackschnitzel- und Holz Scheitanlagen, wie seinerzeit auch bei den Kohleanlagen, ist im Vergleich wesentlich mehr Mechanik verbaut. Wird diese Mechanik nicht qualitativ bedient und gewartet, würde das zu Störungen führen.

Die Erfahrung zeigt aber eindeutig, dass nicht die Technik überwiegend für Störungen verantwortlich ist, sondern oft der Energieträger (Brennstoff). Holz Scheite und Holzhackschnitzel sind in ihrer Güte und Beschaffenheit nur beschrieben aber nicht genormt. Pellets sind dagegen genormt. Eine Prüfung bei Anlieferung erfolgt bei allen jedoch, wie seinerzeit auch bei der Kohle, nur als Sichtprüfung. Eine schlechte Energieträgerqualität führt in Festbrennstoffanlagen zwangsläufig zu Störungen.

Deswegen sind diese Anlagen derzeit noch störanfälliger als herkömmliche Wärmeerzeugungsanlagen, die homogenen Brennstoff wie z.B. Erdgas oder Heizöl verbrennen.

**Bundesbehörde 3:** Heizanlagen, die mit Pellets oder Hackschnitzeln betrieben werden, sind störanfälliger als Wärmeerzeugungsanlagen, die mit Öl oder Gas betrieben werden.

Bei Heizanlagen, die mit Pellets, Hackschnitzeln betrieben werden, handelt es sich um verfahrenstechnische Anlagen, die viele mechanische Komponenten aufweisen. Neben den mechanischen Belastungen sind diese Komponenten einer (wechselnden) thermischen Beanspruchung unterlegen. Hinzu kommt die ggf. wechselnde Güte (Körnung, mechanische Beständigkeit der Pellets, Restfeuchte, mögliche Verklumpung etc.) des Brennmaterials.

**Bundesbehörde 4:** Ja. Gründe für die höhere Störanfälligkeit sind u.a. der höhere mechanische Anteil gegenüber konventionellen Heizanlagen, schwankende Brennstoffqualitäten sowie angelieferte Fremdprodukte.

**Bundesbehörde 5:** Ja. Heizanlagen, die mit Pellets oder Hackschnitzel betrieben werden, sind erheblich störanfälliger als andere Wärmeerzeuger. Diese Anlagen benötigen aufwändige Fördertechniken sowohl für die Beschickung des Brennraumes mit dem Brennstoff Holz, als auch für die Entaschung. Bei Störungen in der Brennstoffbeschickung handelt es sich oft um eine Blockade im Pellet-Fördersystem oder um Unterbrechungen des Pelletnachschiebes, wenn sich Hohlräume im Pellet-Lager gebildet haben. Es kommt ebenfalls vor, dass Fremdkörper (z.B. heraus gebrochene Matrizenstücke) die Pellet-Förderschnecke blockieren. Die Entaschungsschnecke kann blockieren, wenn sich die Asche staut und durch Versinterung harte Klumpen bildet. Durch Kontrolle der Brennstoffqualität und den Einkauf von zertifizierten Holzpellets der Qualitätsstufe ENplus A1 (Ascheanteil ca. 1%) kann die Störanfälligkeit reduziert werden.

Bei der Befuerung von Holzhackschnitzeln ist die Einhaltung der vorgesehenen Brennstoffqualität (Feuchte und Stückigkeit) ebenfalls enorm wichtig. Hier ist noch darauf zu achten, dass der Brennstoff wenige Feuchteunterschiede aufweist.

### Zu Frage 2

**Bundesbehörde 1:** Es ist mit einem rund um 20 % höheren Wartungsaufwand für die Reinigung bei mit Pellets befeuerten Rosten zu rechnen. Bei mit Holzhackschnitzeln befeuerten Wärmeerzeugern sind gemäß der TA-Luft Feinststäube und Aschen herausgefiltert, die unterschiedlich aufgefangen und entsorgt werden müssen. Somit ist der Wartungsaufwand für die Abgasreinigung erheblich, aber geringer als mit den vergleichbaren Abgasreinigungsanlagen der mit Kohle befeuerten Wärmeerzeuger. Bei einem Wärmeerzeuger mit einer Feuerungswärmeleistung von 3,5 MW muss man mit etwa mit 3 bis 5 m<sup>3</sup> Feinststäuben und Aschen rechnen.

**Bundesbehörde 2:** Ja, bedingt durch wesentlich mehr Mechanik. Erklärung:  
In Festbrennstoffanlagen wie Pellet-, Holzhackschnitzel- und Holzscheitanlagen, wie seinerzeit auch bei den Kohleanlagen, ist im Vergleich wesentlich mehr Mechanik verbaut. Dadurch ist zwangsläufig der Wartungsaufwand auch höher.

**Bundesbehörde 3:** Langzeiterfassungen hierzu liegen nicht vor. Aufgrund der mechanischen Komponenten und deren Anfälligkeit ist von einem höheren Wartungsaufwand für Holz-Heizanlagen als bei konventionellen Wärmeerzeugungsanlagen auszugehen. Instandsetzungsarbeiten (Ein- und Ausbau der Komponenten) sind ggf. aufwendiger.

**Bundesbehörde 4:** Ja. Ebenso müssen diese Anlagen regelmäßig (größtenteils alle 600 Betriebsstunden) gereinigt und dazu komplett aus der Wärmeversorgung herausgenommen werden.

**Bundesbehörde 5:** Ja. Durch die Verbrennung von Festbrennstoffen (Holz) fällt 1 bis 2 % Asche an. Dies führt zur Verschmutzung der gesamten Anlage, was u.a. den erhöhten Wartungsaufwand begründet.

In der Regel müssen folgende Reinigungsarbeiten (Beispiel Pellet-Heizanlage) zwischen 400 und 800 Betriebsstunden durchgeführt werden. Vorher muss der Kessel runtergefahren werden und abkühlen:

- Sämtliche Wärmetauscherrohre reinigen.
- Lichtschranken, Schaugläser und Öffnungen von Asche befreien.
- Luftschlitze der Feuermulde freimachen und Restasche aus dem Feuerraum entfernen.
- Entaschungsschnecke prüfen.
- Kondenswasser in Druckluftleitungen ablassen.
- Rückbrandsicherung prüfen.
- Entstauber reinigen.
- Reizgaseinrichtung (rezirkulierte Rauchgas zur Entstickung De NOx) reinigen.

Zusätzlicher Wartungsaufwand entsteht durch die in Frage 1 beschriebene Störanfälligkeit.

### Zu Frage 3

**Bundesbehörde 1:** Da die Lebensdauer eines Wärmeerzeugers von seiner spezifischen Brenn-/Feuerungs-raumbelastung und seiner Materialstärke sowie seiner Betriebsweise aber auch von der Fertigungsgüte abhängig ist, wird die Versagenshäufigkeit nicht unbedingt durch die Feuerungsart sondern mehr an die Konstruktionsweise und der Betriebsweise beeinflusst.

- Brennwertkessel mussten schon nach 10 Jahren grundinstandgesetzt werden, weil die Wurzellage des Klöpperbodens bei einem Stahlkessel nicht durchgeschweißt war. Es stellen sich Lochfraß von innen ein, der zu einer Haarrissen und Spaltkorrosion führte.
- Mit Heizöl-El befeuerte Kessel wurden als Niederdruckheißwasseranlage <120°C teilweise 35 Jahre alt. Aber auch mit Schweröl befeuerte Kessel als Hochdruckheißwasseranlage >120°C wurden über 30 Jahre alt. Hier wurde deutlich durch eine gute fachgerechte Wartung durch das TGM und eine gleichmäßige Betriebsweise die nach der VDI 2067 anzusetzende Lebensdauer von etwa 20 bis 25 Jahre übertroffen.
- Kohlekessel hatten eine hohe Erlebensdauer mit einer Kohlefeuerung von teilweise bis zu 25 Jahren, die sich bei einer Befuerung mit Koks reduzierte (höhere Brennraumbelastung!). Die letzten mit Anthrazit, Nuss 5, befeuerten Kohlekessel mit Abgasreinigung wurden nach 24 Betriebsjahren ausgetauscht, weil für die reguläre Wartung durch den TGM keine Ersatzteile und für kleinere Instandsetzungen kein Fachpersonal des Herstellers dann mehr vorhanden waren.
- Beim falsch mit dem Unterwind eingestellten mit Holzhackschnitzeln befeuerte 3,2 MW Nennwärmeleistung Kessel glühte der Schamott, zeigte Anklebungen der geschmolzenen Asche und musste als Garantieleistung mehrfach gereinigt und neu eingeregelt werden. Ähnliches passiert auch bei mit Pellets befeuerten Wärmeerzeugern.

**Bundesbehörde 2:** Nein, wenn 1. und 2. positiv umgesetzt werden <==> Ja, wenn 1. und 2. schlecht bzw. negativ sind. Erklärung: Die Lebensdauer von Festbrennstoffanlagen wie

Pellet-, Holzhackschnitzel- und Holzscheitanlagen beträgt, wie auch die von Heizöl- und Erdgasanlagen, derzeit nach VDI 20 Jahre.

Ergänzung: Aus der Praxis können zur Lebensdauer von Feststoffbrennanlagen (Pellet, HHS) derzeit noch keine Erfahrungswerte geliefert werden, da die Anlagen in unseren Liegenschaften erst seit wenigen Jahren im Einsatz sind.

**Bundesbehörde 3:** Dazu liegen keine Erfahrungswerte vor, da noch keine in Betrieb befindliche Anlage das Ende der Lebensdauer erreicht hat.

**Bundesbehörde 4:** Ja - Die rechnerische Nutzungsdauer von Holz-Heizkesseln beträgt gem. VDI 2067 15 Jahre gegenüber 20 Jahren für konventionelle Gas/Öl- Heizkesseln.

**Bundesbehörde 5:** Die Frage kann nicht beantwortet werden, weil hier noch keine langfristigen Erfahrungen im Betrieb von Festbrennstoff-Heizanlagen mit Holz vorliegen. Die Technik wird erst seit wenigen Jahren im Zuständigkeitsbereich eingesetzt.

Hilfsweise verweise ich auf die VDI 2067 Blatt 1 Tabelle A 2: Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Bedienen von Heizungsanlagen.

Lebensdauer von:

- Gas-Heizungen ca. 20 Jahre
- Öl-Heizungen ca. 20 Jahre
- Holzpellet-Heizanlagen ca. 15 Jahre
- Hackschnitzel-Heizanlagen ca. 15 Jahre

### Allgemeine Beantwortung zu Frage 3

**Bundesbehörde 6:** Die gestellten Fragen können nur mit "Ja" beantwortet werden.

Die erhöhten Aufwendungen sind bauart- und betriebsbedingt vorgegeben. Im Gegensatz zu Wärmeerzeugern die mit Erdgas oder Heizöl betrieben werden, sind holzbefeuerte Anlagen mit Kohleanlagen vergleichbar. Auch dort kommt zusätzlich zu der "normalen" thermischen Belastung eine hohe mechanische Belastung durch den Transport und die Lagerung des Brennstoffes hinzu.

Zielsetzung bei einer Stellungnahme sollte die Bewertung der Gesamtwirtschaftlichkeit der Anlage sein.

Nach derzeitigen gesetzlichen Vorgaben müssen Heizungsanlagen einen nennenswerten Anteil regenerative Energie bereitstellen. Neben dem Einbau von (sehr wirtschaftlichen) BHKW kommen nach bisherigen Erfahrungen nur mit Holz befeuerte Anlagen in Frage. Hier ist wiederum zu beachten, dass die spezifischen Betriebskosten eine Holzanlage ab ca. 25 - 50 kW nicht proportional mit der Leistung steigen sondern ab einer bestimmten Größe nur

noch geringe Mehraufwendungen bedeuten. Gleichzeitig konnte (bisher) durch die niedrigeren Kosten für Holz die sonstigen betrieblichen Mehrkosten kompensiert werden.

Dass Holzanlagen wirtschaftlich betrieben werden können ist durch die Betreibermodelle nachweisbar, die selbst für 1.000 KW-Holzhackschnitzelanlagen wirtschaftlicher günstiger sind als die Eigenversorgung. Ein Teil der Betriebsstörungen könnte auf personelle Probleme innerhalb des eigenen TGM bzw. bei der Beschaffung der Brennstoffe zurückzuführen sein. Eine intensive Schulung und Begleitung des technischen Personals bei der Einweisung in die neue Technologie ist notwendig. Auch bei der Auswahl von geeignetem Personal und Festlegung von Verwaltungsabläufen sind strukturbedingte Vorgaben zu beachten, die einen störungsfreien Betrieb eher erschweren.

**Bundesbehörde 7:** Selbstverständlich muss der systembedingte Mehraufwand für Betrieb, Wartung und Instandhaltung, der seine Ursache im Wesentlichen im Energieträger und dem höheren Anteil an Mechanik hat, in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen ausgewiesen und bei den Entscheidungen berücksichtigt werden. Es liegen keine Erfahrungen zur Lebensdauer ordnungsgemäß betriebener Holzfeuerungen, die kürzeste VDI-Lebensdauer wird für die Schaltelektronik angesetzt werden, vor.

Hier muss man bezüglich der entstehenden Probleme zwischen den unterschiedlichen Formen des Energieträgers Holz unterscheiden. Deswegen werden im kleinen Leistungsbereich keine HHS eingesetzt. Stückholz wird gar nicht eingesetzt. Pellets sind da wesentlich unproblematischer, weil genormt. Dafür werden DIN-EN-Plus-Pellets im größeren Leistungsbereich nicht mehr wirtschaftlich sein, da macht sich dann der günstigere HHS-Preis bemerkbar.

Der Hinweis auf Kohle gilt für die Bauweise bzw. für die Feuerungsart. Bei den Kohleanlagen war der Energieträger „genormt“ - bspw. Anthrazit Nuss 4 - und es findet eine Eingangskontrolle statt, bei HHS ist das genau das Problem.

Es werden Pellet-Anlagen – auch monovalente - eingesetzt, zu denen keine negativen Berichte bezüglich Verfügbarkeit und Betriebssicherheit vorliegen.

Hauptkriterium der bekannten Anlagenstörungen an HHS-Anlagen ist neben dem Einsatz von nicht geeigneten Komponenten die Überwachung der gelieferten HHS-Qualität (Vertragsproblematik) und die Qualifikation des Betriebspersonals. Letzteres hat auch bei Pellet-Anlagen die größte Bedeutung.

Regenerative Energie aus BHKW geht nur mit Biogas/Biomethan, mit Erdgas lediglich Ersatzmaßnahme nach EEWärmeG.



### Landesbau 2:

Die Fragen sind mit „Ja“ zu beantworten, wobei die Lebensdauer (Frage 3) stark abhängig ist von Betrieb und Wartung.

Zu Frage 1:

Bei den Holzpellets(HPe)-, insbesondere den Holzhackschnitzel(HHs)-Kesseln ist eine deutlich höhere Anzahl an mechanisch beweglichen Teilen verbaut, die regelmäßig zu warten sind.

Die Störanfälligkeit ist sowohl von der Betriebsweise als auch der Wartungsregelmäßigkeit und –intensität abhängig, letztendlich vom Personal, welches für die Bedienung und Beobachtung des Biomassekessels verantwortlich ist.

Es ist daher wichtig für die Verbrennungstechnik „interessiertes“ sowie „fachlich qualifiziertes“ Personal einzusetzen, damit ein ordnungsgemäßer und nahezu störungsfreier Betrieb gewährleistet werden kann.

Entscheidend ist aber auch die Homogenität des Energieträgers, die aufgrund der strengen Normung bei den HPe (DINplus A1) sich deutlich besser darstellt als bei den HHs. Ist der Energieträger minderer Qualität, so führt dieses zu erhöhten Ascherückständen, welche wiederum Störungen verursachen können. Somit ist es gerade bei HHs wichtig, die Qualität schon bei der Anlieferung zu kontrollieren und wenn nicht mehr mit gutem Material vermischbar, schlechtes Material abzuweisen.

Zu Frage 2:

Der Wartungsaufwand ist deutlich höher, was in Wirtschaftlichkeitsberechnungen kostenmäßig berücksichtigt wird. Der Zeitaufwand dafür ist abhängig vom Kesseltyp und der Lagerart des Energieträgers (HPe bzw. HHs). Für die unterschiedlichen Arbeiten (Entstaubung, Reinigen von Fühlern, Entfernen von Restasche im Ausbrandbereich usw.) geben die Hersteller auf Erfahrung basierende Zeitzyklen (in der Regel durch Betriebsstunden angegeben) vor, die einzuhalten sind. Abhängig von der Betriebsweise und den Erfahrungen die man mit der Biomasseanlage macht, können die Zeitzyklen nach Rücksprache mit den Herstellern auch verlängert werden, sodass sich der Wartungsaufwand reduziert.

Zu Frage 3:

Die Lebensdauer ist stark abhängig von der Betriebsweise und der „Wartungsqualität“, somit vom Personal, welches für das Beobachten und Bedienen der Anlage verantwortlich ist („Biomasse wird von Biomasse bewegt“). Positiv auf die Lebensdauer wirkt sich auf jeden Fall ein Betrieb ohne große und schnelle Lastschwankungen aus, was durch den Einsatz eines Wärmespeichers sowie durch den Einsatz des Biomassekessels als Mittellastkessel, also während der Heizperiode, möglich ist. Eine Betriebsweise, die eine Auslastung von mindestens 12 Betriebsstunden pro Tag bei Minimalleistung unterschreitet und häufig zum Glutbettunterhalt führt, verkürzt die Lebensdauer.



Letztendlich handelt es sich bei den HPe- und HHs-Anlagen um eine aufwendigere Technik gegenüber den mit fossilen Energieträgern befeuerten Wärmeerzeugern, die in Abhängigkeit der Energieträgerqualität unterschiedlich regelmäßig zu warten ist. Grund hierfür ist u.a. die unterschiedliche Energieträgerqualität und die damit einhergehende Heizwert-Schwankungsbreite. Selbst bei den nach DINplus A1 zertifizierten Holzpellets ist der Heizwert nicht konstant bestimmbar (Heizwert 4,58 – 5,28 kWh/kg, Schüttdichte  $\geq 600$  kg/m<sup>3</sup>).

Entscheidend ist daher das für den Betrieb verantwortliche Personal, welches sich mit der Technik identifiziert und auf eine der Anlagentechnik entsprechende Energieträgerqualität achtet, damit ein nahezu störungsfreier Betrieb gewährleistet werden kann.

Der große Vorteil dieser Anlagentechnik ist aktuell die enorme Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Äquivalente nach GEMIS, Version 4.9.3 für HHs = 14 g/kWh<sub>End</sub>; HPe = 18 g/kWh; Erdgas = 239 g/kWh<sub>End</sub>; Heizöl-EL = 313 g/kWh<sub>End</sub>), welche nach dem EEWärmeG gesetzlich gefordert wird und im großen Stil in Liegenschaften eine wirtschaftlichere Lösung darstellt, als gebäudeweise „Einzellösungen“ in Form von Geo- oder Solarthermie.