

HÖHERE TECHNISCHE BUNDES-LEHR-UND VERSUCHSANSTALT WIEN XX
Technologisches Gewerbemuseum
A-1200 Wien, Wexstraße 19-23



STAATLICHE VERSUCHSANSTALT – TGM MASCHINENWESEN

GUTACHTEN

TGM - VA MW 08 316

über

Energieumsatz und Wirkungsgrad
einer Anlage zur
Abwasserwärmerückgewinnung



Auftraggeber: Johannes Rain

Anschrift: 3664 Martinsberg, B...

Datum des Auftrages:

Auftrag eingelangt am:

Prüfzeitraum: Jänner bis August 2008

Zeichen des Auftrages:

Prüfguteingang:

TGM-Zahl: / 08





HÖHERE TECHNISCHE BUNDES-LEHR-UND VERSUCHSANSTALT WIEN XX
Technologisches Gewerbemuseum
A-1200 Wien, Wexstraße 19-23



STAATLICHE VERSUCHSANSTALT – TGM
MASCHINENWESEN

GUTACHTEN

TGM - VA MW 08 316

über

Energieumsatz und Wirkungsgrad
einer Anlage zur
Abwasserwärmerückgewinnung

Auftraggeber: Johannes Rainer, Gas-Wasser-Heizung

Anschrift: 3664 Martinsberg, Bahnstraße 2

Datum des Auftrages:

Zeichen des Auftrages:

Auftrag eingelangt am:

Prüfguteingang:

Prüfzeitraum: Jänner bis August 2008

TGM-Zahl: / 08





Abwasserwärmerückgewinnung - Wirkungsgrad

Gegenstand und Ziel der Untersuchung

Es sollte an einem Wasser-Wasser-Wärmetauscher, vorgesehen zur Vorwärmung von Frischwasser durch Abwasser der Firma Rainer in A-3664 Martinsberg, NÖ, aufgrund der im Versuchsbetrieb ermittelten Temperaturdifferenzen, erreichbare Tauscherwirkungsgrade ermittelt werden.

Durchführung der Untersuchung

Diese fand im Zeitraum 01 2008 in der Betriebsstätte der Fa. Rainer in Martinsberg sowie in den Räumlichkeiten der Versuchsanstalt statt.

Insgesamt wurden 1200 l Abwasser und 1200 l Frischwasser in 3 Zyklen, die das Betriebsverhalten einer in einem Haushalt eingebauten Anlage simulieren sollten, durchgesetzt.

Dabei wurden folgende Werte ermittelt.

Temperaturdifferenz Zulauf-Ablauf [°C]			Menge [l]	Intervall [h]	Zyklus Nr.
Frischwasser - Abwasser	des Abwassers	des Frisch- wassers			
14,6	26,5	11,9	80	3	1
4	25,5	21,5	40	2	
6,5	25	18,5	80	6	
8,7	24,2	15,5	200	13	
3,5	23,5	20,5	80	3	2
1,6	24,1	22,5	40	2	
1,8	23,3	21,6	80	6	
6,2	22,2	16,0	200	13	
3	23,5	20,5	80,6	3	3
0,5	23,5	23,0	40	2	
1	23,0	22,0	80	6	
3	21,5	18,5	200		



Ergebnis der Untersuchung

Dabei werden folgende Energiesätze ermittelt

Zyklus Nr.	Energieeintrag [kJ]	Energieeintrag [kJ] Abwasser- Frischwasser	Verluste und [kJ] Speicherung
1	~ 42000	~ 26800	~ 15 000
2	~ 38300	~ 31250	~ 7050
3	~ 37500	~ 33550	~ 4000

Der Energieeinsatz bezogen auf eine Umgebungstemperatur entsprechend der Frischwasserzulauftemperatur von 4,5 °C betrug in jedem der Zyklen ca. 52700 kJ

Damit ergaben sich folgende Wirkungsgrade

Zyklus Nr.	Wirkungsgrad bezogen auf Umgebungstemperatur und Prozesshöchsttemperatur	Tauschwirkungsgrad	Wirkungsgrad bezogen auf Umgebungstem- peratur
1	40 %	65 %	51 %
2	48 %	81 %	59 %
3	50 %	89 %	64 %

Es ist aufgrund der vorliegenden Ergebnisse bei einer Anlage dieser Größe und Betriebsform mit einer Stabilisierungszeit von ca. 72 h und einem mittleren Tauschwirkungsgrad von 90 % zu erwarten.

Energieumsatz

Gegenstand und Ziel der Untersuchung

Es sollte ausgehend von den Ergebnissen des Versuchsbetriebes im Zeitraum 01 2008 sowie unter Einbeziehung vorliegender Betriebserfahrungen der Wasser-Wasser-Wärmetauscher vorgesehen zur Vorwärmung von Frischwasser durch Abwasser der Fa. Rainer in A-3664 Martinsberg, NÖ in zwei vorliegenden Ausführungsversionen hinsichtlich des Verhältnisses zwischen zur Herstellung erforderlicher und im Betrieb rückgewonnener Energie untersucht werden.





Durchführung der Untersuchung

Diese fand im Zeitraum 07 bis 08 2008 in den Räumlichkeiten der Versuchsanstalt statt.

Es wurden dabei folgende Voraussetzungen festgelegt:

- Wärmeenergie unterschiedlichen Temperaturniveaus wird anhand der Kelvin-Temperatur verglichen.
- Die Wärmeenergie des höchsten betrachteten Temperaturniveaus wird als Exergie bezogen auf das Umgebungstemperaturniveau angenommen.
- Prozesswirkungsgrade werden nicht berücksichtigt, d.h. als 1 gesetzt
- Materialverluste durch Abtrag und Korrosion werden nicht berücksichtigt.
- Der gesamte Transportenergieaufwand wird unabhängig vom Werkstoff mit 0,07 kWh/kg berücksichtigt.
- Nach Ablauf der Verwendungsdauer wird das Gerät der Weiterverwertung zugeführt.

Der „verlorene“ Energieaufwand der Herstellung ist daher hinsichtlich der Möglichkeiten der Verwertung der eingesetzten Werkstoffe zu bestimmen.

Grundsätzlich sind

- Wiederverwendung in Funktion
- stoffliche Verwertung
- Thermische Verwertung bzw. Kompostierung

möglich.

Da diesfalls eine sortenreine Trennung der Bauteile möglich ist, ist die Voraussetzung für stoffliche Verwertung gegeben.

Daher ist der Energieeinsatz der Formgebung und der Verwertung als „verloren“ zu werten.

Dieser wird für Thermoplastische Kunststoffe mit 0,36 kWh/kg und für austenitischen nichtrostenden Stahl mit $0,6 \div 0,9$ kWh/kg in Abhängigkeit des Fertigungsverfahrens angenommen, ebenso für niederlegierten Stahl.





Damit gilt für den „verlorenen“ Gesamtenergieeinsatz folgende Aufstellung:

	Version I		Version II	
	Massen [kg]	Energie [kWh]	Massen [kg]	Energie [kWh]
Niro	63	56,6 ÷ 76	55	57 ÷ 75
PPs	43		60	
EPs	2,5		2	
HDPE	3		0	
Getriebemotor	2,5		2,5	
Sonstige	3			
Summe	117		119,5	

Bei Beachtung des unterschiedlichen Energieniveaus des Betriebs und der Herstellung ergeben sich exergetische Bewertungsziffern gemäß nachstehender Abschätzung

Stoffgruppen:

Stahl (Niro)

Herstellung	Thermische Energie 1500 kJ/kg + 1050 kJ/kg bei min. 1500 °C
Formgebung	Thermische Energie 1050 kJ/kg bei ca. 1500 °C oder 3200 kJ/kg Umformenergie
Verwertung	Thermische Energie bei min. 1050 kJ/kg 1500 °C
Verloren	Thermische Energie 2100 kJ/kg bei min. 1500 °C oder 1050 kJ/kg 1500 °C + 3200 kJ/kg Umformenergie

Kunststoff

Herstellung	Thermische Energie 18000 ÷ 30000 kJ/kg bei min. 200 °C
Formgebung	Thermische Energie 650 kJ/kg bei min. 170 °C
Verwertung	Thermische Energie 650 kJ/kg bei min. 170 °C
Verloren	Thermische Energie 1300 kJ/kg bei min. 170 °C

**Stoffgruppensummen:**

Version I		Version II	
Kunststoff	48,5 kg	Kunststoff	62 kg
Metall	68,5 kg	Metall	57,5 kg

Wird der Energieeinsatz bezogen auf eine Umgebungstemperatur 10 °C (Mittelwert) sowie eine Prozesstemperatur max. 30 °C (Höchstwert) so ergeben sich für die beiden Ausführungsvarianten folgende Werte:

Version I	Version II
Therm. Energie 63 000 kJ bei min. 170 °C	Therm. Energie 81 000 kJ bei min. 170 °C
Therm. Energie 144 000 kJ bei min. 1500 °C oder	Therm. Energie 120 000 kJ bei min.1500 °C
Therm. Energie 72 000 kJ bei min. 1500 °C + 216 000 kJ Umformenergie	Therm. Energie 60 000 kJ bei min.1500 °C + 180 000 kJ Umformenergie

Somit folgende Differenzen I – II:
Therm. Energie - 18 000 kJ bei min 170 °C
Therm. Energie 24 000 kJ bei min. 150 °C oder
Therm. Energie 12 000 kJ bei min 1500 °C + 36 000 kJ Umformenergie

Dabei ist ohne Berücksichtigung von Prozesswirkungsgraden und Transportenergieaufwand der exergetische Aufwand zu bewerten mit $1,43 + (6 \cdot 2,3 \text{ bis } 6 \cdot 1,2 + 3,4) = 15,23 \text{ bis } 12,03$ für Version I und $1,43 + (6 \cdot 1,5 \text{ bis } 0,75 \cdot 6 + 2,25) = 10,43 \text{ bis } 8,18$ für Version II



Bezogen auf einen Durchsatz von 1 kg/h und einer mittleren erreichbaren Temperaturdifferenz von 16,5 °C gemäß vorliegender Betriebserfahrung ist somit im Beharrungszustand mit einer energetischen Amortisationsdauer von 3600 h zu rechnen. Bei Berücksichtigung der exergetischen Bewertung sind die obenstehenden Kennzahlen heranzuziehen.

Da aufgrund der vorliegenden Ergebnisse das Optimum des Durchsatzes bei ca. 20 kg/h liegt, wird dies als Bezugswert herangezogen.

Ergebnis der Untersuchung

Die Version I ist daher mit 0,75 und die Version II mit 0,51 einzustufen; entsprechend liegen die exergetischen Erntegrade für eine Lebensdauer von 10 Jahren bei 33,3 für die Version I und ca. 45 für die Version II; die energetischen Erntegrade betragen ca. 450 für beide Versionen bezogen auf einen mittleren Durchsatz von 20 kg/h.



HÖHERE TECHNISCHE BUNDES-LEHR- UND VERSUCHSANSTALT WIEN XX

Technologisches Gewerbemuseum

A-1200 Wien, Wexstraße 19-23

Direktor: Dipl.-Ing. Karl Reischer

STAATLICHE VERSUCHSANSTALT - TGM
MASCHINENWESEN

Post- und Lieferanschrift: A-1200 Wien, Wexstraße 19-23
Telefon: ++43 1 33 126 DW 410
Fax: ++43 1 33 126 DW 610
e-mail: vamw@tgm.ac.at
Bankverbindung: Postscheck-Konto Nr. 5030.855; BLZ: 60000

Leiter des Fachbereichs: Dipl.-Ing. M. Loicht
Stellvertreter: Dipl.-Ing. H. Neuburger
Qualitätsbeauftragter: Ing. P. Waldmann
Sekretariat: I. Hammerbacher

Zeichnungsberechtigte: Dipl.-Ing. M. Loicht
Dipl.-Ing. H. Neuburger
Ing. P. Waldmann

Tätigkeitsbereich:

Akkreditierte Prüf und Überwachungsstelle Nr. 77 gemäß Bescheid BMWA 92714/589-IX/2/97

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung (z.B. Drahtseilprüfung, Materialanalyse), zerstörende Werkstoffprüfung, **Eigenspannungsreduktion** nach dem VSR - Verfahren, projektbegleitende Beratung, Durchführung **von Auftragsentwicklungen**, Werks- und Produktionsüberwachungen, Prüfung nach der MSV, Zulassungsprüfungen, **Bauteilprüfungen**, Prüfung von PSA, Prüf- und Überwachungsstelle für „ÖN geprüft“, Prüf- und Überwachungsstelle für das „Austria Gütezeichen“

