

BHKW-Einsatz in mittständischem Hotel- und Restaurantbetrieb

Benedikt Engels und Uwe Großmann

In mittelständischen Hotel- und Restaurantbetrieben fehlt häufig die Fachkompetenz zur Beurteilung des Zustands der gebäudetechnischen Anlagen. Häufig fallen die Anlagen genau dann aus, wenn sie eigentlich unverzichtbar sind. Für grundsätzliche Überlegungen zur effizienteren Auslegung der Ersatzanlage lässt der Zeitdruck dann kaum Spielraum. Dass bei frühzeitiger Planung einer Modernisierung durch den Einsatz eines BHKW sowohl Betriebskosten als auch CO₂-Emissionen gesenkt werden können, wird exemplarisch am Beispiel eines Hotel- und Restaurantbetriebs dokumentiert. Dazu werden die Prognosen der Planungsphase mit den Ergebnissen des ersten Betriebsjahrs verglichen.

1 Ausgangssituation

Ein Ziel der Arbeit war es zu untersuchen, ob die Investition in eine motorische Heizkraftanlage (Blockheizkraftwerk, BHKW) sinnvoll ist, oder ob der Ersatz der Heizungsanlage durch eine neue die technisch und wirtschaftlich bessere Alternative darstellt. Dem Betreiber waren sowohl die Energiekosten als auch der ökologische Aspekt wichtig. Bei den Energiekosten stellt die Elektrizität einen wichtigen Kostenfaktor dar, dessen Einfluss der Betreiber möglichst verringern wollte.

Wesentliche Parameter für die Auslegung und die Wirtschaftlichkeit eines BHKW in Hotel- und Restaurantbetrieben sind die Betriebsgröße und die Auslastung. Ersteres ist eine Größe, die sich nur durch Aus-, Um- oder Erweiterungsbauten bzw. Verkleinerungen verändert, was recht selten durchgeführt wird und damit gut kalkulierbar ist. Der Auslastungsgrad hängt jedoch von sehr vielen Faktoren ab und ist für den Betreiber schwerlich über viele Jahre vorausszusehen. Betrieblich wünschenswert ist eine leichte Überdimensionierung der Anlage als der momentane Auslastungsgrad erfordern würde, damit bei einer höheren Auslastung keine Engpässe entstehen. Dies unterscheidet den Einsatz eines BHKW in einem Betrieb von dem in einem Wohngebäude.

Allgemeingültige Aussagen zur Wirtschaftlichkeit eines Blockheizkraftwerk in einem Hotel können daher nicht angewandt werden, sondern sind für jedes Objekt durch eine eigene Untersuchung zu ermitteln. Diese Aufgabe kann den Betreiber schnell überfordern und stellt somit ein großes Hemmnis für die Umsetzung ökologisch sinnvoller Maßnahmen dar. Ein weiteres Ziel der Arbeit war es deshalb, mögliche Fördermittel und deren Beantragung zu recherchieren sowie die für die Planung und Umsetzung sinnvollste Vorgehensweise des Betreibers aufzuzeigen.

Nachdem der Betreiber sich entschieden hatte, die Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlage in Betracht zu ziehen und dabei die Idee des BHKW-Einsatzes zu prüfen, mussten entsprechende Informationen und möglichst belastbare Daten beschafft werden. Neben eigenen Recherchen im Internet wurden vom Betreiber mit folgenden Personen bzw. Institutionen Gespräche geführt:

- Einem Heizungsplaner, der BHKW installiert, um die grundsätzliche Machbarkeit zu klären.
- Dem kommunalen Energieberater, um mögliche Energie-sparmaßnahmen auf der Verbrauchsseite zu identifizieren, gegebenenfalls umzusetzen und Fördermöglichkeiten zu eruieren. Anträge auf Fördermittel müssen häufig vor Beginn der Maßnahmen gestellt werden. Deshalb ist es wichtig, frühzeitig Kontakt mit den Förderstellen aufzunehmen.
- Fensterbauer und Bauunternehmer, um Daten zu bereits durchgeführten sowie zu möglichen neuen Maßnahmen zu erhalten.
- BHKW-Hersteller, um eine Energieeinsparprognose für das geplante BHKW zu erstellen.
- Kreditgeber, wegen der Konditionen für eventuell erforderliche Kredite.

Die Konkretisierung der Planungen war ein iterativer Prozess. Er erforderte mehrere Gespräche mit den verschiedenen

Decentral combined heat and power station in medium-sized hotel business

In medium-sized hotel business there is often a lack of competence in the technical assessment of the state of building services engineering. Accordingly, those facilities often fail while being indispensable, the resulting time pressure leaving no room for basic considerations about a more efficient design of the replacement. Using the example of a hotel and restaurant we demonstrate that planning of a modernisation at an early stage with application of a cogeneration unit opens the possibility of saving costs and CO₂-emissions. For this purpose, we compare the forecasts of the planning phase with the results of the first business year.

Teilnehmern bzw. in verschiedenen zusammengesetzten Gruppen und einen entsprechenden zeitlichen Vorlauf. Seine rechtzeitige Initiierung war ein wichtiger Faktor für seine erfolgreiche Umsetzung.

Häufig wird gerade diese Planungszeit nicht berücksichtigt oder unterschätzt. Wenn Planungen erst bei Ausfall einer Anlage begonnen werden, sind suboptimale Lösungen vorprogrammiert: Der Betrieb muss wieder störungsfrei laufen und wenn dann gewünschte Lösungen eine längere Planungs- oder Lieferzeit haben als die zweitbeste Lösung, wird zwangsläufig auf letztere zurückgegriffen. Erfahrungsgemäß führt das häufig zu überdimensionierten, schlecht geregelten oder ineffizienten Anlagen. Beim Fehlen eines Energiemanagements, was überwiegend der Fall ist, bleiben diese Defizite meist verborgen. Hohe Energiekosten werden dann als unvermeidbar angesehen.

2 Die Wärmeerzeugungsanlage

Wie in den meisten Anwendungsfällen besteht die Wärmeerzeugungsanlage mit BHKW aus einem oder mehreren BHKW-Modulen und einem Kessel zur Abdeckung von Spitzenlasten. Optional kann ein Speicher für das Warmwasser hinzukommen.

Ein BHKW erzeugt in einem Motor über einen daran angeschlossenen Generator Elektrizität und nutzt gleichzeitig die entstehende Abwärme für die Warmwasserbereitung bzw. für Heizzwecke. Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung sind in einem BHKW daher nicht voneinander zu trennen. Dadurch haben BHKW gegenüber der getrennten Erzeugung von Elektrizität und Wärme eine um etwa 1/3 höhere Primärenergieeffizienz, aber auch einen höheren Brennstoffbedarf (ASUE - Arbeitsgemeinschaft für den sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2012, S. 14). Je nach Anlage handelt es sich bei dem eingesetzten Brennstoff um Erd-, Flüssig- oder Biogas, Heiz- oder Pflanzenöl oder Holzpellets (Energie-Agentur.NRW GmbH 2014). Der Betrieb eines Blockheizkraftwerk ist für einen Hotel- und Restaurantbetrieb, der allgemein große Wärme- und Elektrizitätsmengen benötigt, hinsichtlich folgender Aspekte interessant:

- Geringere Auswirkungen von Strompreisschwankungen
- Energiesparend durch höhere Effizienz
- Betriebswirtschaftliches Einsparpotential durch Vergütung von eingespeister Elektrizität
- Geringere CO₂-Emissionen

Viele Hersteller bieten heute den Interessenten an, auf Basis von Verbrauchs- und Belegungsdaten eine Einsparprognose für den Betrieb eines Blockheizkraftwerk zu erstellen. Das erleichtert nicht nur die Entscheidung pro oder kontra, sondern auch die richtige Auswahl des BHKW-Typs. Die erstellte Energieeinsparprognose, die Gespräche mit den Fachleuten wie dem kommunalen Energieberater sowie die eigenen Recherchen haben in diesem Fall den Betreiber ermutigt, die Ent-

scheidung für den Einbau eines Blockheizkraftwerk zu fällen. Es wurde ein Blockheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 5,5 kW sowie einer thermischen Leistung von 14,9 kW gewählt, das von einem Spitzenkessel unterstützt wird. Anfang 2013 nahm die Wärmeerzeugungsanlage den Betrieb auf. (Engels 2013, S. 35, 89)

3 Erste Betriebsergebnisse

Innerhalb der Bearbeitungszeit der Bachelorarbeit war es lediglich mit Hochrechnungen möglich, die ersten Ergebnisse mit den Prognosen zu vergleichen. Ein Jahr nach der Abgabe der Arbeit konnten die Daten des ersten Betriebsjahres ausgewertet werden.

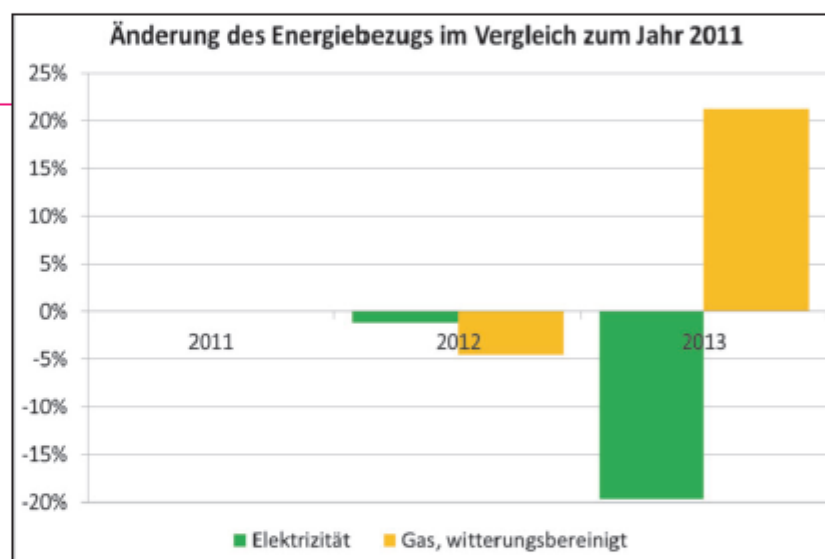


Abb. 1: Entwicklung der Elektrizitäts- und witterungsbereinigten Gasbezugs (Basisjahr: 2011)

Für den Vergleich der Betriebsergebnisse standen der Bezug sowie die Kosten für Elektrizität und Gas von 2011, 2012 und 2013 zur Verfügung. Der Bezug des Jahres 2011 wurde als Basis für die folgenden Vergleiche gewählt (Abbildung 1).

Der Elektrizitätsbezug vom Energieversorger reduzierte sich 2013 durch den Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage bezogen auf 2011 um ca. 20 Prozent. Der Gasbezug erhöhte sich dagegen um ca. 22 Prozent. Er wurde für die Vergleiche witterungsbereinigt, da das Gas vorrangig zur Beheizung und Warmwasserbereitung eingesetzt wurde. Eine Differenzierung nach Raumwärme und Warmwasser konnte lediglich durch Abschätzung erfolgen, bei der sich zeigte, dass der Raumwärmeanteil deutlich größer als der Warmwasseranteil war.

Bei der Entscheidungsfindung hat, wie beschrieben, das Ergebnis der Prognose eine wesentliche Rolle gespielt. Insofern sollten die Ergebnisse der Prognose möglichst gut mit dem tatsächlichen Energiebezug nach Durchführung der Maßnahme übereinstimmen. Ein Vergleich des prognostizierten mit dem 2013 erzielten Ergebnis ergibt teilweise sehr gute Übereinstimmungen aber auch erhebliche Abweichungen (Abb. 2;

Aus Gründen der Anonymisierung der Daten können hier nur die relativen statt den aussagekräftigeren absoluten Veränderungen verwendet werden.)

Der witterungsbereinigte Gasbezug lag etwa 23 Prozent höher als in der Prognose angenommen. 18 Prozent davon lassen sich dadurch erklären, dass bei der Prognose ein Gasbezug angenommen wurde, der 18 Prozent unter dem des Jahres 2011 liegt. Der Grund für diesen Ansatz konnte im Nachhinein nicht mehr nachvollzogen werden. Die verbleibende Differenz lässt sich durch Schwankungen in der Betriebsauslastung erklären. Diese Vermutung wird durch den um 10 Prozent höheren Elektrizitätsbezug gestützt. Für den Betrieb des BHKW wurde 5 Prozent weniger Gas aufgewendet als erwartet. Die erzeugte Menge an Elektrizität stimmt sehr gut mit der Prognose überein, jedoch konnte sie nicht so optimal im Betrieb verwendet werden wie angenommen. Dies ist bei den Prognosen generell ein besonders heikler Punkt, da dafür die Lastprofile des Betriebs für Wärme und Elektrizität bekannt sein müssten. In den meisten Fällen sind diese Daten nicht bekannt und es muss mit pauschalisierten Annahmen gearbeitet werden. Eine hohe Abweichung von der Prognose ergab sich auch für den Einsatz des Spitzenkessels, der fast dreimal so viel Wärme produzierte wie geplant. Eine mögliche Ursache kann sein, dass die Anlage noch nicht optimal auf den Betrieb abgestimmt ist, was häufig bei Neuanlagen auftritt. Insgesamt stimmen die Ergebnisse der Prognose mit den vorliegenden Betriebsergebnissen von 2013 recht gut überein.

Insgesamt wurden 2013 mit dem BHKW rund 31.600 kWh Elektrizität erzeugt. 93 Prozent konnte der Betreiber selbst nutzen und damit den Elektrizitätsbezug vom Energieversorger substituieren. 7 Prozent wurden in das Netz eingespeist.

Betriebswirtschaftlich ist der Einsatz des BHKW für den Betrieb insbesondere durch die vermiedenen Kosten für den Elektrizitätsbezug interessant. 2013 entfielen Kosten in Höhe von 18,2 ct/kWh für jede erzeugte und selbstgenutzte kWh (Engels (2013), S. 83). Wegen der besonders hohen Anlageneffizienz erhielt der Betreiber außerdem für jede erzeugte kWh Elektrizität 5,41 ct Zuschlag durch das KWKG-Gesetz sowie 0,55 ct durch die Rückerstattung der Energiesteuer (Deutscher Bundestag (2002), § 7; Deutscher Bundestag (2006), §§ 53a und 53b). Die Einspeisevergütung (5,4 ct/kWh) spielte dagegen mit einem Erlös von rund 100 € eine untergeordnete Rolle.

Die Erwartungen der Planungsphase wurden nach den Betriebsergebnissen des ersten Jahres fast erfüllt. Die Prognose bezifferte die jährliche Ersparnis auf rund 6.700 € gegenüber einem Betrieb ohne BHKW. Erzielt wurde eine rund 11 Prozent niedrigere Ersparnis in Höhe von 5.900 € (Tabelle 1). Statistisch betrachtet würde sich die Mehrinvestition in ein BHKW von rund 20.000 € in etwa 3,5 Jahren amortisieren. Für die Wirtschaftlichkeit der Anlage ist natürlich eine dynamische Betrachtungsweise erforderlich, bei der die Zinsen für aufgenommene Kredite sowie die Eigenkapitaldeckung des Betrei-

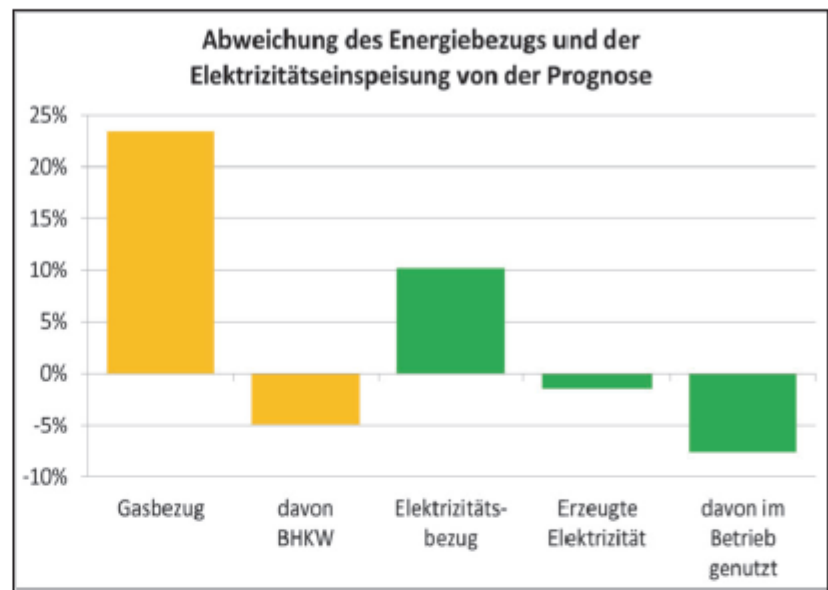


Abb. 2 Entwicklung des Energiebezugs und der Elektrizitätseinspeisung im ersten Betriebsjahr (2013) gegenüber den prognostizierten Werten

bers eine bedeutende Rolle spielen. Diese Daten standen jedoch nicht zur Verfügung.

BHKW sind besonders effizient in der Energieumwandlung. Der Gesamtwirkungsgrad des BHKW liegt bei 99 Prozent, 72 Prozent der zugeführten Energie wird in Wärme, 27 Prozent in Elektrizität umgewandelt (Senertec Kraft-Wärme-Energiesysteme GmbH o. J.). Die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Elektrizität ergibt Vorteile gegenüber der getrennten Erzeugung in einer gebäudeintegrierten Wärmeerzeugungsanlage und einem konventionellen Kraftwerk. Hier liegt der Gesamtwirkungsgrad bei lediglich 55 Prozent (ASUE - Arbeitsgemeinschaft für den sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (2012), S. 13, 14). Die nachfolgend aufgeführten CO₂-Emissionen wurden mit den Emissionsfaktoren für Gas und den deutschen Elektrizitätsmix aus der Software GEMIS berechnet (Fritsche et al. (o. J. [2014])). Der beim BHKW geringere Primärenergieeinsatz führt zu einem niedrigeren CO₂-Ausstoß und ist daher klimafreundlicher. Die gewählte Variante des BHKW plus Spitzenkessel reduzierte 2013 die CO₂-Emission um gut 11 t/a (Abbildung 3). Wird dabei nur die Wärmeerzeugung mit der Gutschrift für die im BHKW erzeugte Elektrizität betrachtet, ergibt sich eine hohe Einsparung von 33 Prozent durch die ge-

Tab. 1: Monetärer Vorteil durch die Elektrizitätserzeugung mit dem BHKW

Vergütung Energieanbieter (KWKG, Einspeisung)	1.800 €
Ersparnis durch selbstgenutzte Elektrizität	5.300 €
Energiesteuerrückerstattung	700 €
Ersparnis im Elektrizitätsbezug gegenüber Vorjahr	7.800 €
Abzüglich Mehrkosten Gasbezug	-1.200 €
Abzüglich Wartungskosten BHKW	700 €
Gesamt:	5.900 €

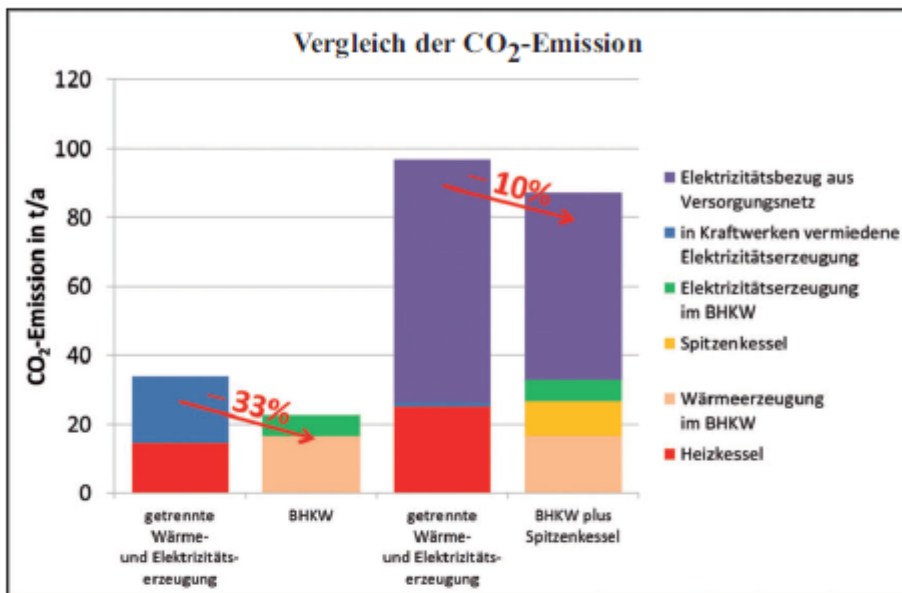


Abb. 3: Vergleich der Treibhausgasemissionen durch getrennte und kombinierte Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung

wählte Anlage, wie die beiden linken Säulen in Abbildung 3 zeigen. Bei der getrennten Erzeugung von Elektrizität und Wärme (1. Säule) zeigt sich, dass ein Heizkessel weniger Emissionen als das BHKW erzeugt, wenn nur die Wärmeerzeugung betrachtet würde. Erst die gleichzeitige Erzeugung von Elektrizität im BHKW (2. Säule) bringt die geringeren Emissionen, da dann die vermiedene Elektrizitätserzeugung in konventionellen Kraftwerken berücksichtigt werden muss.

Bei der Betrachtung der gesamten wärme- und elektrizitätsbedingten Emissionen des Betriebs ergibt sich immer noch ein beachtlicher Einspareffekt von 10 Prozent (beide rechten Säulen der Abbildung 3). Es besteht durch eine bessere Regelung der Anlage möglicherweise sogar Potenzial für eine weitere Steigerung.

4 Fazit

Die genaue Planung und intensive Beratung durch kommunale Energieberater, Herstellervertreter und Heizungstechniker vor Ort führten zu der Entscheidung für ein BHKW und letztendlich zu einer sehr hohen Zufriedenheit des Betreibers. Die Betriebsergebnisse aus dem Jahr 2013 bestätigten insgesamt die Prognose des Herstellers, die einen starken Einfluss auf die Entscheidung zu Gunsten des BHKW hatte. Vor jeder Entscheidung über den Einsatz eines BHKW in einem anderen Objekt sollten immer genaue Untersuchungen zum Energieaufwand durchgeführt werden, da betriebstypische Kenngrößen sehr großen Einfluss auf das Betriebsergebnis einer Anlage haben. Die betriebswirtschaftlichen Ergebnisse lassen eine Amortisation der zusätzlichen Investitionen in das BHKW innerhalb weniger Jahre erwarten. Die hohe Reduktion von Klimagasen gegenüber einer Wärmeerzeugungsanlage ohne BHKW zeigen, dass hier Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz gut miteinander vereinbar sind.

Quellen

- ASUE - Arbeitsgemeinschaft für den sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (2012): BHKW-Fibel. Wissen in kompakter Form. Berlin. http://asue.de/cms/upload/broschueren/2012/bhkw_fibel/asue_bhkw_fibel_2012.pdf [Stand: 06. August 2014].
- Deutscher Bundestag (2002): Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung - Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz. KWKG. http://www.juris.de/purl/gesetze/_ges/KWKG [Stand: 11. August 2014].
- Deutscher Bundestag (2006): Energiesteuergesetz. EnergieStG. http://www.juris.de/purl/gesetze/_ges/EnergieStG [Stand: 11. August 2014].
- EnergieAgentur.NRW GmbH (2014): „KWK-Anlagen. Brennstoffe und Anlagen“. <http://www.kwk-in-nrw.de/technik/anlagenklassifizierung-23451.asp>.
- Engels, Benedikt (2013): Möglichkeiten der Kostensenkung in einem Hotel- und Gaststättenbetrieb durch Umrüsten auf eine moderne Heizkraftanlage. Bachelorarbeit. FB Oecotrophologie. Mönchengladbach.
- Fritsche, Uwe R. et al. (o. J. [2014]): GEMIS. Globales Emissions-Modell integrierter Systeme: Internationale Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS). <http://www.iinas.org/gemis-de.html>.
- Senertec Kraft-Wärme-Energiesysteme GmbH (o. J.): „Der Dachs. Die Kraft-Wärme-Kopplung“. Technisches Datenblatt des Senertec "Dachs". URL: <http://www.senertec.de/index.php?id=17> [Stand: 13. August 2014].

Uwe Großmann
 Hochschule Niederrhein
 Fachbereich Oecotrophologie
 Physik und Technisches Gebäudemanagement
 Rheydter Straße 277
 41065 Mönchengladbach
 Fon: +49 2161 186 - 5335
uwe.grossmann@hs-niederrhein.de