

Holzpellettheizung: Mehr Primärenergiebedarf bei zusätzlicher Lüftungsanlage

# Zu viel Wärmerückgewinnung – kein KfW-Kredit?

Wer demnächst ein Gebäude mit Holzpelletkessel für einen KfW-40-Kredit nach der vorgeschriebenen EnEV-Berechnung knapp auslegt, muss für die Berücksichtigung einer hocheffizienten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung unter Umständen zusätzliche, Primärenergie sparende Maßnahmen zur Kompensation des Mehrverbrauchs (!) an Primärenergie ergreifen.

**A**uch nach mehrjähriger Arbeit mit der Energieeinsparverordnung und den zugehörigen Normen tauchen immer wieder unerwartete Details und Probleme bei der Anwendung auf. Insbesondere der primärenergetische Ansatz führt dazu, dass bei jeder Berechnung auch die (tatsächlichen) Konsequenzen weit über die Gebäudegrenze hinaus betrachtet werden müssen.

Planer, Architekten und Energieberater müssen sich daher mit dieser Sichtweise vertraut machen, insbesondere um sie im Kundendialog richtig und souverän zu kommunizieren. Ein Fallbeispiel, bei dem eine allgemein als Energie sparend eingestufte Anlagentechnik unerwartet das Gegenteil bewirkt, wird nachfolgend beschrieben und physikalisch und primärenergetisch erklärt.

## Berechnungsbeispiel

Für den Neubau eines Einfamilienhauses (EFH) mit Holzpelletkessel soll ein KfW-Kredit beantragt werden. Dazu wird das Gebäude auf die KfW-40-Fördergrenze (Energiesparhaus 40, ESH-40) optimiert, der erforderliche EnEV-Nachweis liegt knapp unter 40 kWh/(m<sup>2</sup> a). Als nun eine zentrale Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in der Berechnung ergänzt wird – die Motivation für diesen späten Zeitpunkt einmal dahingestellt – springt der Primärenergiebedarf unerwartet über der KfW-40-Fördergrenze und ohne weitere Maßnahmen wäre nur noch ein KfW-60-Kredit möglich.

Aktuell stellt sich dieses Problem zwar noch nicht, sobald die novellierte Energieeinsparverordnung aber in den nächsten Wochen die überarbeitete und erweiterte DIN V 4701-10, Ausgabe August 2003, in Bezug nimmt, können und müssen Heizungsanlagen mit dem Brennstoff Holz durchgängig berechnet werden. Bislang geht man bei der KfW davon aus, dass allein die seit dem 1. Dezember 2003 geltende Zusatzbedingung eines spezifischen Transmissionswärmeverlustes  $H_{T'}$  von 45 % (ESH-40) bzw. 30 % (ESH-60) unter dem Höchstwert der EnEV ausreicht, bei der Verwendung von Holz bzw. einem Primärenergiefaktor von  $f_p = 0,2$  diese Nebenbedingung zu erfüllen.

Berechnungsgrundlage für das Beispiel-Einfamilienhaus ist bei festgelegtem, baulichem Standard die Bilanzierung nach der bisher gültigen EnEV (sie wird mit der Novellierung keine substantziellen Änderungen erfahren). Die Beheizung des Referenzfalls erfolgt mit einem Holzpelletkessel, rechnerisch gelüftet wird über die Fenster. Vergleichsvarianten sind die Ergänzung um eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und für beide Lüftungsarten auch die Beheizung mit einem Gas-Brennwertkessel. Für die vier Varianten werden End- und Primärenergiebedarf bestimmt.

Das Beispielhaus ist mit einer Pumpenwarmwasserheizung mit Heizkörpern und

zentraler Trinkwarmwasserbereitung mit Zirkulation ausgestattet. Der Baukörper liegt mit einem mittleren U-Wert von 0,254 W/(m<sup>2</sup> K) entsprechend der KfW-40-Förderbedingungen sehr deutlich unter dem zulässigen Grenzwert der EnEV, ein Gebäudedichtheitstest wird als bestanden vorausgesetzt. Mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von 80% und Gleichstromventilatoren ist die in den Varianten eingesetzte Lüftungsanlage hocheffizient. Weitere Merkmale fasst Tabelle 1 zusammen.

Die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs erfolgt nach dem vereinfachten Verfahren der EnEV zur Bestimmung des Heizwärmebedarfs in Kombination mit dem ausführlichen Verfahren der neuen DIN V 4701-10, Ausgabe August 2003, wobei die Standardwerte in die Berechnungsgleichungen eingesetzt werden. Es ergibt sich für alle vier Fälle ein Heizwärmebedarf von  $q_h = 45,1$  kWh/(m<sup>2</sup> a). Die Ergebnisse für den Primärenergiebedarf und die Anlagenschemata zeigen die Bilder 1 und 2.

## Echte Physik – kein Rechenfehler

Erwartungsgemäß vermindert sich der Primärenergiebedarf für das mit dem Gas-Brennwertkessel beheizte Gebäude von 112 auf 100 kWh/(m<sup>2</sup> a). Der Primärenergiebedarf bei dem mit Holzpellets beheizten Gebäude erhöht sich jedoch durch den

Bereich	Beschreibung
Geometrische Daten	externes Volumen $V_e = 438$ m <sup>3</sup> ; Nutzfläche $A_N = 140$ m <sup>2</sup> ; Hüllflächen $A = 404$ m <sup>2</sup> ; Kompaktheitsgrad $A/V_e = 0,922$ m <sup>-1</sup> ; Fenster: 10 m <sup>2</sup> nach NO/N/NW, 10 m <sup>2</sup> nach SO/S/SW, 25 m <sup>2</sup> nach O+W
Gebäudeeigenschaften	Gebäudedichtheitstest bestanden; Wärmebrückendetails nach DIN 4108 BBl. 2; Energiedurchlassgrad der Fenster $g = 0,55$ ; mittlerer U-Wert der Hüllflächen (inkl. Wärmebrückenzuschlag) $H_{T'} = 0,254$ W/(m <sup>2</sup> K)
Trinkwarmwasserbereitung	zentral mit dem Wärmeerzeuger der Heizung; zentrale Verteilungen im unbeheizten Keller; mit Zirkulation; indirekt beheizter Trinkwarmwasserspeicher
Heizung	zentraler Wärmeerzeuger im unbeheizten Bereich (Gaskessel oder Holzpelletkessel mit indirekter Wärmeabgabe an das Heizwasser); Biomassepufferspeicher im unbeheizten Keller (nur für den Pelletkessel); zentrale Verteilungen im unbeheizten Keller; Steigstränge innenliegend; geregelte Umwälzpumpe; Auslegung auf 70/55 °C; freie Heizflächen mit Thermostatventilen ( $X_p = 2$ K).
Lüftung	falls vorhanden: zentrale Zu- und Abluftanlage im beheizten Bereich mit Wärmerückgewinnung (80 %) und DC-Ventilator; Luftwechsel der Anlage 0,4 h <sup>-1</sup> .

Tabelle 1 Gebäude- und Anlagenbeschreibung

Einsatz der Lüftungsanlage von 38 auf 41 kWh/(m<sup>2</sup> a). Wer an dieser Stelle bei der Berechnung stutzt und einen Fehler im EnEV-Programm vermutet, ist im wahrsten Sinne des Wortes auf dem Holzweg, das Ergebnis stimmt und ist physikalisch begründbar. Zur Erklärung fasst Tabelle 2 die Endenergie zusammen.

Zunächst die erwartungsgemäßen Verhältnisse bei den Varianten mit Gas-Brennwertkessel. Die Lüftungsanlage hat aufgrund ihres hohen Wärmerückgewinnungsgrades einen thermischen Wärmerückgewinn von 17,23 kWh/(m<sup>2</sup> a). Diese Energiemenge müsste ohne Lüftungsanlage zusätzlich vom Gaskessel erzeugt werden, wobei im Beispiel eine Erzeugeraufwandszahl von  $e_g = 1,08$  maßgeblich ist. Es ist also ein Mehreinsatz an thermischer Endenergie von 18,6 kWh/(m<sup>2</sup> a) notwendig, was sich auch so in der EnEV-Bilanz niederschlägt. Weiterhin zu bilanzieren ist der Hilfsenergiebedarf für die Lüftungsanlage zum Betrieb der Ventilatoren. Auch bei der energieeffizienten Gleichstromtechnik sind immer noch 2,62 kWh/(m<sup>2</sup> a) elektrische Endenergie zu berücksichtigen.

Rechnet man die Minderaufwendungen für thermische Energien und die Mehraufwendungen für elektrische Hilfsenergien mit den festgelegten Primärenergiefaktoren in Primärenergien um, ergibt sich für das mit Gas-Brennwertkessel beheizte Gebäude durch den Einsatz der Lüftungsanlage ein etwa 13 kWh/(m<sup>2</sup> a) geringerer Primärenergiebedarf:

$$\Delta q_p = - 18,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) \cdot 1,1 + 2,62 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) \cdot 3 = -12,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

Im Fall des Holzpelletkessels ist die Ausgangssituation gleich. Die durch die Lüftungsanlage eingesparte thermische Energie beträgt 17,23 kWh/(m<sup>2</sup> a). Diese Energiemenge entspricht bei dem Holz-kessel einem Mehreinsatz an thermischer Energie von 23,8 kWh/(m<sup>2</sup> a). Die Erzeugeraufwandszahl liegt mit  $e_g = 1,38$  (Jahresnutzungsgrad etwa 72%) nämlich deutlich unter der eines Gas-Brennwertkessels. Die Zusatzstromaufwendungen zum Betrieb der Lüftungsanlage sind für

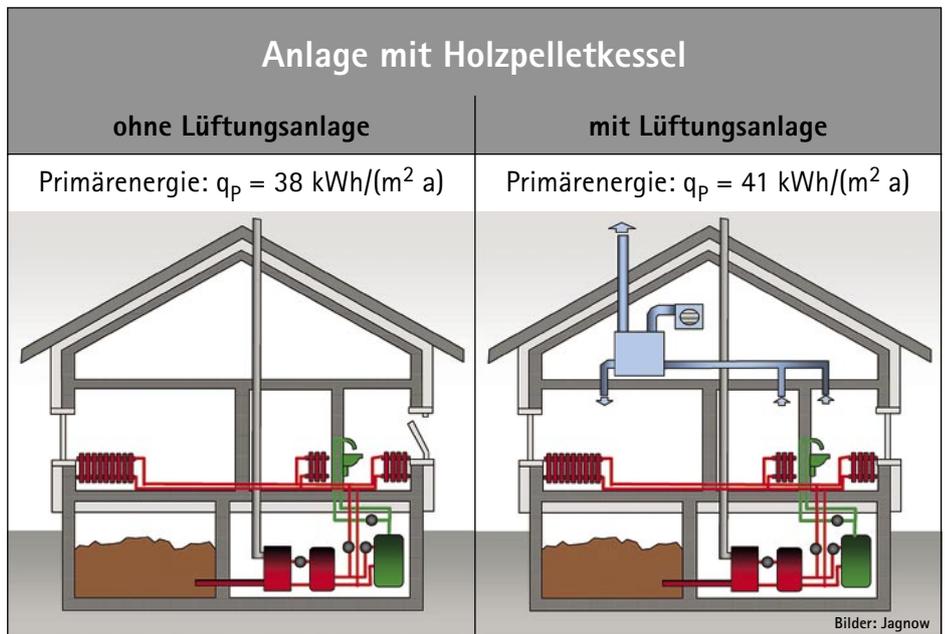


Bild 1 Anlagenschema und Primärenergiebedarf mit Holzpelletkessel

beide Heizsysteme gleich. Hier sieht die Primärenergiebilanz wie folgt aus:

$$\Delta q_p = - 23,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) \cdot 0,2 + 2,62 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) \cdot 3,0 = +3,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

Das Gebäude mit Lüftungsanlage weist aufgrund des Primärenergiefaktors für Holz von  $f_p = 0,2$  jetzt einen insgesamt höheren Primärenergiebedarf auf. Oder anders ausgedrückt: die Primärenergie, die in den Antrieb der Ventilatoren gesteckt werden muss, kann durch den Wärmerückgewinn nicht kompensiert werden, weil der Holz-kessel die thermische Energie ohnehin zu „guten Konditionen“ umweltfreundlich erzeugt hätte. Die Bilanz würde noch ungünstiger bei einem Lüftungsgerät mit 60% Wärmerückgewinnung und Wechselstromventilatoren ausfallen. Bei gleichem Hilfsenergiebedarf für die Lüftungsanlage und idealer Wärmerückgewinnung würde sich das Ergebnis nur geringfügig verbessern und weiterhin zu einer Verschlechterung der Primärenergiebilanz führen.

### EnEV- und KfW-Anforderungen

Wie oben schon angedeutet, soll an diesem – zugegeben exemplarischen – Beispiel die Förderwürdigkeit nach KfW demonstriert werden. Für das Gebäude gelten aufgrund des Kompaktheitsgrades von  $A/V_e = 0,922 \text{ m}^{-1}$  und der Nutzfläche  $A_N = 140 \text{ m}^2$  folgende Höchstwerte zur Einhaltung der EnEV-Bedingungen:

$$Q_p = 131 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

$$H_{T \text{ max}} = 0,462 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

Das Gebäude erfüllt die EnEV-Anforderungen in allen vier Berechnungsfällen sehr deutlich.

Die Förderung als „Energiesparhaus 40“ ist an eine verschärfte Bedingung hinsichtlich des Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudehülle geknüpft. Es ist laut Förderbedingungen der KfW eine 45%ige Unterschreitung des Höchstwertes nach EnEV gefordert.

$$H_{T \text{ max, KfW}} = 0,55 \cdot 0,462 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) = 0,254 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

Die Häuser erfüllen diese von der KfW gestellte Anforderung. Ein Primärenergiebedarf unter  $Q_p \text{ KfW} = 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$  wird jedoch nur von dem Anlagensystem Holzpelletkessel ohne Lüftungsanlage erreicht! Da wird die Kundenberatung selbst für einen geschickten Verkäufer und Energieberater schwierig und peinlich, wenn er vorher nicht gerechnet hat und nach dem Zusatzverkauf einer Lüftungsanlage weitere Kompensationsmaßnahmen zur Verringerung der Primärenergiebedarfs erklären muss.

### Energiekosten: Bitte Fairplay

Die Förderung der KfW ist eine allgemein bekannte Kredit- und damit Geldquelle für Bauherren. So werden im Gefecht der Beantragung schnell die künftigen Energie- und Unterhaltskosten aus dem Auge verloren, was einem beratenden Ingenieur, Architekt oder Planer aber nicht passieren darf. Daher werden für die vier Berechnungsfälle die Energie- und Unterhaltungskosten ebenfalls unter die Lupe genommen (Tabelle 3). Aus der Kostentabelle können zwei wesentliche Schlüsse gezogen werden:

Wärmeerzeuger	Endenergieart	ohne Lüftungsanlage	mit Lüftungsanlage
Holzkessel	Endenergie Wärme aus Holz	120,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)	97,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Endenergie Hilfsenergien	4,7 kWh/(m <sup>2</sup> a)	7,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gaskessel	Endenergie Wärme aus Gas	93,3 kWh/(m <sup>2</sup> a)	74,7 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Endenergie Hilfsenergien	3,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)	5,8 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Tabelle 2 Endenergie

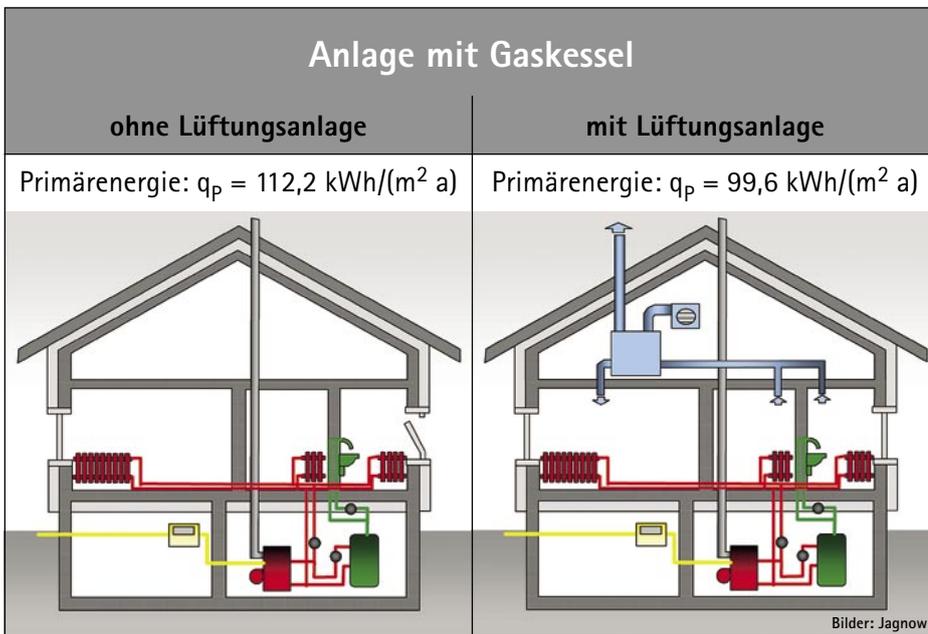


Bild 2 Anlagenschema und Primärenergiebedarf mit Gas- Brennwertkessel

1. Trotz der sehr geringen Primärenergiebedarfswerte und sogar des Erreichens des KfW-40-Standards im Fall ohne Lüftungsanlage ergeben sich mit dem Holzkessel hohe Energiekosten. Werden Wartungs- und Unterhaltskosten (für Kessel und ggf. Lüftungsanlage) in allen Fällen dazugerechnet, liegen vermutlich alle vier Varianten bei den Gesamtkosten noch dichter zusammen.

Über diese Kostenstruktur und die späteren Energiekosten muss der Eigentümer des Gebäudes aufgeklärt werden. Es darf nicht pauschal kommuniziert werden: Energiesparhaus = Kostensparhaus. Auf der anderen Seite spricht die Erkenntnis aus der Berechnung aber auch nicht gegen den Einsatz von Holzkessele. Der Endkunde weiß und akzeptiert sehr wohl, dass für regenerative Energie heute am Markt noch ein höherer Preis zu bezahlen ist, auch wenn Holzpellets an der Schnittstelle Gebäudegrenze gegenüber konventionellen Energieträgern preislich bereits mithalten.

Es wäre daher fatal, Käufer eines KfW-40-Hauses mit Holzheizung nicht über ihre laufenden Energiekosten aufzuklären und mit Primärenergiebedarfskennwerten niedrige Betriebskosten zu suggerieren. Gerade in Bezug auf die Einführung des Energiepasses wird klar, dass der Primärenergiebedarf nur begrenzt Transparenz

schafft, ähnliche Probleme liegen auch bei Nah- und Fernwärme aus Kraftwärmekopplung vor, wo zertifizierte Primärenergiefaktoren unter 0,3 ebenso eine große Differenz zwischen Primärenergie und abgerechneter Endenergie bedeuten.

2. Die geringen absoluten Energiekostenunterschiede zwischen Gebäuden mit und ohne Lüftungsanlage, die vermutlich auch noch durch zusätzliche Wartungskosten geschmälert werden, unterstreichen deutlich, was in diversen Veröffentlichungen bereits vorher zu Tage trat: eine Lüftungsanlage kann nicht aus betriebswirtschaftlichen Gründen verkauft werden. Diese Aussage stimmt im Übrigen auch, wenn mit realen Energieverbrauchsdaten gerechnet wird und nicht mit den sehr geringen EnEV-Bedarfswerten. Auch diese Erkenntnis spricht nicht gegen den Einsatz von Lüftungsanlagen. Solange dem Gebäudebesitzer klar ist bzw. deutlich erklärt wird, worin er sein Geld investiert: in notwendigen Gebäudeschutz, Hygiene, erhöhten Komfort, etc. – aber nur sehr bedingt in Kosten- und Energieeinsparung.

**Fazit**

Die Bewertung von Energieträgern hinsichtlich ihrer Umweltwirksamkeit ist sicher noch nicht abschließend geklärt.

Neben den heute verwendeten Primärenergiefaktoren ist alternativ die CO<sub>2</sub>-Bewertung denkbar. Diese würde der langen Diskussion um den Faktor 0,2 für Holz (und 3,0 für Strom vor einiger Zeit) vielleicht ein Ende setzen.

Obwohl sich Holzpelletkessel und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in der EnEV-Bilanz praktisch gegenseitig ausschließen, spricht nichts gegen den gemeinsamen Einsatz, wenn dem Kunden die Sachlage erklärt wird.

In Verbindung mit einem Holzkessel bedeutet eine (nachgerüstete) Lüftungsanlage einen erhöhten – rechnerischen – Primärenergieaufwand. In diesem Fall darf nicht mit einer Umweltentlastung argumentiert werden, sondern nur mit Hygiene, Gebäudeschutz und Komfort.

Das Beispiel verdeutlicht nachdrücklich, dass für eine Effizienzverbesserung der maschinellen Wohnungslüftung der Systemgedanke gestärkt werden muss. Das kann nur mit intelligenten bedarfsgeregelten Anlagen erreicht werden, die auf Vermeidung und nicht nur auf Wirkungsgrad ausgerichtet sind. Zu überwindende Hürden sind dazu der sensorische und aktorische Aufwand sowie der nicht zu vernachlässigende Energiebedarf für das Regelsystem.

Ein Energiesparhaus sollte nicht mit einem Kostensparhaus verwechselt bzw. dargestellt werden. Hier schulden Planer und Verkäufer dem Kunden eine Erläuterung der Sachlage. Energie- und Kosten-Transparenz am Wohnungsmarkt kann nicht für alle Energieträger mit einem Primärenergiekennwert hergestellt werden.

Energieberatung ist wesentlich mehr als nur das Zusammenstückeln von Maßnahmen und Systemen. Die ganzheitliche (nicht nur energetische) Betrachtungsweise eines Gebäudes bietet Potentiale in einer größeren Dimension als von den Branchenbeteiligten zurzeit genutzt. ←

Wärmeerzeuger	ohne Lüftungsanlage	mit Lüftungsanlage		
Holzkessel	Wärmekosten	4,56 Euro/(m <sup>2</sup> a)	Wärmekosten	3,69 Euro/(m <sup>2</sup> a)
	Hilfsenergiekosten	0,73 Euro/(m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergiekosten	1,10 Euro/(m <sup>2</sup> a)
	Energiekosten gesamt	741 Euro/a	Energiekosten gesamt	671 Euro/a
Gaskessel	Wärmekosten	4,11 Euro/(m <sup>2</sup> a)	Wärmekosten	3,29 Euro/(m <sup>2</sup> a)
	Hilfsenergiekosten	0,50 Euro/(m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergiekosten	0,90 Euro/(m <sup>2</sup> a)
	Energiekosten gesamt	645 Euro/a	Energiekosten gesamt	587 Euro/a
Grundlagen: Energiepreise, bei Strom und Gas als Mischpreise von Leistungs- und Arbeitspreis für ein Einfamilienhaus (incl. MwSt.) nach ASUE Ende 2003. Preise für Pellets nach C.A.R.M.E.N. e. V. im Januar 2004.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erdgas H: 0,044 Euro/kWh</li> <li>• Strom zum Haushaltstarif: 0,155 Euro/kWh</li> <li>• Holzpellets: 0,038 Euro/kWh (187 Euro/t bei 4,9 MWh/t)</li> </ul>		

Tabelle 3 Energiekosten

Dipl.-Ing. (FH)  
Kati Jagnow  
ist selbständige  
Ingenieurin der TGA,  
Wernigerode,  
E-Mail: kati.jagnow@  
fh-wolfenbuettel.de

