



Das Lebensministerium



## Umnutzung versus Neubau im Dorf

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Heft 13/2008

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Energetisch-stoffliche sowie kostenseitige Gegenüberstellung von Sanierung,  
Umnutzung und Neubau von Wohn- und Gewerbebauten im ländlichen Raum**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Projekthintergrund</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Methodik der Studie</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Grundlegende Annahmen, Bedingungen und Szenarien</b> .....	<b>3</b>
4.1	Synthetische Gebäuderepräsentanten .....	3
4.2	Ausgangszustände.....	5
4.3	Energetische Sanierungsniveaus .....	5
4.4	Weitere wesentliche Modellannahmen.....	6
<b>5</b>	<b>Wesentlichste Untersuchungsergebnisse</b> .....	<b>9</b>
5.1	Stoffbilanzen .....	9
5.2	Energiebilanzen .....	12
5.3	Kostenbilanzen.....	15
<b>6</b>	<b>Interpretation der Ergebnisse - Empfehlungen</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>21</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Volumenbezogene Stofflager und Stoffströme in m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> Hauptnutzfläche.....	11
Abbildung 2:	Energiebedarfe der Repräsentanten in Abhängigkeit vom Sanierungsniveau .....	13
Abbildung 3:	CO <sub>2</sub> -Emissionen auf Nutzenergieebene (Heizung und Warmwasser) .....	
	in Abhängigkeit der energetischen Sanierungsniveaus .....	14
Abbildung 4:	Kostenbilanzen der Sanierungsszenarien für 30 Jahre (inflationbereinigt) .....	16

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Wesentlichste Festlegungen bezüglich der Gebäuderepräsentanten .....	4
Tabelle 2:	Grunddaten zur Ableitung des Energiepreises und dessen Entwicklung .....	8
Tabelle 3:	Stofflager, Stoffströme und Stoffverhältnisse der Repräsentanten .....	10

## 1 Zusammenfassung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes „Wirkungsanalyse der Umnutzung/Wiedernutzbarmachung ländlicher Bausubstanz“ der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden die Aspekte Ressourcenschonung (Baustoffe, Energie), Verringerung von Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>) und Kosteneinsparungen durch Sanierungs- und Umnutzungsmaßnahmen in einer gesonderten Teilstudie untersucht. Diese wurde im Auftrag und in Begleitung der LfL vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) erarbeitet. Die Methodik, grundlegende Annahmen und die wesentlichsten Ergebnisse dieser Teilstudie werden in dieser Publikation vorgestellt.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass mit der Umnutzung und Sanierung ländlicher Bausubstanz wichtige Beiträge zur Ressourcenschonung geleistet werden können. Einerseits lassen sich Baustoffe und Energien zu deren Herstellung einsparen. Andererseits können die Energiebedarfe und damit verbundene Schadstoffemissionen nach der Sanierung deutlich gesenkt werden.

Aus stofflicher Sicht lohnen sich Umnutzung und Sanierung vor allem für Gebäude, die aufgrund ihrer Struktur sowie hinsichtlich ihrer künftigen Nutzung eine solide Stoffbasis aufweisen und sich im Wesentlichen in einem guten baulichen Zustand befinden. Mit stofflichen Einspareffekten allein können dagegen Umnutzungen von Gebäuden, die bereits zu mehr als 50 Prozent zerstört sind, nicht begründet werden. Sprechen nicht andere Argumente (Ortsbild, Denkmalschutz o. ä.) für ihren Erhalt, sollten auch Abriss und Ersatzneubau als Alternativen geprüft werden.

Mit stofflich und finanziell vertretbarem Mehraufwand können Bestandsbauten des ländlichen Raumes nach ihrer Sanierung das spezifische Energieverbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Emissionsverhalten eines Neubaus erreichen. Darüber hinaus sind energetische Ertüchtigungen möglich und geboten, die sich am Niedrigenergiehausstandard orientieren. Bei der energetischen Sanierung von Gebäuden, bei denen gestalterische Aspekte zu beachten sind, müssen Kompromisse eingegangen werden. Diese dürfen jedoch nicht einseitig zu Lasten der wirtschaftlichen Verwertbarkeit gehen. Zur Kompensierung ggf. anfallender Mehrkosten sollten Fördermöglichkeiten offen stehen.

Die Untersuchungsergebnisse verdeutlichen, dass es sich aus finanzieller und ökologischer Sicht lohnt, energetisch hochwertiger zu sanieren, als es derzeit gesetzlich gefordert ist. Vergleichbare Nutzflächen vorausgesetzt, können Umnutzungs- und Sanierungsvorhaben nicht nur energetisch sondern auch finanziell mit Neubauten konkurrieren. Bei Sanierungen von Gebäuden, die einen schlechten baulichen Ausgangszustand aufweisen, können allerdings kaum noch Kostenvorteile gegenüber einem Neubau erzielt werden. Die Konkurrenzfähigkeit von Sanierungsvorhaben verschlechtert sich zudem, wenn die angestrebte Nutzung in einem flächenkleineren Neubau ausgeübt werden kann. Die großen Abmessungen vieler Bestandsbauten im ländlichen Raum erweisen sich daher oft als nachteilig. Durch optimierte Umnutzungskonzepte kann die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Neubauvorhaben verbessert werden. Darüber hinaus verbleibende Kostennachteile sollten durch geeignete Fördermaßnahmen ausgeglichen werden.

## 2 Projekthintergrund

Die Bestandserhaltung ländlicher Bausubstanz durch Sanierung, Umnutzung und Wiedernutzbarmachung gilt als besonders nachhaltige ländliche Entwicklungsmaßnahme, da sie neben zahlreichen soziokulturellen Effekten auch beachtliche, bisher jedoch nicht näher quantifizierte ökologische und ökonomische Wirkungen erzielt. Anliegen einer vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) bei der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Auftrag gegebenen Studie ist es, die mit der Erhaltung und Weiterentwicklung ländlicher Siedlungsstrukturen und Bausubstanz verbundenen ökologischen und volkswirtschaftlichen Effekte näher zu untersuchen und - soweit wie möglich - zu quantifizieren.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Wirkungsanalyse der Umnutzung/ Wiedernutzbarmachung ländlicher Bausubstanz“ der LfL widmet sich eine an das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) vergebene Teilstudie den Aspekten Ressourcenschonung (Baustoffe, Energie), Verringerung von Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>) und Kosteneinsparpotenzialen durch Sanierungs- und Umnutzungsmaßnahmen. Die Methodik, grundlegende Annahmen, Bedingungen und Szenarien sowie die wesentlichsten Ergebnisse und Erkenntnisse der im Auftrag der LfL erarbeiteten Teilstudie „Energetisch-stoffliche sowie kostenseitige Gegenüberstellung von Sanierung, Umnutzung und Neubau von Wohn- und Gewerbebauten im ländlichen Raum“ sollen im Folgenden näher vorgestellt werden.

## 3 Methodik der Studie

Untersuchungsgegenstand sind drei synthetische, real nicht existierende Beispielobjekte, die wesentliche historische Gebäudetypen des ländlichen Raums in Sachsen repräsentieren. Für diese wurden praxisrelevante bauliche Ausgangszustände, Zielnutzungen und energetische Sanierungsniveaus definiert. Zwei dokumentierte reale Fallbeispiele je Gebäuderepräsentant belegen die Praxisnähe der modellierten Szenarien und der getroffenen Annahmen. Ein vierter virtueller Gebäuderepräsentant, ein moderner Einfamilienhausneubau, der den aktuellen energetischen Standards genügt, dient Vergleichszwecken.

Mit Hilfe eines am IÖR entwickelten Baustoff-Berechnungsprogramms<sup>1</sup> wurden in einem ersten Untersuchungsschritt die stofflichen Ausgangszustände (Stofflager) der vier synthetischen Gebäuderepräsentanten ermittelt. In Abhängigkeit der modellierten Gebäudeausgangszustände und der angestrebten energetischen Sanierungsniveaus wurden in einem nächsten Schritt für die drei Sanierungsobjekte stoffliche Outputs und Inputs (Stoffströme) berechnet. Die Kopplung des Baustoff-Berechnungsprogramms des IÖR an das Globale Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS)<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> vgl. Gruhler, K., Deilmann, C., Böhm, R., Schiller, G. (2002): Stofflich-energetische Gebäudesteckbriefe – Gebäudevergleiche und Hochrechnungen für Bebauungsstrukturen, IÖR-Schriften 38, Dresden

<sup>2</sup> Institut für angewandte Ökologie e.V.: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme, frei verfügbar unter <http://www.oeko.de/service/gemis/>

ermöglichte darüber hinaus, den Kumulierten Energieaufwand (KEA) zur Herstellung der ermittelten Stoffmengen (Lager und Ströme) abzuleiten sowie in einem späteren Auswertungsschritt die anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen zu quantifizieren. Die gewonnenen Daten wurden zur Erleichterung der Vergleichbarkeit der Repräsentanten und Szenarien in spezifische Größen (je Quadratmeter Hauptnutzfläche) umgerechnet und entsprechend ausgewiesen.

In einem weiteren Untersuchungsschritt wurden die Gebäuderepräsentanten unter Berücksichtigung der modellierten Ausgangszustände und Sanierungsziele einer umfangreichen energetischen Betrachtung unterzogen. Dabei wurden mit einem weiteren IÖR-Programm, dem Leitfaden Energie<sup>3</sup>, die für die Beheizung und Warmwasseraufbereitung benötigten Energiebedarfe (Primär-, End- und Nutzenergie) sowie die dabei freigesetzten Mengen CO<sub>2</sub> (jeweils je Quadratmeter Bruttogeschossfläche und Jahr) berechnet und zusammengestellt. Anschließend wurden für die verschiedenen Sanierungsszenarien CO<sub>2</sub>-Bilanzen für eine 30-jährige Nutzungsdauer aufgestellt. Dabei wurden die über 30 Jahre kumulierten CO<sub>2</sub>-Jahresemissionen infolge der Beheizung und Warmwasseraufbereitung sowie die CO<sub>2</sub>-Mengen berücksichtigt, die bei der Herstellung der zu ersetzenden bzw. zu ergänzenden Bauteile (Sanierung, Neubau) freigesetzt werden.

Im Rahmen der abschließenden Untersuchungen wurden für alle vier Repräsentanten unter Berücksichtigung der modellierten Sanierungs- und Umnutzungsszenarien (Gesamt)Kostenbilanzen für eine 30-jährige Nutzungsdauer erstellt sowie Amortisationszeiträume für Mehrkosten infolge eines höheren energetischen Sanierungsniveaus ermittelt. In die Kostenbilanzen flossen die einmaligen Bau- bzw. Sanierungsaufwendungen und die über 30 Jahre kumulierten jährlichen Instandhaltungsrücklagen und Energiekosten für Heizung und Warmwasser ein.

## **4 Grundlegende Annahmen, Bedingungen und Szenarien**





### **4.1 Synthetische Gebäuderepräsentanten**

Im Ergebnis der Analyse eines historischen Abrisses wesentlicher Siedlungs- und Gebäudeformen sowie typischer Bauweisen und Baumaterialien, die im ländlichen Raum Sachsens Verbreitung fanden, wurden drei repräsentative Gebäudetypen - Wohnstallhäuser, Scheunen sowie Neubauernhäuser - ausgewählt, für die jeweils ein konkretes Beispielobjekt modelliert wurde. Bei der Festlegung der Gebäudestruktur, der Ausmaße, der Bauweisen und verwendeten Baumaterialien wurde sich im Wesentlichen an durchschnittlichen sowie an allgemein verbreiteten Verhältnissen orientiert. Die folgende Tabelle fasst die wesentlichsten Festlegungen zusammen.

---

<sup>3</sup> Gruhler, K. (1992): Leitfaden Energie. Ein Arbeitspapier zur Energie- und Schadstoffbilanz von Gebäuden, IÖR-Txte 018, 2007 in Anlehnung an die EnEV überarbeitet.

**Tabelle 1: Wesentlichste Festlegungen bezüglich der Gebäuderepresentanten**

<b>Festlegung</b>	<b>Wohnstallhaus</b>	<b>Scheune</b>	<b>Neubauernhaus</b>	<b>Einfamilienhausneubau</b>
Länge	15,00 m	14,00 m	16,00 m	10,00 m
Breite	8,00 m	8,00 m	8,50 m	8,50 m
Vollgeschosse	2	1	1	1
Keller	nein	nein	nur Wohnbereich unterkellert	Vollkeller
Dach	Satteldach	Satteldach	Satteldach	Satteldach
Außenwände im Keller	---	---	Bruchstein	Kalksandstein
im EG	Bruchstein	Bruchsteinsockel/ Fachwerk	Bruchsteinsockel/ Ziegel	Kalksandstein und Dämmung
im OG	Fachwerk	---	---	---
Ansicht (schematisch)				
<b>Ausgangszustand vor Umnutzung/Sanierung</b>				
Nutzung	Wohnen/ Stall	Lager (Futter und Einstreu)	Wohnen/ Stall	---
Dachgeschoss	nicht ausgebaut	nicht ausgebaut	nur im Wohnbereich ausgebaut	---
Heizung	Kohleeinzelöfen im Wohnbereich	unbeheizt	Kohleeinzelöfen im Wohnbereich	---
beheizte Bruttogeschossfläche	136 m <sup>2</sup>	---	110 m <sup>2</sup>	---
Hauptnutzfläche (Wohnen)	106 m <sup>2</sup>	---	69 m <sup>2</sup>	---
<b>Zustand nach Umnutzung/Sanierung bzw. Neubau</b>				
Nutzung	Wohnen	EG: Werkstatt u. Büro, DG: Lager	Wohnen	Wohnen
Dachgeschoss	unbeheizte Ausbaureserve	unbeheiztes Lager	komplett ausgebaut und beheizt	komplett ausgebaut und beheizt
Heizung	Zentralheizung, DG unbeheizt	Zentralheizung, DG unbeheizt	Zentralheizung, Keller unbeheizt	Zentralheizung, Keller unbeheizt
beheizte Bruttogeschossfläche	240 m <sup>2</sup>	112 m <sup>2</sup>	272 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>
Hauptnutzfläche (Wohnen)	191 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup>	199 m <sup>2</sup>	143 m <sup>2</sup> <sup>4</sup>

<sup>4</sup> Berechnung nicht nach DIN 267, sondern vereinfachte Berechnung nach EnEV ( $A_N = 0,32 \cdot V_0$ ).



Praxisrelevanz stand auch bei der Entwicklung des Vergleichszwecken dienenden Einfamilienhausneubaus im Vordergrund. Daher weist er eine geringere Nutzfläche auf als die modellierten Bestandsbauten nach Umnutzung und Sanierung. Dies schränkt zwar die direkte Vergleichbarkeit anhand spezifischer Daten ein, erhöht aber die Aussagekraft der gewonnenen Erkenntnisse, weil sie auf realitätsnahen Annahmen beruhen.

#### **4.2 Ausgangszustände**

Um Erkenntnisse über die Abhängigkeit der stofflichen, energetischen und finanziellen Aufwendungen bei Umnutzungen und Sanierungen vom Ausgangszustand der Objekte zu gewinnen, wurden für die Gebäuderepräsentanten Bestandsszenarien entwickelt, die sich an praxisnahen Verhältnissen orientieren.

Der **Ausgangszustand A** unterstellt einen mehr als 15-jährigen Leerstand, der einen sehr schlechten baulichen Zustand zur Folge hat. Nur etwa 50 Prozent des Gebäudes bzw. der Gebäudehülle sind noch intakt. Der **Ausgangszustand B**, ein im Wesentlichen noch guter baulicher Zustand, stellt sich nach einem Leerstand von etwa fünf Jahren ein. Einige Baugruppen und Bauteile müssen ganz oder teilweise erneuert werden.

Im Fall des **Ausgangszustandes C** wird angenommen, dass die Gebäude (mit Abstrichen an den Komfort) noch genutzt und daher instand gehalten wurden. Neben den Grundrissänderungen im Rahmen der Umnutzung steht bei diesem Szenario die energetische Sanierung im Vordergrund.

Die Ausgangszustände A, B und C werden den Untersuchungen der Repräsentanten Wohnstallhaus und Scheune zugrunde gelegt. Die Betrachtung eines sehr schlechten baulichen Zustands mit starken Schädigungen der Baukonstruktion (Ausgangszustand A) beim Neubauernhaus wird dagegen verworfen, weil dieses Szenario kaum praxisrelevant ist. Denn mit ca. 60 Jahren weisen Neubauernhäuser gegenüber anderen Bestandsbauten in Sachsen ein vergleichsweise geringes Alter und somit i. d. R. einen gut erhaltenen baulichen Zustand (vgl. Ausgangszustand B und C) auf.

#### **4.3 Energetische Sanierungsniveaus**

Neben dem Ausgangszustand eines Bestandsobjektes und dem angestrebten Nutzungskomfort hängen die sanierungs- und umnutzungsbedingten Aufwendungen auch vom energetischen Zielniveau (Wärmeschutz) ab. Um spezifische Vergleichsdaten für die Gegenüberstellung verschiedener Szenarien zu gewinnen, wurden drei energetische Sanierungsniveaus festgelegt, die sich im Wesentlichen aus den geltenden gesetzlichen Bestimmungen herleiten.

Hinsichtlich des energetischen Mindestsanierungsniveaus wird in der Studie davon ausgegangen, dass die Voraussetzungen (z. B. Denkmalschutz, unbillige Härte) für die Ausnahme oder eine Be-

freierung von den Vorgaben der Energieeinsparverordnung<sup>5</sup> (EnEV) für die drei (virtuellen) Beispielbestandsobjekte nicht vorliegen. Daher gilt für die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäuderepräsentanten Folgendes:

Tabelle 1 der Anlage 1 zur EnEV gibt Höchstwerte des auf die Gebäudenutzfläche bezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs (für Heizung und Warmwasseraufbereitung) und des spezifischen, auf die Wärme übertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts (jeweils) in Abhängigkeit vom Verhältnis der Wärme übertragenden Umfassungsfläche zum beheizten Volumen ( $A/V_e$ -Verhältnis) vor. Diese sind vom Einfamilienhausneubau grundsätzlich einzuhalten. Bei der Änderung bestehender Gebäude, also auch bei der Sanierung und Umnutzung des Wohnstallhauses, der Scheune und des Neubauernhauses, dürfen diese Werte um bis zu 40 Prozent überschritten werden. In den sich anschließenden Ausführungen wird dieses energetische Sanierungsniveau als **EnEV-Bilanz** bezeichnet.

Die Anforderungen der EnEV können bei Baumaßnahmen im Bestand auch dadurch eingehalten werden, wenn die in Anlage 3 zur EnEV festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten der geänderten Außenbauteile, z. B. Außenwände, Fenster, Decken, Böden und Dächer, nicht überschritten werden. Dieses energetische Sanierungsniveau wird im Weiteren als **EnEV-Bauteil** bezeichnet.

Schließlich werden der (Mehr)Aufwand und die damit erreichbaren Energieeinsparungen eines zukunftsorientierten energetischen Sanierungsniveaus betrachtet, das die Vorgaben der EnEV unterschreitet. Dieses im Folgenden als **EnEV+** bezeichnete Niveau orientiert sich am Niedrigenergiehausstandard.

Für das Wohnstallhaus und die Scheune wurden Stoff-, Energie- und Kostenbilanzen unter Berücksichtigung aller drei energetischen Sanierungsniveaus ermittelt. Weil das Neubauernhaus mit vergleichsweise geringem Aufwand energetisch ertüchtigt werden kann, wurden Sanierungsszenarien nach dem Mindestniveau EnEV-Bilanz (140 Prozent) nur für die Berechnung von Energie- und Kostenbilanzen (nicht jedoch für Stoffbilanzen) berücksichtigt. Bei der Bestimmung der Vergleichsdaten des Einfamilienhausneubaus wurde grundsätzlich nur das gesetzlich vorgeschriebene energetische (Mindest)Niveau EnEV-Bilanz (100 Prozent) zugrunde gelegt.

#### 4.4 Weitere wesentliche Modellannahmen

Bei der Ermittlung der Stoffbilanzen wurden Ausbaustandards (sanitäre Anlagen im Bad, Wand- und Fußbodenoberflächenbehandlungen bzw. -beschichtungen mit Fliesen, Bodenbelägen bzw. Tapeten u. a.) und die Ausstattung mit haustechnischen Geräten nicht berücksichtigt.

---

<sup>5</sup> Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 24.07.2007 (BGBl. I S. 1519) in der jeweils geltenden Fassung

Für die Berechnung der Energie und der heizenergiebezogenen CO<sub>2</sub>-Bilanzen wurde unterstellt, dass im Wohnstallhaus und im Neubauernhaus aufgrund der ursprünglichen Einzelofenheizung (Energieträger: Kohle/Koks) nicht jeder zum Wohnbereich zählende Raum mit 20°C beheizt wurde. Daher wurde nicht nur der (wahrscheinlich) reale Ausgangszustand mit einer durchschnittlichen Innertemperatur von 18°C berücksichtigt. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit mit einem Wohnungsneubau oder anderen Wohngebäuden wurde darüber hinaus eine Variante berechnet, die sich auf einen Ausgangszustand mit einer Innentemperatur von 20°C bezieht. Bei der Scheune entfällt die Betrachtung dieser Ausgangszustände, weil sie im Zuge ihrer ursprünglichen Nutzung nicht beheizt wurde.

Die Berechnungen der Energiebilanzen (Energiebedarfe, CO<sub>2</sub>-Emissionen) für den Einfamilienhausneubau und die sanierten Repräsentanten beruhen auf einem **Energiemix**. Auf Grundlage von Daten des Sächsischen Landesamtes für Statistik für Gemeinden mit weniger als 2 000 Einwohnern (Neue Wohngebäude nach Art der vorwiegend verwendeten Heizenergie, Trend 2004 - 2006) wird davon ausgegangen, dass die Gebäuderepräsentanten zu 50 Prozent mit konventionellen Ölheizungen (Heizöl), zu 30 Prozent mit Wärmepumpen (Strom), zu 15 Prozent mit Kohle/Koks und zu 5 Prozent mit Gasheizungen (Erdgas) beheizt werden. Die Berechnungen der Energiebilanzen (Nutz-, Endenergie-, Primärenergiebedarf, CO<sub>2</sub>-Emissionen) für die unsanierten Repräsentanten basieren nicht auf dem Energiemix, sondern berücksichtigen die Einzelofenheizung mittels Kohle/Koks.

Die Unterschiede der Heizwerte der Energieträger und der Wirkungsgrade der Heizanlagen werden im gewählten Modell gewichtet gemittelt. Dadurch werden beim Vergleich der Repräsentanten nur die Unterschiede der Gebäudehüllen (und nicht der Heizsysteme und Energieträger) in den Fokus der Betrachtung gerückt. Gleichzeitig eignen sich die auf diese Weise gewonnenen Daten für Hochrechnungen, weil sie die aktuellen durchschnittlichen Verhältnisse für Einfamilienhausneubauten im ländlichen Raum Sachsens abbilden. Die Vor- und Nachteile infolge der unterschiedlichen Wirkungsgrade der Heizsysteme und Energieträger sowie infolge differierender Preise und Preisentwicklungen der Energieträger können dagegen nicht dargestellt werden.

Die in der Studie ausgewiesenen **CO<sub>2</sub>-Emissionen** spiegeln einerseits die CO<sub>2</sub>-Inhalte der Sanierungsbaustoffe wider. Andererseits werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Bereitstellung von Wärme und Warmwasser abgebildet. Diese wurden **auf Nutzenergieebene** ermittelt. Die Berechnung der Primärenergiebedarfe erfolgte auf Grundlage des gewichteten Energiemix durch Umrechnung der Endenergiebedarfe<sup>6</sup> mit folgenden **Primärenergiefaktoren**<sup>7</sup>:

---

<sup>6</sup> Entspricht dem Nutzenergiebedarf für Heizwärme und Warmwasser unter Berücksichtigung von Wirkungsgradverlusten (Wärmepumpen erhöhen bei konstantem Endenergiebedarf das Nutzenergieangebot).

<sup>7</sup> Quelle: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS)

- Heizöl: 1,11
- Strom: 2,96
- Steinkohle/Koks: 1,06
- Erdgas: 1,08

Voraussetzung für die Aufstellung von Kostenbilanzen ist die Kenntnis des maßgeblichen Energiepreises und (bei Betrachtung eines Nutzungszeitraumes) dessen Entwicklung. Der **Energiepreis** in Höhe von **0,12 Euro je Kilowattstunde** wurde auf Grundlage aktueller sächsischer Marktpreise für Heizöl, Strom, Kohle/Koks und Erdgas (Quelle: Internetrecherchen) und der Verhältnisse des Energiemix als Mischpreis gebildet. Die **Preisentwicklungsprognose** stützt sich auf die (im Hinblick auf aktuelle Tendenzen eher konservative) PROGNOSE-Studie<sup>8</sup>, wobei auch hier zusätzlich die Verhältnisse des Energiemix zugrunde gelegt wurden. Danach beträgt die **inflationbereinigte Energiepreissteigerung 0,62 Prozent pro Jahr**.

Die Daten, aus denen der Energie(misch)preis und dessen Entwicklung abgeleitet wurden, können Tabelle 2 entnommen werden. Grundsätzlich beziehen sich alle Preis- und Kostenangaben der Studie auf Euro (bzw. Cent) mit der Kaufkraft des Jahres 2007. **Inflationsbedingte Preis- und Kostenänderungen**, investitionsbedingte **Kapitalkosten** (Darlehenszinsen) **sowie Einspareffekte aufgrund des Klimawandels werden nicht berücksichtigt**.

**Tabelle 2: Grunddaten zur Ableitung des Energiepreises und dessen Entwicklung**

	Heizöl	Strom (WP)	Kohle/ Koks	Gas
Kaufpreis [€ <sub>07</sub> / l bzw. kg]	0,62		0,19	
Heizwert [kWh / l bzw. kg]	10,50		8,15	
Verbrauchspreis [ct <sub>07</sub> / kWh]		21,13		6,28
Grundpreis [€ <sub>07</sub> / a]		201,76		219,00
Energiepreis [€ <sub>07</sub> / kWh]	0,06	0,26	0,02	0,07
Preissteigerung [% / a]	0,80	0,30	0,40	1,30
Anteil am Energiemix [%]	50	30	15	5

Die Kostenberechnungen basieren für alle Betrachtungsvarianten, sowohl den Einfamilienhausneubau als auch die unsanierten (Wohnstall- und Neubauernhaus im Ausgangszustand 18 bzw. 20°C) und sanierten Gebäuderepresentanten, auf den Daten des Energiemix.

Hinsichtlich der **Investitionskosten** wird in der Studie zwischen Neubau (nur Einfamilienhausneubau), normaler (SAN-N) und totaler (SAN-T) Sanierung unterschieden. Die Normalisanierung setzt

<sup>8</sup> PROGNOSE AG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (2005): Energiereport IV - Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030 - Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Berlin

den Ausgangszustand C voraus, während Ausgangszustand A eine Totalsanierung erfordert. Ein auf Ausgangszustand B aufbauendes Sanierungsszenario wurde kostenseitig nicht untersucht, da die Sanierungsvarianten für die Ausgangszustände A und C die mögliche Kostenbandbreite bereits widerspiegeln. Die Festlegung der Investitionskosten (je Quadratmeter Wohnfläche) beruht auf überschlägigen Erfahrungswerten, die mit Daten der sechs realen Fallbeispiele gestützt werden:

- Normalsanierung: 500 Euro pro m<sup>2</sup> Wohnfläche
- Totalsanierung: 900 Euro pro m<sup>2</sup> Wohnfläche
- Neubau: 1 100 Euro pro m<sup>2</sup> Wohnfläche

Die Investitionskostenwerte für die Sanierungen beziehen sich auf das energetische Niveau EnEV-Bauteil. Das Niveau EnEV-Bilanz (140 Prozent) wird i. d. R. mit weniger, das Niveau EnEV+ dagegen nur mit mehr Dämmung erreicht. Die sich daraus ergebenden Kostendifferenzen wurden durch Ab- bzw. Zuschläge erfasst (EnEV-Bilanz: 3 Prozent Abschlag, EnEV+: 4 Prozent Zuschlag).

Die **Instandhaltungsrücklagen** wurden in Anlehnung an den „Leitfaden zur Mietpreisgestaltung im öffentlich geförderten Mietwohnungsneubau“ (Instandhaltungskosten ab 1. Januar 2005 (§ 28 II. BV)) wie folgt festgelegt:

- Bestand: 12,00 Euro pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr
- Normal- und Totalsanierung: 9,40 Euro pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr
- Neubau: 7,40 Euro pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr

Der im Rahmen der Untersuchung betrachtete **Nutzungszeitraum** wurde auf **30 Jahre** begrenzt, da er ein typisches Intervall für grundlegende Gebäudesanierungen (meist einhergehend mit einem Generationswechsel) umfasst und aufgrund seiner Länge Amortisationsrechnungen ermöglicht. Gegen die Betrachtung eines längeren Nutzungszeitraumes spricht vor allem die Zunahme der Unsicherheit der zu treffenden (Modell)Annahmen, insbesondere hinsichtlich der Entwicklung der Technik (Wärmedämmung, Heizsysteme) und der Bau-, Instandhaltungs- und Energiepreise.

## 5 Wesentlichste Untersuchungsergebnisse

### 5.1 Stoffbilanzen

Die wichtigsten Berechnungsergebnisse sowie daraus abgeleitete Größen und Verhältnisse wurden in Tabelle 3 auf der nächsten Seite zusammengefasst. Die Stofflager und -ströme werden sowohl als Massen (Tonnen je Quadratmeter Hauptnutzfläche) als auch als Volumina (Kubikmeter je Quadratmeter Hauptnutzfläche) ausgewiesen. Der Volumenbezug dient zur Objektivierung der Ergebnisse, da sich (überwiegend) energetische Sanierungen wegen der geringen Dichte der Dämmstoffe bei rein massebezogener Betrachtung überdurchschnittlich positiv darstellen würden. Er wurde daher auch der exemplarischen Veranschaulichung der Stoffbilanzen in Abbildung 1 zugrunde gelegt. Zur weiteren Objektivierung wird in Tabelle 3 auch der Kumulierte Energieaufwand (KEA) angegeben, der die Gesamtheit des primärenergetisch bewerteten Aufwands im Zusammenhang mit der Herstellung der (Bau)Stoffe abbildet.

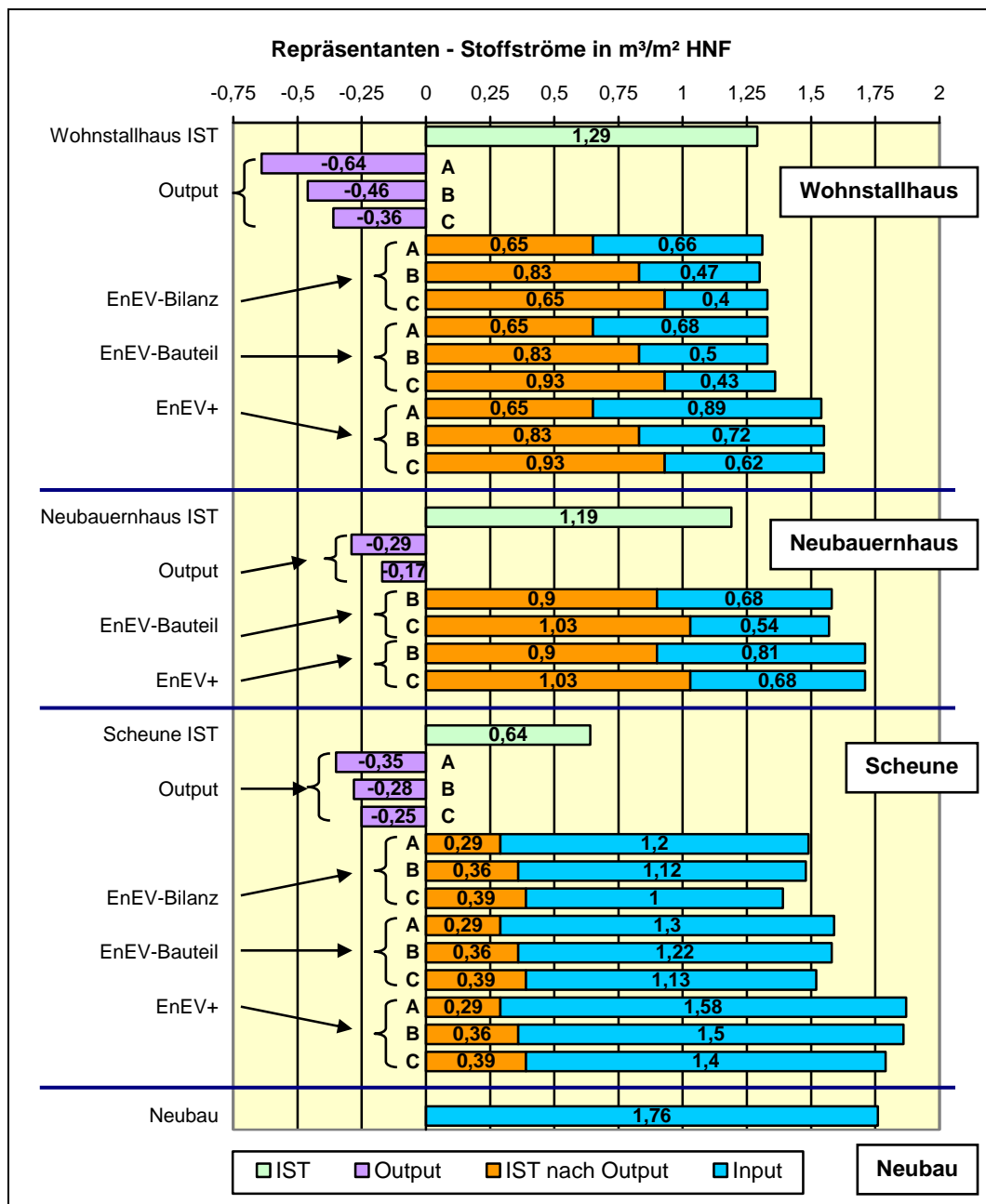
**Tabelle 3: Stofflager, Stoffströme und Stoffverhältnisse der Repräsentanten**

		<b>Wohnstallhaus</b>	<b>Neubauernhaus</b>	<b>Scheune</b>
<b>Ausgangszustände</b>		A / B / C	B / C	A / B / C
<b>Energetische Sanierungsniveaus</b>		EnEV-Bilanz (max. 140%), EnEV-Bauteil, EnEV+	EnEV-Bauteil, EnEV+	EnEV-Bilanz (max. 140%), EnEV-Bauteil, EnEV+
<b>IST-Zustand</b>	t/m <sup>2</sup> HNF	2,02	2,07	0,85
	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> HNF	1,29	1,19	0,64
	kWh/m <sup>2</sup> HNF	1025	1144	598
<b>Output</b>	t/m <sup>2</sup> HNF	0,79 / 0,63 / 0,49	0,43 / 0,23	0,43 / 0,39 / 0,33
	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> HNF	0,64 / 0,46 / 0,36	0,29 / 0,17	0,35 / 0,28 / 0,25
	kWh/m <sup>2</sup> HNF	591 / 342 / 280	231 / 102	298 / 195 / 120
<b>IST nach Output (Bestand)</b>	t/m <sup>2</sup> HNF	1,23 / 1,39 / 1,53	1,64 / 1,84	0,42 / 0,46 / 0,52
	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> HNF	0,65 / 0,83 / 0,93	0,90 / 1,03	0,29 / 0,36 / 0,39
	kWh/m <sup>2</sup> HNF	435 / 683 / 745	914 / 1024	300 / 403 / 478
<b>Input</b>	t/m <sup>2</sup> HNF	0,43 ... 0,73	0,40 ... 0,57	0,90 ... 1,20
	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> HNF	0,40 ... 0,89	0,54 ... 0,81	1,00 ... 1,58
	kWh/m <sup>2</sup> HNF	555 ... 1439	929 ... 1279	1187 ... 1993
<b>Verhältnis Input zu Bestand</b>	Bezug Masse	1 : 1,68 ... 1 : 3,56	1 : 2,88 ... 1 : 4,60	1 : 0,35 ... 1 : 0,58
	Bezug Vol.	1 : 0,73 ... 1 : 2,33	1 : 1,11 ... 1 : 1,91	1 : 0,18 ... 1 : 0,39
	Bezug KEA	1 : 0,30 ... 1 : 1,34	1 : 0,71 ... 1 : 1,12	1 : 0,15 ... 1 : 0,40
<b>Verhältnis Input zu Neubau</b>	Bezug Masse	1 : 3,85 ... 1 : 6,53	1 : 4,93 ... 1 : 7,03	
	Bezug Vol.	1 : 1,98 ... 1 : 4,40	1 : 2,17 ... 1 : 3,26	
	Bezug KEA	1 : 1,47 ... 1 : 3,82	1 : 1,66 ... 1 : 2,28	

Die für den jeweiligen Bestandsrepräsentanten betrachteten Ausgangszustände und energetischen Sanierungsniveaus wurden in Kurzform in den Tabellenkopf integriert. Es folgen hauptzeilenweise die ermittelten spezifischen Untersuchungsgrößen, für die jeweils zeilenweise masse-, volumen- und KEA-bezogene Einzelwerte bzw. Spannen ausgewiesen werden.

Der **IST-Zustand** widerspiegelt die vorgefundene Ausgangssubstanz. In Abhängigkeit vom Ausgangszustand müssen zunächst Stoffmengen bzw. in Stoffen vergegenständlichte Energien (**Outputs**) aufgegeben werden. Die im **Bestand** verbleibende Substanz (**IST nach Output**) ist eine für die Bewertung von Umnutzungs- und Sanierungsmaßnahmen maßgebende Größe. Gilt es doch, diese mittels (möglichst geringer) stofflicher **Inputs** wieder in Wert zu setzen. Aufschluss über die

stoffliche Rentabilität substanzerhaltender (Bau)Maßnahmen geben vor allem die **Verhältnisse der Inputs zum Bestand** sowie zu den stofflichen Aufwendungen eines vergleichbaren **Neubaus**.



**Abbildung 1: Volumenbezogene Stofflager und Stoffströme in m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche**

Weil die Inputs und somit auch die Verhältnisse sowohl vom Ausgangszustand als auch vom energetischen Sanierungsniveau abhängen, können mehrere Untersuchungsszenarien gebildet und betrachtet werden. Zur Wahrung der Übersichtlichkeit werden daher Ergebnisspannen ausgege-

ben. Die Minimalwerte widerspiegeln die Szenarien Sanierung vom besten Ausgangszustand (C) zum einfachsten energetischen Niveau (EnEV-Bilanz (140 Prozent)). Die Maximalwerte ergeben sich bei Sanierungen vom schlechtesten Ausgangszustand (A) zum besten energetischen Niveau (EnEV+).

Die Ergebnisse bestätigen die Erwartung, dass ein schlechterer Ausgangszustand einen größeren stofflichen Output nach sich zieht und die verwertbare Bestandssubstanz stärker mindert. Weiterhin zeigt sich, dass ein besseres energetisches Sanierungsniveau größere stoffliche Inputs voraussetzt.

Beim Vergleich der Repräsentanten untereinander fällt auf, dass das spezifische Stofflager (IST-Zustand) der Scheune volumen- und KEA-bezogen nur etwa zur Hälfte an das der Wohnstallbauten heranreicht, massebezogen nicht einmal das. Dies liegt in der Gebäudestruktur der unbeheizten Lagerscheune begründet, die nur über dünne Außenwände, keine Innenwände und keine massiven Decken verfügt. Die Outputs reduzieren die Ausgangssubstanz weiter (in Abhängigkeit vom Ausgangszustand bis ca. 50 Prozent), so dass relativ hohe Inputs nötig sind, um höherwertige Nutzungen (Wohnen, Werkstatt mit Büro, ...) zu ermöglichen, die die Beheizbarkeit des Gebäudes voraussetzen. Entsprechend ungünstig fallen bei der Scheune die Verhältnisse der Inputs zum Bestand nach Output aus (doppelter bis siebenfacher Input).

Aufgrund ihrer Gebäudestruktur verfügen das Wohnstall- und das Neubauernhaus auch nach dem Rückbau zu ersetzender Bauteile über eine relativ umfangreiche spezifische Stoffbasis, auf der mit wesentlich geringeren Inputs (im Vergleich zur Scheune) aufgebaut werden kann. Dementsprechend positiv gestalten sich die Verhältnisse der Inputs zum Bestand nach Output und zum Vergleichsneubau. Volumenbezogen können beim Neubauernhaus so z. B. zwischen 54 und 69 Prozent gegenüber dem Vergleichsneubau (1,76 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> HNF) eingespart werden, beim Wohnstallhaus zwischen 49 und 77 Prozent.

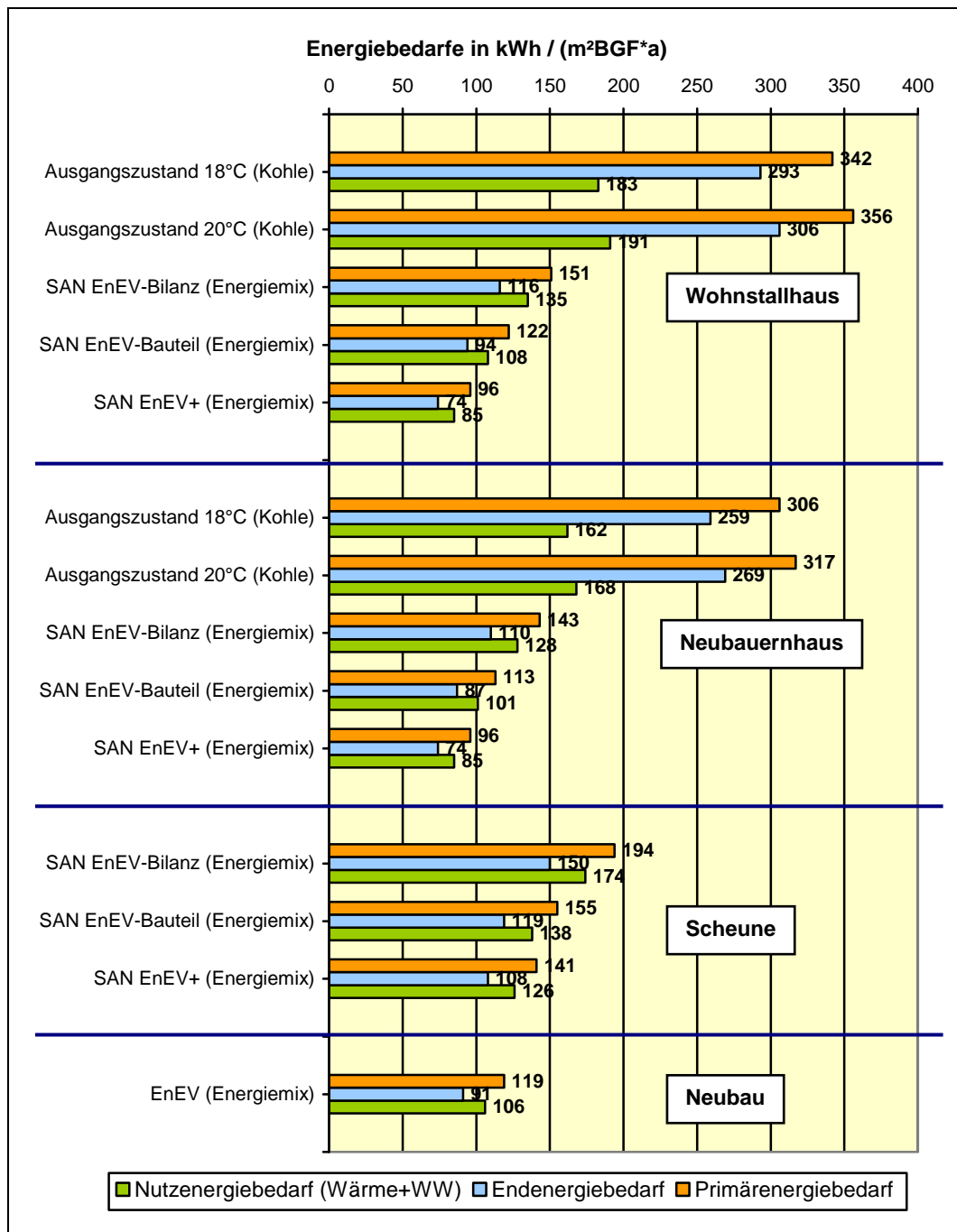
## **5.2 Energiebilanzen**

Zu den wesentlichsten Ergebnissen der energetischen Bilanzierung zählen Nutz-, End- und Primärenergiebedarfe der vier Gebäuderepräsentanten in Abhängigkeit der betrachteten energetischen Niveaus. Für Vergleichszwecke wurden die Bedarfe in spezifische Größen (Kilowattstunden je Quadratmeter Bruttogeschossfläche) umgerechnet und in Abbildung 2 veranschaulicht. Das Diagramm in Abbildung 3 weist die spezifischen CO<sub>2</sub>-Mengen aus (in Kilogramm je Quadratmeter Bruttogeschossfläche und Jahr), die infolge der Beheizung und Warmwasseraufbereitung von den Heizsystemen der Repräsentanten emittiert werden.

Die Werte ermöglichen beim Wohnstallhaus und beim Neubauernhaus eine Quantifizierung möglicher Einsparpotenziale an Energie und CO<sub>2</sub> gegenüber den (zwei angenommenen) thermischen Ausgangszuständen. Bei der Interpretation der spezifischen Daten in Abbildung 2 ist zu beachten,

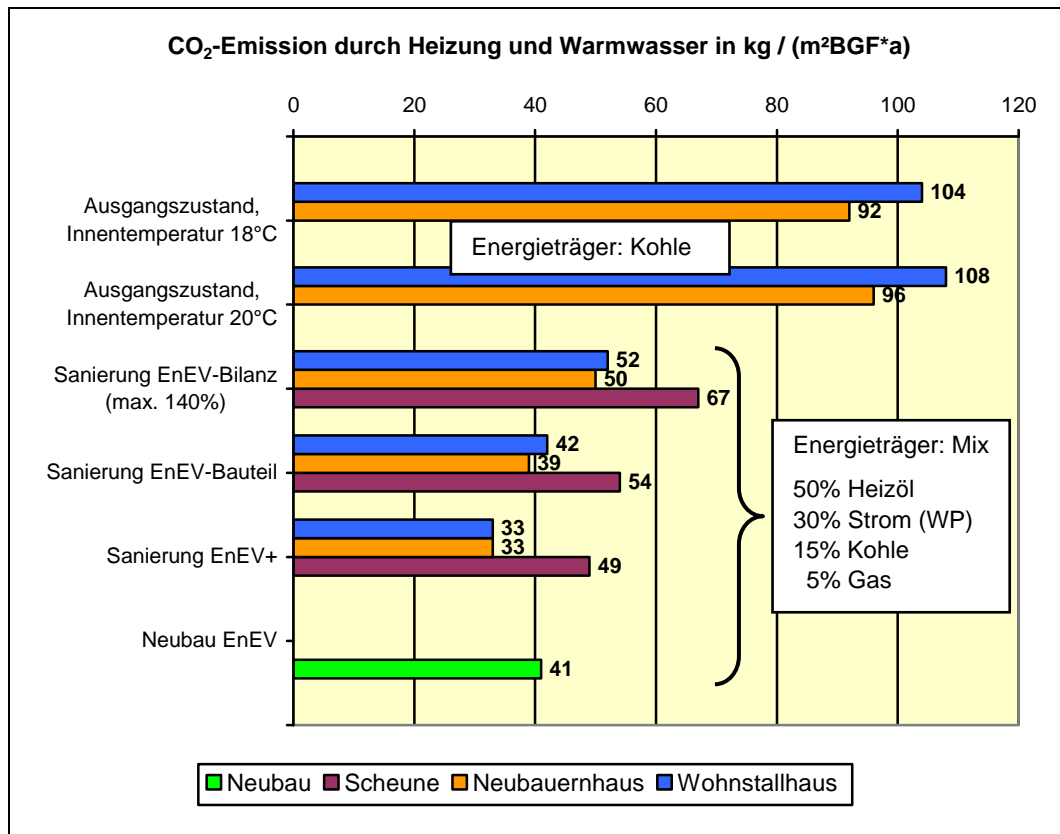


dass sich die beheizte Bruttogeschossfläche bei den Bestandsrepräsentanten nach der Umnutzung bzw. Sanierung erheblich vergrößert (vgl. Tabelle 1). Auch beim Vergleich mit den Werten des Einfamilienhausneubaus muss berücksichtigt werden, dass dieser eine kleinere beheizte Bruttogeschossfläche aufweist als die sanierten Bestandsrepräsentanten.



**Abbildung 2: Energiebedarfe der Repräsentanten in Abhängigkeit vom Sanierungsniveau**

Die Energiebedarfs- und CO<sub>2</sub>-Emissionsunterschiede zwischen den betrachteten energetischen Niveaus eines Repräsentanten nach Sanierung/Umnutzung können uneingeschränkt interpretiert werden, da jeweils die gleiche Bruttogeschossfläche zugrunde liegt. Schließlich lassen sich aus dem Vergleich der Repräsentanten untereinander verallgemeinerungsfähige Rückschlüsse über die Abhängigkeit des Energieverbrauchs von der Gebäude- und Raumbeschaffenheit ziehen.



**Abbildung 3: CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Nutzenergieebene (Heizung und Warmwasser) in Abhängigkeit der energetischen Sanierungsniveaus**

Bezogen auf einen Quadratmeter Bruttogeschossfläche können beim Wohnstallhaus 26 (EnEV-Bilanz) bis 54 (EnEV+) Prozent, beim Neubauernhaus 21 (EnEV-Bilanz) bis 48 (EnEV+) Prozent an Nutzenergie für Heizung und Warmwasser eingespart werden, wenn deren Wohnräume vor der Sanierung mit Kohle/Koks in Einzelöfen beheizt wurden (durchschnittliche Innentemperatur 18°C). Dies führt zu spezifischen CO<sub>2</sub>-Reduktionen (auf Nutzenergieebene) von 50 bis 68 Prozent beim Wohnstallhaus und von 46 bis 64 Prozent beim Neubauernhaus. Noch beachtlicher ist das spezifische Einsparpotenzial an Primärenergie (56 bis 72 Prozent beim Wohnstallhaus und 53 bis 69 Prozent beim Neubauernhaus).

Gegenüber dem energetischen Niveau, das für Bestandsbauten nach dem EnEV-Bilanzverfahren zulässig ist (EnEV-Bilanz, 140 Prozent), lassen sich die Energiebedarfe um ca. 20 Prozent senken, wenn nach Bauteilverfahren (EnEV-Bauteil) saniert wird. Wird der Niedrigenergiehausstandard (EnEV+) erreicht, können Einsparungen von 27 (Scheune), 33 (Neubauernhaus) und 36 Prozent (Wohnstallhaus) gegenüber dem Mindestniveau (EnEV-Bilanz, 140 Prozent) erzielt werden. Die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen bewegen sich auf ähnlichem Niveau.

Wie sich beim Vergleich der Repräsentanten zeigt, kann bei der Sanierung typischer Bestandsbauten des ländlichen Raumes (Wohnstall- und Neubauernhaus) das spezifische energetische Niveau und CO<sub>2</sub>-Emissionsverhalten eines Neubaus erreicht werden. Dies gelingt jedoch nur, wenn der Bestand so saniert wird, dass die geänderten bzw. ersetzten Außenbauteile die in Anlage 3 zur EnEV festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten nicht überschreiten (EnEV-Bauteil). Die spezifischen Energiebedarfe und CO<sub>2</sub>-Emissionen der zur Werkstatt umgebauten Scheune fallen generell höher aus als die der Wohnbauten, da durch die Raumhöhe der Werkstatthalle ein wesentlich größeres Volumen (im Verhältnis zur Nutzfläche) beheizt werden muss.

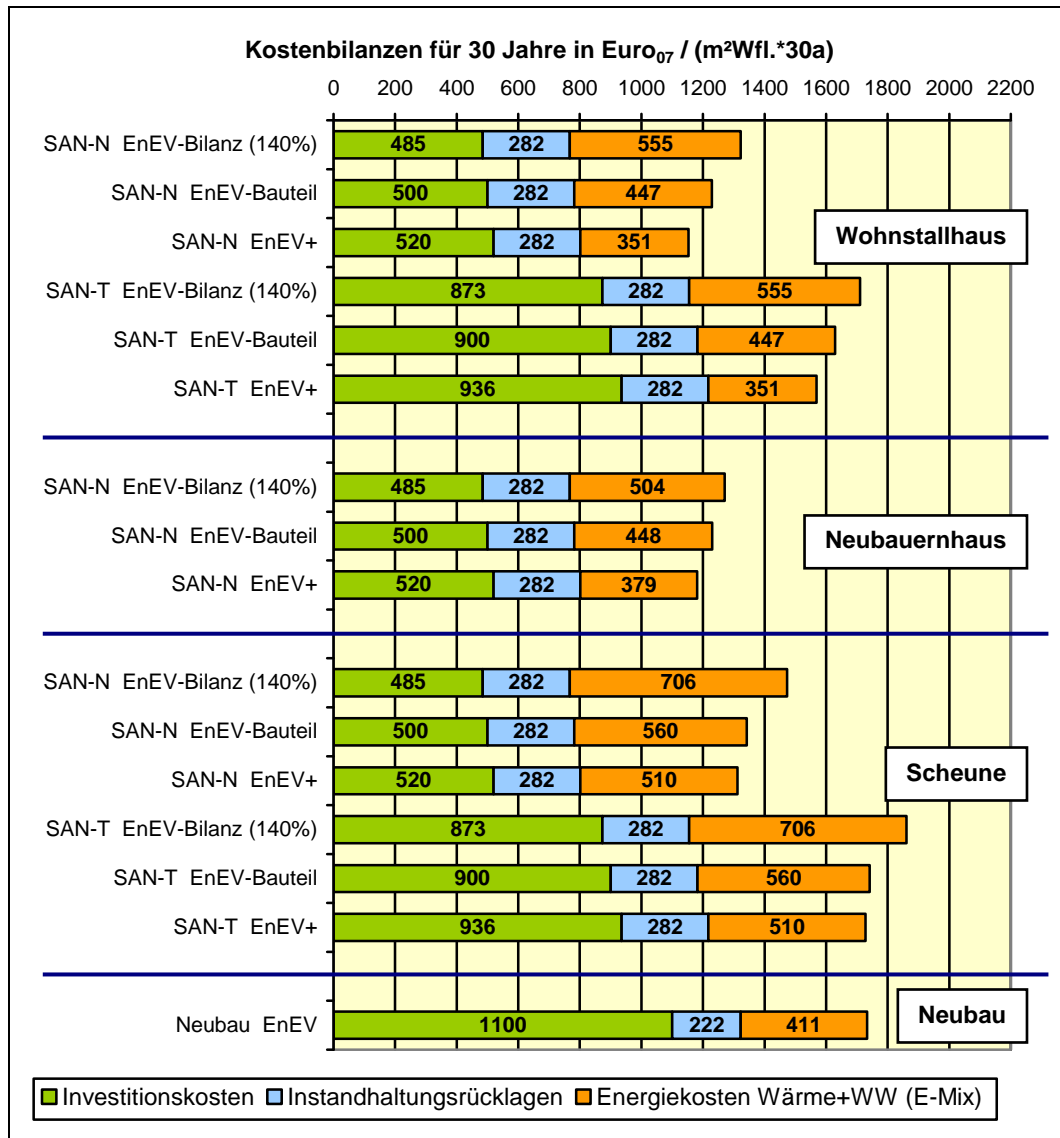
### **5.3 Kostenbilanzen**

Die in Abbildung 4 zusammengestellten Kostenbilanzen der sanierten Bestandsobjekte und des Neubaus beinhalten neben den einmaligen Investitionskosten für Umnutzung/Sanierung bzw. Bau die während einer Nutzungsdauer von 30 Jahren anfallenden Instandhaltungsrücklagen, Heiz- und Warmwasserkosten. Nicht berücksichtigt werden dagegen Finanzierungs-, Grundstücks- bzw. Gebäudeerwerbskosten sowie Beihilfen und Eigenleistungen. Die Beschränkung der Bilanzierung erfolgte, um weitere Modellannahmen und damit verbundene Ausdifferenzierungen der Vorhabensszenarien (ggf. bis zum Einzelfallniveau) zu vermeiden. Denn jede zusätzliche Annahme reduziert die Sicherheit der Ergebnisse und führt dazu, dass sich die gewonnenen Aussagen schlechter verallgemeinern lassen.

Die Vereinfachung der Bilanzierung hat allerdings zur Folge, dass die Vergleichbarkeit der Szenarien untereinander und gegenüber dem Einfamilienhausneubau eingeschränkt wird. So fallen die vereinfachten Gesamtkostenbilanzen (je Quadratmeter Nutzfläche) bei den Normalsanierungsszenarien erwartungsgemäß deutlich besser aus als bei den Totalsanierungen oder beim Neubau, weil bessere Gebäudeausgangszustände den Sanierungsaufwand und somit die Investitionskosten senken. Dafür muss bei Normalsanierungsvorhaben i. d. R. mit wesentlich höheren Grunderwerbs- bzw. Objektkosten gerechnet werden, so dass sie sich in der Gesamtbilanz durchaus auch teurer als Neubauvorhaben oder Totalsanierungen darstellen können. Entscheidender Einfluss kommt dabei den lokalen Immobilienpreisniveaus zu, die innerhalb des ländlichen Raums in Sachsen zu stark differieren, um zutreffende und verallgemeinerungsfähige Annahmen treffen zu können.

Sofern die finanzielle Konkurrenzfähigkeit der Sanierungsvorhaben mit dem Einfamilienhausneubau bewertet werden soll, ist zwingend zu beachten, dass der Neubaurepräsentant über eine ge-

ringere Wohnfläche verfügt (ca. 75 Prozent der sanierten Bestandsobjekte). Dadurch weist er bei absoluter Kostenbetrachtung – anders als dies Abbildung 4 vermuten lässt – einen deutlichen Vorteil auf. Dieser Kostenvorteil kann jedoch ganz oder teilweise entfallen (oder sich ins Gegenteil verkehren), wenn die Nutzfläche, wie sie die Bestandsrepräsentanten aufweisen, tatsächlich benötigt wird (Großfamilie, Praxis, Büro, Ferienwohnung o. ä.) oder die Bestandsbauten über kleinere, dem Neubau vergleichbare Wohnflächen verfügen oder sich die Sanierungsobjekte bereits im Eigentum der Bauherren (z. B. durch Schenkung oder Vererbung) befinden. Die Kostenbilanzen von Umnutzungs- und Sanierungsvorhaben können darüber hinaus durch Beihilfen verbessert werden.



**Abbildung 4: Kostenbilanzen der Sanierungsszenarien für 30 Jahre (inflationsbereinigt)**

Die in Abbildung 4 veranschaulichten spezifischen Kostenbilanzen verdeutlichen, dass großer baulicher Aufwand zur Funktions- und Komfortverbesserung auch große einmalige Neubau- bzw. Sanierungskosten erzeugt. Wird im Rahmen der Komfortverbesserung zudem ein hohes energetisches Niveau angestrebt, steigen die einmaligen Neubau- bzw. Sanierungskosten zusätzlich, jedoch zahlen sich diese Investitionen künftig durch geringere Heizungs- und Warmwasserkosten aus. Die normalen Sanierungen von Wohnstallhaus und Neubauernhaus, die von einem noch guten Bauzustand ausgehen (SAN-N), sind gegenüber dem Einfamilienhaus-Neubau in der Summe kostengünstiger. Demgegenüber zeigt die Total-Sanierung des Wohnstallhauses im Vergleich mit dem Einfamilienhausneubau kaum Kostenvorteile.

Im Rahmen rein spezifischer Vergleiche, die bei absoluter Betrachtung zu anderen Ergebnissen führen können, wurden von den Autoren der Studie Amortisationszeiträume für die Investitionskosten ermittelt. Bei einer Normalsanierung des Wohnstallhauses amortisieren sich die Sanierungsaufwendungen im Vergleich zum unsanierten Zustand (Bestand IST, Basis: Energiemix) bereits nach 14 Jahren, bei einer Totalsanierung nach 25 Jahren. Der Einfamilienhausneubau stellt sich nach 27 Jahren günstiger als das unsanierte Wohnstallhaus dar. Beim Neubauernhaus sind bereits nach 12 Jahren die Kosten einer Normalsanierung gegenüber der unsanierten Variante (Bestand IST, Basis: Energiemix) refinanziert. Der Einfamilienhausneubau als Alternative zum unsanierten Neubauernhaus rechnet sich nach 24 Jahren.<sup>9</sup>

Unmittelbar und uneingeschränkt ermöglichen die ermittelten Daten, den Einfluss des energetischen Sanierungsniveaus auf die Kostenentwicklung zu quantifizieren. So zeigt sich für alle drei Bestandsrepräsentanten, dass der höhere Investitionsaufwand für ein besseres energetisches Niveau nach relativ kurzer Zeit zu niedrigeren Gesamtkosten führt. Beim Wohnstallhaus amortisieren sich die Mehrkosten zur Erreichung des Niedrigenergiestandards (EnEV+) bei der Normalsanierung nach 6, bei der Totalsanierung nach 10 Jahren. Die Mehraufwendungen bei der Normalsanierung des Neubauernhauses auf das Niveau EnEV+ rechnen sich nach ca. 9 Jahren. Bei der Scheune führen energetisch hochwertigere Sanierungen nach 6 (Normalsanierung) bzw. 12 Jahren (Totalsanierung) zu Kosteneinsparungen gegenüber dem gesetzlichen Mindestniveau.<sup>9</sup>

Da den Berechnungen eine sehr moderate Energiepreisentwicklung (PROGNOS-Studie<sup>10</sup>) zugrunde gelegt wurde, kann in der Praxis mit wesentlich größeren Einspareffekten und somit kürzeren Amortisationszeiträumen gerechnet werden.

---

<sup>9</sup> Amortisationszeiträume aus Deilmann, C.; Schmuck, M.; Gruhler, K.; Böhm, R. im Auftrag der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (2007): Energetisch-stoffliche sowie kostenseitige Gegenüberstellung von Sanierung, Umnutzung und Neubau von Wohn- und Gewerbebauten im ländlichen Raum, Abschlussbericht (unveröffentlicht)

<sup>10</sup> PROGNOS AG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (2005): Energiereport IV - Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030 - Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Berlin

## 6 Interpretation der Ergebnisse - Empfehlungen

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass durch die Umnutzung und Sanierung ländlicher Bausubstanz Beiträge zur Ressourcenschonung geleistet werden können. So lassen sich einerseits Baustoffe und Energien zu deren Herstellung einsparen. Andererseits können die Energiebedarfe und damit verbundenen Schadstoffemissionen – insbesondere an CO<sub>2</sub> – nach einer Sanierung auf ein nachhaltiges energetisches Niveau deutlich gesenkt werden. Wenn die größeren Nutzflächen, die Bestandsbauten im ländlichen Raum häufig aufweisen, nach einer Umnutzung/Sanierung auch tatsächlich benötigt bzw. wirtschaftlich genutzt werden, können Umbau- und Sanierungsvorhaben stofflich, energetisch und kostenseitig mit vergleichbaren Neubauvorhaben konkurrieren.

Aufgrund ihrer Gebäudestruktur weisen das Wohnstall- und das Neubauernhaus spezielle Stofflager auf, die sie für Nachnutzungen prädestinieren, die eine vollständige bzw. partielle Beheizbarkeit erfordern (z.B. Wohnen, Büro). Einen soliden baulichen Zustand (B und C) vorausgesetzt, kann durch die Umnutzung und Sanierung des Wohnstall- bzw. Neubauernhauses eine Stoffbasis (IST nach Output, Basis: m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche) erschlossen und wieder in Wert gesetzt werden, die den spezifischen Baustoffbedarf eines Einfamilienhausneubaus etwa zur Hälfte (47 bis 59 Prozent) decken würde. Die stofflichen Sanierungsaufwendungen (Inputs, Basis: m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche) belaufen sich in Abhängigkeit des energetischen Standards auf 23 (gesetzliches Mindestniveau) bis 46 Prozent (Niedrigenergiehausstandard) des spezifischen Baustoffbedarfs eines Einfamilienhausneubaus und sind somit geringer als der nutzbare Bestand (IST nach Output).

Im Falle des untersuchten Scheunenumbaus kehrt sich dieses Verhältnis um. Die stofflichen Sanierungsaufwendungen übersteigen nun in allen untersuchten Szenarien deutlich die verwertbare Bausubstanz. Ursache ist die Gebäudestruktur der bisher unbeheizten Lagerscheune, die im Ausgangszustand nur über dünne Außenwände, keine Innenwände und keine massiven Decken verfügt (geringe Stoffbasis). Werden für vergleichbare Gebäude höherwertige Nachnutzungen angestrebt, die umfangreiche Gebäudeaufteilungen sowie eine partielle oder vollständige Beheizbarkeit und somit einen Wärmeschutz erfordern, steigt der bauliche und somit auch der stoffliche Aufwand (Input) enorm an. Nennenswerte stoffliche Einspareffekte sind bei entsprechenden Vorhaben daher nicht zu erwarten. Um Stofflager optimal zu erschließen und lohnende stoffliche Einspareffekte zu erzielen, sollten sich die Nachnutzungskonzepte - soweit möglich - an der ursprünglichen Gebäudenutzung orientieren.

Am Beispiel des nur noch zur Hälfte intakten Wohnstallhauses (Ausgangszustand A, Basis: m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche) zeigt sich darüber hinaus, wie stark das stoffliche Einsparpotenzial vom Ausgangszustand des Sanierungsobjektes abhängt. In diesem Szenario kann nur noch 37 Prozent des spezifischen Baustoffbedarfs eines Einfamilienhausneubaus wiederverwertet werden. Dem stehen je nach energetischem Niveau stoffliche Inputs von nunmehr 38 bis 51 Prozent des spezifischen Neubaubedarfs gegenüber, d.h. auch hier übersteigen die Inputs bereits die nutzbare Substanz

(IST nach Output). Mit stofflichen Einspareffekten allein können daher Umnutzungen und Sanierungen von Gebäuden, die bereits zu mehr als 50 Prozent zerstört sind, nicht begründet werden. Sprechen nicht andere wichtige Argumente (Ortsbild, Denkmalschutz o. ä.) für ihren Erhalt, sollten auch Abriss und Ersatzneubau als Alternativen geprüft werden. Aus rein stofflicher Sicht lohnen sich Umnutzung und Sanierung vor allem für Gebäude, die aufgrund ihrer Struktur sowie hinsichtlich ihrer künftigen Nutzung eine solide Stoffbasis aufweisen und sich im Wesentlichen in einem guten baulichen Zustand befinden.

Werden mit den Umbaumaßnahmen Nutzungen aufrecht erhalten oder angestrebt, die eine partielle oder vollständige Beheizbarkeit erfordern, sollte vor dem Hintergrund der Energiepreisentwicklung und des Klimaschutzes der energetischen Ertüchtigung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Im Rahmen der energetischen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass gegenüber den Ausgangszuständen mit veralteten Heizsystemen und ohne Wärmeschutz beachtliche spezifische Energiekosten- und CO<sub>2</sub>-Emissionseinsparungen erzielt werden können, wenn sich die beheizte Nutzfläche durch den Umbau nicht wesentlich ändert. Weiterhin zeigte sich, dass es sich sowohl aus finanzieller als auch aus ökologischer Sicht lohnt, energetisch hochwertiger zu sanieren, als es derzeit gesetzlich gefordert ist.

Mit stofflich und finanziell vertretbarem Mehraufwand können typische Bestandsbauten des ländlichen Raumes nach ihrer Sanierung das spezifische Energieverbrauchs-niveau und CO<sub>2</sub>-Emissionsverhalten eines modernen Einfamilienhausneubaus erreichen. Voraussetzung ist, dass die Gebäude so saniert werden, dass ihre geänderten bzw. ersetzten Außenbauteile die in der Energieeinsparverordnung festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten nicht überschreiten. Bei den entsprechend sanierten Untersuchungsobjekten konnten Einspareffekte von 20 Prozent beim Energiebedarf und den CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem gesetzlichen Mindeststandard nachgewiesen werden. Darüber hinaus sind energetische Ertüchtigungen möglich und geboten, die sich am Niedrigenergiehausstandard orientieren und dadurch noch größere Einspareffekte bei Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen ermöglichen.

Als besonders geeignet für energetische Sanierungen erwies sich das Neubauernhaus, da dessen Erscheinungsbild durch einen äußeren Wärmeschutz kaum beeinträchtigt wird. Bei der Sanierung vergleichbarer Bauten sollte daher grundsätzlich ein energetischer Standard angestrebt werden, der die gesetzlichen Vorgaben übertrifft. Beim Wohnstallhaus und vergleichbaren Gebäuden sind im Zusammenhang mit einer energetischen Sanierung auch gestalterische Aspekte zu beachten. Kompromisse zur Wahrung des äußeren Erscheinungsbildes sollten jedoch nicht zu Lasten der wirtschaftlichen Verwertbarkeit gehen. Denn lässt sich ein gestalterisch aufwändig, jedoch energetisch unzureichend saniertes Gebäude wegen zu hoher Heizkosten nicht mehr vermieten, werden dessen Nutzung sowie alle in das Objekt geflossenen Investitionen gefährdet. Daher sollte zumindest sichergestellt werden, dass das gesetzliche energetische Mindestniveau eingehalten wird. Zur Kompensierung ggf. anfallender Mehrkosten sollten Fördermöglichkeiten offen stehen.

Die vereinfachten spezifischen Kostenbilanzen einer 30-jährigen Gebäudenutzung verdeutlichen nochmals die Notwendigkeit, in die energetische Ertüchtigung von Bestandsbauten zu investieren, wenn diese beheizt werden müssen. Bei allen untersuchten Objekten zeigte sich, dass sich die höheren Investitionen zur Erreichung eines besseren energetischen Standards relativ schnell amortisieren. Vergleichbare Nutzungsflächen vorausgesetzt, können Umnutzungs- und Sanierungsvorhaben nicht nur energetisch sondern auch finanziell mit Neubauten konkurrieren. Bei Sanierungen von Gebäuden, die einen schlechten baulichen Ausgangszustand aufweisen (Totalsanierungen), ist allerdings damit zu rechnen, dass gegenüber einem flächengleichen Neubau keine Kostenvorteile (ggf. sogar Nachteile) erzielt werden können.

Die Konkurrenzfähigkeit von Sanierungsvorhaben verschlechtert sich deutlich, wenn die neue Nutzung in geplantem Umfang in einem flächenkleineren Neubau ausgeübt werden kann. Insbesondere bei Umnutzungen zu Einzelwohneinheiten wird dies oft möglich sein, so dass sich die großen Abmessungen und Nutzflächen vieler Bestandsgebäude im ländlichen Raum im Hinblick auf künftige Nutzungen als nachteilig erweisen. Denn bei Bestandsbauten müssen die Nachnutzungen i. d. R. dem vorhandenen Gebäude angepasst werden, wogegen ein Neubau auf Grundlage der angestrebten Nutzung dimensioniert und geplant wird.

Durch optimierte Umnutzungs- und Sanierungskonzepte kann die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Neubauvorhaben verbessert werden. Der Schwerpunkt sollte dabei auf die sinnvolle Auslastung beheizter Nutzflächen gelegt werden. Für überdurchschnittlich große Gebäude bietet sich eine Untergliederung in mehrere abgeschlossene Nutzungseinheiten (z.B. Wohnung(en), Ferienwohnung(en), Büro(s), Geschäft, Praxis, Werkstatt u. a.) an, die entweder selbst genutzt (Großfamilie, Freiberufler, Gewerbetreibende) oder vermietet werden können. Ein anderer, bautechnisch anspruchsvoller (Vermeidung von Wärmebrücken) Optimierungsansatz besteht darin, nur die Gebäudbereiche (z.B. eine Gebäudehälfte, ein oder mehrere Geschosse) zu dämmen, die beheizt werden müssen. Auch Anbauten und Teilabriss sind als Optimierungsmaßnahmen denkbar. Darüber hinaus verbleibende Kostennachteile (bereits) optimierter Umnutzungs- und Sanierungsvorhaben gegenüber Neubaualternativen sollten durch geeignete Fördermaßnahmen ausgeglichen werden.



## 7 Literaturverzeichnis

- DEILMANN, C.; SCHMUCK, M.; GRUHLER, K.; BÖHM, R. im Auftrag der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (2007): Energetisch-stoffliche sowie kostenseitige Gegenüberstellung von Sanierung, Umnutzung und Neubau von Wohn- und Gewerbebauten im ländlichen Raum, Abschlussbericht (unveröffentlicht)
- ENERGIEEINSPARVERORDNUNG: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 24.07.2007 (BGBl. I S. 1519) in der jeweils geltenden Fassung
- GRUHLER, K. (1992): Leitfaden Energie. Ein Arbeitspapier zur Energie- und Schadstoffbilanz von Gebäuden, IÖR-Texte 018, 2007 in Anlehnung an die EnEV überarbeitet.
- GRUHLER, K.; DEILMANN, C.; BÖHM, R.; SCHILLER, G. (2002): Stofflich-energetische Gebäudesteckbriefe – Gebäudevergleiche und Hochrechnungen für Bebauungsstrukturen, IÖR-Schriften 38
- INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE E.V.: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme, frei verfügbar unter <http://www.oeko.de/service/gemis/>
- PROGNOS AG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (2005): Energiereport IV, Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030 - Energiewirtschaftliche Referenzprognose

## **Impressum**

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
Internet: [www.landwirtschaft.sachsen.de/ffl/publikationen/](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/ffl/publikationen/)
- Autoren:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Wolfram Worm  
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V.  
Clemens Deilmann, Karin Gruhler
- Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Agrarökonomie, Ländlicher Raum  
Wolfram Worm  
Söbrigener Str. 3a  
01326 Dresden  
Telefon: 0351 2612-477  
Telefax: 0351 2612-450  
E-Mail: [wolfram.worm@smul.sachsen.de](mailto:wolfram.worm@smul.sachsen.de)
- Endredaktion:** Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Anne-Christin Matthies-Umhau, Ramona Scheinert, Matthias Löwig  
Telefon: 0351 2612-345  
Telefax: 0351 2612-151  
E-Mail: [anne-christin.matthies@smul.sachsen.de](mailto:anne-christin.matthies@smul.sachsen.de)
- ISSN:** 1861-5988
- Redaktionsschluss:** Mai 2008

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

### **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.