

## EffCoBuild

### Energiebilanz und Energieeinsparpotenzial im Gebäudesektor

Stadt Eggesin

Berliner Energieagentur GmbH  
Französische Str. 23  
10117 Berlin  
Telefon 030 293330 – 0  
Telefax 030 293330 – 99  
e-mail: [office@berliner-e-agentur.de](mailto:office@berliner-e-agentur.de)

erstellt von

Dipl.- Ing. Architekt Frank W. Lipphardt  
Cand. Wirt. -Ing. Sascha Brandt  
Dipl.- Ing. Claudia Alt  
Dipl.-Kaufmann Florian H. Unger

Projekt-Nr. 05 308 000

06/05/07



## **Inhalt**

1	Aufgabenstellung	3
2	Stadt Eggesin	3
2.1	Geographische Lage und Infrastruktur	3
2.2	Demographische Entwicklung	4
2.3	Energieversorgungsstruktur	4
3	Verwendete Datenquellen	5
4	Wohngebäude	6
4.1	Allgemeiner Wohngebäudebestand	6
4.2	Privater Wohngebäudebestand	8
4.2.1	Bestandsstruktur	8
4.2.2	Energieverbrauch der privaten Wohngebäude – Auswertung	9
4.2.3	Energieverbrauch der privaten Wohngebäude – Annahmen	10
4.3	Kommunaler Wohngebäudebestand	12
4.3.1	Struktur des kommunalen Gebäudebestands	12
4.3.2	Energetische Qualität des Gebäudebestands	15
4.4	Energieversorgungsstrukturen	16
4.4.1	Privater Gebäudebestand	16
4.4.2	Kommunaler Gebäudebestand	16
4.5	Stromverbrauch in privaten Haushalten	17
5	Öffentliche Gebäude	17
5.1	Energiekennzahlen der öffentlichen Gebäude	20
6	Gewerbe und Industriegebäude	23
7	Auswertung des Eggesiner Energieverbrauchs	23
8	Energieeinsparpotential – Das virtuelle Kraftwerk	25
8.1	Ansätze zum Energieeinsparen in privaten Wohngebäuden	26
9	Zusammenfassung	27



## **1 Aufgabenstellung**

Ziel der Energiebilanz ist es, den Gesamtenergieverbrauch der Stadt Eggesin zu ermitteln und im Hinblick auf das bestehende Energieeinsparpotenzial auszuwerten. Um die Zusammensetzung des Energiebedarfs festzustellen, wurde der Eggesiner Gebäudebestand in unterschiedliche Kategorien unterteilt. Für jede Kategorie wurden die jeweiligen Energieeinsparpotentiale berechnet. Die Schätzung der Einsparpotentiale orientiert sich am technischen Standard- und den Erfahrungswerten für Gebäudesanierungen in der Region. Die Summe des geschätzten Einsparpotenzials für alle Gebäudetypen ergibt das Gesamtenergie-Einsparpotenzial.

## **2 Stadt Eggesin**

### **2.1 Geographische Lage und Infrastruktur**

Die Stadt Eggesin liegt im äußersten Nordosten Deutschlands im Grenzgebiet zu Polen.

Die geografische Lage der Stadt verursacht erhebliche Strukturprobleme. Bis heute ist Eggesin wirtschaftlich vom polnischen Hinterland und der größten Stadt in der Region – Stettin, Polen – durch die Grenze abgeschnitten.

Wirtschaftlich zeichnet sich die Region um Eggesin durch einen hohen landwirtschaftlichen Anteil und wenig Industrie aus.



Abb. 1: Geographische Lage Eggesins

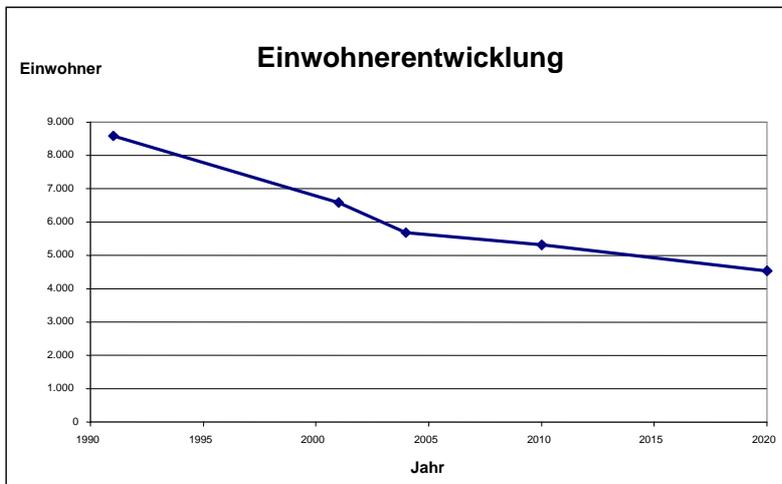
Die Stadt Eggesin weist eine fragmentierte Struktur auf (siehe folgende Abbildung). Nachhaltig wurde das Stadtbild durch umfangreiche Bauaktivitäten in der Nachkriegszeit geprägt. Aufgrund dieser Baumaßnahmen verfügt Eggesin heute über kein erkennbares Stadtzentrum. Darüber hinaus ist die Stadt seit der Schließung des Eggesiner Militärstandorts mit erheblichen städtebaulichen Umbaumaßnahmen konfrontiert.



Abb. 2: Karte von Eggesin

## 2.2 Demographische Entwicklung

Im Zuge der Schließung des Militärstandorts setzte in Eggesin ein drastischer Bevölkerungsrückgang ein. Die nachstehende Graphik verdeutlicht diese Entwicklung (ohne Bundeswehrangehörige).



Grafik 1: Bevölkerungsentwicklung in Eggesin

Schätzungen zufolge ist in Eggesin von einem weiteren Bevölkerungsrückgang auszugehen. Diese Entwicklung reflektiert die generellen Migrationstendenzen von Klein- in Großstädte und von Ost- nach Westdeutschland. Heute (2007) verfügt Eggesin über eine Einwohnerzahl von 6.000.

## 2.3 Energieversorgungsstruktur

Durch das städtische Fernwärmenetz werden ein großer Teil der kommunalen Wohngebäude, einige öffentliche Gebäude sowie einzelne Privatgebäude mit Wärme versorgt. Darüber hinaus versorgt der regionale Energieversorger E.ON edis die Stadt mit Erdgas, Flüssiggas und Strom. Der Heizölbedarf wird durch Privathändler gesichert.



### 3 **Verwendete Datenquellen**

Die Bezugsquellen der Energiebilanz werden wie folgt beschrieben:

- ⇒ GWZ 1995 (Gebäude- und Wohnzählungen 1995)
- ⇒ ISEK 2005, Eggesin (integriertes Stadtentwicklungskonzept)
- ⇒ 200 Fragebögen für Wohngebäude: Erfassung des Gebäudezustand, Sanierungsstand, Energieverbrauch; Verteilung der Fragebögen an die Gebäudebesitzer; nur geringer Rücklauf der Fragebögen (66 kommunale Wohngebäude und 20 private Wohngebäude (mehrheitlich EFH und ZFH)).
- ⇒ Stadt Eggesin (Öffentliche Gebäude, Neu- und Rückbauten)
  - Flächen, Wärme- und Stromverbrauch der öffentlichen Gebäude (Erdgas, Öl, Fernwärme, Strom)
  - Flächen, Wärmeverbrauch und Hilfsstromverbrauch der kommunalen Wohngebäude (Erdgas, Fernwärme, Strom)
  - Wärme- und Stromverbrauch für drei Industriegetriebe (Öl, Strom)
  - Einsatzmenge für die lokale Fernwärme (Hackschnitzel und Öl)
  - Expertise Wärmedienstleistung im Wohngebäudesektor für das Energieprogramm Sachsen

⇒ **Eigene Berechnung und Schätzung**

Der lokale Gas- und Stromversorger lehnte es ab Versorgungsdaten für die Erstellung der Energiebilanz zur Verfügung zu stellen (z.B. Gesamtabgabe von Strom und Gas). Zusätzlich war die genau Anzahl der Privatgebäude und Wohnungen bzw. deren Grundfläche nicht verfügbar. Unterschiedliche Berechnungen wurden angestellt:

- Basierend auf der Anzahl der Gebäude und Wohnungen, die durch die letzte Erhebung (1995) erfasst wurden, erfolgte die Schätzung des heutigen privaten Gebäudebestands. Die zurück gebauten bzw. abgerissenen Gebäude wurden dabei berücksichtigt.
- Die Anzahl der Wohnungen pro Gebäude und die durchschnittliche Wohnfläche wurden geschätzt. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die getroffenen Annahmen:

Einfamilienhaus	Zweifamilienhaus	Mehrfamilienhaus 3-6 Wohnungen	Mehrfamilienhaus 7-12 Wohnungen
1 Wohnung / Gebäude	2 Wohnungen/ Gebäude	4,5 Wohnungen / Gebäude	8 Wohnungen / Gebäude
120 m <sup>2</sup> / Wohnung	100 m <sup>2</sup> / Wohnung	80 m <sup>2</sup> / Wohnung	70 m <sup>2</sup> / Wohnung

Tabelle 1: Berechnungsannahmen



## 4 Wohngebäude

Der Eggesiner Wohnungsbestand umfasste 1990 insgesamt 3.280 Wohnungen. Mit der Schließung des Militärstandorts und den einhergehenden Arbeitsplatzverlusten, entstand die dringende Notwendigkeit, die sinkende Wohnungsnachfrage zu kompensieren. Im Rahmen des Stadtumbaus Ost, wurden bis 2005 insgesamt 482 Wohnungen zurück gebaut. Im gleichen Zeitraum entstanden 154 Neubauten mit 235 Wohnungen (Ein- und Zweifamilienhäuser).

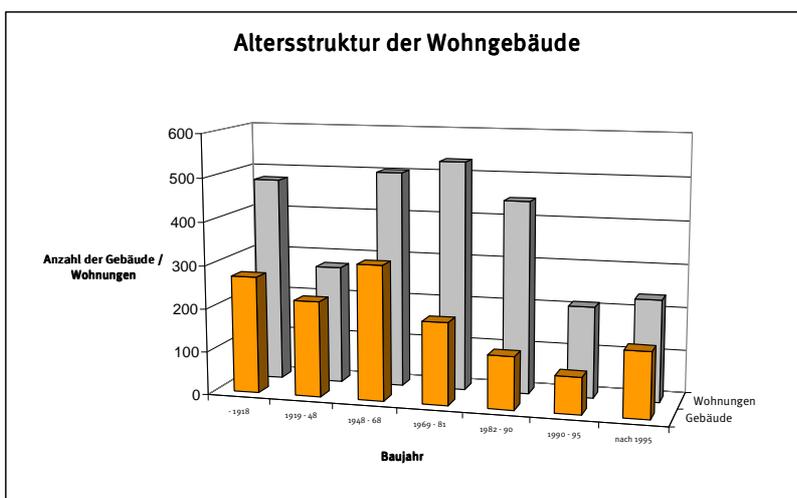
Der Eggesiner Wohnungsmarkt ist bis heute von einem Angebotsüberhang geprägt. Basierend auf der zunehmenden Reduzierung der Bevölkerungszahl müssen zukünftig weitere Rückbaumaßnahmen durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang wird deutlich, dass Eggesin besondere strukturelle und demographische Gegebenheiten aufweist. Diese strukturellen Besonderheiten müssen bei einer umfassenden Energiebilanzierung, speziell beim Energieeinsparpotential und der Effizienz von langfristigen Effizienzmaßnahmen, berücksichtigt werden.

### 4.1 Allgemeiner Wohngebäudebestand

Der Wohngebäudebestand in Eggesin wurde im Wesentlichen durch drei Entwicklungsphasen geprägt. Vor dem zweiten Weltkrieg wies Eggesin eine typische Kleinstadtstruktur mit einer Mischung aus Ein- und Zweifamilienhäusern und kleineren Mehrfamilienhäusern auf.

In den Nachkriegsjahren entwickelte sich Eggesin zu einer der wichtigsten Garnisonsstädte in der ehemaligen DDR. Beeinflusst durch die starke militärische Präsenz entstanden nicht nur neue Arbeitsplätze, auch die Bevölkerungszahl stieg in diesem Zeitraum stark an. Um die wachsende Wohnungsnachfrage zu decken, wurden zügig vor allem große Mehrfamilienhäuser errichtet.

Die dritte Phase in den Jahren nach der Wiedervereinigung, war durch geringe Bauaktivitäten geprägt. Hauptsächlich entstanden in diesem Zeitraum Ein- und Zweifamilienhäuser und kleinere Mehrfamilienhäuser.

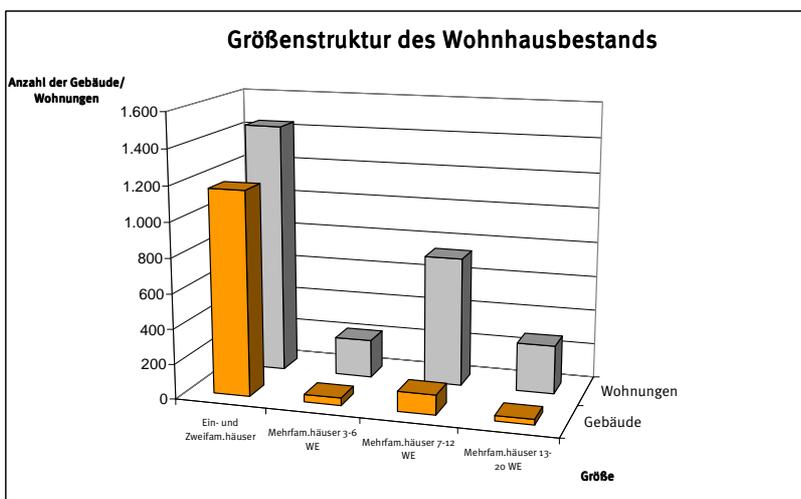


Grafik 2: Altersstruktur des gesamten Wohngebäudebestandes (laut GWZ 1995, ISEK 2005)



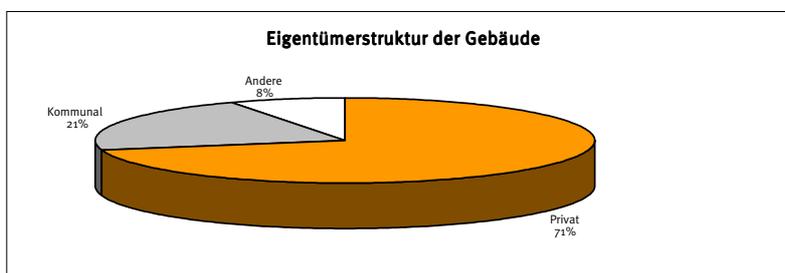
Grafik 2 visualisiert die Alterstruktur des Eggesiner Wohngebäudebestands. Die Darstellung der in unterschiedlichen Jahrzehnten errichteten Gebäude im Verhältnis zur Anzahl der Wohnungen, gibt eine Vorstellung von der Größe dieses Gebäudesegments.

Die Größenstruktur des Eggesiner Wohngebäudebestandes wird in Grafik 3 dargestellt. Die Ein- und Zweifamilienhäuser – vor allem die Einfamilienhäuser – haben den höchsten Anteil am Gebäudebestand. Dagegen bieten die Mehrfamilienhäuser bei zahlenmäßig geringerer Gebäudeanzahl den größeren Wohnungs- und Wohnraumanteil. Diese Struktur wurde vor allem durch die in den 1970er und 1980er Jahren erbauten Mehrfamilienhäuser geprägt. Diese Gebäudetypen verfügen im Durchschnitt über zehn Wohneinheiten pro Gebäude.



Grafik 3: Größenverhältnis des Wohngebäudebestandes (Angaben gemäß GWZ 1995, ISEK 2005)

Um Effizienzstrategien und Kampagnen zum Energiesparen zu entwickeln, müssen existierende Investitionsbarrieren überwunden werden. In diesem Zusammenhang müssen zunächst die Hauptinteressensvertreter (stakeholder) im Wohnsektor identifiziert werden. Graphik 4 gibt eine Übersicht über die Besitzverhältnisse im Wohngebäudebestand.



Grafik 4: Eigentumsstruktur bei Wohngebäuden in Eggesin (Anlehnung an GWZ 2005 aktualisiert)

Die Graphik verdeutlicht, dass sich der größte Anteil des Eggesiner Gebäudebestands in Privatbesitz befindet. Dies spiegelt der hohe Anteil an EFH und ZFH Gebäuden wieder.

Gleichwohl nur 21 % des gesamten Wohngebäudebestands sich in kommunaler Hand befinden, repräsentiert dieser Anteil rund 50 % des verfügbaren Wohnraums. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die privaten EFH und ZFH



Besitzer und die Stadt Eggesin die Hauptakteure im Wohnsektor darstellen. Aus diesem Grund sollten vor allem Eigenheime und die kommunalen Gebäude hinsichtlich der energetischen Qualität des Gebäudebestands geprüft werden.

Insgesamt befinden sich 8 % des Gebäudebestands im Besitz weiterer Wohnungsbaugesellschaften, Kirchen und anderer Träger. Berücksichtigt man die Größe dieser Gebäude und die Anzahl der Wohnungen pro Gebäude, nehmen diese Akteure nur eine untergeordnete Bedeutung auf dem Wohnungssektor ein.

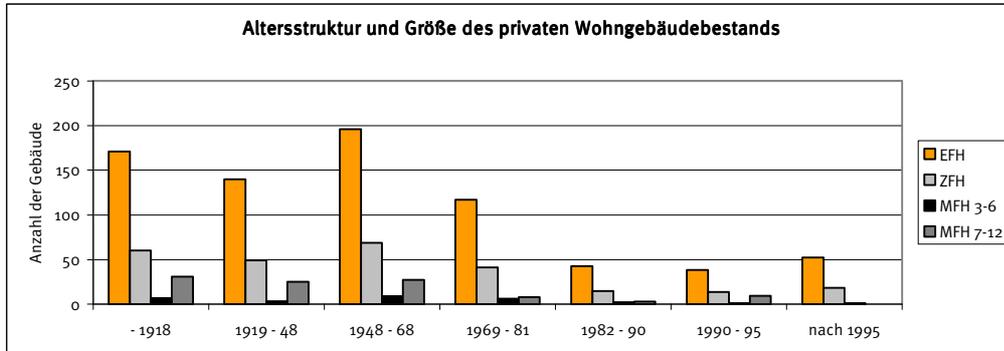
## 4.2 Privater Wohngebäudebestand

### 4.2.1 Bestandsstruktur

Grundsätzlich weisen die Ein- und Zweifamilienhäuser vergleichbare Energieverbrauchswerte auf. Diese Gebäude wurden mehr oder weniger konstant (meist im letzten Jahrhundert) mit steigender energetischer Qualität erbaut. Dies gilt vor allem für die letzten zwei Dekaden.

Wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben, macht der private Immobilienbesitz 71 % des Gebäudebestands aus, wohingegen der Anteil am Wohnungsbestand nur 55 % beträgt.

Die Altersstruktur und die Größe der privaten Wohngebäude kann berechnet werden, indem die kommunalen Wohngebäude aus der Gesamtzahl ausgeblendet werden, da diese Daten vollständig dokumentiert vorliegen.



Grafik 5: Altersstruktur und Größenverhältnis des privaten Wohngebäudebestands in Eggesin (Datenbasis: GWZ 2005 aktualisiert und Fragebögen)

Die Grafik veranschaulicht, dass der größte Anteil der privaten Ein- und Zweifamilienhäuser bis 1981 erbaut wurde. Zudem lässt sich eine gewisse Anzahl von Mehrfamilienhäusern mit bis zu zwölf Wohnungen feststellen, die parallel in diesem Zeitraum errichtet wurden. Keines der privaten Wohngebäude verfügt über mehr als zwölf Wohnungen. Nur wenige Mehrfamiliengebäude wurden von Privatbesitzern nach 1995 erbaut.



#### **4.2.2 Energieverbrauch der privaten Wohngebäude – Auswertung**

Die folgenden Bilder dokumentieren die heterogene Struktur und die Bausubstanz des privaten Wohngebäudebestands:



Abb. 3: Unsanieretes Reihenhhaus



Abb. 4: Saniertes Einfamilienhaus



Abb. 5: Unsanierete Häuser an der Hauptstraße



Abb. 6: Fehlende Wärmedämmung an den Giebeln

Zahlreiche der älteren Eggesiner Privatgebäude befinden sich auf den ersten Blick in einem unsanierten Zustand. Vollsanierte Gebäude mit Vollwärmeschutz finden sich selten. Häufig wurden jedoch bereits Fenster und Türen modernisiert. Aus den vorgenommenen Gesprächen mit den lokalen Akteuren wurde deutlich, dass viele Eigenheimbesitzer „Do it yourself“-Maßnahmen in Form einer Innendämmung oder der Dachdämmung vorgenommen haben. Den tatsächlichen Umfang und Verbreitung der einzelnen Maßnahmen lässt sich jedoch nur schwer abschätzen. Dies erfolgte für die Berechnung des Ist-Energieverbrauchs.

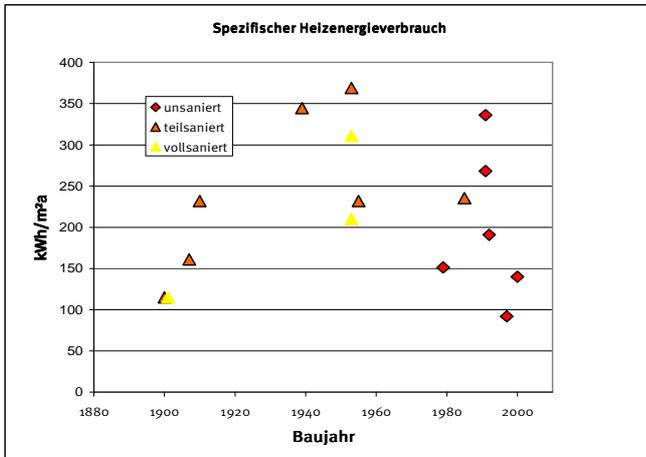
##### **4.2.2.1 Auswertung der Fragebögen**

Um den Energieverbrauch der privaten Wohngebäude zu identifizieren, wurde ein Energie-Fragebogen konzipiert. Im April 2006 wurden 200 Exemplare an Wohngebäudebesitzer verteilt. Der Rücklauf der Erhebung umfasste 66 Fragebögen der städtischen Wohnungsunternehmen und 20 Fragebögen von privaten Gebäudebesitzern.

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte anhand der Variablen: Alter, Wärmedämmungsstandard, umgesetzte Energieeinsparmaßnahmen und Wärmeverbrauch des Objekts.



Die Grafik zeigt die Verteilung des Heizenergieverbrauchs der privaten EFH:



Grafik 6: Spezifischer Wärmeenergieverbrauch der privaten EFH/ZFH Wohngebäude (Fragebogen)

Sämtliche durch den Fragebogen erfasste Gebäude, erbaut vor 1980, wurden zumindest teilweise saniert. Der größere Anteil der älteren Gebäude verfügt über Wärmeenergieverbrauchswerte (warmes Brauchwasser mit eingeschlossen) von über 200 kWh/m²a. Der jüngere Gebäudebestand weist eine deutliche Varianz der Energieverbrauchswerte auf, gleichwohl diese Gebäude in einem Zeitraum mit eindeutigeren und strengeren Gebäudevorschriften errichtet wurden. Die Auswertung der Ergebnisse macht deutlich, dass die Kennzahlen von der individuellen Bauleistung und des Verbrauchsverhalten abhängig ist. Deshalb erscheint es zulässig auf gängige Kennzahlen zurückzugreifen, die in wissenschaftlichen Studien entwickelt wurden und auf umfassenderem Datenmaterial basieren.

#### 4.2.3 Energieverbrauch der privaten Wohngebäude – Annahmen

Um den Energieverbrauch der privaten Wohngebäude zu schätzen, mussten eine Reihe von Annahmen getroffen werden. Diese Annahmen orientieren sich an den Methoden und Werten des sächsischen Instituts für ökologische Raumentwicklung (erarbeitet mit dem Consulting Unternehmen invencon GmbH 2003). In dieser Studie wurde der Energieverbrauch für unterschiedliche Gebäudetypen nach Baujahr und Sanierungszustand berechnet. Anhand der Schätzung des prozentualen Anteils der Sanierungen wurden Durchschnittswerte für die jeweiligen Gebäudetypen entwickelt. Die folgenden Tabellen dokumentieren die Kennwerte:

Renovierung	keine	teilweise	komplett	keine	teilweise	komplett
Reduzierung verglichen mit Unsaniereten		- 20%	- 40%		- 20%	- 40%
Alter / Gebäudetyp	Einfamilienhaus			Zweifamilienhaus		
1918	306	229	184	282	212	141
1919 - 48	329	247	198	294	221	147
1948 - 68	235	176	141	212	159	106
1969 - 81	200	150	120	176	132	88
1982 - 90	206	154	124	188	141	94
1990 - 95	141	106	85	141	106	71
nach 1995	118	88	71	118	88	59
<b>Summe</b>	<b>219</b>	<b>164</b>	<b>132</b>	<b>202</b>	<b>151</b>	<b>101</b>
<b>geschätzte Prozente</b>	40%	50%	10%	50%	40%	10%
<b>Durchschnitt</b>	183			171		



Tabelle 2: Verbrauchskennzahlen für Ein- und Zweifamilienhäuser, abhängig vom Baujahr und Sanierungsstand

Renovierung	keine	teilweise	komplett	keine	teilweise	komplett
Reduzierung verglichen mit Unsanierten		- 25%	- 40%		- 25%	- 50%
Alter / Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus 3-6 Wohnungen			Mehrfamilienhaus 7-12 Wohnungen		
- 1918	224	168	134	229	172	115
1919 - 48	253	190	152	194	146	97
1948 - 68	212	159	127	188	141	94
1969 - 81	176	132	106	165	124	82
1982 - 90	194	146	116	176	132	88
1990 - 95	129	97	78	118	88	59
nach 1995	118	88	71			
<b>Summe</b>	<b>187</b>	<b>140</b>	<b>112</b>	<b>178</b>	<b>134</b>	<b>89</b>
geschätzte Prozente	50%	40%	10%	50%	40%	10%
Durchschnitt	160			152		

Tabelle 3: Verbrauchskennzahlen für Mehrfamilienhäuser, abhängig vom Baujahr und Sanierungsstands

Durch die Abschätzung der Anteile von nicht, teil und komplett sanierten Gebäuden sowie deren Reduktionsgrade, wurden Durchschnitts-Energieverbrauchswerte (inklusive Warmwasser sowie Leitungs- und Erzeugungsverluste durch Fernwärme) zwischen 183 kWh-/m<sup>2</sup>a für Einfamilienhäuser und 152 kWh/m<sup>2</sup>a für größere Mehrfamilienhäuser für den privaten Wohngebäudebestand in Eggesin ermittelt.

Die resultierenden Verbrauchskennwerte, die mit den Werten anderer Studien weitgehend übereinstimmen, wurden für die Berechnung des Wärmeenergieverbrauchs von privaten Wohngebäuden verwendet.



### 4.3 Kommunaler Wohngebäudebestand

Die Stadt Eggesin besitzt insgesamt 1.053 Wohneinheiten. Zusätzlich werden 162 Fremdwohnungen verwaltet. Somit befinden sich 45 % der 2.672 Eggesiner Wohnungen in kommunaler Hand. Vier verschiedene Gebäudetypen repräsentieren den Gebäudebestand. Die folgenden Abbildungen zeigen ein Backsteinhaus (um 1900 erbaut), einen typischen Nachkriegsbau der 1950er Jahre, ein Mehrfamilienhaus in Plattenbauweise und ein relativ neues Gebäude in Massivbauweise.



Abb. 7: Ansicht Innenstadtbereich



Abb. 8: Ansicht kommunales Mehrfamilienhaus



Abb. 9: Ansicht unsanierter Plattenbau

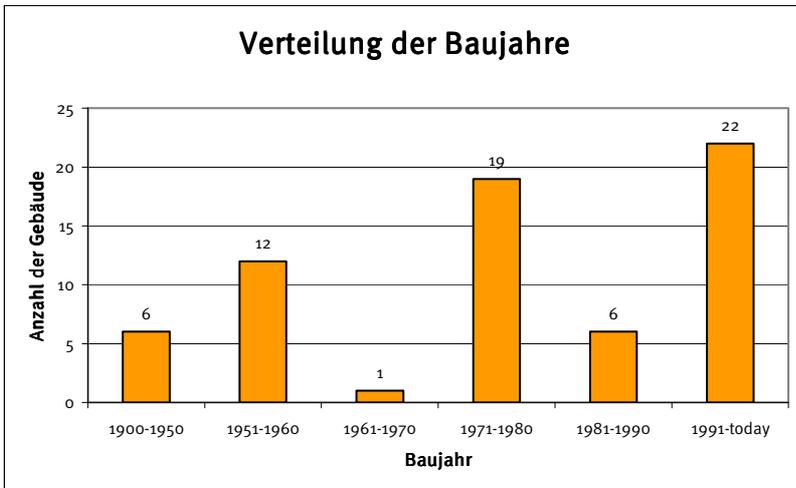


Abb. 10: Ansicht kommunale Wohngebäude

#### 4.3.1 Struktur des kommunalen Gebäudebestands

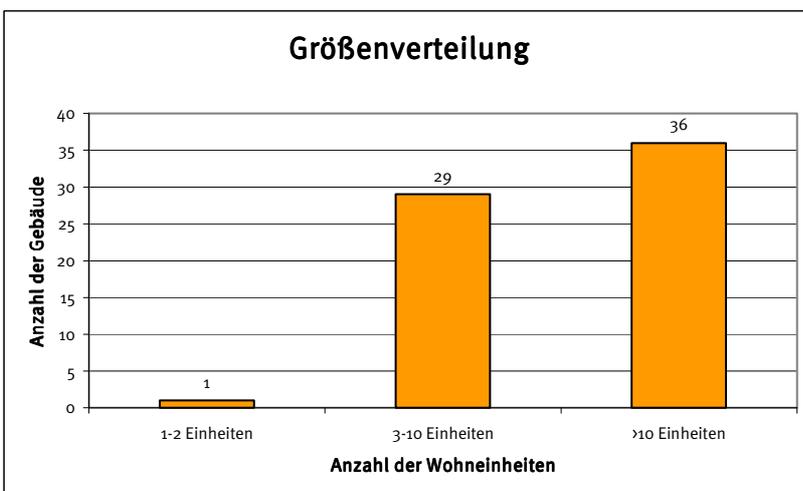
Die Stadt Eggesin versuchte angepasst an die jeweiligen Veränderungen des Wohnraumbedarfs sowohl zu Zeiten der DDR als auch heute auf die Anforderungen des Wohnungsmarktes zu reagieren. Der kommunale Gebäudebestand wurde hauptsächlich in den 1950er, 1970er und 1990er Jahre erbaut (siehe Grafik 7).

Als Auslöser für die starken Bauaktivitäten zwischen 1950-1985 ist der Bevölkerungsanstieg in diesem Zeitraum anzusehen. Hingegen sind die Bauaktivitäten in den 1990er Jahren auf die steigende Nachfrage nach modernem Wohnraum zurückzuführen.



Grafik 7: Verteilung der Baujahre der kommunal verwalteten Gebäude

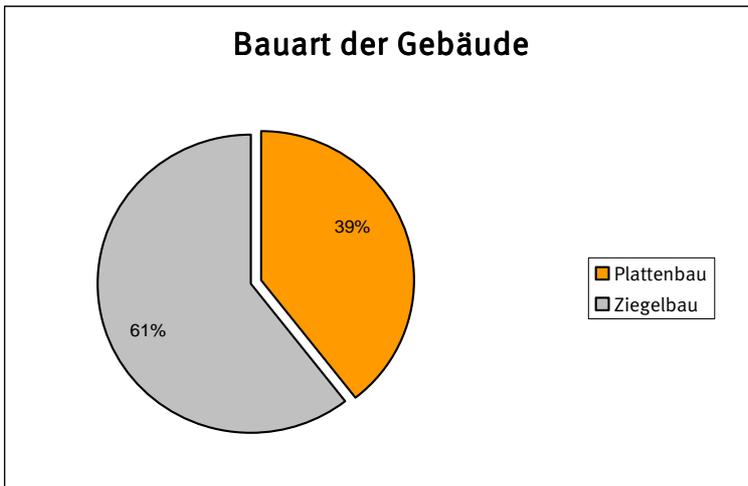
Wie bereits festgestellt, setzt sich der kommunal verwaltete Gebäudebestand wie- testgehend aus Mehrfamilienhäuser zusammen (siehe Grafik 8). Im Gebäude- bestand befindet sich nur ein einzelnes Zweifamilienhaus. Mehr als 50 % des Wohnraumbestands ist in Gebäuden mit mehr als zehn Wohneinheiten angesie- delt.



Grafik 8: Größenverteilung des kommunal verwalteten Gebäudebestands

Der Bautyp der Wohngebäude ist primär durch ihr Baujahr bestimmt. Die Gebäude, die bis Ende der 1960er Jahre und nach 1990 erbaut wurden, sind in typischer Ziegelbauweise errichtet, wohingegen die Wohngebäude aus den 1970er und 1980er Jahren typische Plattenbauten darstellen.

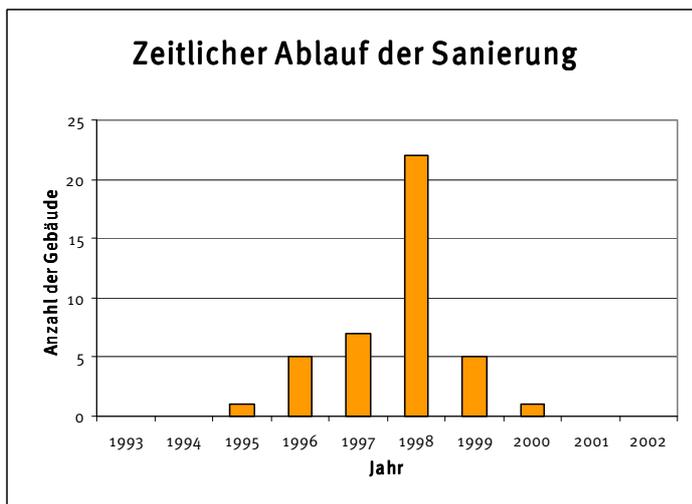
Die folgende Grafik 9 verdeutlicht die Aufteilung der Gebäudetypen im kommunalen Gebäude-bestand.



Grafik 9: Bauart des kommunal verwalteten Gebäudebestands

Ausgelöst durch den zunehmenden schlechten Zustand der unsanierten Plattenbaugeschäfte in Verbindung mit einem hohen Leerstand (vor allem in den 1990er Jahren), wurden beschlossen diese Gebäude zurückgebaut. Im Rahmen der Modernisierungsmaßnahmen der Plattenbauten in den 1990er Jahren, wurden umfangreiche Maßnahmen zur Steigerung der energetischen Effizienz (Komplettwärmeschutz der Fenster und Dächer, Isolierglasfenster sowie Optimierung der Wärmeversorgung) vorgenommen.

Grafik 10 verdeutlicht, dass mit der Modernisierung des Gebäudebestands ab 1995 begonnen wurde. Der Höhepunkt der Bauarbeiten wurde 1998 erreicht und bis zum Jahr 2000 weitestgehend abgeschlossen.



Grafik 10: Zeitlicher Ablauf der Modernisierungsarbeiten am kommunalen Gebäudebestand

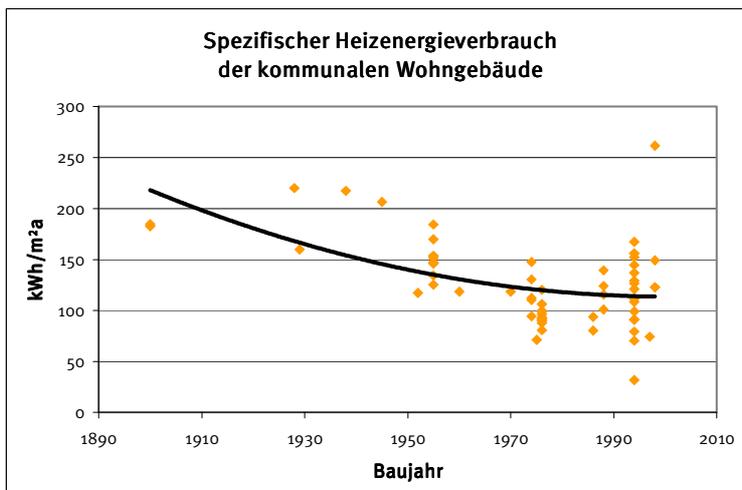
Die verbleibenden Wohngebäude, wie die älteren Backsteingebäude, wurden teilweise ebenfalls an die üblichen Standards für Energieeffizienz angepasst. Es verblieben drei Gebäude in Plattenbauweise, die bisher noch keiner Modernisierung unterzogen wurden. Aufgrund des zunehmenden Bedarfs an günstigem Wohnraum, wurde der geplante Rückbau dieser Gebäude zurückgestellt.



Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz sind in naher Zukunft aufgrund finanzieller Einschränkungen der Kommune als auch der Mieter ausgeschlossen.

#### 4.3.2 Energetische Qualität des Gebäudebestands

Um die Energieeffizienz der verschiedenen Gebäudetypen im kommunalen Bestand festzustellen, muss der spezifische Wärmeverbrauch der Gebäude untersucht werden. Die folgende Grafik verdeutlicht den Trend der spezifischen Energieverbräuche der Gebäude.



Grafik 11: Spezifischer Heizenergieverbrauch der kommunal verwalteten Wohngebäude

Offenkundig gibt es einen Zusammenhang zwischen Heizenergieverbrauch und Baujahr der Gebäude. Trotz dieser grundsätzlichen Korrelation erreichen nur wenige Gebäude den energetischen Qualitätsstandard der deutschen Energieeinsparverordnung (EnEV) für neue Wohngebäude.

Obwohl an allen bis in die 1960er Jahre errichteten Gebäuden umfangreiche Energieeffizienzmaßnahmen ausgeführt wurden, liegt der Heizenergieverbrauch im Vergleich zu den neueren Gebäuden teilweise über dem doppelten Verbrauchswert. Diese Gebäude weisen erhebliche Energieeinsparpotenziale auf.

Ein weiterer interessanter Effekt konnte in Bezug auf die modernisierten Plattenbauten festgestellt werden. Gleichwohl diese Gebäude zu einem früheren Zeitpunkt entstanden als die in den 1990er Jahren errichteten Bauten, weisen die Plattenbauten keinen höheren Heizenergieverbrauch auf. Als einen Grund für diesen Effekt ist sicherlich das kostenbewusste Verbrauchsverhalten der Mieter anzusehen. Darüber hinaus weisen die Plattenbauten eine kompakte bauliche Struktur auf. Dieser Aspekt hat einen nicht unerheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch.

Die untersuchten kommunalen Wohngebäude weisen einen durchschnittlichen Energieverbrauch von 124 kWh/m<sup>2</sup>a auf. Dieser Wert entspricht dem Mittelwert der VDI 3807. Der Richtwert liegt bei 95 kWh/m<sup>2</sup>a (inkl. Warmwasser).



## **4.4 Energieversorgungsstrukturen**

Zusätzlich zur energetischen Qualität der Gebäude stellt die Energieversorgung im Rahmen der Bewertung der Energieeffizienz der Stadt einen entscheidenden Aspekt dar.

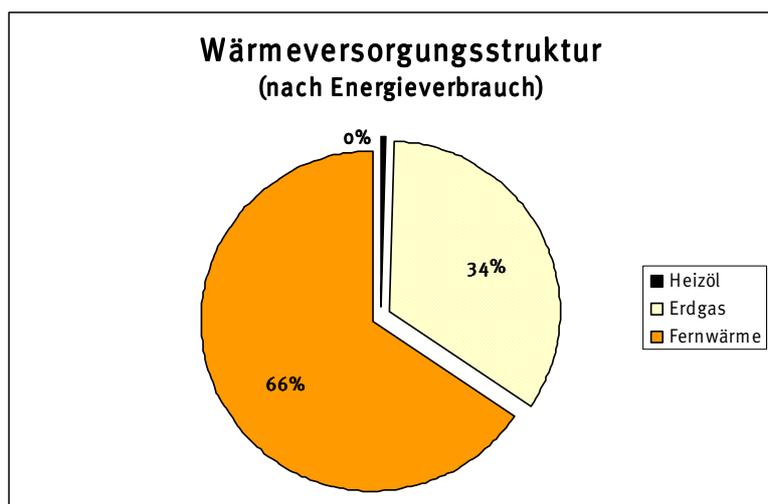
### **4.4.1 Privater Gebäudebestand**

Ein- und Zweifamilienhäuser weisen eine gemischte Energieversorgungsstruktur auf. Im privaten Gebäudebestand wird weitestgehend auf Erdgas und Heizöl oder Holzhackschnitzel und Pellets zurückgegriffen. Zusätzlich sind einige Gebäude mit holzbefeuerten Öfen ausgestattet. Solare Wärmeenergie bleibt weitestgehend ungenutzt. Die Warmwasseraufbereitung wird häufig durch elektrische Boiler und Durchlauferhitzer sichergestellt.

Da der regionale Energieversorger e.on edis keine Daten zur Verfügung stellte, musste die Verwendung der unterschiedlichen Energieträger geschätzt werden. In diesem Rahmen wurde das vorhandene Erdgasversorgungsnetz untersucht. Die Daten zum Fernwärmebezug konnten durch die Stadt bereitgestellt werden. Die Wärmeerzeugung durch Heizöl wurde auf den gleichen Anteil wie Erdgas geschätzt. Die verbleibenden Anteile verteilen sich auf die Energieträger Holz, Kohle und Strom.

### **4.4.2 Kommunalen Gebäudebestand**

Die kommunal verwalteten Wohngebäude werden durch das Fernwärmenetz oder von erdgasbetriebenen Zentralheizungen mit Wärme versorgt. Das Fernwärmenetz, das auch einige öffentliche Gebäude mit Wärme versorgt, wird überwiegend (80 %) mit Holzhackschnitzeln befeuert. Die folgende Grafik 12 verdeutlicht die Struktur der Wärmeenergieversorgung im kommunal verwalteten Gebäudebestand.



Grafik 12: Wärmeversorgung im kommunal verwalteten Gebäudebestand



## 4.5 Stromverbrauch in privaten Haushalten

Der Stromverbrauch der Eggesiner Haushalte wurde auf durchschnittlich 3.300 kWh/m<sup>2</sup>a geschätzt. Gemäß den Erfahrungen großer Energieversorger weisen Ein- und Zweifamilienhäuser im Vergleich zu Haushalten in Mehrfamilienhäusern einen höheren Stromverbrauch auf. Hier wird mit einbezogen, dass die Mehrheit der Mieter in den kommunalen Wohngebäuden elektrisch kochen.

Grundsätzlich ist der Stromverbrauch in den östlichen Bundesländern deutlich geringer als in westdeutschen Haushalten. Ein Grund hierfür ist sicherlich in der geringeren Ausstattung mit elektrischen Geräten anzusehen bzw. es kommen Geräte mit einem geringeren Energieverbrauch zum Einsatz. Einen zusätzlichen Aspekt für den durchschnittlich geringeren Stromverbrauch stellt ein unter Umständen stärker ausgeprägter Sinn für Kosten- und Ressourceneinsparungen dar.

Dies zeigen auch die Ergebnisse einer Umfrage des forsa Instituts (2003):

Personenzahl	Ost		West	
	Anzahl Haushalte	Mittlerer Verbrauch je Haushalt in kWh	Anzahl Haushalte	Mittlerer Verbrauch je Haushalt in kWh
1 Person	135	1 629,1 (± 174,8)	652	2 098,7 (± 117,3)
2 Personen	291	2 839,3 (± 275,2)	928	3 750,4 (± 194,0)
3 Personen	127	3 235,4 (± 321,2)	455	4 446,4 (± 287,5)
4 Personen	71	4 003,2 (± 721,7)	494	4 706,8 (± 206,0)
> 4 Personen	17	4 735,5 (± 0,0)	202	5 922,4 (± 535,1)
k. A.	5	3 781,8 (± 0,0)	15	2 391,4 (± 0,0)
Insgesamt	646	2 849,4 (±176,8)	2 746	3 797,9 (±109,6)

Tabelle 4: Vergleich des Stromverbrauches privater Haushalte abhängig von Ost- bzw. Westdeutschland und von der Anzahl der Personen (forsa 2003)

## 5 Öffentliche Gebäude

Neben Wohngebäuden, verwaltet die Stadt Eggesin weitere öffentliche Gebäude:

- Stadtverwaltung
- Grundschule
- Regionale Schule
- Berufsschule mit Turnhalle
- Schüler- und Jugendzentrum
- Bibliothek
- Feuerwehr
- Katastrophenschutz
- Bauhof.



Die folgenden Bilder zeigen einige der öffentlichen Gebäude.



Abb. 11: Stadtverwaltungsgebäude (Quelle: www.eggesin.de)



Abb. 12: Grundschule (Quelle: www.eggesin.de)



Abb. 13: Regionale Schule (Neubau)



Abb. 14: Berufsschule ([www.eggesin.de](http://www.eggesin.de))



Abb. 15: Schüler- und Jugendzentrum (Quelle: [www.eggesin.de](http://www.eggesin.de))



Abb. 16: Feuerwehr (Quelle: [www.eggesin.de](http://www.eggesin.de))

Der öffentliche Gebäudebestand ist wie der Wohngebäudebestand vor allem durch ältere und neue Backsteingebäude und Plattenbauten geprägt. Tabelle 5



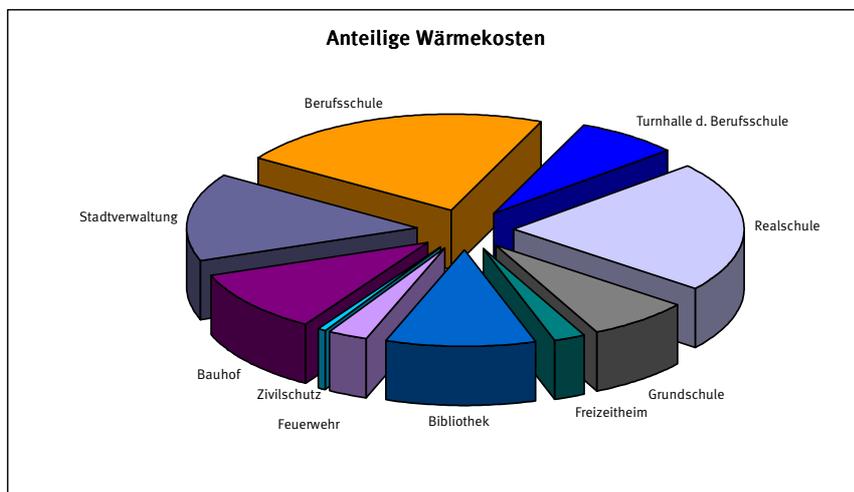
gibt einen Überblick über den Energieverbrauch aller öffentlichen Gebäude (2005).

### 5.1 Energiekennzahlen der öffentlichen Gebäude

Gebäude	Fläche (m <sup>2</sup> )	Stromverbrauch (kWh)	IST - spez. Verbrauch (kWh/m <sup>2</sup> )	Wärmeenergieversorgung	Wärmeenergieverbrauch (kWh)	Spez. Verbrauch (kWh/m <sup>2</sup> )
Stadtverwaltung	1.130	44.070	39	Fernwärme	225.006	199
Berufsschule	2.416	79.950	26	Fernwärme	256.605	106
Turnhalle	663			Fernwärme	89.994	136
Grundschule	5.100	58.800	12	Ölheizung	531.908	104
Regionale Schule	2.115	31.860	15	Ölheizung	222.706	105
Schüler- und Jugendzentrum	224	6.174	28	Ölheizung	51.124	228
Bibliothek	940	11.940	13	Fernwärme	154.007	164
Feuerwehr	1.966	7.889	4	Gasheizung	52.036	26
Katastrophenschutz	1.230	2.804	2	Gasheizung	14.293	12
Bauhof	687	7.695	11	Fernwärme	166.060	242
<b>Summe</b>	<b>16.471</b>	<b>251.182</b>	<b>15</b>		<b>1.763.739</b>	<b>107</b>

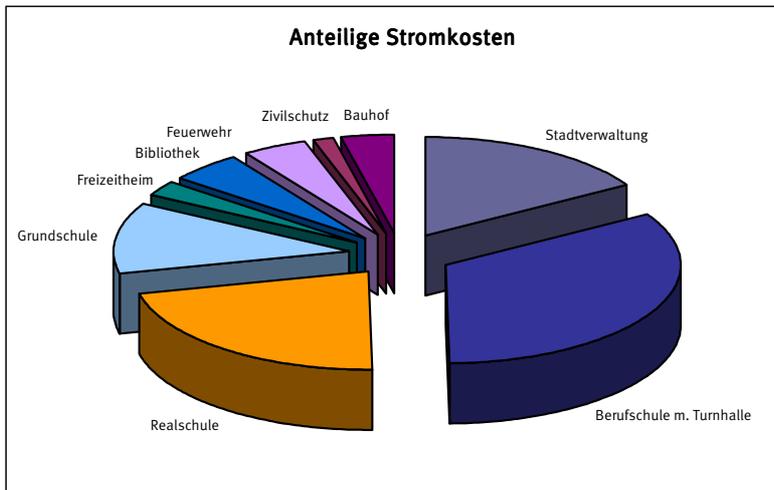
Tabelle 5: Energieverbrauch der öffentlichen Gebäuden in Eggesin 2005 (Quelle: Stadt Eggesin, witterungsbereinigt)

Neben der Fernwärmeversorgung werden einige Gebäude durch eine ölbefeuerte Zentralheizung versorgt. Der ölbefeuerte Kessel in der Regionalen Schule wird derzeit durch einen erdgasbetriebenen Kessel ausgetauscht. Es ist absehbar, dass der Austausch weiterer ölbefeuerten Anlagen vorgenommen wird.



Grafik 13: Verhältnis des Wärmeenergieverbrauchs der öffentlichen Gebäude in Eggesin (Quelle: Stadt Eggesin)

Graphik 13 verdeutlicht den anteiligen Wärmeenergieverbrauch aller öffentlichen Gebäude. Deutlich wird, dass die Stadtverwaltung und die schulischen Einrichtungen die größten Verbraucher darstellen. Die verbleibenden fünf öffentlichen Gebäude repräsentieren weniger als 25 % des Gesamt-Wärmeenergieverbrauchs.



Grafik 14: prozentualer Stromverbrauch der öffentlichen Gebäude in Eggesin (Quelle: Stadt Eggesin)

Der Stromverbrauch der öffentlichen Gebäude weist eine vergleichbare Situation wie beim Wärmeverbrauch der Gebäude auf (vgl. Grafik 14). Auch beim Stromverbrauch können die Schuleinrichtungen als die größten Energieverbraucher unter den öffentlichen Gebäuden identifiziert werden.

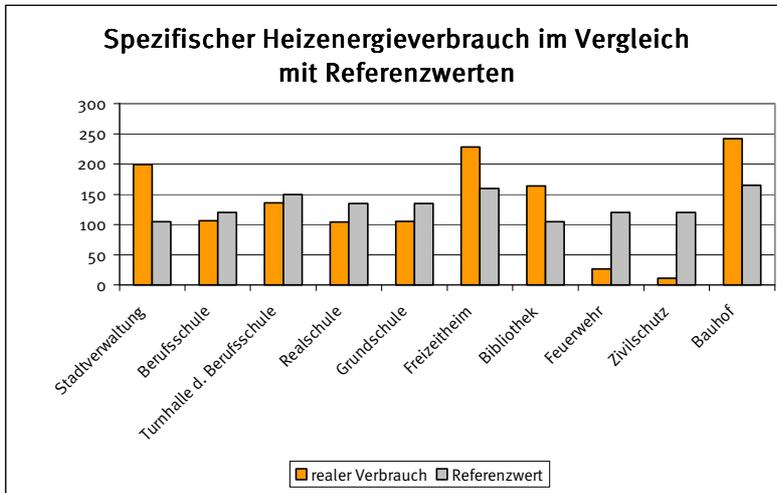
Um die Energieverbrauchswerte zu bewerten, werden die Werte aus Grafik 12 mit den Referenzwerten für Nicht-Wohngebäude der deutschen Energieeinsparverordnung (siehe Tabelle 6) verglichen.

Gebäude	Richtwert für den Wärmeenergieverbrauch (kWh/m²a)	Richtwert für den Stromverbrauch (kWh/m²a)
Stadtverwaltung	105	24
Berufsschule	120	18
Turnhalle	150	12
Regionale Schule	135	14
Grundschule	135	14
Schüler- u. Jugendzentrum	160	20
Bibliothek	105	32
Feuerwehr	120	16
Katastrophenschutz	120	16
Bauhof	165	18

Tabelle 6: Richtwerte für Nichtwohngebäude (Quelle: Entwurf vom 06.09.06 der Richtlinie für Energieverbrauchskennwerte Nichtwohngebäude)



Die folgende Grafik zeigt die spezifische Heizenergieverbräuche im Vergleich mit den Referenzwerten (benchmarking).

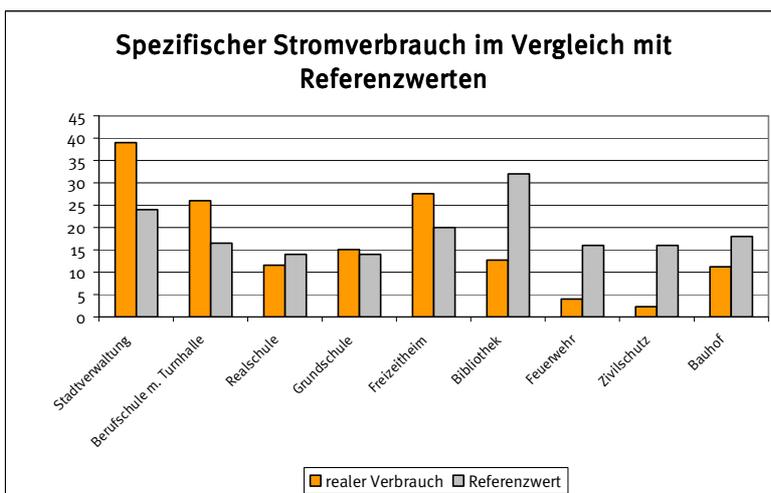


Grafik 15: Wärmeenergieverbrauch öffentlicher Gebäude im Vergleich mit den Referenzwerten

Anhand des Benchmarking (siehe Grafik 15) der Wärmeverbräuche der einzelnen Gebäude wird der relative hohe Energieverbrauch der Stadtverwaltung, der Jugendeinrichtung, der Bibliothek und des Bauhofs deutlich.

Die jeweiligen Verbrauchswerte müssen jedoch, abhängig von ihrer Nutzung, kritisch betrachtet werden. Zum Beispiel wird das Bibliotheksgebäude zusätzlich für andere Zwecke genutzt.

Im Vergleich mit den angenommenen Referenzwerten ist der energetische Zustand der Gebäude als befriedigend zu bewerten. Allerdings wird nicht berücksichtigt, dass im Vergleich zu bestehenden Richtwerten durchaus weitere Optimierungspotentiale bestehen.



Grafik 16: Stromverbrauch im Vergleich mit den Referenzwerten

Die Untersuchung des Stromverbrauchs der öffentlichen Gebäude zeigt, dass die Stadtverwaltung, das Schüler- und Jugendzentrum und die Berufsschule analog zum Wärmeverbrauch hohe Stromverbrauchswerte aufweisen.



## 6 Gewerbe und Industriegebäude

In der Stadt Eggesin sind drei größere Industriebetriebe angesiedelt:

Die Unternehmen wurden gebeten Angaben zum Energieverbrauch zu machen.

	Wärmeenergie	Energieträger	Strom
	[MWh/a]		[MWh/a]
Hanning-Werke	2.211	Öl	3.076,5
Instrutec / BfW	510	Öl	128
Greese-Beton			411
<b>Gesamt</b>	<b>2.721</b>		<b>3.670</b>

Tabelle 7: Tabelle zum Energieverbrauch der drei Industrieunternehmen

Die Hanning-Werke – ein Hersteller von Elektromotoren – ist das Unternehmen mit der höchsten Mitarbeiterzahl in Eggesin. Die Hanning-Werke sind auch der größte industrielle Energieverbraucher in Eggesin, gefolgt vom Unternehmen Instrutec (Hersteller von gynäkologischen Geräten) und der Baufirma Greese Beton.

Der Verbrauch (Durchschnittsverbrauch für Wärme und Strom abhängig von der beheizten Fläche) der kleineren Handels- und Dienstleistungsunternehmen wurde anhand der Anzahl der ansässigen Unternehmen geschätzt.

## 7 Auswertung des Eggesiner Energieverbrauchs

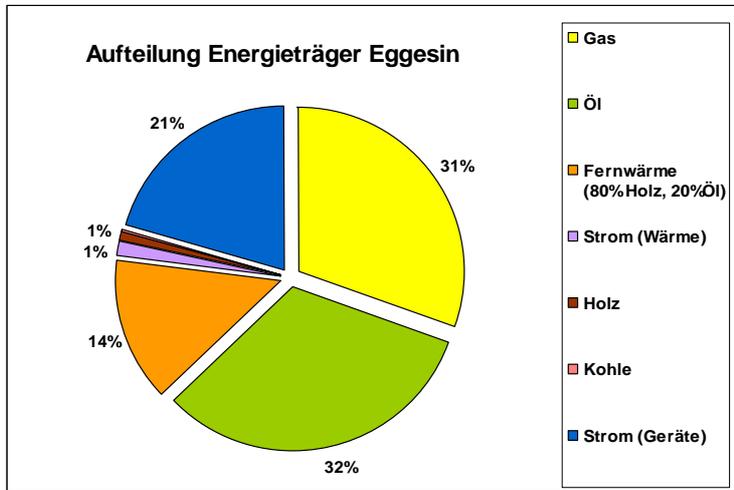
Die oben entwickelten und vorgestellten Ansätze zum Eggesiner Energieverbrauch kann wie folgt zusammengefasst werden (siehe Tabelle 8 und Grafik 17):

Energieträger / Sektor	Fornung							Gesamt
	Erdgas	Öl	Fernwärme (80% Holz, 20% Öl)	Strom (Wärme)	Holz	Kohle	Strom (Haushalte)	
Private Wohnhäuser	16.670	16.670	1.050	490	630	140	5.670	41.310
Kommunale Wohngebäude	2.450	33	6.940				3.210	<b>12.640</b>
Industrie, Handel und Dienstleistungen	700	3.420		250			4.275	<b>8.645</b>
Öffentliche Gebäude	66	800	1.320				250	<b>2.440</b>
<b>Gesamt (MWh/a)</b>	<b>19.890</b>	<b>20.920</b>	<b>9.300</b>	<b>740</b>	<b>630</b>	<b>140</b>	<b>13.400</b>	<b>65.030</b>
CO <sub>2</sub> -Faktor [t CO <sub>2</sub> /MWh]	0,20	0,27	0,04	0,65	0,00	1,00	0,65	
CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]	<b>3.980</b>	<b>5.650</b>	<b>370</b>	<b>480</b>	<b>0</b>	<b>140</b>	<b>8.700</b>	<b>19.230</b>

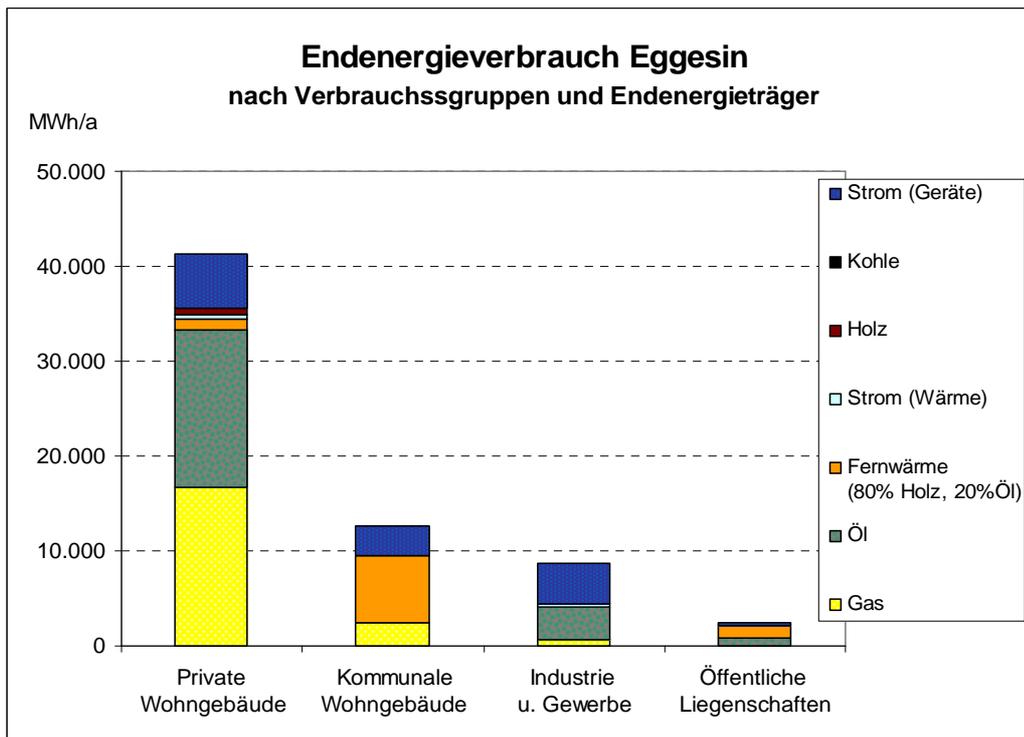
Tabelle 8: Zusammenfassung des Energieverbrauchs in Eggesin



Die folgenden zwei Grafiken visualisieren die Ergebnisse:



Grafik 17: Verteilung der genutzten Energieträger in Eggesin (2005)



Grafik 18: Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen von Eggesin, abhängig von Energieträger und Sektor

Die Grafik 18 verdeutlicht, dass der private Wohngebäudesektor als größter Energieverbraucher identifiziert werden kann. Es wird angemerkt, dass der auftretende Erzeugungs- und Leitungsverlust der kommunalen Fernwärmeversorgung ebenso wie der öffentlichen Beleuchtung nicht in die Energiebilanz einbezogen worden ist.



## 8 Energieeinsparpotential – Das virtuelle Kraftwerk



Abb. 17: Energieeinsparkraftwerk von Eggesin

Das gesamte Energieeinsparpotenzial ist in der oberen Grafik zusammengefasst. Die Grafik verbildlicht das hohe Einsparpotenzial der privaten Haushalte mit über 2.700 MWh/a (Wärmeenergie und Strom privater Wohngebäude), gefolgt vom potentiellen Einsparpotenzial der Industrie von 650 MWh/a. Aufgrund der bereits durchgeführten Maßnahmen bieten die kommunalen Gebäude (Wohn- und öffentliche Gebäude) das geringste Einsparpotenzial.

Die Module und Ansätze des Kraftwerks setzen sich folgendermaßen zusammen:

Nr.	Module	Einsparanteil	MWh/a
1	Hilfsenergie in kommunalen Wohngebäuden	10%	5
2	Stromhaushalt kommunaler Wohngebäude	2%	60
3	Wärmeverbrauch kommunaler Wohngebäude	5%	360
4	Stromhaushalt privater Gebäude	3%	200
5	Wärmeenergie privater Gebäude	7%	2.400
6	Industrie Strom	10%	330
7	Industrie Wärmeenergie	10%	320
8	Strom öffentlicher Gebäude	20%	50
9	Wärme öffentlicher Gebäude	6%	140



Nr.	Ansatz
1	Energieeffiziente Pumpen im Austauschfall
2	Energieeffizientes Verhalten, Ausstattung, Verringerung von Stand-by Verlusten
3	Gebäuderückbau und energieeffiziente Maßnahmen
4	Energieeffizientes Verhalten, Ausstattung, Reduzierung der Stand-by Verluste
5	3 % der Gebäude werden komplett saniert (thermische Hülle) innerhalb der nächsten 10 Jahre, 20 % werden teilweise saniert – detailliertes Vorgehen siehe unten
6	Energieeffiziente Maschinen im Austauschfall und Beleuchtung
7	Fortlaufende Ergänzung der Wärmedämmung (Hanning-Werke und Instrutec)
8	Reduzierung des Stromverbrauches nach Kennwerten (Umzüge, Beleuchtung)
9	Reduzierung des Wärmeverbrauches nach Kennwerten (führt zu energieeffizienteren Gebäuden)

Tabelle 9: Module und Ansätze des Eggesiner Einsparkraftwerks

### 8.1 Ansätze zum Energieeinsparen in privaten Wohngebäuden

Die folgenden Ansätze wurden verwendet, um das Energieeinsparpotential zu berechnen:

Renovierung Reduzierung verglichen mit Unsanieren	keine	teilweise	komplett	keine	teilweise	komplett
		- 20%	- 50%		- 20%	- 50%
Alter / Gebäudetyp	Einfamilienhaus			Zweifamilienhaus		
- 1918	306	229	153	282	212	141
1919 - 48	329	247	198	294	221	147
1948 - 68	235	176	141	212	159	106
1969 - 81	200	150	120	176	132	88
1982 - 90	206	154	124	188	141	94
1990 - 95	141	106	85	141	106	71
nach 1995	118	88	71	118	88	59
<b>Summe</b>	<b>219</b>	<b>164</b>	<b>127</b>	<b>202</b>	<b>151</b>	<b>101</b>
<b>geschätzte Prozente</b>	30%	55%	15%	30%	55%	15%
<b>Durchschnitt</b>		175			159	

Tabelle 10: Kennzahlen für Ein- und Zweifamilienhäuser abhängig von Baujahr und Sanierungsstand

Renovierung Reduzierung verglichen mit Unsanieren	keine	teilweise	komplett	keine	teilweise	komplett
		- 25%	- 50%		- 25%	- 50%
Alter / Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus 3-6 Wohnungen			Mehrfamilienhaus 7-12 Wohnungen		
- 1918	224	168	112	229	172	115
1919 - 48	253	190	152	194	146	97
1948 - 68	212	159	127	188	141	94
1969 - 81	176	132	106	165	124	82
1982 - 90	194	146	116	176	132	88
1990 - 95	129	97	78	118	88	59
nach 1995	118	88	71			
<b>Summe</b>	<b>187</b>	<b>140</b>	<b>109</b>	<b>178</b>	<b>134</b>	<b>89</b>
<b>geschätzte Prozente</b>	30%	45%	25%	30%	45%	25%
<b>Durchschnitt</b>		146			136	

Tabelle 11: Kennzahlen für Mehrfamilienhäuser abhängig vom Baujahr, Sanierungsstand

Im Vergleich zu den angegebenen Kennzahlen im Abschnitt 4.2.3 wurde ein Sinken der Endenergieverbräuche der privaten Wohngebäude wie in der folgenden Tabelle angenommen:



Gebäudetyp	Realer Durchschnittswert	Festgesetzter Durchschnittswert	Reduzierung
Einfamilienhaus	183 kWh/m <sup>2</sup> a	175 kWh/m <sup>2</sup> a	4 %
Zweifamilienhaus	171 kWh/m <sup>2</sup> a	159 kWh/m <sup>2</sup> a	7 %
Mehrfamilienhaus 3-6 Wohnungen	160 kWh/m <sup>2</sup> a	146 kWh/m <sup>2</sup> a	9 %
Mehrfamilienhaus 7-12 Wohnungen	152 kWh/m <sup>2</sup> a	136 kWh/m <sup>2</sup> a	10 %

Tabelle 12: Vergleich des realen mit dem festgelegten Durchschnittswert im Endenergieverbrauch von privaten Wohngebäuden in Eggesin

Die relativen Veränderungen der Durchschnittswerte des Endenergieverbrauchs von privaten Wohngebäuden belaufen sich auf 4-10 %. Diese Reduzierung erscheint nicht sonderlich ambitioniert – ist aufgrund der spezifischen Eggesiner Umstände jedoch realistisch.

## 9 Zusammenfassung

Die Stadt Eggesin liegt im Nordosten Deutschlands und ist mit den dort vorherrschenden Infrastrukturproblemen einer dünn besiedelten Region konfrontiert. Aufgrund der Schließung des Militärstandorts Eggesin 1990 sinkt die Bevölkerungszahl drastisch.

Der Wohngebäudebestand teilt sich in einen großen Anteil an Privateigentum (70 % Ein- und Zweifamilienhäuser) sowie kommunalen Mehrfamilienhäusern auf. Diese Gebäude repräsentieren jedoch nur 50 % des verfügbaren Wohnraums. Die verbleibende Hälfte entfällt auf den kommunalen Wohngebäudebestand.

Während der kommunale Gebäudebestand innerhalb der vergangenen 15 Jahre weitestgehend saniert wurde, stellt sich der Sanierungsstand der Privatgebäude sehr heterogen dar. Generell ist im privaten Bestand von einem geringeren Sanierungsstandard als im kommunalen Gebäudebestand auszugehen.

Aus diesem Grund liegt das höchste Energieeinsparpotenzial im privaten Gebäudesektor. Aufgrund der finanziellen Situation vieler Eigentümer ist in diesem Bereich nicht von einer schnell steigenden Sanierungsaktivität auszugehen.

Der industrielle Gebäudesektor ist aufgrund zahlreicher Firmenschließungen in den 1990er Jahren nicht groß. Die bestehenden Unternehmen verfügen jedoch über Energieeinsparpotenziale. Einsparungen können vor allem durch die thermische Sanierung der Gebäudehülle sowie bei energieeffizienter Erneuerung der Produktionsanlagen und der technischen Ausstattung (z.B. Beleuchtung) erreicht werden.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass sich langfristig erzielbare Einsparungen von jährlich rund 4.000 MWh/a oder 1.600 t CO<sub>2</sub> erzielen lassen. Dies entspricht einer Minderung um 7 % gegenüber dem Ist-Zustand.