

# **Konzeptstudie nachhaltige Energieversorgung Salina-Raurica**

Fachhochschule Nordwestschweiz – Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik  
Institut Energie am Bau  
St. Jakobs-Strasse 84, CH-4132 Muttenz

Armin Binz

Prof., dipl. Arch. ETH/SIA, Leiter des Instituts Energie am Bau - FHNW

Ralf Dott

Dipl.-Ing. TH, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut Energie am Bau - FHNW

Werner Müller

dipl. Arch. ETH, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut Energie am Bau - FHNW

Fabio Pesavento

dipl. Bauing. FHNW, Assistent, Institut Energie am Bau - FHNW

Fon +41 61 467 45 45

Fax +41 61 467 45 43

E-Mail [iebau.habg@fhnw.ch](mailto:iebau.habg@fhnw.ch)

Internet <http://www.fhnw.ch>

Im Auftrag von:

Kanton Basel-Landschaft – Amt für Umweltschutz und Energie

Rheinstrasse 29, CH-4410 Liestal

Elektra Baselland

Mühlemattstrasse 6, CH-4410 Liestal

Muttenz, März 2008

# Konzeptstudie nachhaltige Energieversorgung Salina-Raurica

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>Teil 1 Zusammenfassung und Empfehlungen</b>	<b>5</b>
<b>Teil 2 Grundlagenbericht</b>	<b>23</b>
<b>Teil 3 Dokumentation realisierter Vorbilder</b>	<b>67</b>



# Konzeptstudie nachhaltige Energieversorgung Salina-Raurica

## Teil 1 Zusammenfassung und Empfehlungen

# Teil 1 Zusammenfassung und Empfehlungen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1	Auftrag	7
1.2	Zusammenfassung Konzeptstudie Nachhaltige Energieversorgung Salina-Raurica	7
<b>2</b>	<b>Vorschriften für Salina-Raurica als Pilotprojekt der 2000-Watt-Gesellschaft</b>	<b>10</b>
2.1	Energiebedarf/Gebäudestandard	10
2.2	Energieversorgung	11
<b>3</b>	<b>Debatte und Beschlüsse im Landrat zum Richtplan Salina-Raurica</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Anhang Teil 1</b>	<b>15</b>
5.1	MINERGIE® - MINERGIE-P®	16
5.2	Gebäudestandards und Stufen der Energieumwandlung	17
5.3	Entwicklung der Gebäudestandards, umgerechnet auf MJ/m <sup>2</sup> a	18
5.4	Potentiale Abwärme, Fernwärme und regenerative Energiequellen	19
5.5	Potentiale für zentrale Wärmeversorgung	20
5.6	Gebäudebeispiele	21

# 1 Einleitung

## 1.1 Auftrag

Im Hinblick auf den in 2007/2008 vom Landrat beratenen Richtplan Salina-Raurica und den Erlass der nachfolgenden Quartierplanungen soll untersucht werden, was es bedeutet Salina-Raurica als Pilotprojekt der 2000-Watt-Gesellschaft zu realisieren. Die Studie soll aufzeigen, wie das Planungsgebiet erschlossen, überbaut und mit Energie versorgt werden kann, um die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft zu erreichen. Dabei sollen Vorschläge für Sonderbauvorschriften zu jedem Baufeld formuliert werden, wie Baustandard, Anschlusspflicht für leitungsgebundene Energien. Der Bericht soll auch als Grundlage für eine Populärfassung der Studienergebnisse dienen können. Eine Dokumentation realisierter Beispiele vervollständigt die Ergebnisse.

## 1.2 Zusammenfassung Konzeptstudie Nachhaltige Energieversorgung Salina-Raurica

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft strebt im globalen Rahmen einen langfristig nachhaltigen Energieverbrauch für die Schweiz an. Massgebende Kenngrösse ist dabei die Primärenergie, die pro Person nicht mehr als 2000 Watt betragen soll, mit einem fossilen Anteil von höchstens 500 Watt.

Heute übersteigen der durchschnittliche Primärenergiebedarf das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft drei mal und der durchschnittliche fossile Primärenergiebedarf gar acht mal, und selbst die aktuellen Neubauvorschriften liegen etwa vier mal höher.

Die detaillierte Untersuchung Koschenz, Pfeiffer, „Potenzial Wohngebäude“ betrachtet die Lebensdauer der Gebäude und leitet daraus ein Umsetzungsszenario für Neubauten und Sanierungen ab. Dabei erfüllt jeder Neubau ab sofort MINERGIE-P<sup>®</sup> Standard und ab 2030 einen erweiterten Standard (Wärmebedarf Heizung um 2/3 reduziert gegenüber MINERGIE-P<sup>®</sup>). Jede Vollsanierung erfüllt ab sofort den MINERGIE<sup>®</sup> Standard, bei Teilsanierungen wird die konventionelle Wärmeerzeugung in 20% der Fälle durch eine Wärmepumpe ersetzt.

Die Studie Salina-Raurica greift die Strategie des Umsetzungsszenarios für alle Bauten entsprechend dem Ansatz in Koschenz, Pfeiffer, „Potenzial Wohngebäude“ auf. Neue Wohnbauten sollen daher den MINERGIE-P<sup>®</sup> Standard erfüllen. Des weiteren sollen die vorgeschlagenen Anforderungen für Salina-Raurica dem Anspruch der 2000-Watt-Gesellschaft gerecht werden, namentlich mit einer möglichst vollständigen Deckung des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energiequellen und lokal verfügbaren Abwärmen.

Die Studie fordert einen hohen Anteil MINERGIE-P<sup>®</sup> Bauten (44% der Energiebezugsfläche), damit die vorhandenen Abwärmen und die Umweltwärme für die Versorgung eines möglichst grossen Teils des Planungssperimeters ausreichen. Weil fast ausschliesslich Neubauten erstellt werden und teilweise grosse kompakte Dienstleistungs- und Gewerbebauten geplant sind, ist die Anforderung gerechtfertigt und erfüllbar.

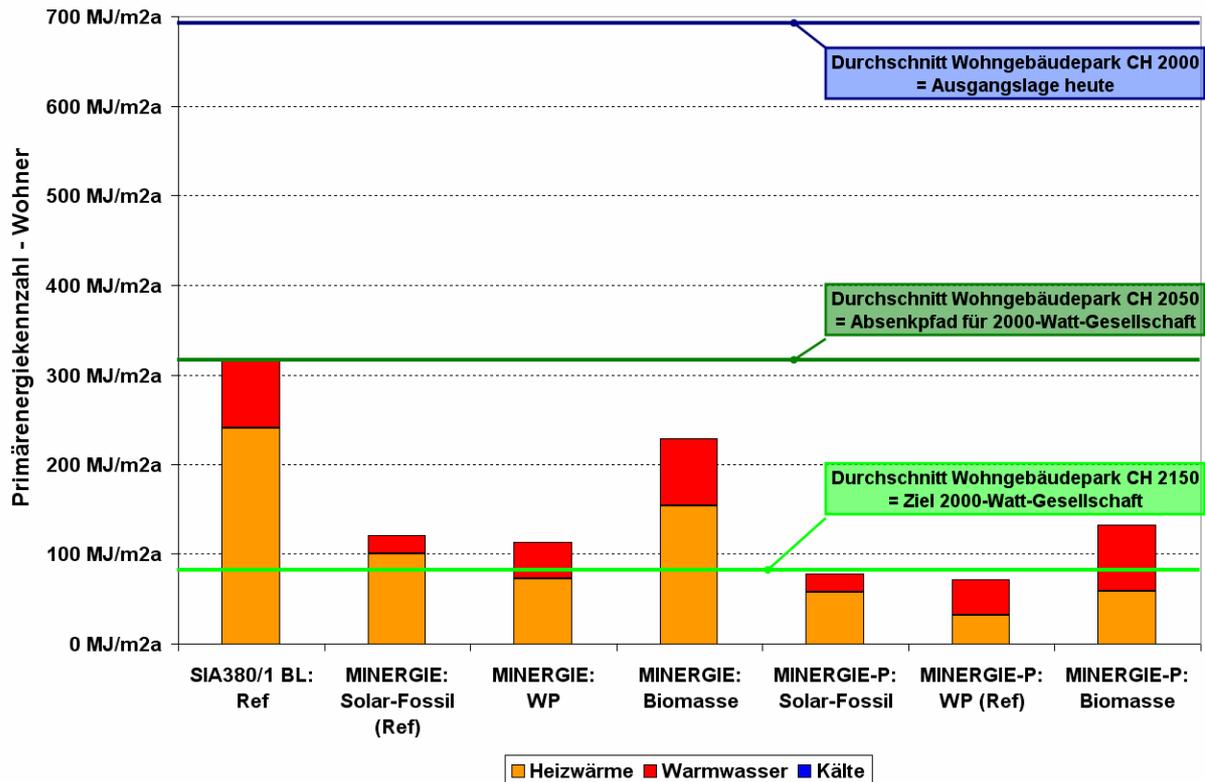


Abbildung 1 Primärenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Abbildung 1 zeigt die Energiekennzahl Primärenergie für Wohnbauten in Abhängigkeit von Baustandard und Wärmeversorgung. Der Durchschnitt des Wohngebäudeparks der Schweiz weist im Jahr 2000 einen Primärenergiebedarf von 692 MJ/m<sup>2</sup>a auf, der aktuelle Neubaustandard SIA 380/1BL liegt bei 316 MJ/m<sup>2</sup>a, entsprechend dem für 2050 erforderlichen Durchschnitt für den gesamten Gebäudepark gemäss Umsetzungsszenario Koschenz, Pfeiffer. Um den langsamen Prozess der Sanierungen auszugleichen müssen Neubauten wesentlich höhere Ansprüche erfüllen. Der Zielwert der 2000-Watt-Gesellschaft für den Gebäudebestand insgesamt liegt bei 84 MJ/m<sup>2</sup>a Primärenergiebedarf, also acht Mal tiefer als der heutige Bestandesdurchschnitt.

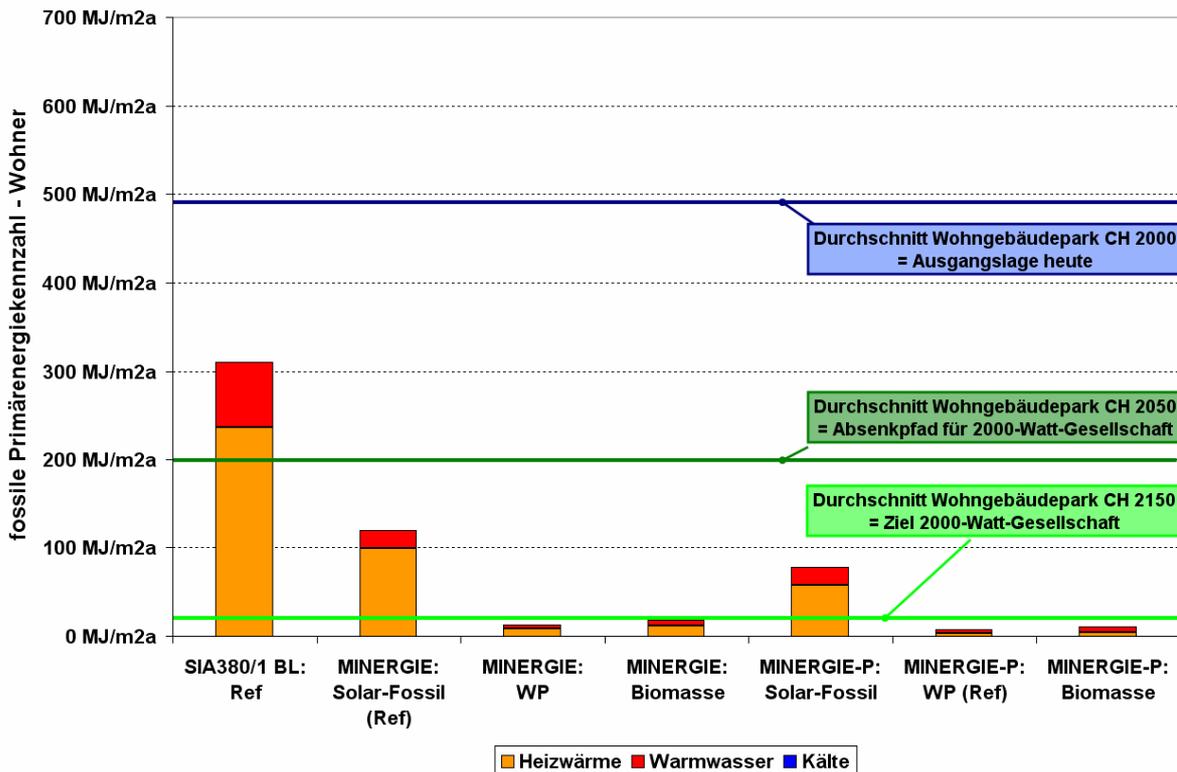


Abbildung 2: fossile Primärenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Abbildung 2 zeigt analog die fossile Primärenergiekennzahl. Gegenüber dem Durchschnitt der Schweizer Wohnbauten im Jahr 2000 von  $488 \text{ MJ/m}^2\text{a}$  liegen die Zielwerte für 2050 und 2150 bei  $199 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ , beziehungsweise bei  $20 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ .

Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft werden im Gebäudebereich am ehesten erreicht, wenn die Bauten hochwärmegedämmt sind (MINERGIE-P® Standard) und die Energieversorgung auf regenerativen Energiequellen (Sonne, Biomasse, Umgebungswärme) basiert. Der wichtigste Bewertungsmaßstab ist in erster Linie der fossile Primärenergiebedarf und in zweiter Linie der gesamte Primärenergiebedarf. Heute sind bereits genügend Beispiele realisiert, die zeigen dass die anspruchsvolle Reduktion der fossilen Primärenergie (um Faktor 25 gegenüber dem heutigen Durchschnittsbestand) erfüllt werden kann.

Damit der gesamte Gebäudepark das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft erreicht, müssen zum einen die bestehenden Bauten möglichst weit an das erforderliche Niveau herangeführt werden und zum anderen die Neubauten den erforderlichen Durchschnitt deutlich unterbieten. Dabei führt nur eine Kombination aus Verbesserungen an der Gebäudehülle und effizienteren Techniken unter Verwendung von regenerativen Energien zum Ziel.

Unter Berücksichtigung der Lebensdauer von Gebäuden und Anlagentechnik kann der fossile Primärenergiebedarf mit effizienter Anlagentechnik kurzfristig deutlich gesenkt werden. Die Wahl der Gebäudehülle wirkt sich jedoch wesentlich länger auf den Primärenergiebedarf aus und birgt die Gefahr zum wesentlich grösseren Erneuerungshindernis von morgen zu werden, wenn sie heute nicht nach höchstem Standard ausgeführt wird.

## 2 Vorschriften für Salina-Raurica als Pilotprojekt der 2000-Watt-Gesellschaft

Salina-Raurica soll ein Pilotprojekt der 2000-Watt-Gesellschaft werden und dokumentieren, wie deren Ziele erreicht werden können.

Die 2000-Watt-Gesellschaft betrifft alle Lebensbereiche. Wohnen und Arbeiten beanspruchen gegen 1/3 des schweizerischen Energieverbrauchs und spielen sich in Gebäuden ab. Der Energieanteil für den Verkehr von rund einem Drittel unterstreicht die Bedeutung der Verkehrsplanung. Obwohl gerade auch die Verkehrserschliessung und ein gutes Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln entscheidend zum Erreichen der 2000-Watt-Ziele beitragen und im Rahmen der Quartierplanung optimiert werden, beschränkt sich dieser Bericht auf die Gebäudestandards und die Energieversorgung. Gestützt auf die Berechnungen werden die folgenden Vorschriften vorgeschlagen, die sich in die zwei Bereiche Energiebedarf/ Gebäudestandard und Energieversorgung gliedern.

### 2.1 Energiebedarf/Gebäudestandard

**Wohnbauten: entsprechend MINERGIE-P<sup>®</sup> Standard, alle übrigen Bauten: entsprechend MINERGIE<sup>®</sup> Standard**, oder mit vergleichbarem Energiebedarf, wo das Label aus nutzungsspezifischen Gründen nicht möglich oder sinnvoll ist (begründete Ausnahmen, z.B. grossflächige Garagen mit grossen Toren).

Hauptargument für Bauten entsprechend diesem Standard ist der erhöhte Arbeitsplatzkomfort mit angenehmem Raumklima. Überdies weisen gerade grossvolumige Dienstleistungs- und Bürobauten mit ihren Oberflächen/Volumen-Verhältnissen günstige Voraussetzungen für MINERGIE<sup>®</sup> und MINERGIE-P<sup>®</sup> auf. Bei grossem Glasflächenanteil ist allerdings dem sommerlichen Wärmeschutz ohne aktive Klimatisierung besondere Aufmerksamkeit zu schenken, weil sonst der Strombedarf im Sommer den Heizenergiebedarf im Winter schnell übersteigen kann. Moderne Gebäudekonzepte vermögen heute bereits den MINERGIE-P<sup>®</sup> Standard zu übertreffen, respektive dessen Energiebedarf zu unterschreiten. Als Beispiel möge das EAWAG-Gebäude in Dübendorf dienen (vgl. Teil 3). Aufgrund der hohen Energiekosten ist anzunehmen, dass einzelne Bauherren freiwillig einen höheren Standard realisieren werden, was teilweise mit Fördermitteln unterstützt wird.

MINERGIE<sup>®</sup> und MINERGIE-P<sup>®</sup> sind anerkannte und gut eingeführte Gebäudestandards, und werden mit einem Zertifikat bestätigt. Alle Kantone tragen den privatrechtlichen Verein MINERGIE<sup>®</sup>, der sich um Kontrollen und Weiterentwicklung der Projektanforderungen kümmert. Wenn nun in den Quartierplänen die Anforderungen gemäss diesem Standard verbindlich erklärt werden, ist auch sichergestellt, dass die Vorschriften über die lange Realisierungszeit des Grossvorhabens Salina-Raurica kontinuierlich aktualisiert und weiterentwickelt werden, so dass auch künftige Bauten den erhöhten Anforderungen im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft gerecht werden. Mit dem MINERGIE<sup>®</sup> Zertifikat kann die Einhaltung des Standards einfach nachgewiesen werden.

## 2.2 Energieversorgung

Die Abwärmepotentiale und erneuerbare Energien im Planungsgebiet sind zu erschliessen und soweit wirtschaftlich zumutbar zu nutzen. In den Quartierplänen ist eine Anschlussverpflichtung an die aufzubauende Versorgungs- und Verteilinfrastruktur zu verankern.

	Bebauungsplan-Gebiete								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
<b>Thermische Energieversorgung</b>									
Anschlusspflicht Wärmeverbund Grüssen: ARA mit Wärmepumpe			x	x	x	x	x		
Anschlusspflicht Wärmeverbund Grüssen: Ergänzung Holzsnitzel					(x)	(x)	(x)		(x)
Nutzungsmöglichkeit Abwärme aus benachbarten Chemiebetrieben prüfen								(x)	(x)
Anschlusspflicht Wärmeverbund Längiquartier (Option Geothermie- Projekt) prüfen			(x)	(x)					
Anschlussmöglichkeit Wärmeverbund Längi (Ausbau BHKW) prüfen		(x)	(x)	(x)					
Individuelle dezentrale Nutzung erneuerbarer Energien: (Rhein- wasser, Kanalabwärme, Solar, Holz)	◇	◇						◇	◇

x = Anschlusspflicht verbindlich; (x) = evtl. Anschlusspflicht gem. Energiekonzept; ◇ = dezentral möglich

Das Energiepotenzial im gereinigten Abwasser der zentral gelegenen ARA Rhein ist enorm und soll weitestgehend genutzt werden in den angrenzenden Bebauungsgebieten des Grossprojektes Salina-Raurica. Zu diesem Zweck ist eine Nahwärmeversorgung aufzubauen und in den Quartierplänen für die Bebauungsgebiete M3, M4, M5, M6 und M7 eine Anschlusspflicht zu verankern (Siehe Abb. 3). Es besteht überdies eine Platzreserve auf dem ARA-Areal für eine grössere Holzheizung, die den Bedarf an erneuerbarer Energie zusätzlich abdecken kann. Kälteerzeugung durch Absorptionstechnik ist denkbar, setzt aber höhere Temperaturen voraus.

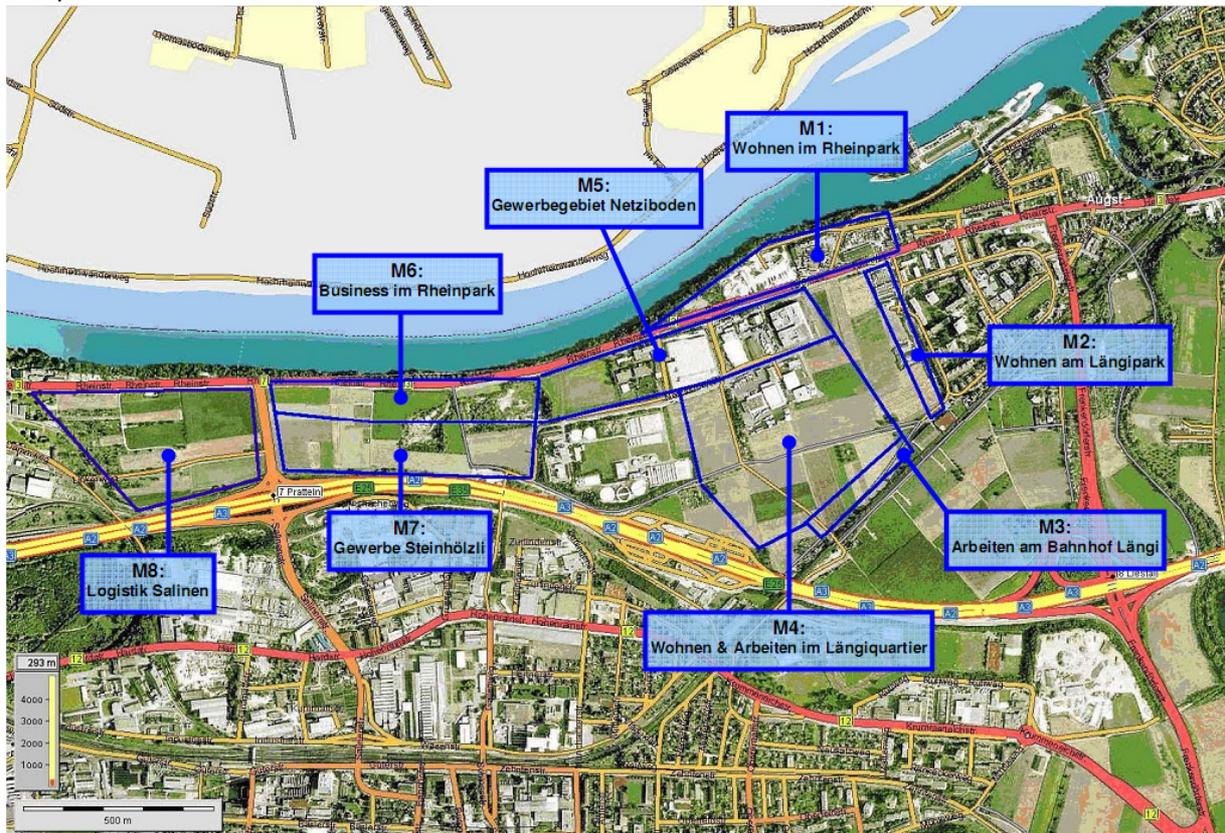


Abbildung 3: Salina-Raurica – Luftbild 2004 mit Darstellung der Module gemäss Entwicklungsplan. M8 gemäss laufendem Quartierplanverfahren (umfasst die ursprünglichen Module M8 und M9).

Die Bebauungsgebiete M1, M2 und M8 liegen weiter entfernt von der zentralen ARA und weisen eine unterdurchschnittliche Wärmedichte auf. Daher könnte für diese Gebiete auf die Anschlusspflicht verzichtet werden.

Für jedes dieser Gebiete soll jedoch ein Energiekonzept mit alternativen Versorgungsvarianten erarbeitet werden, auf dessen Basis die Energienutzung und -versorgung im Quartierplan, oder allenfalls im Baubewilligungsverfahren festgelegt wird.

Es kommen die folgenden Optionen in Betracht:

- Anschluss und Versorgung ab benachbarten Zentralen und Netzen (Chemie im Westen oder Längi im Osten)
- dezentrale Nutzung erneuerbarer Energien
- Versorgung mit Rheinwasser zur dezentralen Nutzung mit Wärmepumpen

Zwischen der Chemie im Westen von Salina-Raurica und der ARA besteht ein begehrter Medienkanal. Eine Verbindung der Gebiete über eine Wärme/Kälteleitung in diesem Kanal, zum Austausch erneuerbarer Energie oder Abwärme zwischen verschiedenen Gebieten, ist im Vorfeld der Quartierplanverfahren technisch abzuklären und in ökonomischer Hinsicht zu prüfen: Redundanz-, Ausgleichsfunktion und Versorgungssicherheit. Je nach Ergebnis kann sich eine Versorgungsvariante eröffnen, die ebenfalls eine Anschlussverpflichtung für die zu versorgenden Teilgebiete erfordert.

### 3 **Debatte und Beschlüsse im Landrat zum Richtplan Salina-Raurica**

Der Landrat hat in seiner Sitzung vom 20. September 2007 ausführlich und engagiert über die Richtplanvorlage Salina-Raurica debattiert; dabei bildeten die Themen Energie und Verkehr den Schwerpunkt der Diskussion:

In den kommenden 20 Jahren sollen 8'000 Arbeitsplätze und Wohnungen für 1'600 Einwohner/innen geschaffen werden in einem attraktiven, nachhaltigen Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsgebiet, gleichsam als Leuchtturm für die Region.

Das Projekt wird in allen Belangen zur nachhaltigen Entwicklung des Kantons beitragen.

Schliesslich hat der Landrat folgende Beschlüsse gefasst:

**Objektblatt Siedlung – Arbeitsgebiete: Der Energieverbrauch wird insbesondere durch energieeffiziente Bauweise und Einsatz von erneuerbaren Energien minimiert.**

Auf die Festlegung eines bestimmten Gebäudestandards wurde verzichtet.

**Objektblatt Siedlung – Wohngebiete: Neue Wohnbauten müssen den MINERGIE-P<sup>®</sup> Standard erfüllen, Neubauten anderer Gebäudekategorien den MINERGIE<sup>®</sup> Standard.**

Damit hat der Landrat einen entscheidenden Schritt in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft gemacht und als Gesetzgeber der überragenden Bedeutung des tiefen Energieverbrauchs für eine nachhaltige und zukunftsfähige Bauweise Rechnung getragen. Er hat für die folgenden Planungsschritte anspruchsvolle und klare Vorgaben formuliert.

Die abschliessende und definitive Beschlussfassung im Landrat ist noch ausstehend.

## 4 Schlussfolgerungen

Aktuelle Forschungsergebnisse messen der Versorgungssicherheit und der Verknappung fossiler Energien (Peak Oil) noch grössere Bedeutung zu als der drohenden Klimaerwärmung. Dr. Peter Richner, Leiter des Departementes Bau und Ingenieurwesen der Forschungsanstalt EMPA kommt in seinem Artikel (NZZ vom 5.10.07) zum Schluss, dass es uns im Hinblick auf unsere totale Importabhängigkeit (unser Energieverbrauch basiert zu 68% auf Erdöl und Erdgas) und die Abschwächung der Folgen des globalen Verteilungskampfes endlich gelingen muss, in den nächsten Jahren nur noch Neubauten und Sanierungen mit Heiz- und Kühlsystemen auf der Basis erneuerbarer Energien zu realisieren.

In diesem Sinne und weil insbesondere für Neubauten die Technologien zur Verfügung stehen, empfehlen wir über die Minimalanforderungen des Richtplanes Salina-Raurica hinaus auch im Bereich der Arbeitsflächen einen möglichst grossen Anteil MINERGIE-P® Bauten zu realisieren und so eine weitgehende Versorgung mit Abwärme und erneuerbaren Energien zu erreichen. Die dadurch erreichte hohe energetische Unabhängigkeit der Bauten des Gebietes Salina-Raurica dürfte deren Wert und Attraktivität langfristig erhöhen und dazu beitragen, dass die Ziele, die mit der Entwicklung dieses Gebietes verfolgt werden, besser erreicht werden können. Dies gilt in erster Linie für die Gebiete M3 mit sehr kompakten Bauten mit hohem Dienstleistungsanteil, die Dienstleistungs- und Gewerbebauten im Gebiet M4 mit hoher Bebauungsdichte sowie Dienstleistungs-, Gewerbe- und Verkaufsflächen im Gebiet M5 sowie die Businessbauten M6.

Diese Empfehlung geht weiter als der Richtplan gemäss Landratsbeschluss (MINERGIE-P® Standard für Wohnbauten und MINERGIE® Standard für übrige Bauten in Wohngebieten).

Im Sinne der obigen Schlussfolgerungen lauten die Empfehlungen der Verfasser für die Umsetzung in den Quartierplänen zusammenfassend:

1. MINERGIE-P® Standard für Wohnbauten verbindlich;
2. Mindestanforderung für alle anderen Bauten: MINERGIE® Standard; für grossvolumige Büro-, Labor- oder Dienstleistungsbauten MINERGIE-P® Standard dringend empfohlen;
3. Versorgungskonzepte zur Nutzung von Abwärme und erneuerbarer Energien erarbeiten als Grundlage für die Quartierpläne (Anschlussverpflichtung).

## **5 Anhang Teil 1**

<b>5.1</b>	<b>MINERGIE® - MINERGIE-P®</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>Gebäudestandards und Stufen der Energieumwandlung</b>	<b>17</b>
<b>5.3</b>	<b>Entwicklung der Gebäudestandards, umgerechnet auf MJ/m<sup>2</sup>a</b>	<b>18</b>
<b>5.4</b>	<b>Potentiale Abwärme, Fernwärme und regenerative Energiequellen</b>	<b>19</b>
<b>5.5</b>	<b>Potentiale für zentrale Wärmeversorgung</b>	<b>20</b>
<b>5.6</b>	<b>Gebäudebeispiele</b>	<b>21</b>

## 5.1 MINERGIE® - MINERGIE-P®

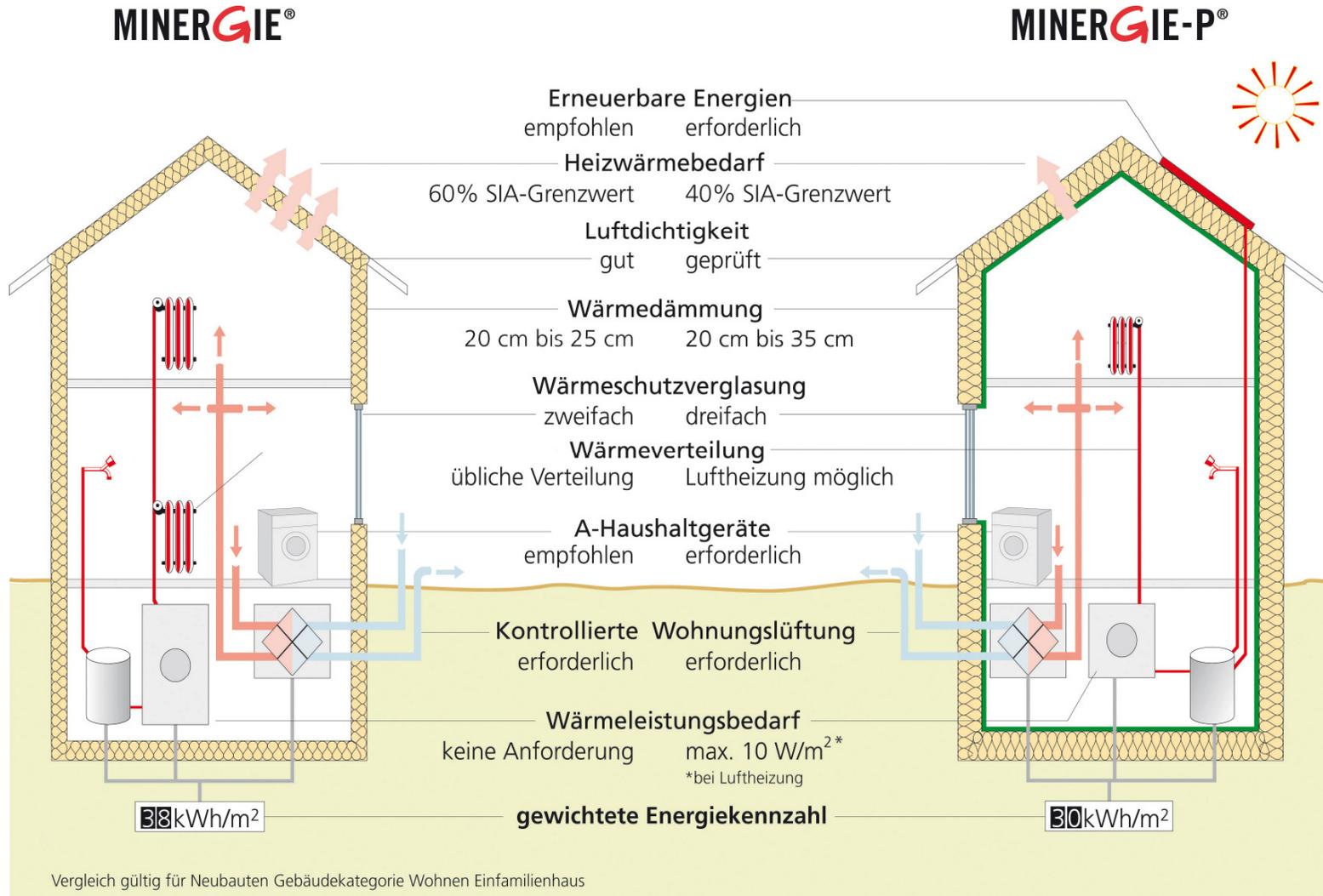


Abbildung 4: Übersicht der Anforderungen für MINERGIE® und MINERGIE-P® Einfamilienhäuser



### 5.3 Entwicklung der Gebäudestandards, umgerechnet auf MJ/m<sup>2</sup>a

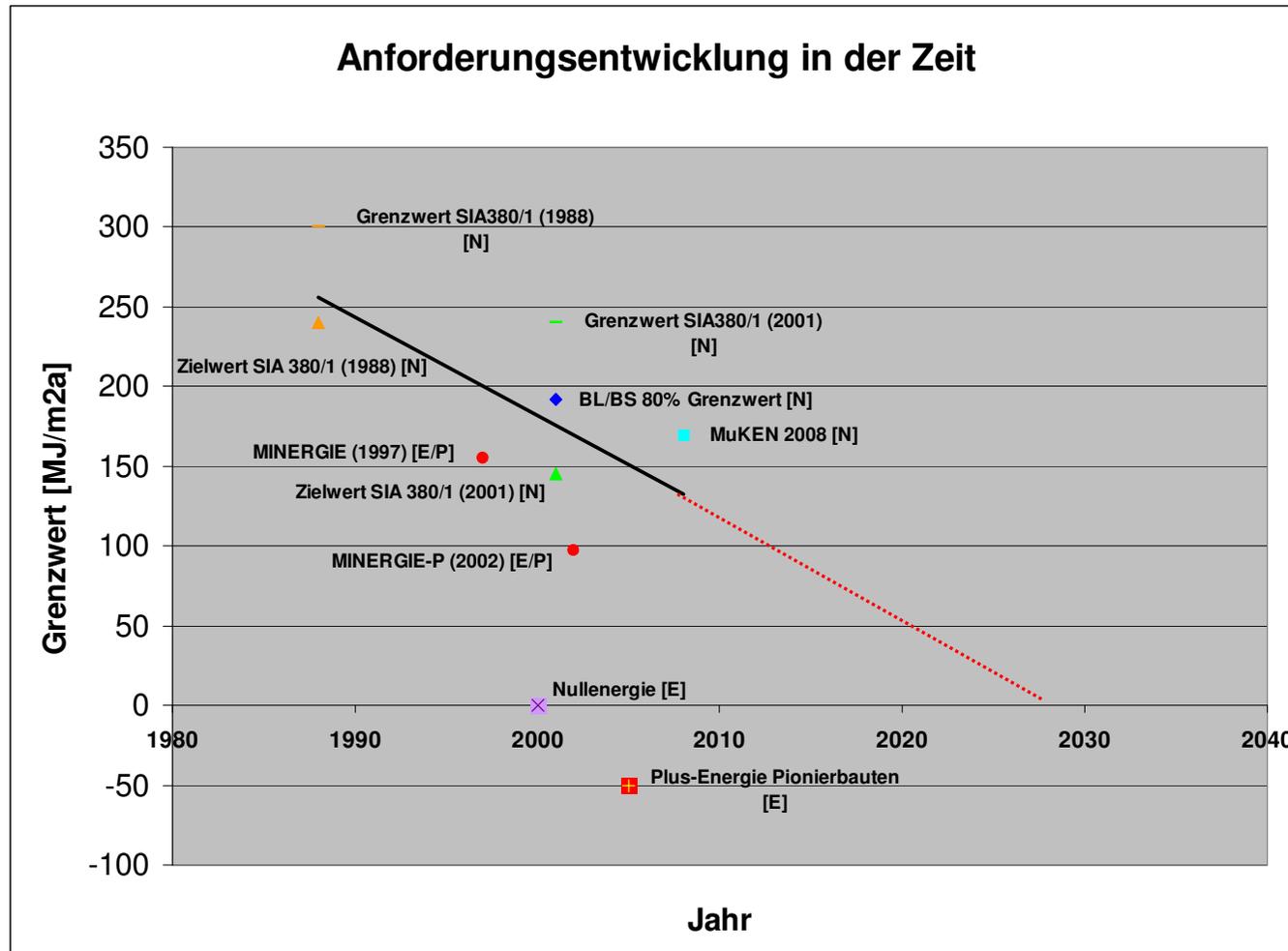


Abbildung 6:

Die Energiebedarfszahlen respektive die Anforderungen oder Vorschriften haben sich in den vergangenen 10 Jahren enorm gewandelt. Die Spanne zwischen den 300 MJ/m<sup>2</sup>a (SIA-Grenzwert bis 2000) und den fortschrittlichen 95 MJ/m<sup>2</sup>a (MINERGIE-P<sup>®</sup> ab 2002) verdeutlichen die rasante Entwicklung Richtung 2000-Watt-Gesellschaft. Heute sind gar Nullenergie- und Plus-Energie-Häuser keine Utopie mehr.

Legende:  
P = Primärenergie  
E = Endenergie  
N = Nutzenergie

## 5.4 Potentiale Abwärme, Fernwärme und regenerative Energiequellen

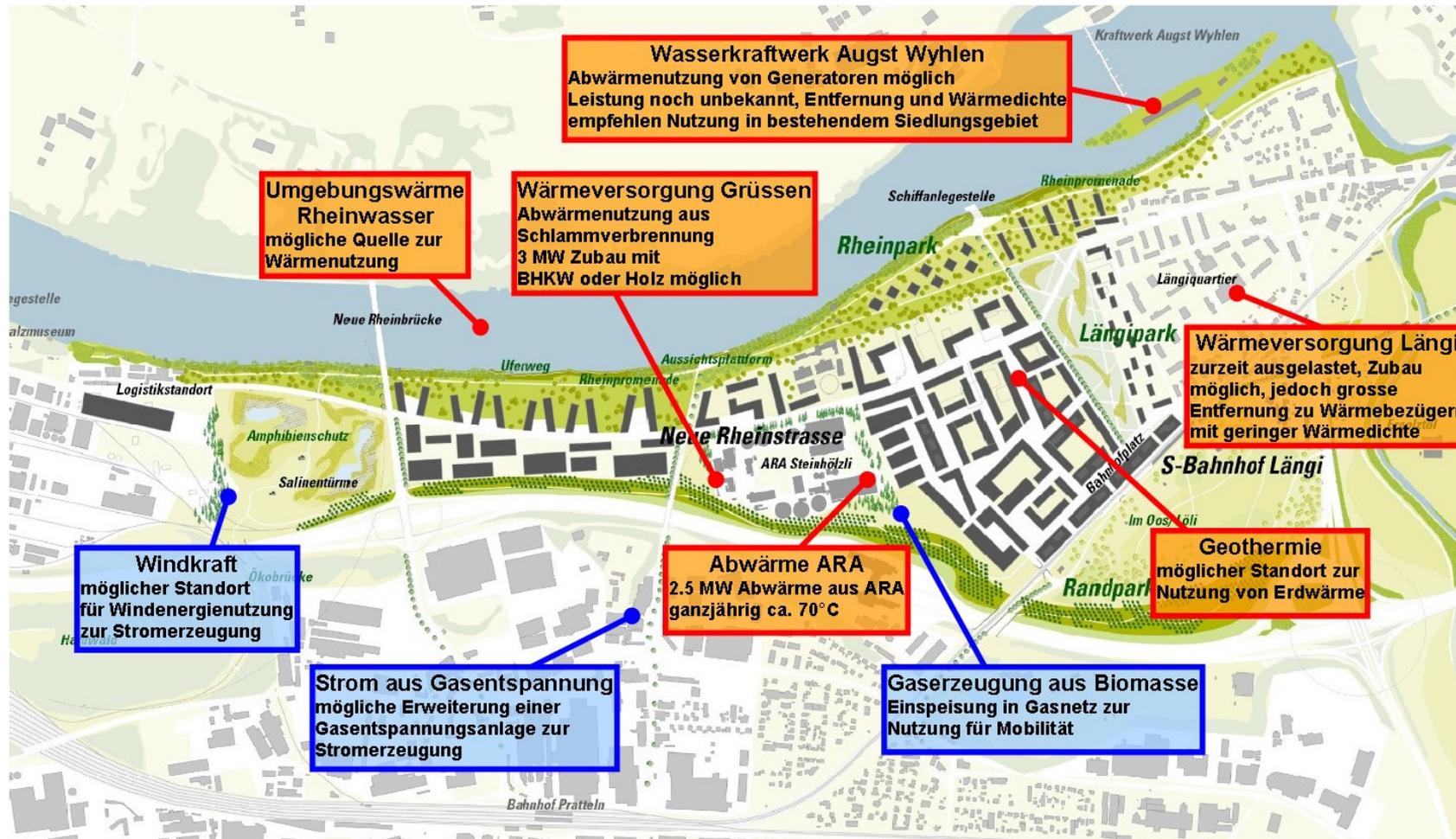


Abbildung 7: Salina-Raurica – Strukturplan mit Darstellung der Potentiale

## 5.5 Potentiale für zentrale Wärmeversorgung

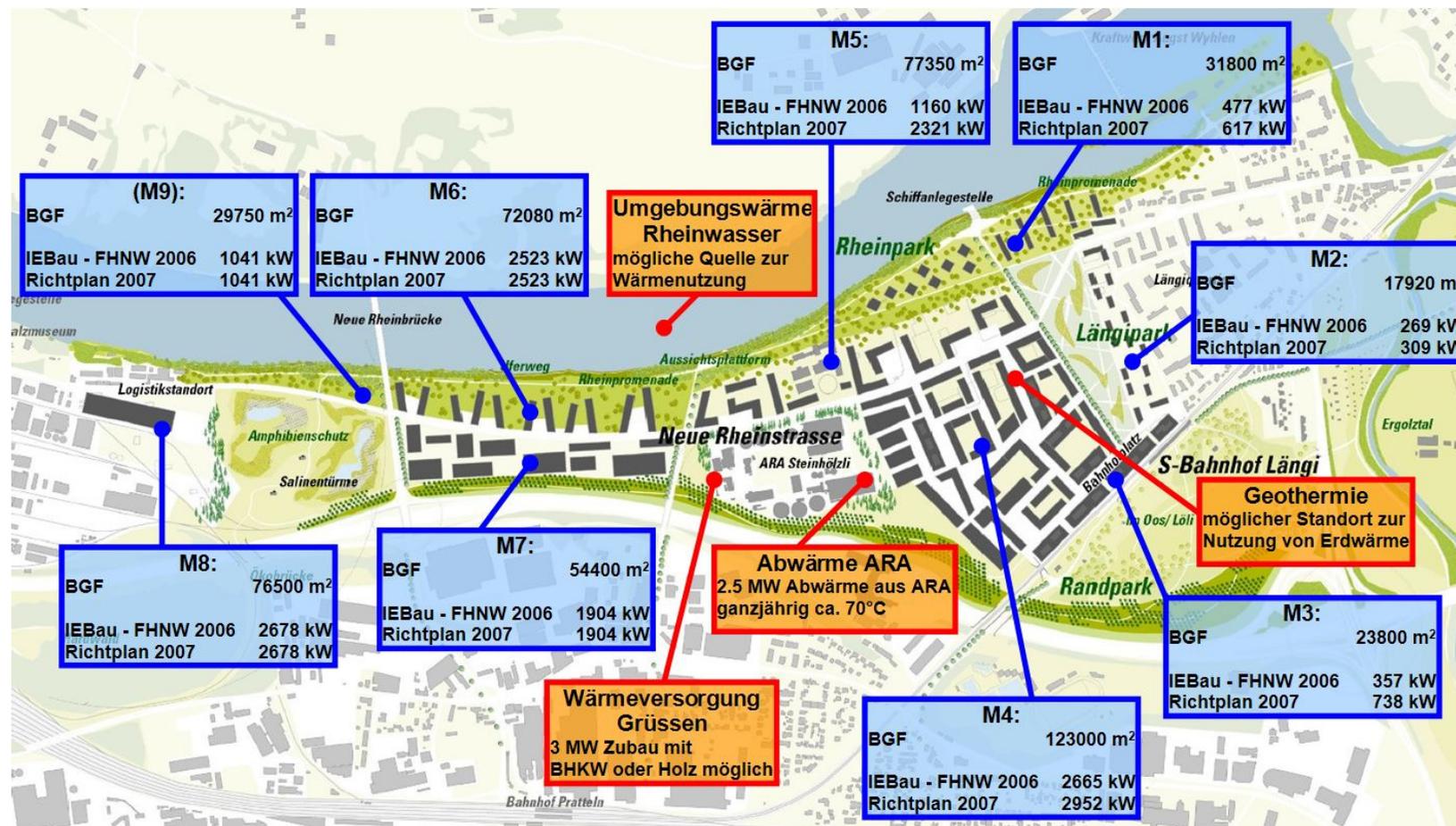


Abbildung 8: Salina-Raurica – sinnvolle Potentiale für zentrale Wärmeversorgung (rot) und Wärmeleistungsbedarf je Modul (blau) für die Varianten „Empfehlung IEBau-FHNW 2006“ und entsprechend dem Richtplan 2007 (Wohnen MINERGIE-P®) zur Beurteilung der Reichweite der dargestellten Wärmequellen

## 5.6 Gebäudebeispiele

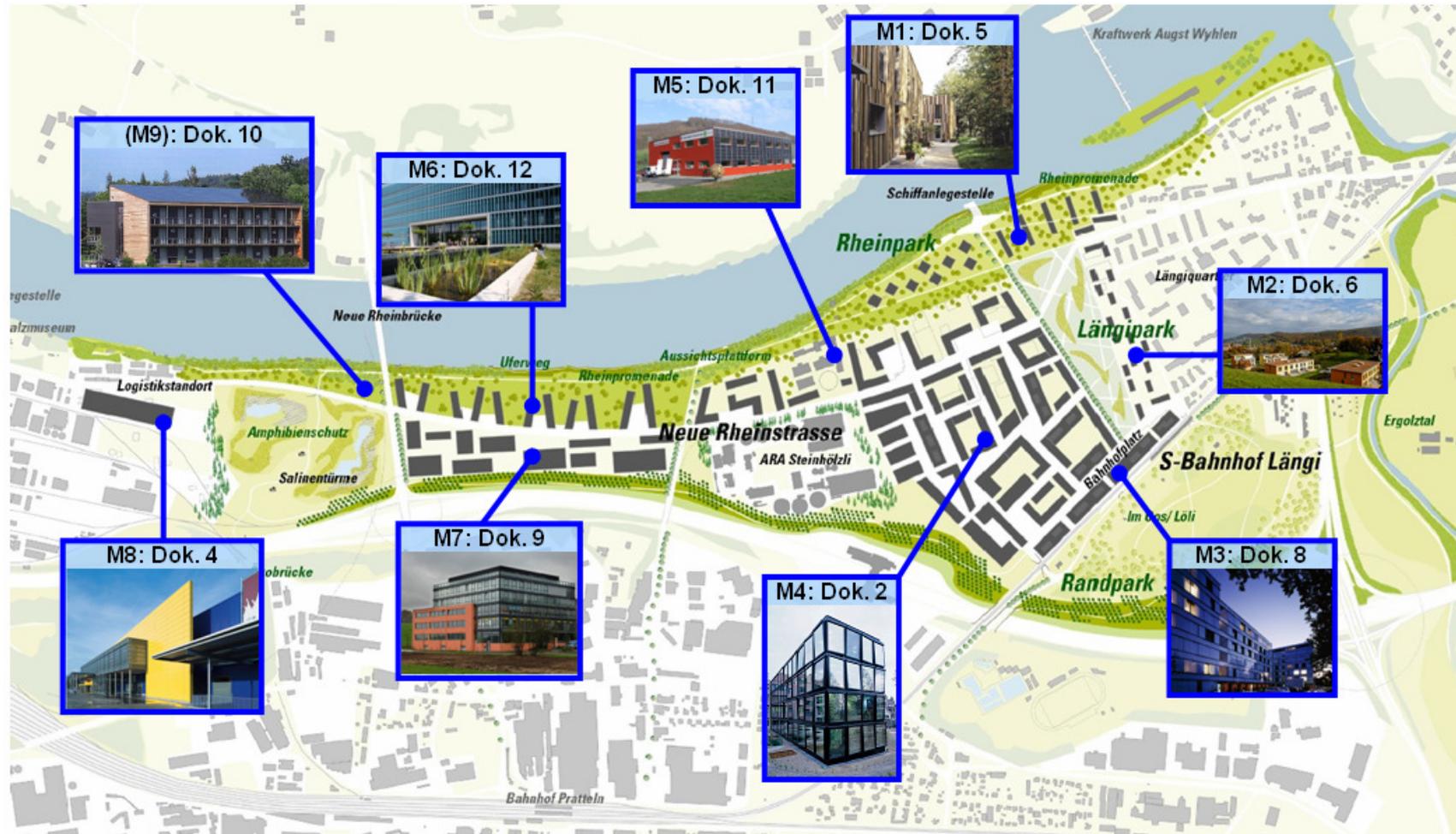


Abbildung 9: Gebäudebeispiele für die verschiedenen Teilgebiete (Details siehe Teil3 des Berichts)



# **Konzeptstudie nachhaltige Energieversorgung Salina-Raurica**

## **Teil 2 Grundlagenbericht**

## Teil 2 Grundlagenbericht

### Inhaltsverzeichnis:

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>Die 2000-Watt-Gesellschaft als Richtschnur</b>	<b>28</b>
2.1	<b>Vision 2000-Watt-Gesellschaft</b>	<b>29</b>
2.1.1	Wir leben auf Kosten kommender Generationen!	29
2.1.2	Die Vision: 2000 Watt – mehr braucht es nicht!	30
2.2	<b>Gebäude für die 2000-Watt-Gesellschaft</b>	<b>33</b>
2.3	<b>Gesellschaft – Konsum, Verkehr</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>34</b>
3.1	<b>Ziel</b>	<b>34</b>
3.2	<b>Faktenlage</b>	<b>34</b>
3.3	<b>Beteiligte</b>	<b>37</b>
3.4	<b>Ressourcen</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>40</b>
4.1	<b>Energiestandards und Versorgungssysteme</b>	<b>40</b>
4.2	<b>Auswirkungen Gebäudestandard</b>	<b>42</b>
4.3	<b>Energieversorgung dezentral</b>	<b>44</b>
4.3.1	Gesamtenergiebedarf Entwicklungsgebiet Salina-Raurica	44
4.3.2	Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft für Wohnbauten	46
4.4	<b>Energieversorgung zentral</b>	<b>49</b>
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>54</b>
5.1	<b>Optimierte Versorgung im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>Anhang Teil 2</b>	<b>57</b>
6.1	<b>Quellen</b>	<b>57</b>
6.2	<b>Definitionen der Baustandards, Versorgungssysteme und Kennzahlen</b>	<b>58</b>
6.3	<b>Energiebedarf des Gebiets Salina-Raurica bei Etappe1</b>	<b>60</b>
6.4	<b>Energiebedarf des Gebiets Salina-Raurica bei Endausbau</b>	<b>61</b>
6.5	<b>Energiekennzahlen Wohnen und Dienstleistung</b>	<b>62</b>

# 1 Einleitung

Am Rhein zwischen Pratteln und Augst (BL) soll vor den Toren Basels ein neuer Stadtteil entstehen, das Entwicklungsgebiet „Salina-Raurica“, das bisher ein typisches Stück Agglomeration darstellt: ohne klare Identität, teilweise landwirtschaftlich genutzt, mit Resten von naturnahen Lebensräumen, von Strassen, Bahngleisen, Kläranlage, Kiesgruben und Gewerbebauten zerstückelt (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1 Salina-Raurica – Luftfoto 1996

Quelle: Amt für Raumplanung Basel-Landschaft

Mit 170 Hektaren ist Salina-Raurica die grösste Siedlungs- und Infrastrukturerweiterung in der Region Basel. Die Fläche umfasst die Römerstadt Augusta Raurica und die Rheinebene zwischen Schweizerhalle und Augst, begrenzt von der Autobahn im Süden und dem Rhein im Norden (siehe Abbildung 2). Das Gebiet gehört zu den Gemeinden Pratteln und Augst und soll über einen Zeitraum von zehn bis zwanzig Jahren als neuer Standort für gehobenes Wohnen, wertschöpfungsintensive Arbeitsplätze, Freizeit, Erholung und Ausstellungslandschaft etabliert und überbaut werden. Das Areal soll einen eigenen Charakter haben, der als Label bis über die Region hinaus wirkt.

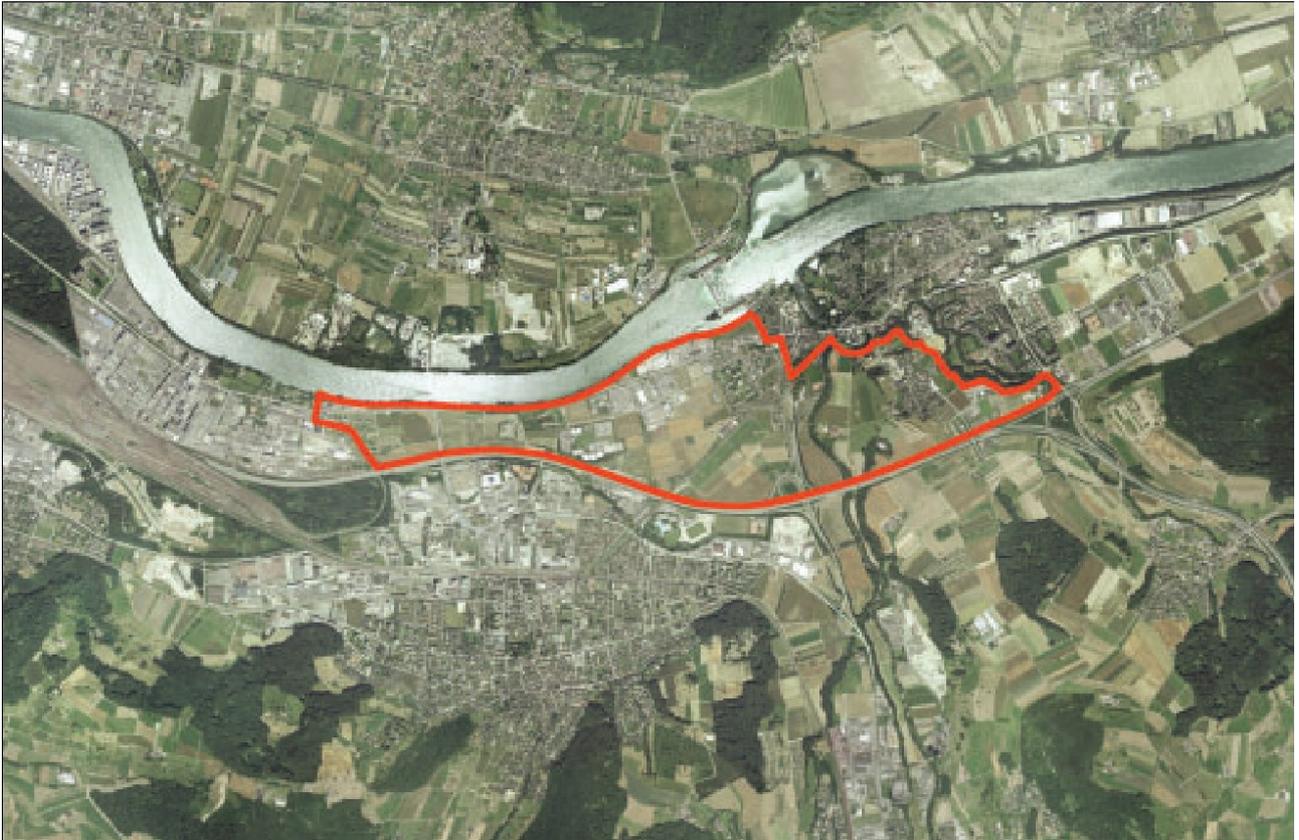


Abbildung 2 Salina-Raurica – orthographisches Foto mit Gebietsgrenze Quelle: Amt für Raumplanung Basel-Landschaft

Der als Grundlage für das Planverfahren gewählte Entwicklungsplan vom Team a.e.v.i. analysiert das Gebiet Salina-Raurica als so heterogen, dass nicht vereinheitlichende Lösungen, sondern das Verstärken und Verknüpfen vorhandener Qualitäten nötig ist. Das Planungsgebiet ist durch Topographie und bestehende Gewerbe- und Infrastrukturbauten stark fragmentiert. Gleichzeitig sind Landschaftselemente hoher Qualität vorhanden. Der Entwurf denkt die Stadt von ihren Grünräumen aus. Diese sollen den Teilgebieten ihre Identität geben (siehe Abbildung 3). Umsetzungschancen sieht das Team a.e.v.i. nur bei massvollem, auf Langfristigkeit gerichtetem Vorgehen.

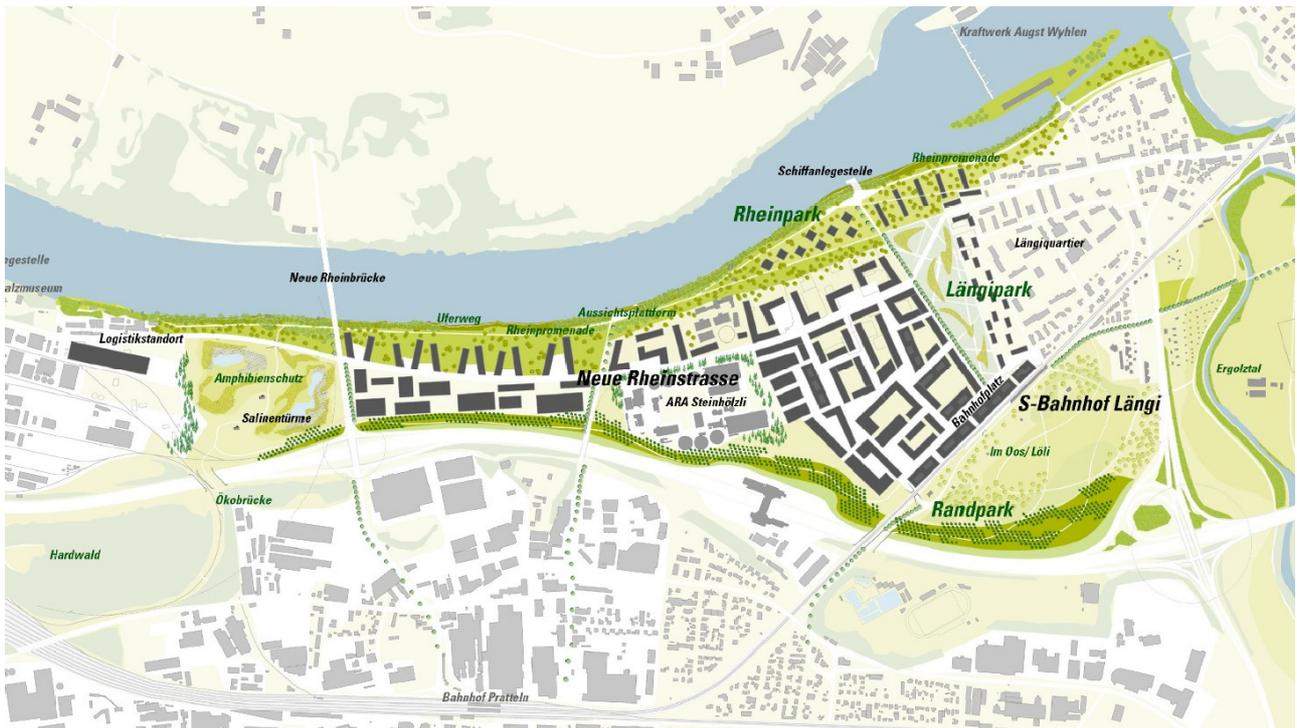


Abbildung 3 Salina-Raurica – Strukturplan des Teams a.e.v.i.

Quelle: Amt für Raumplanung Basel-Landschaft

In nächster Zeit soll der Entwicklungsplan für das Gebiet Salina-Raurica im Landrat BL verabschiedet werden. In der Folge können die betroffenen Gemeinden Augst und Pratteln mit der Quartierplanung beginnen.

## 2 Die 2000-Watt-Gesellschaft als Richtschnur

Im Modell der 2000-Watt-Gesellschaft soll – bei gleicher Lebensqualität wie heute – der Primärenergieverbrauch pro Person 2000-Watt betragen, was dem heutigen weltweiten Durchschnitt entspricht. Das mit dem Projekt der 2000-Watt-Gesellschaft anvisierte Ziel eines Pro-Kopf-Verbrauchs von 2000 Watt entspricht ungefähr dem Energiekonsum von 1960 in der Schweiz. Der aktuelle Energieverbrauch liegt bei uns bei ca. 5000 Watt, in den USA gar bei 12000 Watt. Umgekehrt verbrauchen die meisten Länder der dritten Welt deutlich weniger als 1000 Watt, zum Teil sogar weniger als 500 Watt. In der 2000-Watt-Gesellschaft sollen allerdings 1500 Watt pro Kopf aus erneuerbaren Energiequellen stammen und nur noch 500 Watt pro Kopf aus nichterneuerbaren Energieträgern wie Öl, Erdgas und Kohle bestehen. Die 500 Watt Energieverbrauch pro Kopf aus fossilen Energieträgern führen zu CO<sub>2</sub>-Emissionen von etwa einer Tonne pro Kopf und Jahr. Dies ist die Menge, die von Wissenschaft und Politik heute ohne schädliche Folgen für das Klima als langfristig gerade noch tragbar angenommen wird.



Abbildung 4 heutiger durchschnittlicher Energiebedarf pro Person

Quelle: [novatlantis]

## 2.1 Vision 2000-Watt-Gesellschaft

Die 2000-Watt-Gesellschaft ist eine wichtige Leitgrösse der Nachhaltigkeit. Der Begriff wird bewusst als Chiffre für eine nachhaltige Entwicklung im umfassenderen Sinne, mit dem Einbezug weiterer ökologischer Aspekte sowie der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Dimension der nachhaltigen Entwicklung verstanden. 17500 Kilowattstunden pro Jahr braucht der Mensch im globalen Mittel. Dies entspricht einer kontinuierlichen Leistung von 2000 Watt. Ganz offenkundig bestehen aber riesige Unterschiede. In den USA beläuft sich der Energiebedarf auf 12000 Watt, in einigen nicht industriell entwickelten Ländern sind es 20-mal weniger, einige hundert Watt. Die Menschen in Westeuropa benötigen im Schnitt 6000 Watt, im Dienstleistungsland Schweiz 5000 Watt.

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft zielt auf einen Ausgleich zwischen Industrie- und Entwicklungsländern und ermöglicht damit allen Menschen einen guten Lebensstandard. Von einem üblichen Wachstum darf man angesichts der explosionsartigen Entwicklung des Energieverbrauches nicht sprechen. In den letzten 50 Jahren hat sich der Verbrauch weltweit mehr als vervierfacht (Abbildung 5).

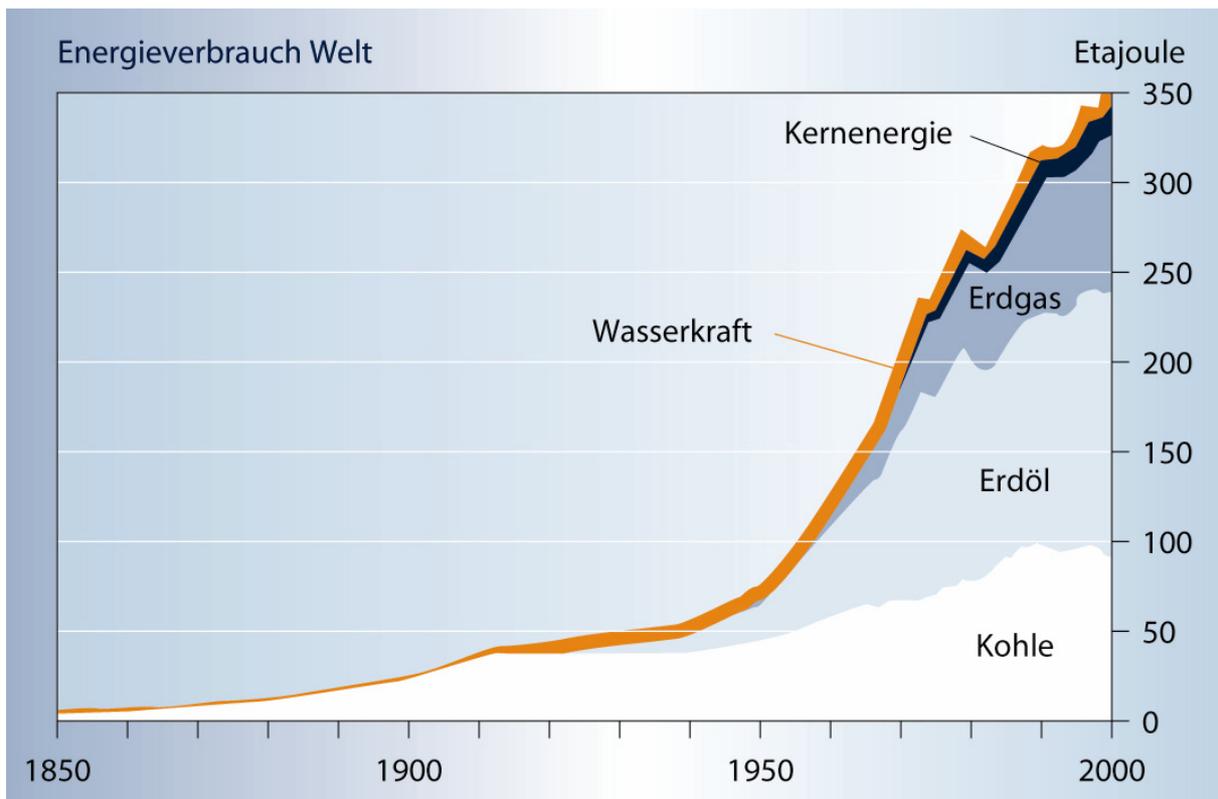


Abbildung 5 Entwicklung des Weltenergieverbrauchs

Quelle: [novatlantis]

### 2.1.1 Wir leben auf Kosten kommender Generationen!

Das globale Reservoir an fossilen Energien, insbesondere Erdöl, leert sich zunehmend rascher. Die beschleunigte Ausschöpfung der Reserven führt zu Verknappungen, die wirtschaftliche Verwerfungen oder gar kriegerische Auseinandersetzungen zur Folge

haben. Es ist offenkundig: Wir leben auf Kosten kommender Generationen. Dies gilt auch für die CO<sub>2</sub>-Problematik. In den letzten 125 Jahren hat sich die Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre um 35 Prozent erhöht. Im nächsten Jahrzehnt verläuft diese Entwicklung eher schneller – so die Einschätzung des Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. Der zunehmende Treibhauseffekt verändert unser Klima in schwerwiegender Weise, warnt das IPCC. Auf 5000 Milliarden US-Dollar jährlich werden die Folgekosten des Klimawandels in wenigen Jahrzehnten geschätzt. Eine Neuorientierung ist dringend notwendig.

Der sorgfältige Umgang mit den Ressourcen wird zur Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Durch die Verknappung der verfügbaren Energie – ob tatsächlich oder inszeniert – steigen die Preise. Damit ändern sich die Rahmenbedingungen für die Wirtschaft fundamental, was zu gesellschaftlichen Verwerfungen führt. Die 2000-Watt-Gesellschaft kann diese negativen Effekte mindern oder gar verhindern.

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft sieht eine kontinuierliche Absenkung des Energiebedarfs auf 2000 Watt vor. Dieses Ziel soll so rasch wie möglich erreicht werden. Bis ins Jahr 2050 kann sich der Anteil an fossilen Energien von heute 3000 Watt auf 1500 Watt pro Person halbieren. Der weit gefasste Zeithorizont hat triftige Gründe: Der Wandel bedingt eine rigorose Anpassung der Infrastruktur und eine intelligente Lebensweise, sonst bleibt die 2000-Watt-Gesellschaft eine Vision (Abbildung 6).

Ein CO<sub>2</sub>-Ausstoss von einer Tonne pro Kopf der Bevölkerung und Jahr gilt auch für die Schweiz als langfristiges Ziel. Diese Limite entspricht einem Verbrauch an fossilen Energien von etwa 500 Watt. Verringert sich der Bedarf an fossilen Energien im Rhythmus der 2000-Watt-Vision, kann das ambitionöse CO<sub>2</sub>-Ziel in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts (oder spätestens im Laufe des nächsten Jahrhunderts) erreicht werden.

### **2.1.2 Die Vision: 2000 Watt – mehr braucht es nicht!**

1960 war die Schweiz eine 2000-Watt-Gesellschaft. Heute, gut vier Dekaden später, sind es 5000 Watt, die jede Person für Wohnen und Arbeiten, Freizeit und Reisen (ohne Graue Energie) braucht. Pro Jahr ergibt sich ein Pro-Kopf-Verbrauch von 44 000 Kilowattstunden (kWh), was in etwa 4400 Litern Heizöl entspricht. Mit 2000 Watt sind es lediglich 17 500 kWh pro Jahr – zweieinhalbmal weniger. Abbildung 6 visualisiert eine mögliche Entwicklung zur 2000-Watt-Gesellschaft.

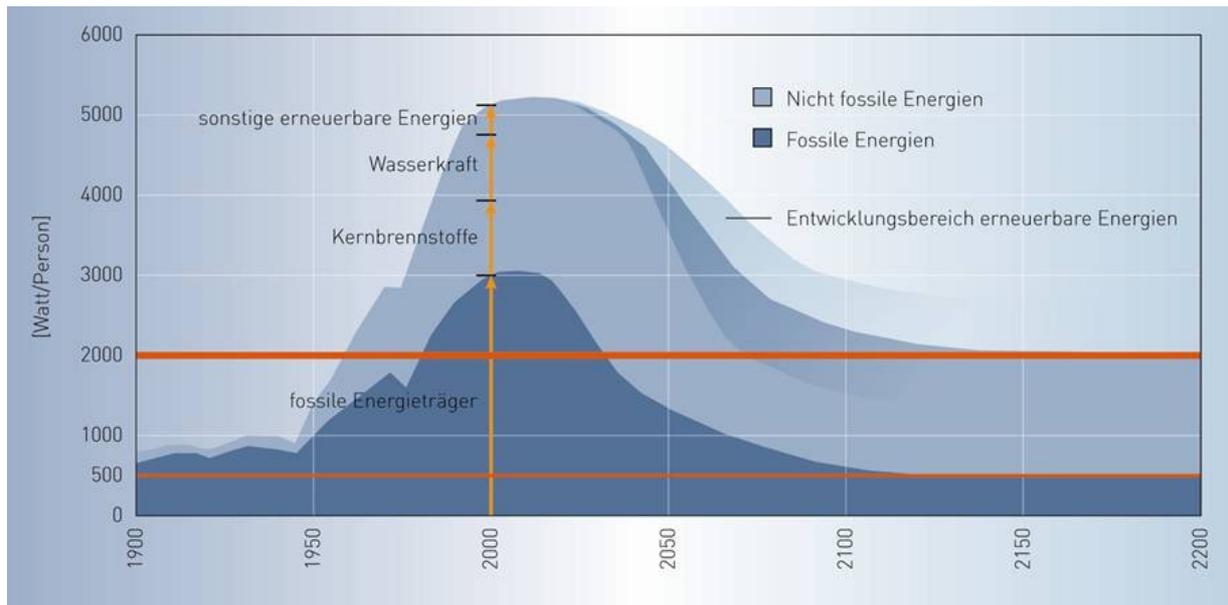


Abbildung 6 Entwicklung des Pro-Kopf-Energieverbrauchs mit Zukunftsszenario

Quelle: [novatlantis]

Auf fossile Energien, also im Wesentlichen Erdöl- und Erdgasprodukte, entfallen rund 60 Prozent – das sind 3000 Watt – des Energiebedarfs in der Schweiz. Je 1000 Watt stammen aus nuklearen und erneuerbaren Quellen, heute fast ausschliesslich aus Wasserkraft. Nicht enthalten in all diesen Zahlen ist die in den importierten Gütern enthaltene Energie.

Die Reduktion des Einsatzes fossiler Energien zielt auf die 500-Watt-Marke. Heute sind es 3000 Watt, bis ins Jahr 2050 soll dieser Verbrauch an fossilen Energien auf die Hälfte sinken. Dieses Ziel bedingt eine Absenkrate von zehn Prozentpunkten je Dekade.

Der Löwenanteil der gigantischen Menge an Primärenergie bringt keinen direkten Nutzen: Zwei Drittel davon gehen durch Energieumwandlung verloren. Denn die Bereitstellung von Endenergie ist mit hohen Verlusten verbunden. Verlustreich ist auch – aufgrund der häufig miserablen Energieeffizienz – der Betrieb von Bauten, Apparaten und Fahrzeugen.

Fazit: Lediglich ein Drittel des Primärenergieeinsatzes kommt als Nutzenergie der eigentlichen Energiedienstleistung zugute.

Ziel ist indessen, mit einem geringeren Energieaufwand eine weit grössere Energiedienstleistung zu ermöglichen.

Die Vision ist machbar. Das belegen Forschende des ETH-Bereiches und anderer Institute. Sie rechnen die weitgehend unausgeschöpften Effizienz- und Substitutionspotenziale auf den gesamten Infrastrukturpark der Schweiz hoch – unter genauer Berücksichtigung des Erneuerungsrhythmus. Daraus resultiert ein weiter Zeithorizont von 50 bis über 100 Jahren, innerhalb dessen die Vision zur gelebten Wirklichkeit wird.

Voraussetzung ist allerdings eine rigorose Anpassung von Bauten und Anlagen, von Fahrzeugen und Einrichtungen sowie ein neues Verständnis für Energiedienstleistungen. Ohne höhere Material- und Energieeffizienz und ohne selektiven Einsatz von Ressourcen bleibt die 2000-Watt-Gesellschaft eine blosser Absichtserklärung.

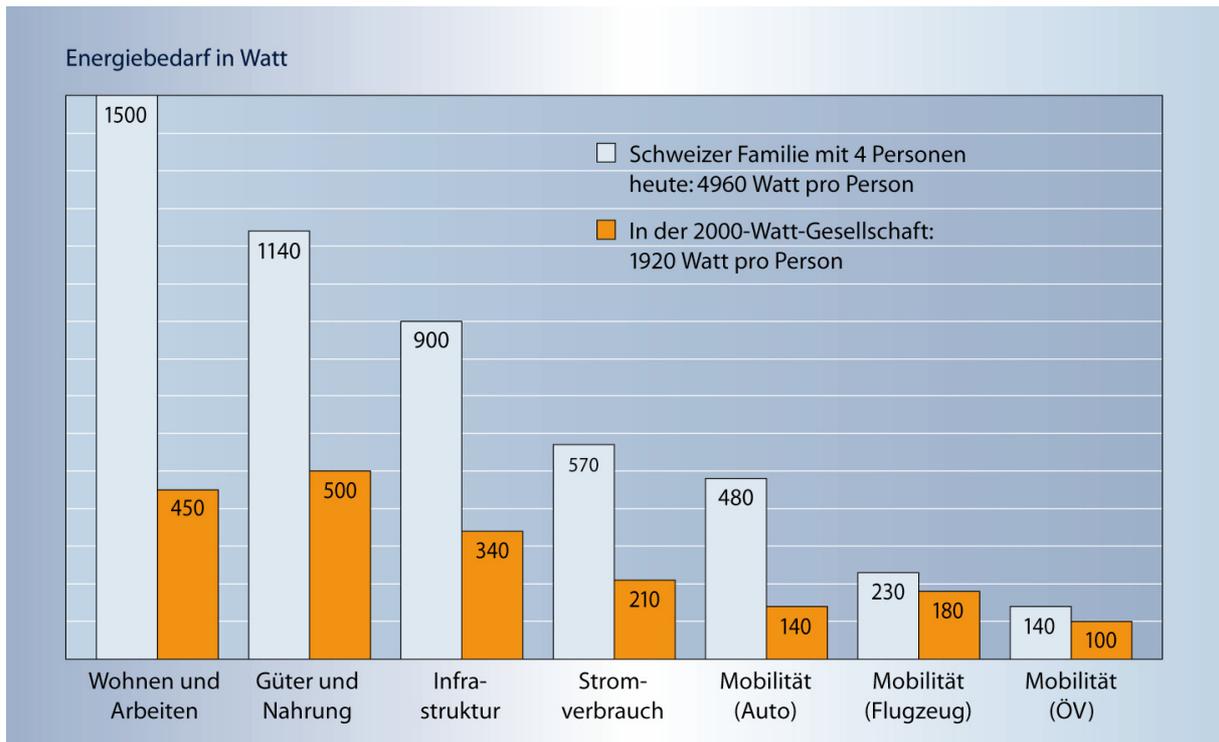


Abbildung 7 Verteilung des Pro-Kopf-Energieverbrauchs auf Lebensbereiche

Quelle: [novatlantis]

Die Lebensqualität erfährt in der 2000-Watt-Gesellschaft keine Einschränkung. Im Gegenteil: Sicherheit und Gesundheit, Komfort und individuelle Entwicklung der Menschen verbessern sich.

Aber: Diese ambitionösen Ziele sind ohne entschiedenes Handeln nicht zu erreichen. Die wichtigsten Felder? Erstens: Erhöhung der Material- und Energieeffizienz. Zweitens: Substitution von fossilen durch erneuerbare Energieträger und Reduktion der CO<sub>2</sub>-Intensität der übrigen Nutzung fossiler Energien. Drittens: neue Lebens- und Unternehmensformen – Stichwort: nutzen statt besitzen – sowie eine Professionalisierung in der Planung und Investition sowie im Betrieb von Bauten und Anlagen.

## 2.2 Gebäude für die 2000-Watt-Gesellschaft

Energiebed.p.P.	2005	Anteil	2000WG	Anteil	Reduktionspotential	Verminderung		
Total W/p	4960	100 %	1920	100 %	3040	61 %	um Faktor	auf 39 %
Wohnen und Arbeiten	1500	30 %	450	24 %	1050	70 %	3.3	30 %
Güter und Nahrung	1140	23 %	500	26 %	640	56 %	2.3	44 %
Infrastruktur	900	18 %	340	18 %	560	62 %	2.6	38 %
Stromverbrauch	570	11 %	210	11 %	360	63 %	2.7	37 %
Mobilität Auto	480	10 %	140	7 %	340	71 %	3.4	29 %
Mobilität Flugzeug	230	5 %	180	9 %	50	22 %	1.3	78 %
Mobilität ÖV	140	3 %	100	5 %	40	29 %	1.4	71 %

Tabelle 1: Energiebedarf heute und in der 2000-Watt-Gesellschaft, gemäss Grafik (Abbildung 7) Quelle: [novatlantis]

Auf den Gebäudebereich entfällt der höchste Anteil am Gesamtenergiebedarf von rund 30%. Es ist daher vordringlich, sich mit der Effizienzsteigerung bestehender, aber auch neuer Gebäude intensiv zu beschäftigen. Angesichts der langen Lebensdauer der Neubauten, soll der heute bestmögliche Standard, d.h. mit höchster Energieeffizienz realisiert werden. Dadurch wird ein langfristiger und nachhaltiger Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft geleistet. Mit MINERGIE-P<sup>®</sup> oder besser MINERGIE-P+ nach [Kosch05] entsprechen Gebäude den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft, wenn der Versorgungsanteil fossiler Energien entsprechend klein ist.

## 2.3 Gesellschaft – Konsum, Verkehr

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, bedarf es für die 2000-Watt-Gesellschaft einer Reduktion des Energiebedarfs pro Person in allen Lebensbereichen, so auch im Konsum (Güter und Nahrung) wie im Verkehr. Dass die Siedlungsstruktur und die Verkehrserschliessung eine ausschlaggebende Wirkung auf den künftigen Energiebedarf hat, ist offensichtlich. Nutzungsdurchmischung, kurze Wege, optimale Erschliessung mit öffentlichen Verkehrsmitteln tragen ebenso zu einem verminderten Energiebedarf bei wie optimale Bedingungen für den Langsamverkehr, Parkplatzbeschränkung und -bewirtschaftung oder Fahrtenmodelle.

## 3 Ausgangslage

### 3.1 Ziel

Die vorliegende Arbeit soll Grundlagen liefern, damit die Aspekte des minimalen Bedarfs und der effizienten Nutzung von Energie in der neuen Bausubstanz im Gebiet Salina-Raurica von den frühen Planungsschritten an bis zur baulichen Realisierung optimal berücksichtigt werden können. Orientierungsziel ist es, aufzuzeigen wie die Bebauung von Salina-Raurica im Rahmen der planerischen Vorgaben (kantonaler Entwicklungsplan) gestaltet werden könnte, dass sie der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft zu entsprechen vermag bzw. einen wertvollen Schritt auf dieses Ziel hin darstellt.

### 3.2 Faktenlage

Nach der erfolgten Projektbereinigung wird die Regierung Anfang 2006 über die Richtplanvorlage entscheiden und die öffentliche und interne Vernehmlassung einleiten. Nach der anschliessenden Vernehmlassungsauswertung und Bereinigung wird der Landrat den Richtplan voraussichtlich gegen Ende 2006 beschliessen. Die Gemeinde Pratteln hat die Nutzungsplanung bereits eingeleitet. Im Rahmen der Projektbereinigung ist die Baumasse gegenüber dem Entwicklungsplan Stand 2003 leicht erweitert worden. Das neue Mengengerüst berücksichtigt eine Erweiterung der Wohnnutzung zulasten der Büronutzung. Es wird mit einer Realisierungsdauer über 20 Jahre gerechnet. Erste Massnahmen sind Infrastrukturbauten und Landumlegung. Etwa die Hälfte der Landfläche befindet sich in öffentlichem Besitz, der Grossteil der übrigen Fläche im Eigentum von Konzernen und zum kleineren Teil von einzelnen Grundbesitzern.

Folgende Unterlagen bezüglich Entwicklungsgebiet Salina-Raurica standen zur Erstellung der Studie zur Verfügung:

- „Salina-Raurica Kanton Basel-Landschaft, Erläuterungsbericht zum Entwicklungsplan“; Team a.e.v.i.; Stand 15.12.2003
- „Salina-Raurica Studienauftrag Kanton Basel-Landschaft, Mengengerüst, Überarbeitung Variante 3“; Team a.e.v.i.; Stand 07.01.2005
- „Salina-Raurica“; Broschüre des Kantons Basel-Landschaft; April 2004
- <http://www.salina-raurica.bl.ch>; Internetseite zum Entwicklungsprojekt Salina-Raurica
- „Neue Stadt am Rhein – Die Planung des Entwicklungsgebiets Salina-Raurica bei Pratteln“; Sonderdruck aus Heft 1-2/2004 der Zeitschrift „tec21“
- „Salina-Raurica Strukturplan 1:12'500“; Team a.e.v.i.; 19.11.2003
- „Wärmeversorgung Pratteln“; Broschüre der Elektra Baselland (EBL)
- Gespräch mit Beat Andrist & Claude Minder (EBL) zur Wärmeversorgung Salina-Raurica; 20.01.2006

Abbildung 8 und Tabelle 2 stellen eine kurze Zusammenfassung der für diese Studie wichtigen Grössen aus den vorliegenden Unterlagen dar. In Tabelle 2 sind die Flächen der für diese Studie angenommenen Etappierung aufgeführt.

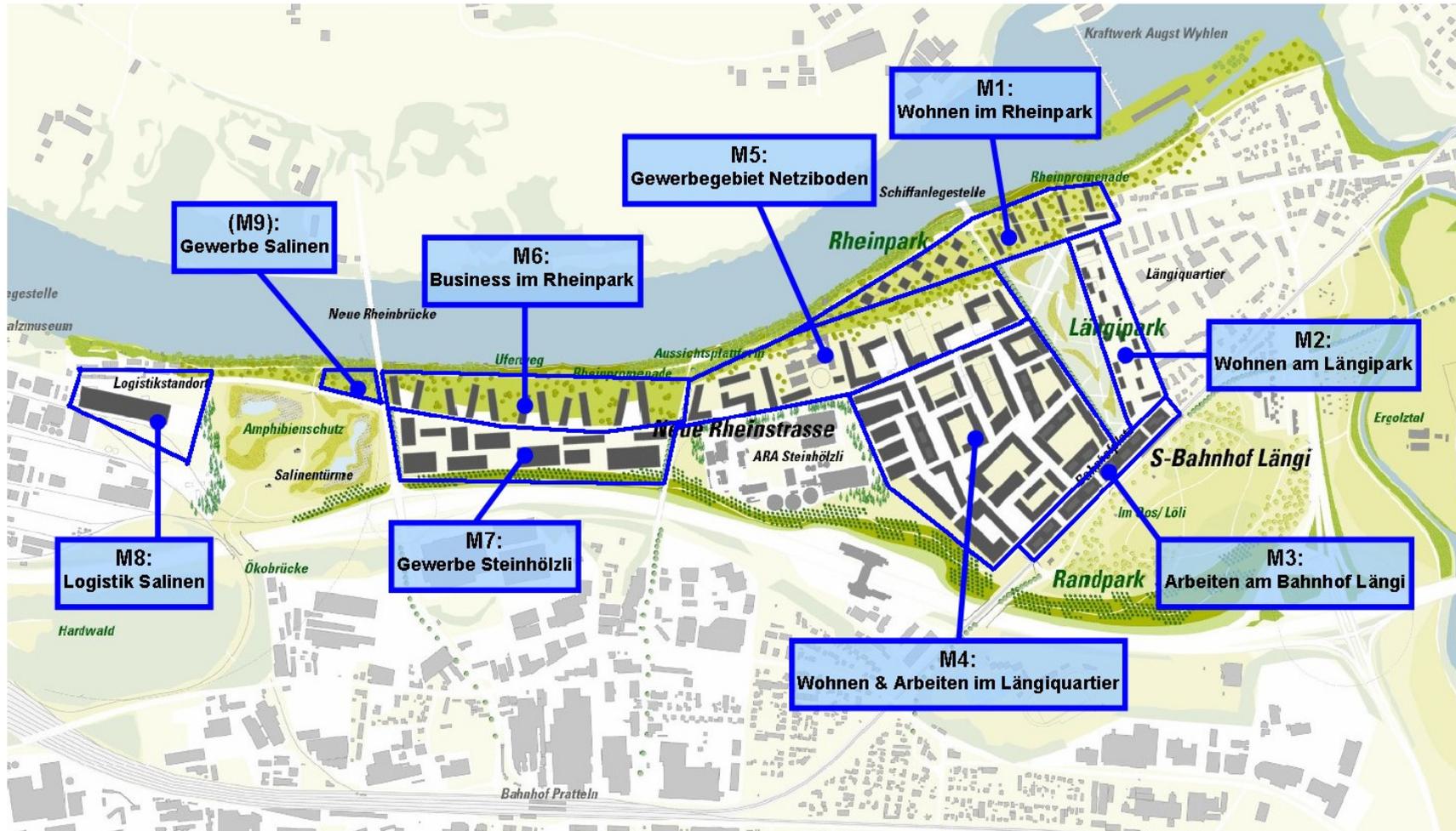


Abbildung 8 Salina-Raurica – Strukturplan mit Bezeichnung der Module

Modul	Kurzbeschreibung	Brutto- bauland	Geschossflächen (EBF)						Etappierung für Studie	
			gesamt	Wohnen	Dienst- leistung	Gewerbe	Verkauf	Logistik	Geschoss- fläche	Ausbau- grad
			ha	m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub>						
M1	Wohnen im Rheinpark	5.3	31'800	24'800	5'000	0	2'000	0	3'180	10%
M2	Wohnen am Längipark	2.8	17'920	15'920	2'000	0	0	0	17'920	100%
M3	Arbeiten am Bahnhof Längi	2.0	23'800	4'760	16'660	1'190	1'190	0	23'800	100%
M4	Wohnen & Arbeiten im Längiquartier	16.4	123'000	67'650	30'750	20'910	3'690	0	30'750	25%
M5	Gewerbegebiet Netzboden	9.1	77'350	19'338	19'338	23'205	2'321	13'150	0	0%
M6	Business im Rheinpark	5.3	72'080	0	50'456	21'624	0	0	36'040	50%
M7	Gewerbe Steinhölzli	6.4	54'400	0	10'880	21'760	0	21'760	0	0%
M8	Logistik Salinen	9.0	76'500	0	0	0	0	76'500	76'500	100%
M9	Gewerbe Salinen	3.5	29'750	0	0	0	0	29'750	29'750	100%
Summe	Salina Raurica	59.8	506'600	132'468	135'084	88'689	9'201	141'160	217'940	41%

Tabelle 2 Salina-Raurica – Charakterisierung des Entwicklungsgebiets über die geplanten Nutzflächen

### 3.3 Beteiligte

Jehle, Felix	Amt für Umweltschutz und Energie, Kanton Basel-Landschaft
Sägesser, Ruedi	Amt für Umweltschutz und Energie, Kanton Basel-Landschaft
Fischer, Susanne	Amt für Raumplanung, Kanton Basel-Landschaft
Andrist, Beat	Geschäftsleitung Energie, Elektra Baselland (EBL)
Ludwigs, Julia	Raumplanung, Gemeinde Pratteln
Muggli, Werner	Öffentliche Gebäude, Umweltschutz, Gemeinde Pratteln
Trüssel, Roland	Gemeindeverwalter/Bauverwaltung, Gemeinde Augst
Binz, Armin	Institut Energie am Bau, FHNW
Dott, Ralf	Institut Energie am Bau, FHNW
Müller, Werner	Institut Energie am Bau, FHNW
Pesavento, Fabio	Institut Energie am Bau, FHNW

### 3.4 Ressourcen

Die Nutzung regenerativer Energiequellen ist ein zentraler Bestandteil der Anforderungen an eine nachhaltige Gesellschaft im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft. Im Folgenden werden die existierenden Strukturen im Gebiet und die Potenziale zur Nutzung von Abwärme sowie regenerative Energiequellen mit Hinblick auf die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft kurz dargestellt.

Im Entwicklungsgebiet Salina-Raurica existieren zwar bereits Versorgungs- und Verkehrsstrukturen, jedoch sind diese nur gering ausgeprägt und werden mit der Verlegung einer Hauptverkehrsstrasse zum Teil auch erneuert (siehe Abbildung 9). Damit sind die Voraussetzungen für eine optimierte Versorgungs- und Verkehrsstruktur-entwicklung weitgehend offen.

Die Verkehrsstruktur bietet mit der S-Bahn-Station Längi eine gute Möglichkeit zur Anbindung an den energieeffizienten öffentlichen Verkehr. Die Strukturen für den ebenso energieeffizienten Langsamverkehr sind bisher erst in geringem Masse ausgeprägt, jedoch sind in der Entwicklungsphase des Gebietes auch mit den geplanten Parkflächen noch viele Möglichkeiten offen hierfür geeignete Verkehrswege zu schaffen. Ebenso lassen die baulichen Gegebenheiten noch viele Möglichkeiten offen, leitungsgebundene Energieträger in Synergie mit der Verkehrsstrukturentwicklung in das Gebiet zu integrieren.

Abbildung 10 zeigt den Strukturplan des Entwicklungsprojekts Salina-Raurica mit zusätzlicher Darstellung der Abwärmepotenziale, möglicher und existierender Standorte regenerativer Energiequellen sowie existierender Nahwärmenetze und deren Potenzial zur Integration in das Entwicklungsgebiet. Die Analyse zur Nutzung der Potenziale beschreibt Kapitel 4.4.

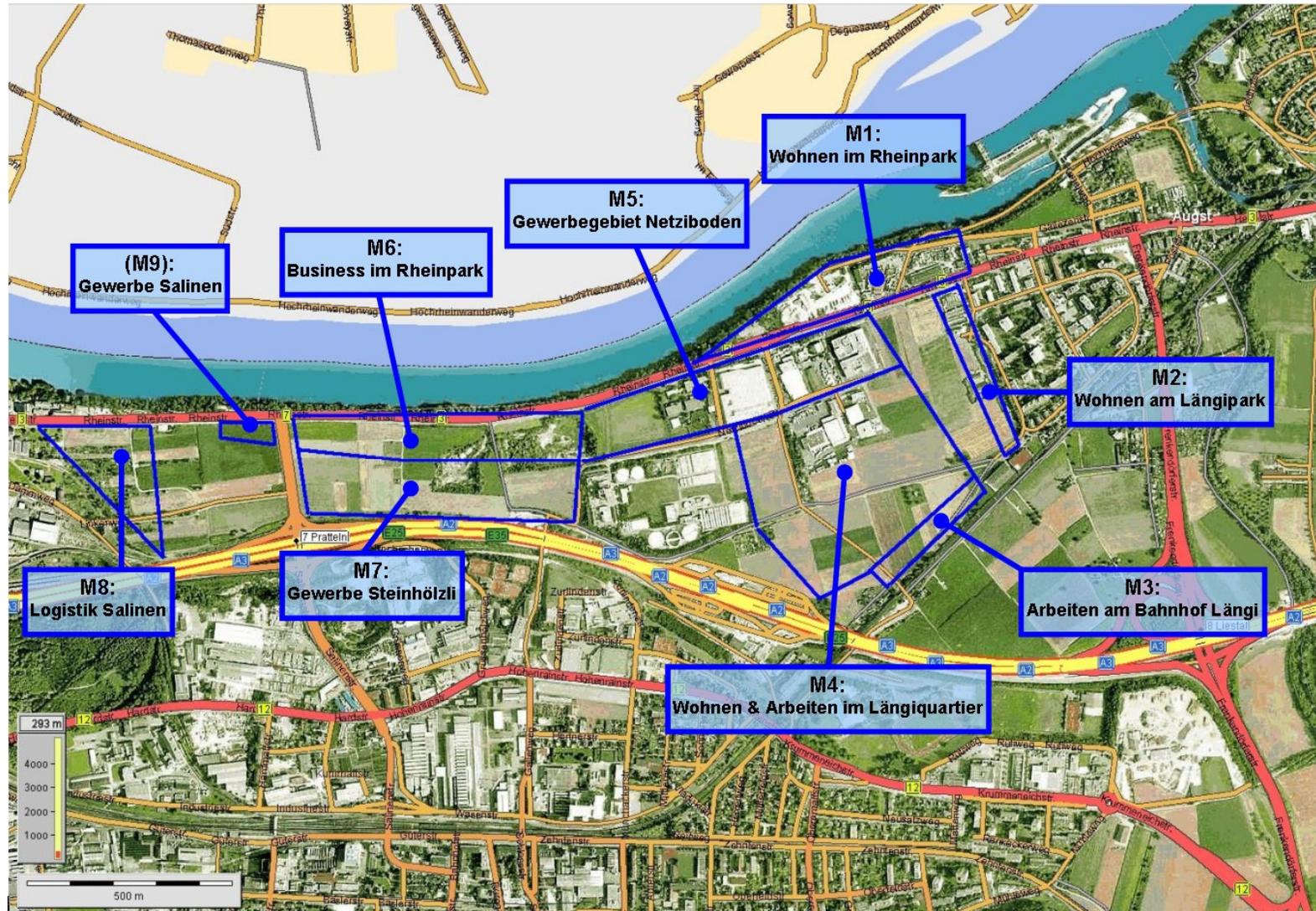


Abbildung 9 Salina-Raurica – Luftbild 2004 mit Darstellung der Module gemäss Entwicklungsplan

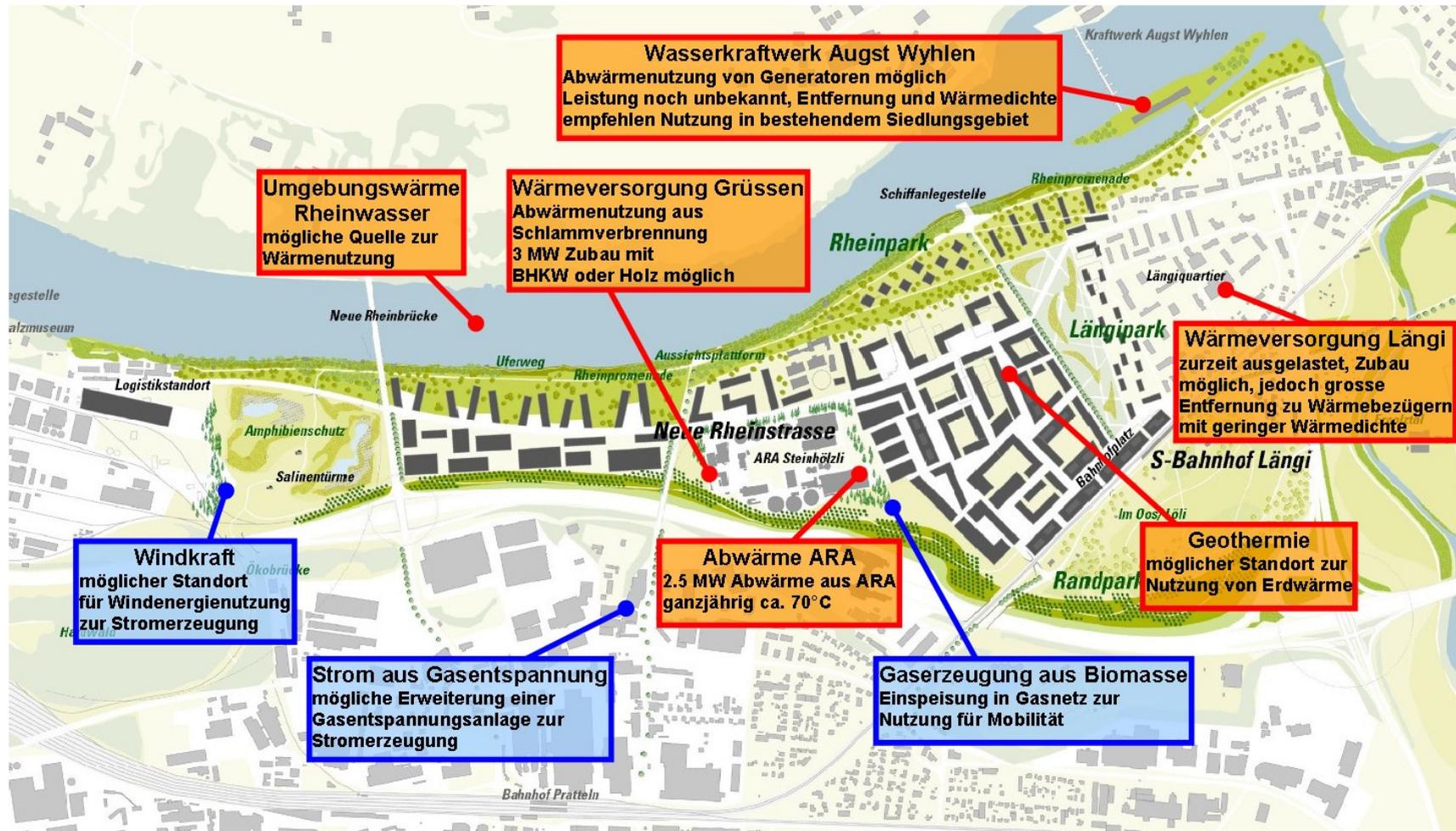


Abbildung 10 Salina-Raurica – Strukturplan mit Darstellung der Potenziale Abwärme, Fernwärme und regenerative Energiequellen (rot: Wärmequellen; blau: ergänzende nachhaltige Energiequellen)

## 4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden Gebäude nach aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich Energieverbrauch solchen mit zukunftsfähigen, praxiserprobten Techniken zur Reduzierung des Energieverbrauchs gegenübergestellt, mit dem Ziel den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft im Entwicklungsgebiet Salina-Raurica möglichst nahe zu kommen.

Dafür werden einerseits verschiedene Baustandards und andererseits sinnvoll einzusetzende Energieversorgungstechniken gegenübergestellt. Tabelle 3 zeigt die untersuchten (X) und die sinnvoll möglichen Kombinationen (x) von Gebäudestandard und Wärmeversorgung.

	SIA380/1 BL	MINERGIE	Optimierte Versorgung	MINERGIE-P
Bedarf Wärme, Kälte, Strom	X	X	X	X
<b>zentrale Wärmeversorgung</b>				
Fossil Öl / Gas Kessel	x	x	x	-
Umwelt-/Abwärme Erdwärme, WP, KWK, Wind	x	x	x	-
Solar PV, Wärme	x	x	x	-
Biomasse Holzschnitzel	x	x	x	-
<b>dezentrale Wärmeversorgung</b>				
Fossil Öl / Gas Kessel	X	-	-	-
Umwelt-/Abwärme WP, KWK	x	X	x	X
Solar PV, Wärme	x	X	x	X
Biomasse Pellets	x	X	x	X

Tabelle 3 Matrix möglicher (x) und untersuchter (X) Kombinationen von Gebäudestandard und Wärmebereitstellung

### 4.1 Energiestandards und Versorgungssysteme

Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft beziehen sich auf den Primärenergieverbrauch pro Person. Diese Kenngrösse muss zur Vergleichbarkeit auf die gängige spezifische Kenngrösse für Gebäude, Nutzenergieverbrauch bzw. Endenergieverbrauch pro Quadratmeter Energiebezugsfläche, übertragen werden.

Für die Berechnungen werden die im Folgenden beschriebenen Gebäudestandards, Versorgungssysteme und Zuordnungen angewendet.

Untersucht werden in dieser Studie die Nutzenergieformen Wärme und Kälte und die vorgelagerten Stufen der Energieumwandlung:

- **Nutzenergie**  
Die Nutzenergie ist diejenige Energie, die dem Endnutzer für die gewünschte Energiedienstleistung zur Verfügung steht; beispielsweise die Wärme die Heizkörper bzw. Bodenheizung an den Raum abgeben oder die Wärme die im Warmwasser genutzt wird.
- **Endenergie**  
Energie in der Form, wie sie dem Endverbraucher zugeführt wird; beispielsweise Fernwärme, Strom, Öl oder Gas am Eintritt ins Gebäude. Die Endenergie enthält zusätzlich zur Nutzenergie die Verluste in den Anlagen (Kessel, WP) und der Energieverteilung.
- **Primärenergie**  
Als Primärenergie bezeichnet man die Energie, die aus den natürlich vorkommenden Energieformen (z.B. Solarstrahlung, Wind, Geothermie) oder Energieträgern (z.B. Biomasse, Öl, Gas, Kohle) zur Verfügung steht.
- **fossile Primärenergie**  
Als fossile Primärenergie wird in dieser Studie der Teil der Primärenergie aus fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas, Kohle) bezeichnet.

Die angewendeten Gebäudestandards sind charakterisiert mit:

- **SIA380/1-BL (Referenzversorgung (Ref): Fossil)**  
Nutzenergie – Anforderung an Heizwärmebedarf  
Grenzwert im Kanton Basel-Landschaft  $\leq 80\%$  des Grenzwertes nach SIA380/1  
Annahme natürlicher Lüftung
- **MINERGIE® – (Referenzversorgung: Solar-Fossil)**  
Endenergie – Anforderung an Heizenergie plus Hilfsenergie für Lüftung und Klimatisierung mit Gewichtung der Energieträger  
Nutzenergie – Anforderung an Heizwärmebedarf  $\leq 80\%$  des Grenzwertes nach SIA380/1  
Kontrollierbare Aussenluftzufuhr gefordert, angenommen mit Wärmerückgewinnung
- **MINERGIE-P® (Referenzversorgung: Wärmepumpe)**  
Endenergie – Anforderung an Heizenergie plus Hilfsenergie für Lüftung und Klimatisierung mit Gewichtung der Energieträger  
Nutzenergie – Anforderung an Heizwärmebedarf  $\leq 20\%$  des Grenzwertes nach SIA380/1  
Kontrollierbare Aussenluftzufuhr gefordert, angenommen mit Wärmerückgewinnung  
Vorgabe – Geräteklasse A/A+

Die angewendeten Wärmeversorgungssysteme sind charakterisiert mit:

- **Fossil**  
Ölheizung nicht kondensierend
- **Solar-Fossil**  
Gaskessel kondensierend + thermische Solaranlage mit einer Kollektorfläche von 10% der Energiebezugsfläche nach MINERGIE – Nachweisformular entsprechend einer max. Deckung für Warmwasser von 70% oder für Warmwasser & Heizung von 50%
- **WP**  
Wärmepumpe mit Erdsonde
- **Biomasse**  
Pelletsfeuerung

Zuordnungen:

- Die Flächennutzungen gemäss Entwicklungsplan Salina-Raurica sind den Gebäudekategorien gemäss [SIA380/1] zugeordnet.
- Die angenommenen Nutzungsgrade entsprechen denen im MINERGIE® – Reglement [MINERGIE®].
- Die Primärenergiefaktoren sind dem Buch „Potenzial Wohngebäude“ [Kosch05] entnommen.
- Die Kennzahlen Kälte & Strom basieren auf der [SIA380/4] und den entsprechenden aktuellen Rechenhilfen.
- Die verwendeten Kennzahlen zur 2000-Watt-Gesellschaft basieren auf den Angaben im Buch „Potenzial Wohngebäude“ [Kosch05].

Detaillierte Informationen zu den genannten Gebäudeenergiestandards, Versorgungssystemen und Zuordnungen sind im Anhang aufgeführt.

### 4.2 Auswirkungen Gebäudestandard

Der Gebäudestandard wirkt sich in erster Linie auf den Nutzenergiebedarf für Heizwärme aus. In der Variante SIA380/1-BL ist nur die Nutzenergie begrenzt. Alle Varianten MINERGIE® und MINERGIE-P® limitieren zusätzlich den Endenergiebedarf für Heizung, Warmwasser und einen Teil der Hilfsenergien.

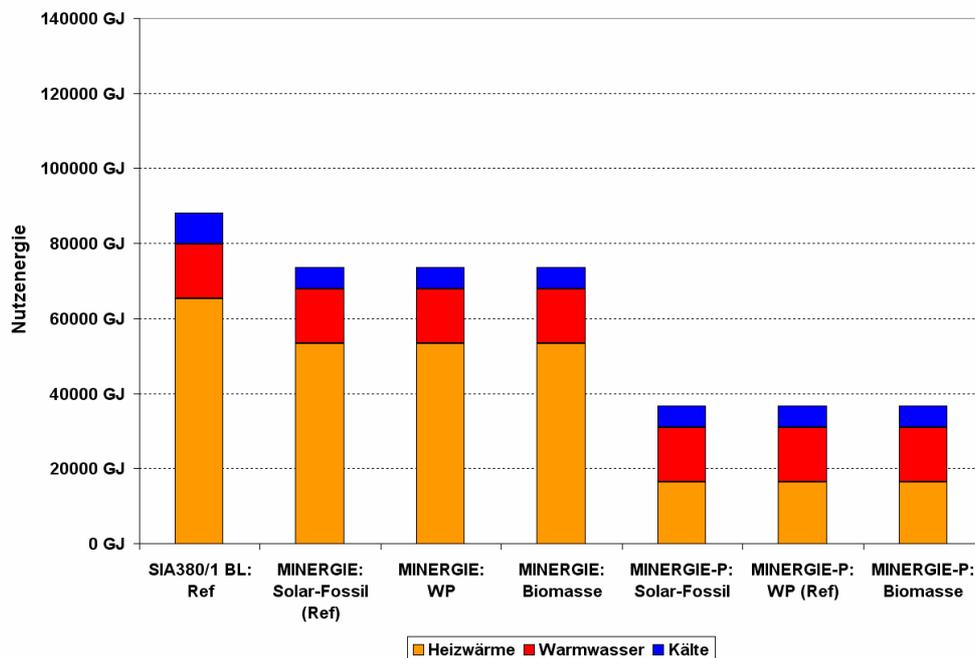


Abbildung 11 Salina-Raurica – Nutzenergiebedarf in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen, dass die Variante SIA380/1-BL den höchsten Nutzenergiebedarf aufweist und die Varianten MINERGIE-P® den deutlich niedrigsten. Die Tatsache, dass jeweils der Nutzenergiebedarf Heizwärme der Varianten mit gleichem Gebäudestandard (MINERGIE® bzw. MINERGIE-P®) fast gleich hoch ist zeigt, dass aufgrund der gewählten Versorgungssysteme die Primäranforderung MINERGIE® an die Gebäudehülle strenger ist als die Endenergieanforderung.

Die Anforderungen an die Gebäudehülle der Varianten SIA380/1-BL und MINERGIE® sind grundsätzlich gleich, jedoch wird bei MINERGIE® zusätzlich eine kontrollierte Aussenluftzufuhr gefordert. Diese Forderung führt in der Praxis dazu, dass der überwiegende Teil der MINERGIE®-Bauten mit mechanischer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung gebaut wird. Diese Praxis wurde für die Varianten MINERGIE® berücksichtigt. Dadurch ergibt sich für die Variante MINERGIE® ein um die in der Lüftung rückgewonnene Wärme geringerer Heizwärmebedarf gegenüber der Variante SIA380/-BL. Bei den MINERGIE-P® Varianten greift ebenfalls die nochmals wesentlich strengere zusätzliche Anforderung an den Nutzenergiebedarf. Würde man allerdings versuchen die Anforderung MINERGIE® mit einem konventionellen Heizsystem (rein fossil mit Öl- oder Gaskessel) einzuhalten, würde ein Grenzwert von 40% des Grenzwertes nach SIA380/1 oder eine Halbierung des aktuellen Grenzwertes im Kanton Basel-Landschaft resultieren. Der ausgewiesene Nutzenergiebedarf für Warmwasser ist in allen Varianten konstant und nicht abhängig vom Baustandard.

In den Varianten MINERGIE-P® führt die Anforderung an den Heizwärmebedarf (20% des Grenzwertes nach [SIA380/1]) zu einer Halbierung des gesamten Nutzenergiebedarfs.

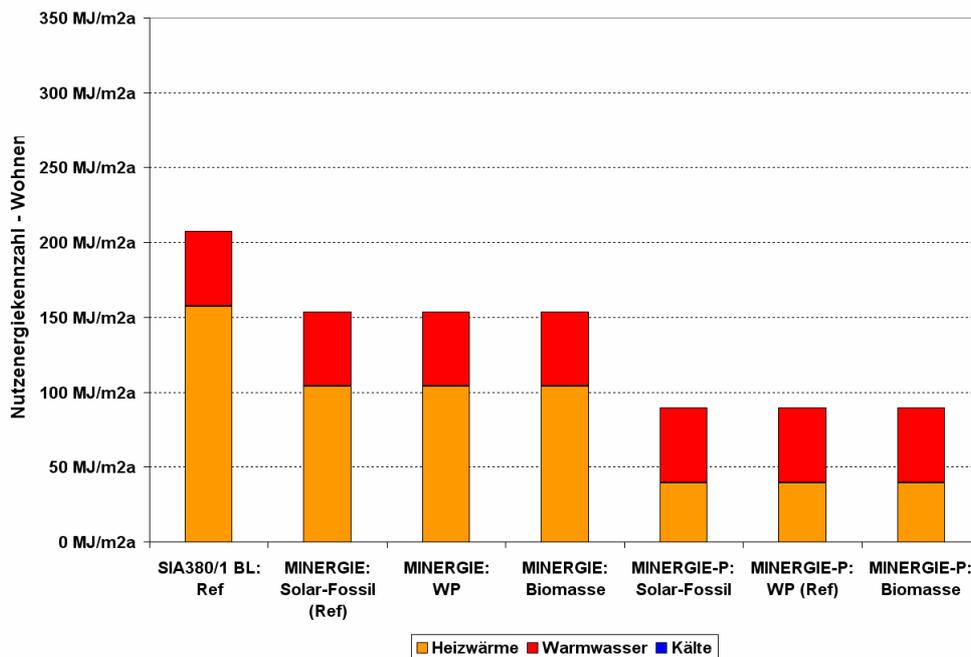


Abbildung 12 Nutzenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

### 4.3 Energieversorgung dezentral

Die detaillierten Betrachtungen der Varianten auf den verschiedenen Stufen der Energiewandlung (Nutz-, End- und Primärenergie) werden für eine dezentrale Versorgung durchgeführt. Fragestellungen zur zentralen Energieversorgung werden im Kapitel 4.4 im Zusammenhang mit dem Angebot an regenerativen Quellen und Abwärme sowie der Wärmedichte des zu versorgenden Gebiets betrachtet.

#### 4.3.1 Gesamtenergiebedarf Entwicklungsgebiet Salina-Raurica

Wie bereits in den Betrachtungen zum Gebäudestandard dargelegt weisen die Varianten MINERGIE® einen um die rückgewonnene Wärme in der Lüftung geringeren Heizwärmebedarf auf als die Variante SIA380/1-BL (siehe Abbildung 13). Bei den Varianten MINERGIE-P® ist der gesamte Nutzenergiebedarf Heizwärme, Warmwasser und Kälte etwa 50% geringer.

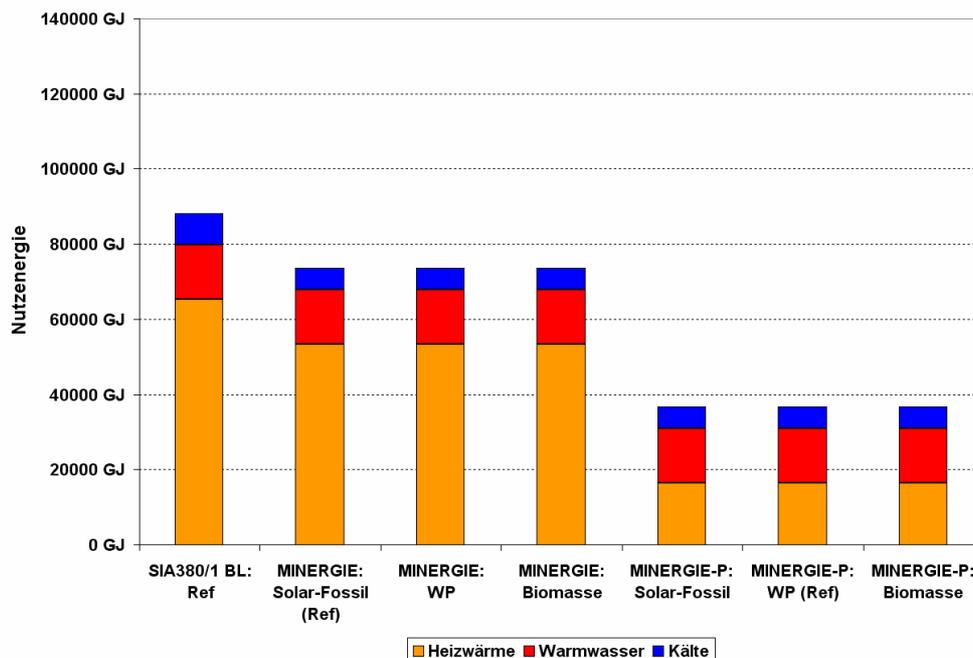


Abbildung 13 Salina-Raurica – Nutzenergiebedarf in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Der Endenergiebedarf (siehe Abbildung 14) fällt bei gleichen Gebäudeanforderungen bei den Versorgungsvarianten Solar-Fossil und WP deutlich geringer aus, weil die genutzte Umweltwärme nicht gewertet wird. Die Variante Biomasse weist den höchsten Endenergiebedarf aus.

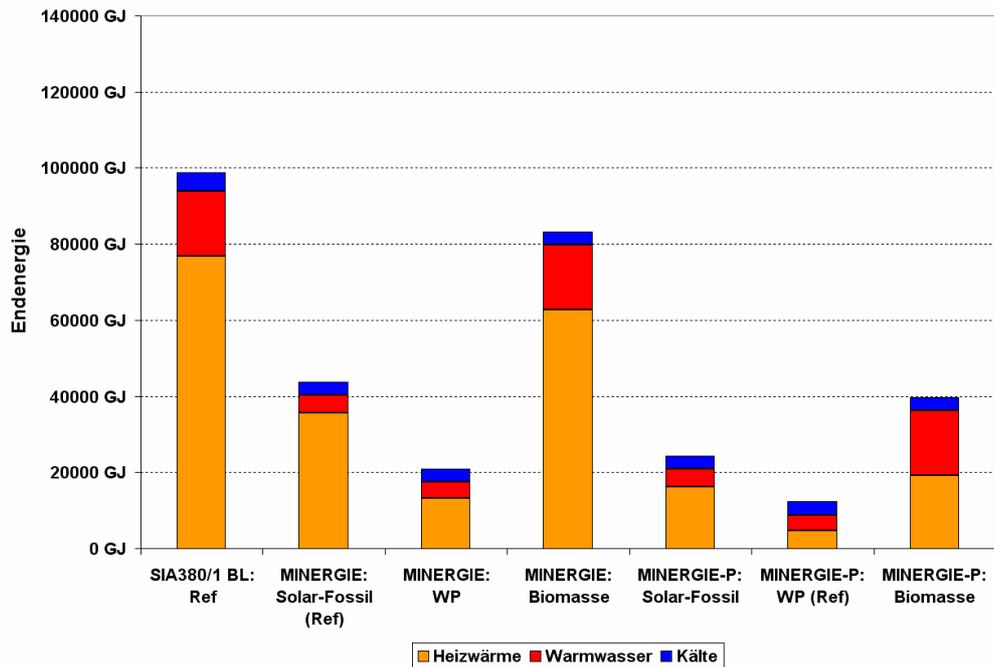


Abbildung 14 Salina-Raurica – Endenergiebedarf in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Der Primärenergiebedarf gemäss Abbildung 15 fällt bei den Versorgungsvarianten Fossil und Biomasse am höchsten aus. Bei den Varianten mit Wärmepumpe steigt der Primärenergiebedarf überproportional gegenüber dem Endenergiebedarf, da die Endenergie hierbei als elektrischer Strom bezogen wird, für dessen Erzeugung ein hoher Primärenergieaufwand nötig ist.

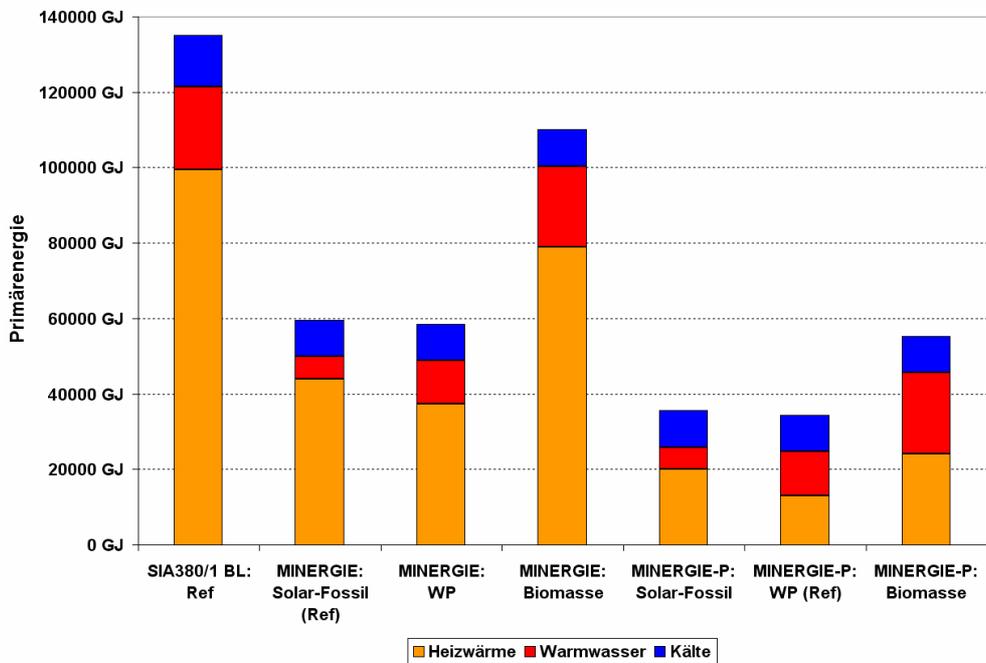


Abbildung 15 Salina-Raurica – Primärenergiebedarf in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Der fossile Primärenergiebedarf gemäss Abbildung 16 liegt bei Versorgungsvarianten mit fossilen Brennstoffen naturgemäss am höchsten. Dies zeigt sich auch bei den Varianten

Solar-Fossil. Die Varianten WP & Biomasse weisen einen deutlich geringeren fossilen Primärenergiebedarf auf.

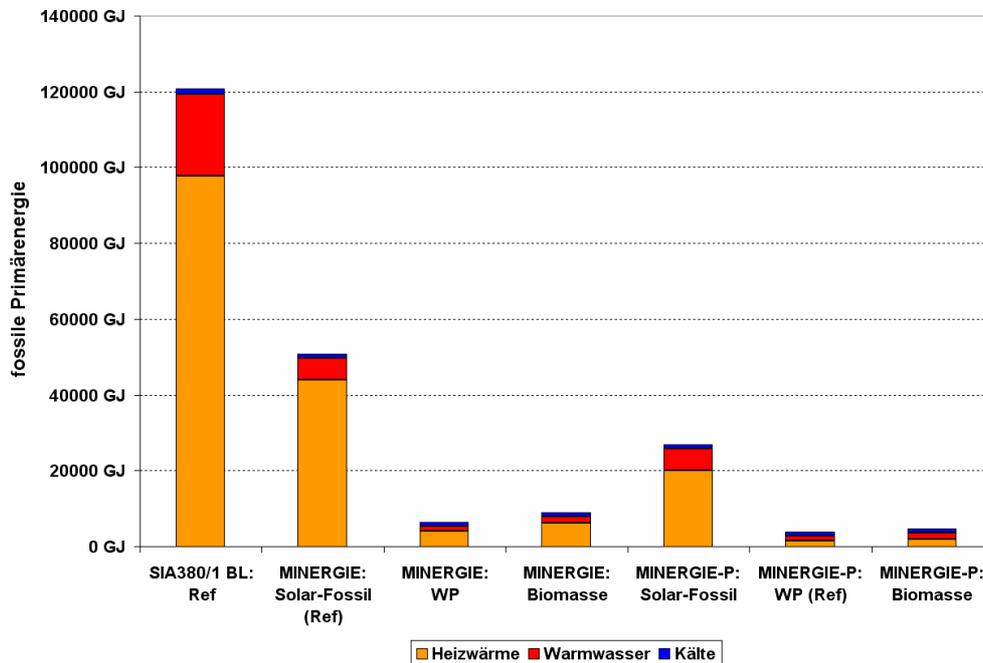


Abbildung 16 Salina-Raurica – fossiler Primärenergiebedarf in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Mit den aktuellen technischen Systemen erzielen die Versorgungsvarianten Biomasse und WP die grösste Reduktion des fossilen Primärenergiebedarfs. Die Varianten Solar-Fossil schneiden wegen der wirtschaftlich begrenzten Grösse der Solaranlage und dem sich damit ergebenden fossilen Restanteil etwas schlechter ab. Die Betrachtung des gesamten Primärenergiebedarfs zeigt hier einen Vorteil für die Varianten Solar-Fossil, der deutlich macht, dass die Reduktion des fossilen Restanteils durch Verbesserung der Gebäudehülle oder durch Substitution der fossilen Brennstoffe durch beispielsweise Biomasse (Pellets oder Biogas) den fossilen Primärenergiebedarf senken könnte. Das technische Potenzial für höhere solare Deckungsanteile existiert zwar, kann aber nur mit verhältnismässig hohem Aufwand erschlossen werden und bleibt somit eher eine Option für die Zukunft. Die Varianten MINERGIE-P® erreichen den geringsten fossilen Primärenergiebedarf im Vergleich.

Der Vorteil für Biomasse mit der günstigen Bewertung im fossilen Primärenergiebedarf basiert auf der Annahme nachhaltiger Forstwirtschaft und damit CO<sub>2</sub>-neutraler Energiebereitstellung. Der Vorteil für die Varianten WP sowie der geringe fossile Primärenergiebedarf für die Nutzenergie Kälte entsteht durch den hohen Anteil CO<sub>2</sub>-freien Strom in der Schweiz.

#### 4.3.2 Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft für Wohnbauten

Die Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft sind definiert für den durchschnittlichen Energiebedarf des Gebäudeparks in der Schweiz als Anforderung an den Primärenergiebedarf und dessen fossilen Anteil. In einem realistischen Zukunftsszenario unter Berücksichtigung der Lebensdauer von Bauten und deren Technik werden im Buch

„Potenzial Wohngebäude“ [Kosch05] das Erreichen der Ziele für das Jahr 2150 und eine Zwischenetappe für das Jahr 2050 angenommen und die Referenz im Jahr 2000 aufgezeigt. Zu betonen ist hier nochmals, dass die Kennzahlen den Durchschnitt des Gebäudeparks in der Schweiz widerspiegeln, der einen abnehmenden Anteil Altbauten mit schlechteren Kennzahlen und einen zunehmenden Anteil Neubauten mit besseren Kennzahlen als die angegebenen durchschnittlichen Kennzahlen umfasst. Ein Vergleich zwischen den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft und den aktuellen Energiestandards wurde auf dieser Basis hergeleitet für die Energiekennzahlen Wärme für Wohnbauten ausgedrückt in Primärenergie und fossiler Primärenergie.

Abbildung 17 zeigt die Energiekennzahl Primärenergie für Wohnbauten der angenommenen Varianten und die Referenzgrößen für die 2000-Watt-Gesellschaft. Der Durchschnitt des Wohngebäudeparks der Schweiz im Jahr 2000 weist einen Primärenergiebedarf von 692 MJ/m<sup>2</sup>a auf, der aktuelle Neubaustandard SIA380/1-BL liegt bei 316 MJ/m<sup>2</sup>a. Dieser Neubauwert im Jahre 2000 entspricht der Anforderung an den gesamten Gebäudepark im Jahr 2050. Damit dieser Wert erreicht werden kann müssen also entweder alle(!) Gebäude bis 2050 auf diesen Stand gebracht werden, oder aber bei einem realistischen Szenario müssen Neubauten wesentlich höhere Ansprüche erfüllen, damit der langsamere Prozess der Sanierungen ausgeglichen werden kann. Das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft für den Durchschnitt des Gebäudeparks liegt bei einem Primärenergiebedarf von 84 MJ/m<sup>2</sup>a, also einer Reduktion etwa um den Faktor 8 gegenüber dem heutigen Bestandsdurchschnitt.

Abbildung 18 zeigt in gleicher Weise wie Abbildung 17 nun die Energiekennzahl fossiler Primärenergie für Wohnbauten. Der Durchschnitt der Wohnbauten in der Schweiz liegt im Jahr 2000 bei 488 MJ/m<sup>2</sup>a. Die Ziele für die Jahre 2050 und 2150 liegen bei 199 MJ/m<sup>2</sup>a beziehungsweise 20 MJ/m<sup>2</sup>a.

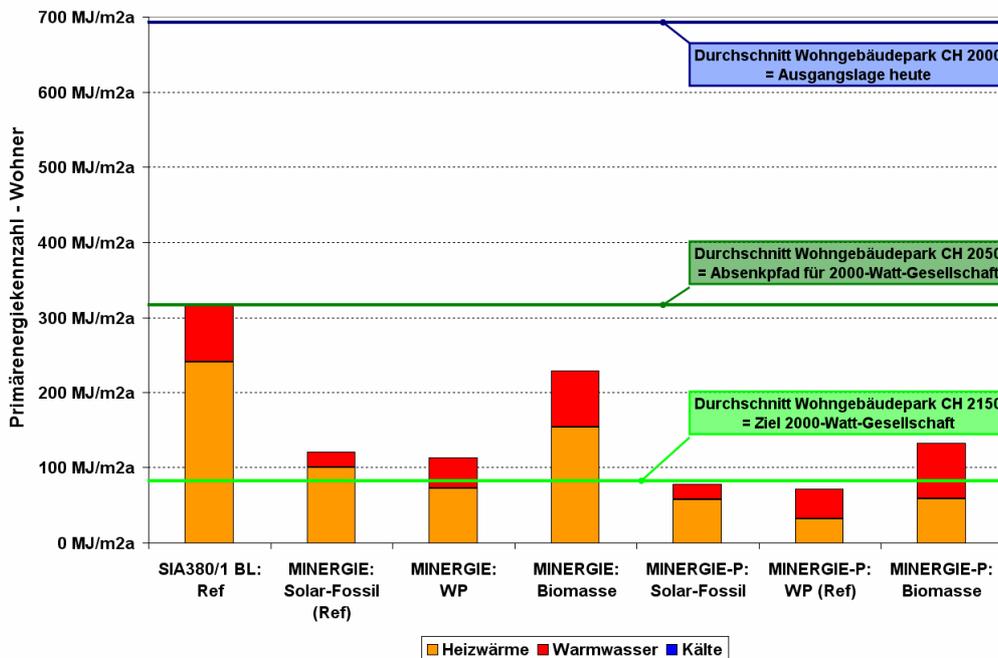


Abbildung 17 Primärenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

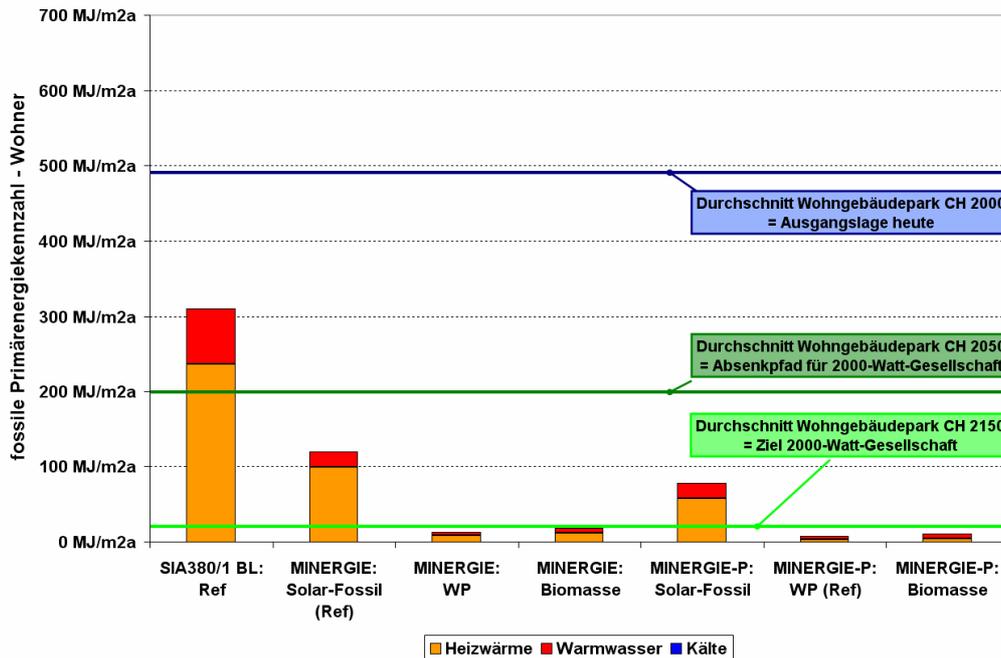


Abbildung 18 fossile Primärenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

Sowohl die Anforderungen an den fossilen Primärenergiebedarf als auch an den gesamten Primärenergiebedarf im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft sind mit heutiger Technik und einer Gebäudehülle entsprechend MINERGIE-P® in Einzelfällen knapp erreichbar. Damit jedoch der gesamte Gebäudepark das Ziel erreicht müssen zum einen die bestehenden Bauten an das technische Niveau herangeführt werden und zum anderen die technische Entwicklung bei Neubauten weiter vorangetrieben werden. Eine Gefahr besteht darin, den zukünftigen Anforderungen mit den heutigen Standards zu hohe Erneuerungshürden aufzubürden.

## 4.4 Energieversorgung zentral

Abbildung 19 & Abbildung 20 zeigen den Endenergiebedarf Wärme im Entwicklungsgebiet Salina-Raurica aufgeschlüsselt nach den Modulen und den 3 Energiestandards SIA380/1-BL, MINERGIE® und MINERGIE-P®, bei Vollausbau, respektive in der 1.Etappe.

Tabelle 4 und Abbildung 21 weisen die Kenngrößen für die Gegenüberstellung von potentiellen zentralen Wärmequellen und dem Wärmebedarf der Module aus.

Für die Abschätzung wie viele Gebäude eine Wärmequelle versorgen kann muss die Leistung betrachtet werden. Als weitere Hinweise für die Qualifizierung eines Moduls für eine zentrale Wärmeversorgung können die mittlere Energiekennzahl und die Wärmedichte gemäss Tabelle 4 herangezogen werden.

Abbildung 21 weist die Leistung der Abwärme von der ARA mit 2.5 MW aus. Aufgrund der örtlichen Lage bietet sich mit diesem Potential die Versorgung der Module 4 und 3 an. Diese könnten ohne Berücksichtigung von Verteilverlusten bei Standard MINERGIE® zu 35% und bei Standard MINERGIE-P® zu 100% mit Wärme versorgt werden. Das zweite ausgewiesene Potential ist eine Erweiterung der Wärmeversorgung Grüssen, welches sich auf etwa 3 MW beläuft. Die Art der Wärmeerzeugung ist hierbei noch offen und könnte entweder auf Biomasse oder Wärmekraftkopplung basieren. Mögliche Abnehmer sind die Module M5 und M6 oder eine erweiterte Versorgung der Module M3 und M4 bei Standard MINERGIE®. Die Erschliessung des Moduls M6 mit einer zentralen Wärmeversorgung bietet die Option Gebäude im Modul M7 trotz geringer Wärmedichte effizient an eine zentrale Versorgung anzuschliessen.

Die Module M1, M2, M8 und M9 sind wegen der örtlichen Lage und der geringen Wärmedichte weniger geeignet für eine zentrale Versorgung.

Die Potentiale der in Abbildung 21 aufgeführten Quellen Geothermie und Rheinwasser können nur mit einer gesonderten Betrachtung quantifiziert werden und bleiben daher in dieser Studie nur ein Hinweis auf weitere mögliche regenerative Wärmequellen.

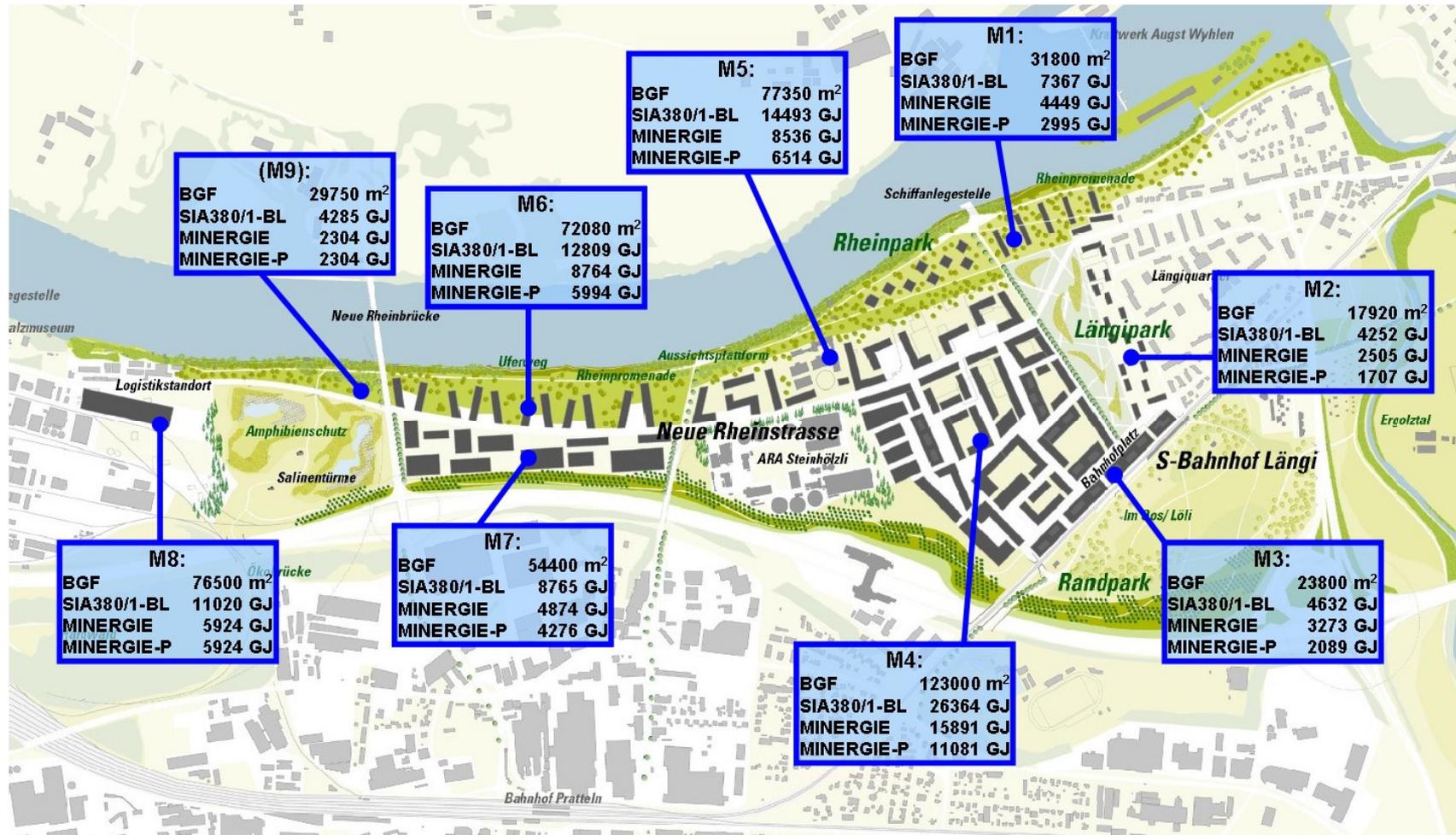


Abbildung 19 Salina-Raurica –Endenergiebedarf Wärme der Module im Endzustand bei 3 Baustandards  
Gesamtbedarf Endzustand: SIA380/1-BL: 93986 GJ; MINERGIE®: 55079 GJ; MINERGIE-P®: 41443 GJ

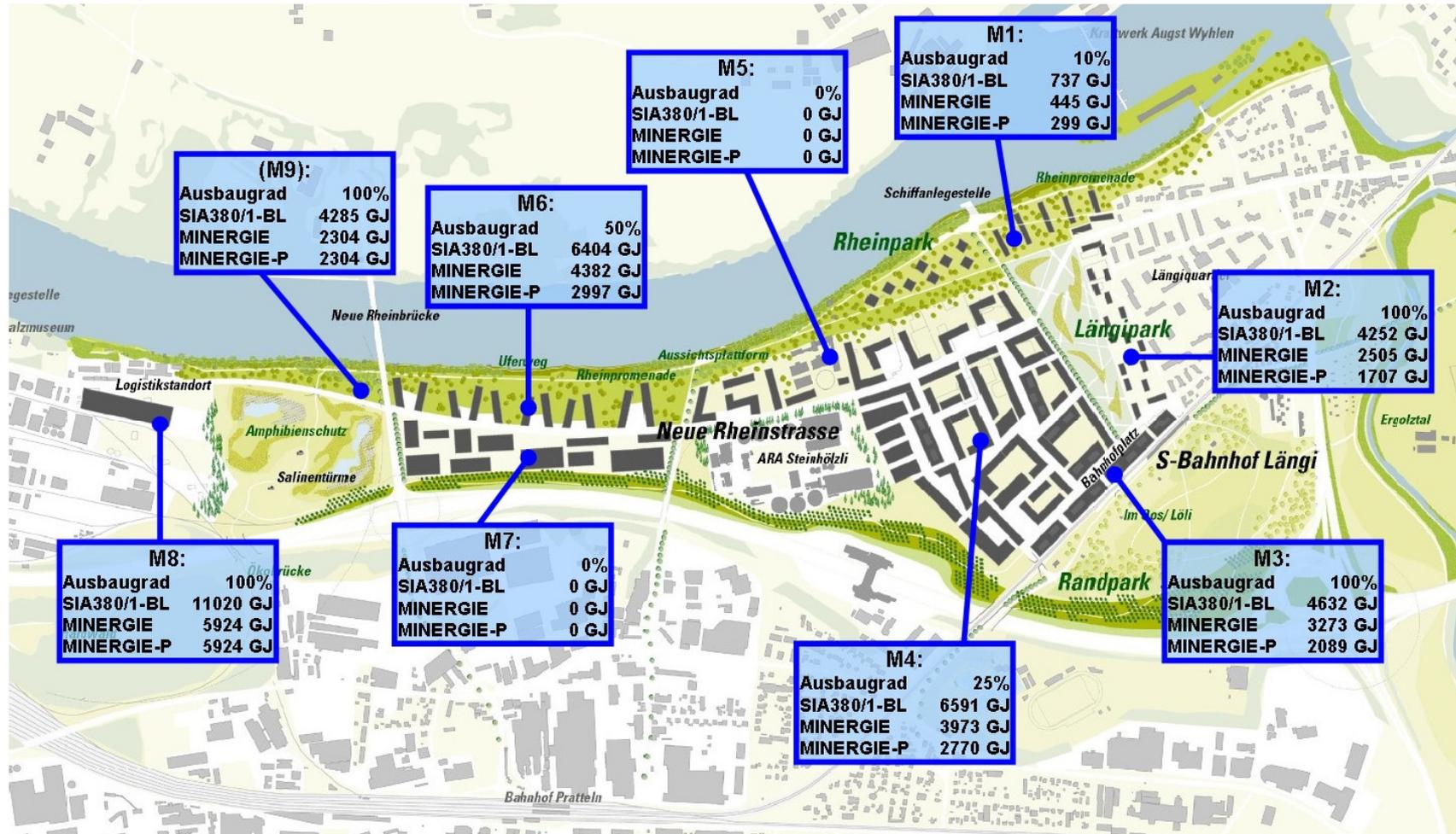


Abbildung 20 Salina-Raurica –Endenergiebedarf Wärme nach Etappe1 mit unterschiedlichen Ausbaugraden in den Modulen bei 3 Baustandards  
Gesamtbedarf Etappe1: SIA380/1-BL: 37921 GJ; MINERGIE®: 21974 GJ; MINERGIE-P®: 17259 GJ

Modul	Summe	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
<b>Bezeichnung</b>	Salina-Raurica	Wohnen im Rheinpark	Wohnen im Längipark	Bahnhof Längi	Wohnen & Arbeiten im Längiquartier	Netzboden ZurLinden	Business im Rheinpark	Gewerbe Steinhölzli	Logistik Salinen	Gewerbe Salinen
<b>Bruttobauland</b>	59.8 ha	5.3 ha	2.8 ha	2.0 ha	16.4 ha	9.1 ha	5.3 ha	6.4 ha	9.0 ha	3.5 ha
<b>Nettobauland</b>	48.5 ha	4.0 ha	2.2 ha	1.7 ha	12.3 ha	7.7 ha	4.5 ha	5.4 ha	7.7 ha	3.0 ha
<b>BGF/EBF</b>	506600 m <sup>2</sup>	31800 m <sup>2</sup>	17920 m <sup>2</sup>	23800 m <sup>2</sup>	123000 m <sup>2</sup>	77350 m <sup>2</sup>	72080 m <sup>2</sup>	54400 m <sup>2</sup>	76500 m <sup>2</sup>	29750 m <sup>2</sup>
<b>Endenergiebedarf</b>										
<b>SIA380/1-BL</b>	93986 GJ/a	7367 GJ/a	4252 GJ/a	4632 GJ/a	26364 GJ/a	14493 GJ/a	12809 GJ/a	8765 GJ/a	11020 GJ/a	4285 GJ/a
<b>MINERGIE®</b>	56519 GJ/a	4449 GJ/a	2505 GJ/a	3273 GJ/a	15891 GJ/a	8536 GJ/a	8764 GJ/a	4874 GJ/a	5924 GJ/a	2304 GJ/a
<b>MINERGIE-P®</b>	42883 GJ/a	2995 GJ/a	1707 GJ/a	2089 GJ/a	11081 GJ/a	6514 GJ/a	5994 GJ/a	4276 GJ/a	5924 GJ/a	2304 GJ/a
<b>mittlere Energiekennzahl Wärme [Endenergiebedarf bezogen aufs Jahr und Energiebezugsfläche]</b>										
<b>SIA380/1-BL</b>	186 MJ/m <sup>2</sup> a	232 MJ/m <sup>2</sup> a	237 MJ/m <sup>2</sup> a	195 MJ/m <sup>2</sup> a	214 MJ/m <sup>2</sup> a	187 MJ/m <sup>2</sup> a	178 MJ/m <sup>2</sup> a	161 MJ/m <sup>2</sup> a	144 MJ/m <sup>2</sup> a	144 MJ/m <sup>2</sup> a
<b>MINERGIE®</b>	112 MJ/m <sup>2</sup> a	140 MJ/m <sup>2</sup> a	140 MJ/m <sup>2</sup> a	138 MJ/m <sup>2</sup> a	129 MJ/m <sup>2</sup> a	110 MJ/m <sup>2</sup> a	122 MJ/m <sup>2</sup> a	90 MJ/m <sup>2</sup> a	77 MJ/m <sup>2</sup> a	77 MJ/m <sup>2</sup> a
<b>MINERGIE-P®</b>	85 MJ/m <sup>2</sup> a	94 MJ/m <sup>2</sup> a	95 MJ/m <sup>2</sup> a	88 MJ/m <sup>2</sup> a	90 MJ/m <sup>2</sup> a	84 MJ/m <sup>2</sup> a	83 MJ/m <sup>2</sup> a	79 MJ/m <sup>2</sup> a	77 MJ/m <sup>2</sup> a	77 MJ/m <sup>2</sup> a
<b>Wärmedichte [Endenergiebedarf bezogen aufs Jahr und Bruttobauland]</b>										
<b>SIA380/1-BL</b>	157 MJ/m <sup>2</sup> a	139 MJ/m <sup>2</sup> a	152 MJ/m <sup>2</sup> a	232 MJ/m <sup>2</sup> a	161 MJ/m <sup>2</sup> a	159 MJ/m <sup>2</sup> a	242 MJ/m <sup>2</sup> a	137 MJ/m <sup>2</sup> a	122 MJ/m <sup>2</sup> a	122 MJ/m <sup>2</sup> a
<b>MINERGIE®</b>	95 MJ/m <sup>2</sup> a	84 MJ/m <sup>2</sup> a	89 MJ/m <sup>2</sup> a	164 MJ/m <sup>2</sup> a	97 MJ/m <sup>2</sup> a	94 MJ/m <sup>2</sup> a	165 MJ/m <sup>2</sup> a	76 MJ/m <sup>2</sup> a	66 MJ/m <sup>2</sup> a	66 MJ/m <sup>2</sup> a
<b>MINERGIE-P®</b>	72 MJ/m <sup>2</sup> a	57 MJ/m <sup>2</sup> a	61 MJ/m <sup>2</sup> a	104 MJ/m <sup>2</sup> a	68 MJ/m <sup>2</sup> a	72 MJ/m <sup>2</sup> a	113 MJ/m <sup>2</sup> a	67 MJ/m <sup>2</sup> a	66 MJ/m <sup>2</sup> a	66 MJ/m <sup>2</sup> a
<b>Abschätzung des Wärmeleistungsbedarfs</b>										
<b>SIA380/1-BL</b> (60 W/m <sup>2</sup> )	30'396 kW	1'908 kW	1'075 kW	1'428 kW	7'380 kW	4'641 kW	4'325 kW	3'264 kW	4'590 kW	1'785 kW
<b>MINERGIE®</b> (35 W/m <sup>2</sup> )	17'731 kW	1'113 kW	627 kW	833 kW	4'305 kW	2'707 kW	2'523 kW	1'904 kW	2'678 kW	1'041 kW
<b>MINERGIE-P®</b> (15 W/m <sup>2</sup> )	7'599 kW	477 kW	269 kW	357 kW	1'845 kW	1'160 kW	1'081 kW	816 kW	1'148 kW	446 kW

Tabelle 4 Salina-Raurica – Charakterisierung des Wärmebedarfs der Module zur Bewertung zentraler Versorgungsvarianten

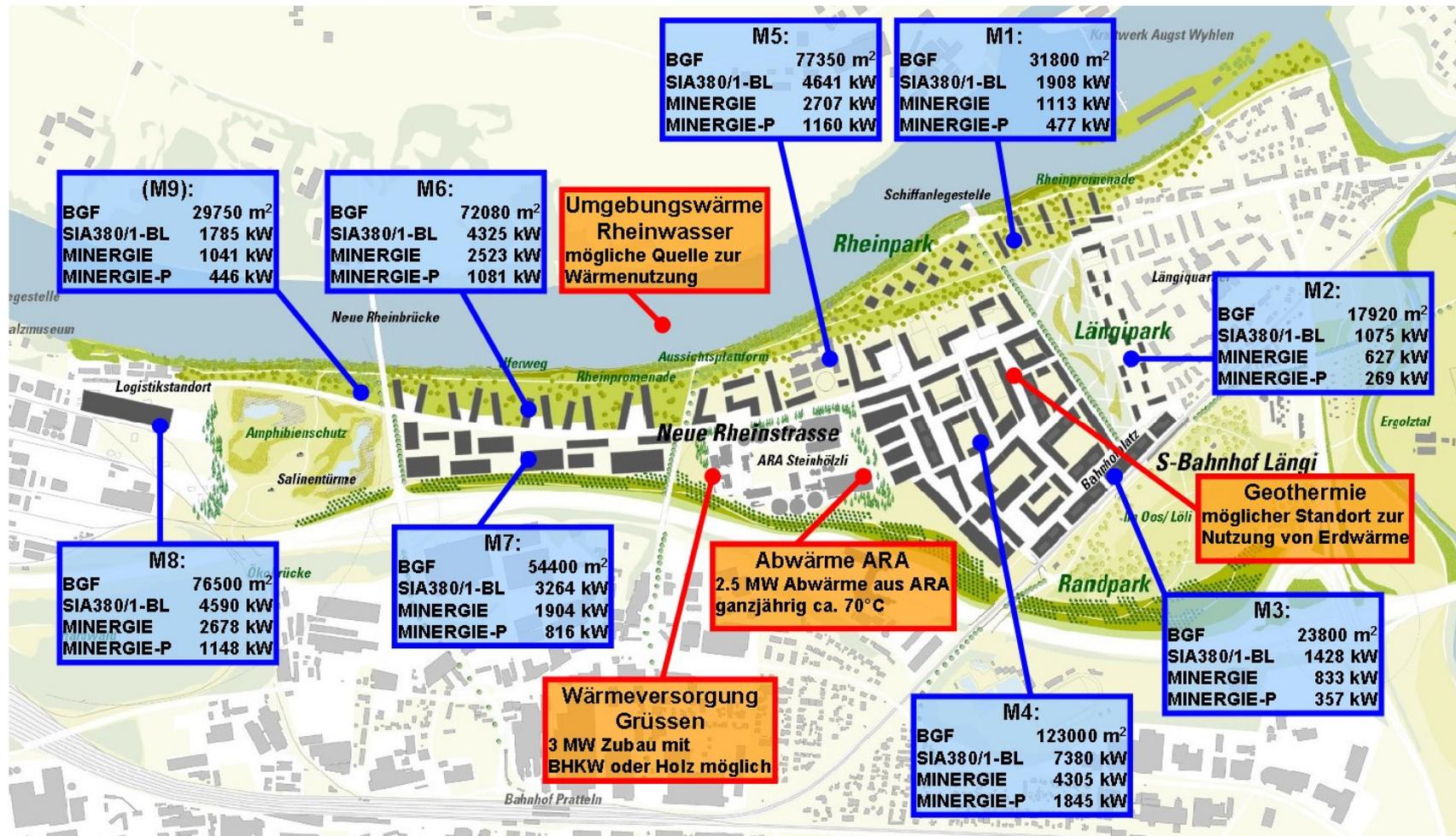


Abbildung 21 Salina-Raurica – sinnvolle Potenziale für zentrale Wärmeversorgung (rot) und Wärmeleistungsbedarf je Modul (blau) zur Bewertung einer möglichen Nutzung

## 5 Schlussfolgerungen

Die Orientierung an den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft bedeutet, dass als wichtigster Bewertungsmaßstab der fossile Primärenergiebedarf und in zweiter Linie der gesamte Primärenergiebedarf herangezogen werden muss. Der Durchschnitt des fossilen Primärenergiebedarfs liegt heute noch etwa 8-mal höher als das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft und selbst die aktuellen Neubauvorschriften liegen noch etwa 4-mal höher.

Die Studie zeigt, dass die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft für den Durchschnitt aller Wohngebäude bei einzelnen Objekten bereits knapp erreicht werden können, wenn diese Objekte hochwärmegeämmte Gebäude (MINERGIE-P®) mit technischen Systemen mit dem Schwerpunkt auf regenerativen Energiequellen (Sonne, Biomasse, Umgebungswärme) sind.

Damit jedoch der gesamte Gebäudepark das Ziel erreicht, müssen zum einen die bestehenden Bauten möglichst weit an das erforderliche Niveau herangeführt werden und zum anderen Neubauten den geforderten Durchschnitt unterbieten. Dabei führt nur eine Kombination aus Verbesserungen an der Gebäudehülle und effizienteren Techniken unter Verwendung von regenerativen Energien zum Ziel.

Unter Berücksichtigung der Lebensdauer von Gebäuden und Anlagentechnik kann der fossile Primärenergiebedarf kurzfristig mit effizienter Anlagentechnik deutlich gesenkt werden. Die Wahl der Gebäudehülle wirkt sich jedoch wesentlich länger auf den Primärenergiebedarf aus und birgt somit die Gefahr zum wesentlich grösseren Erneuerungshindernis von morgen zu werden, wenn sie heute nicht nach höchstem Standard ausgeführt wird.

### 5.1 Optimierte Versorgung im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft

Angewendet auf das Entwicklungsprojekt Salina-Raurica folgt daraus einen möglichst grossen Teil der Gebäude mit sehr guter Gebäudehülle zu realisieren und geringere Ansprüche an die Gebäudehülle mindestens durch die Nutzung von vorhandenen regenerativen Quellen, Abwärmepotenzialen und erschliessbarer Umgebungswärme auszugleichen. Abbildung 22 zeigt einen Vorschlag für ein optimiertes Versorgungsszenario für das Gebiet Salina-Raurica im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft in welchem bei Abweichung vom Idealzustand (alle Bauten mit bester Gebäudehülle) dieser Schlussfolgerung Rechnung getragen wird. Dabei stellt der Vorschlag nicht die technisch machbaren Grenzen dar, sondern möchte heute gängige Baustandards und Techniken ambitioniert umsetzen. Dieser Vorschlag sieht 44% der Bruttogeschossfläche nach Standard MINERGIE-P® und 56% nach MINERGIE® vor.

Abbildung 23 und Tabelle 5 zeigen den zahlenmässigen Vergleich und die Einordnung des Vorschlags optimierte Versorgung mit den drei Gebäudestandards SIA380/1-BL, MINERGIE® und MINERGIE-P®.

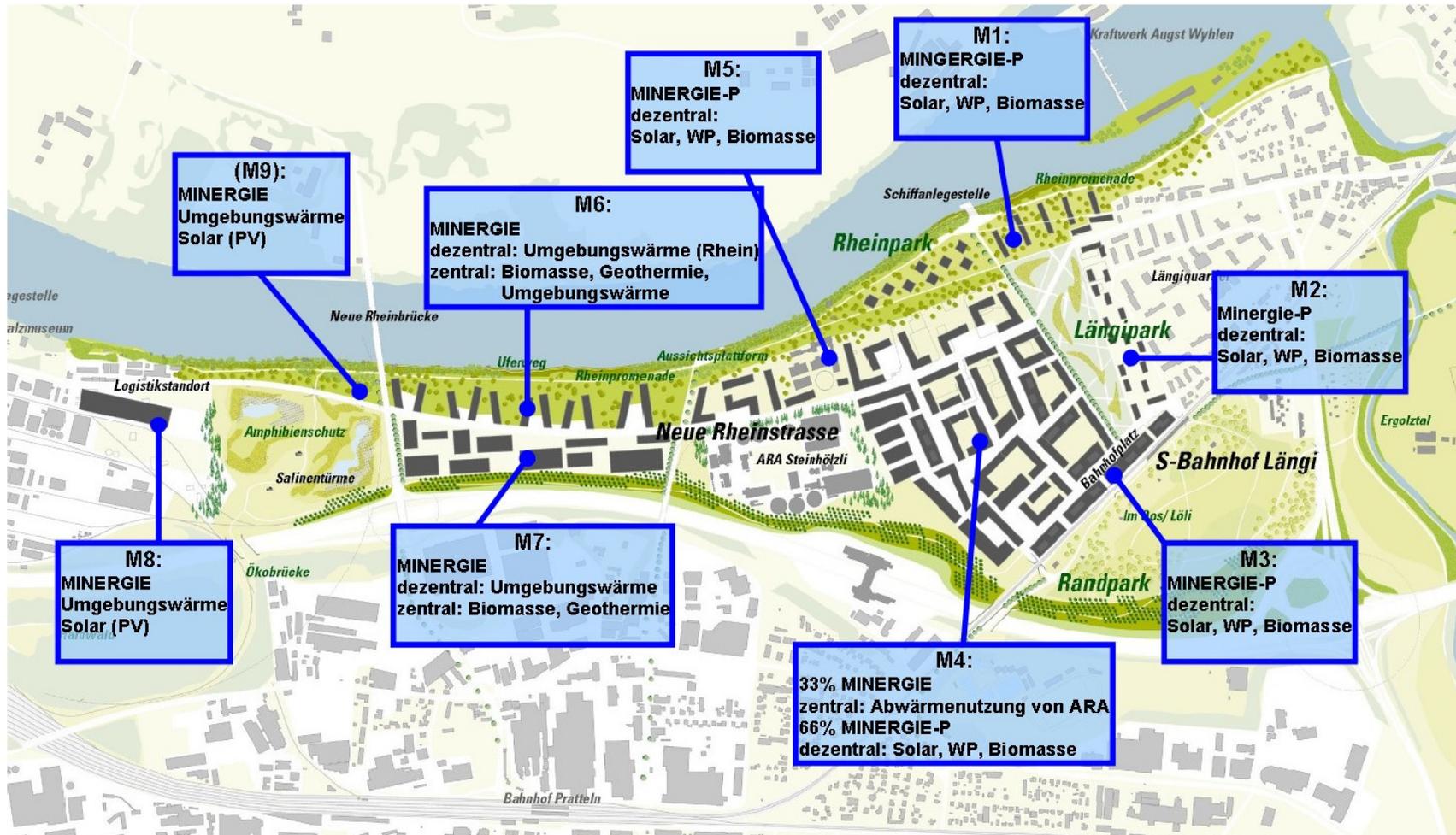


Abbildung 22 Salina-Raurica – Versorgungsszenario optimierte Versorgung im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft

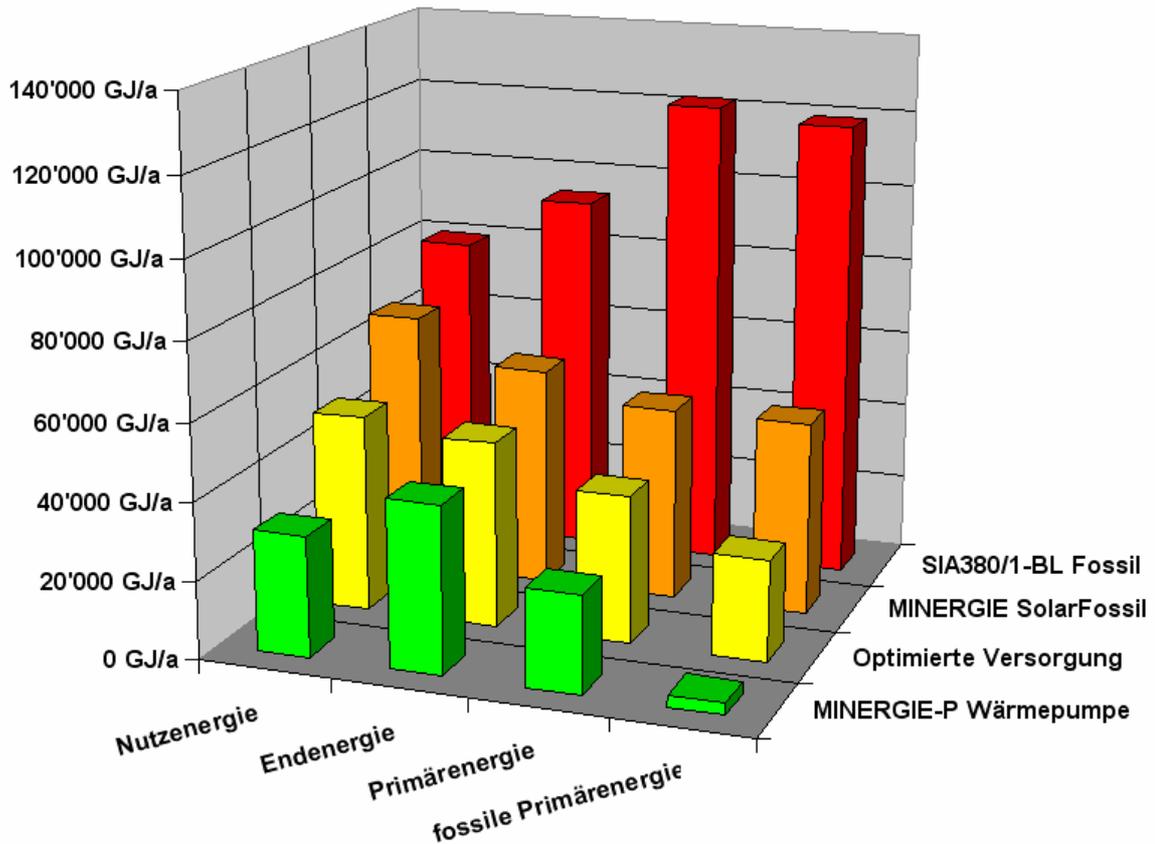


Abbildung 23 Salina-Raurica – Vergleich und Einordnung des Energiebedarfs Wärme für die drei Gebäudestandards und den Vorschlag optimierte Versorgung im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft

	Nutzenergie	Endenergie	Primärenergie	fossile Primärenergie
<b>SIA380/1 BL fossil</b>	80'000 GJ/a	94'000 GJ/a	122'000 GJ/a	119'000 GJ/a
<b>MINERGIE® solar-fossil</b>	68'000 GJ/a	57'000 GJ/a	50'000 GJ/a	50'000 GJ/a
<b>Optimierte Versorgung</b>	51'000 GJ/a	48'000 GJ/a	38'000 GJ/a	26'000 GJ/a
<b>MINERGIE-P® Wärmepumpe</b>	31'000 GJ/a	43'000 GJ/a	25'000 GJ/a	3'000 GJ/a

Tabelle 5 Salina-Raurica – Vergleich und Einordnung des Energiebedarfs Wärme für die drei Gebäudestandards und den Vorschlag optimierte Versorgung im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft

## 6 Anhang Teil 2

### 6.1 Quellen

- [Kosch05] Markus Koschenz, Andreas Pfeiffer; „Potenzial Wohngebäude – Energie- und Gebäudetechnik für die 2000-Watt-Gesellschaft“; Faktor Verlag; Zürich; 2005
- [MINERGIE®] „Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE®“; Verein MINERGIE®; Bern; 2005
- [SIA380/1] „SIA 380/1:2001 Thermische Energie im Hochbau“; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein; Zürich; 2005
- [SIA380/4] „SIA 380/4:1995 Elektrische Energie im Hochbau“; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein; Zürich; 1995
- [novatlantis] „novatlantis - Nachhaltigkeit im ETH Bereich“; <http://www.novatlantis.ch>; 2005
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), <http://www.ipcc.ch>, 2005
- [GaBE] Ménard M., Dones R., Gantner U.; Projekt GaBE: Ganzheitliche Betrachtung von Energiesystemen, Strommix in Ökobilanzen; Paul Scherrer Institut; Villigen; 1998

## 6.2 Definitionen der Baustandards, Versorgungssysteme und Kennzahlen

Nutzung	Gebäudekategorie nach MINERGIE & SIA380/1-2001	Grenzwert Nutzenergie Heizwärme SIA380/1-2001 BL (80%)	Kennzahl Nutzenergie Warmwasser SIA380/1-2001	Grenzwert Endenergie MINERGIE®	Grenzwert Endenergie MINERGIE-P®
Wohnen	100% Wohnen MFH	158 MJ/m <sup>2</sup> a	50 MJ/m <sup>2</sup> a	151 MJ/m <sup>2</sup> a	108 MJ/m <sup>2</sup> a
Dienstleistung	95% Verwaltung 5% Restaurant	121 MJ/m <sup>2</sup> a	34 MJ/m <sup>2</sup> a	145 MJ/m <sup>2</sup> a	90 MJ/m <sup>2</sup> a
Gewerbe	70% Industrie 20% Lager 10% Verwaltung	122 MJ/m <sup>2</sup> a	21 MJ/m <sup>2</sup> a	79 MJ/m <sup>2</sup> a	90 MJ/m <sup>2</sup> a
Verkauf	100% Verkauf	120 MJ/m <sup>2</sup> a	50 MJ/m <sup>2</sup> a	144 MJ/m <sup>2</sup> a	90 MJ/m <sup>2</sup> a
Logistik	90% Lager 10% Verwaltung	115 MJ/m <sup>2</sup> a	7 MJ/m <sup>2</sup> a	79 MJ/m <sup>2</sup> a	90 MJ/m <sup>2</sup> a

Tabelle 6: Gebäudestandards nach [SIA380/1] & [MINERGIE®]

Bezeichnung	Beschreibung	Nutzungsgrad Heizung	Nutzungsgrad Warmwasser
Fossil	Ölheizung nicht kondensierend	0.85	0.85
Solar-Fossil	kondensierender Gaskessel thermische Solaranlage	0.95 10% der EBF 240 kWh/m <sup>2</sup> a Ertrag	0.92 Deckung WW max. 70% gesamt max. 50%
WP	Wärmepumpe mit Erdsonden	4.0	3.5
Biomasse	Pelletsessel	0.85	0.85

Tabelle 7: Charakterisierung und Kennwerte der Wärmeversorgungssysteme nach [MINERGIE®]

Luftwechsel d. Fugen	0.15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h				
zusätzlicher Luftwechsel	0.70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	0.73 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	0.62 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	0.70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	0.34 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h
Wärmerückgewinnungsgrad	70%				
Betriebsdauer	8760 h/a	2750 h/a	2750 h/a	2750 h/a	2750 h/a
spezifischer Strombedarf für Lüftung	0.53 W/(m <sup>3</sup> /h)				
Lüftungs-Wärmebedarf bei natürlicher Lüftung	93 MJ/m <sup>2</sup> a	41 MJ/m <sup>2</sup> a	38 MJ/m <sup>2</sup> a	41 MJ/m <sup>2</sup> a	28 MJ/m <sup>2</sup> a
Lüftungs-Wärmebedarf bei mechanischer Lüftung mit WRG	40 MJ/m <sup>2</sup> a	24 MJ/m <sup>2</sup> a	23 MJ/m <sup>2</sup> a	24 MJ/m <sup>2</sup> a	20 MJ/m <sup>2</sup> a
elektrischer Energiebedarf für mechanische Lüftung	12 MJ/m <sup>2</sup> a	4 MJ/m <sup>2</sup> a	3 MJ/m <sup>2</sup> a	4 MJ/m <sup>2</sup> a	2 MJ/m <sup>2</sup> a

Tabelle 8: Charakterisierung und Kennwerte für die Berechnung der Lüftungsanlage nach [SIA380/1] & [MINERGIE®]

Sonne, Umweltwärme, Geothermie	0
Biomasse (Holz, Biogas, Klärgas)	0.5
Abwärme (inkl. Fernwärme aus KVA, ARA, Industrie)	0.6
Fossile Energieträger (Öl, Gas)	1
Elektrizität	2

Tabelle 9: MINERGIE Gewichtungsfaktoren Endenergie nach [MINERGIE®]

	Primärenergiefaktor fossil	Primärenergiefaktor nicht fossil	Primärenergiefaktor
<b>Strommix Salina-Raurica'06 ([GaBE] M3)</b>	0.447	2.458	2.905
<b>Strommix Salina-Raurica ([GaBE] M2)</b>	0.31	2.488	2.798
<b>Strommix UCTE</b>	1.792	1.745	3.537
<b>Heizöl EL</b>	1.270	0.023	1.293
<b>Erdgas</b>	1.230	0.005	1.235
<b>Holzpellet</b>	0.099	1.160	1.259
<b>Holzschnittel</b>	0.030	1.159	1.189

Tabelle 10: Primärenergiefaktoren nach [Kosch05]

### 6.3 Energiebedarf des Gebiets Salina-Raurica bei Etappe1

<b>Nutzenergie</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	27251 GJ	4982 GJ	3178 GJ	40411 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	23016 GJ	4982 GJ	2275 GJ	23019 GJ
MINERGIE: WP	23016 GJ	4982 GJ	2275 GJ	23019 GJ
MINERGIE: Biomasse	23016 GJ	4982 GJ	2275 GJ	23019 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	6813 GJ	4982 GJ	2275 GJ	23019 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	6813 GJ	4982 GJ	2275 GJ	23019 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	6813 GJ	4982 GJ	2275 GJ	23019 GJ

<b>Endenergie</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	32059 GJ	5862 GJ	1870 GJ	40411 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	14736 GJ	1625 GJ	1338 GJ	23019 GJ
MINERGIE: WP	5754 GJ	1424 GJ	1338 GJ	23019 GJ
MINERGIE: Biomasse	27078 GJ	5862 GJ	1338 GJ	23019 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	6208 GJ	1625 GJ	1338 GJ	23019 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	1946 GJ	1424 GJ	1338 GJ	23019 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	8015 GJ	5862 GJ	1338 GJ	23019 GJ

<b>Primärenergie</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	41453 GJ	7579 GJ	5231 GJ	113069 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	18199 GJ	2006 GJ	3744 GJ	64408 GJ
MINERGIE: WP	16100 GJ	3983 GJ	3744 GJ	64408 GJ
MINERGIE: Biomasse	34091 GJ	7380 GJ	3744 GJ	64408 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	7667 GJ	2006 GJ	3744 GJ	64408 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	5446 GJ	3983 GJ	3744 GJ	64408 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	10091 GJ	7380 GJ	3744 GJ	64408 GJ

<b>Primärenergie fossil</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	40715 GJ	7444 GJ	580 GJ	12527 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	18125 GJ	1998 GJ	415 GJ	7136 GJ
MINERGIE: WP	1784 GJ	441 GJ	415 GJ	7136 GJ
MINERGIE: Biomasse	2681 GJ	580 GJ	415 GJ	7136 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	7636 GJ	1998 GJ	415 GJ	7136 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	603 GJ	441 GJ	415 GJ	7136 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	793 GJ	580 GJ	415 GJ	7136 GJ

## 6.4 Energiebedarf des Gebiets Salina-Raurica bei Endausbau

<b>Nutzenergie</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	65395 GJ	14493 GJ	8216 GJ	103822 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	53268 GJ	14493 GJ	5883 GJ	63236 GJ
MINERGIE: WP	53268 GJ	14493 GJ	5883 GJ	63236 GJ
MINERGIE: Biomasse	53268 GJ	14493 GJ	5883 GJ	63236 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	16349 GJ	14493 GJ	5883 GJ	63236 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	16349 GJ	14493 GJ	5883 GJ	63236 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	16349 GJ	14493 GJ	5883 GJ	63236 GJ

<b>Endenergie</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	76936 GJ	17051 GJ	4833 GJ	103822 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	35664 GJ	4726 GJ	3461 GJ	63236 GJ
MINERGIE: WP	13317 GJ	4141 GJ	3461 GJ	63236 GJ
MINERGIE: Biomasse	62668 GJ	17051 GJ	3461 GJ	63236 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	16233 GJ	4726 GJ	3461 GJ	63236 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	4671 GJ	4141 GJ	3461 GJ	63236 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	19234 GJ	17051 GJ	3461 GJ	63236 GJ

<b>Primärenergie</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	99478 GJ	22046 GJ	13522 GJ	290493 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	44045 GJ	5837 GJ	9683 GJ	176935 GJ
MINERGIE: WP	37261 GJ	11586 GJ	9683 GJ	176935 GJ
MINERGIE: Biomasse	78899 GJ	21467 GJ	9683 GJ	176935 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	20047 GJ	5837 GJ	9683 GJ	176935 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	13070 GJ	11586 GJ	9683 GJ	176935 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	24215 GJ	21467 GJ	9683 GJ	176935 GJ

<b>Primärenergie fossil</b>	Heizwärme	Warmwasser	Kälte	Strom
SIA380/1 BL: Ref	97708 GJ	21654 GJ	1498 GJ	32185 GJ
MINERGIE: Solar-Fossil (Ref)	43866 GJ	5813 GJ	1073 GJ	19603 GJ
MINERGIE: WP	4128 GJ	1284 GJ	1073 GJ	19603 GJ
MINERGIE: Biomasse	6204 GJ	1688 GJ	1073 GJ	19603 GJ
MINERGIE-P: Solar-Fossil	19966 GJ	5813 GJ	1073 GJ	19603 GJ
MINERGIE-P: WP (Ref)	1448 GJ	1284 GJ	1073 GJ	19603 GJ
MINERGIE-P: Biomasse	1904 GJ	1688 GJ	1073 GJ	19603 GJ

## 6.5 Energiekennzahlen Wohnen und Dienstleistung

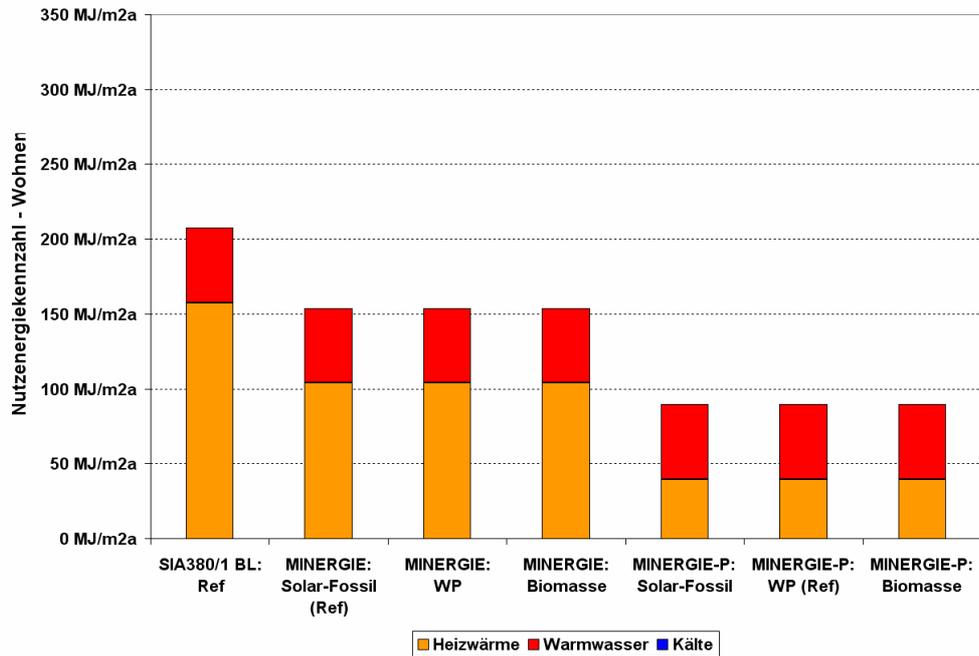


Abbildung 24 Nutzenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

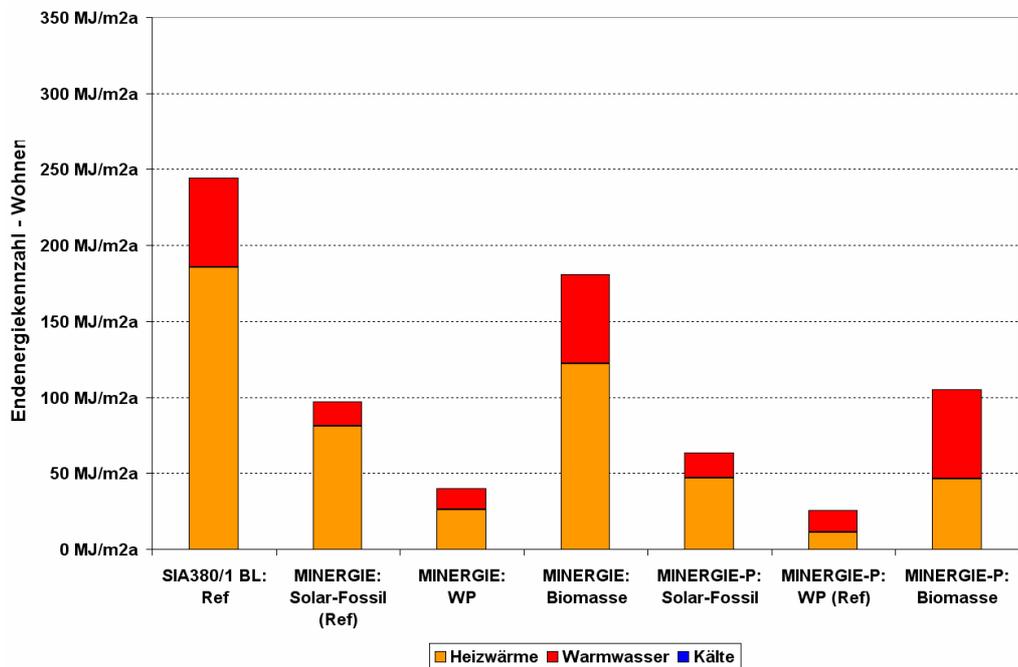


Abbildung 25 Endenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

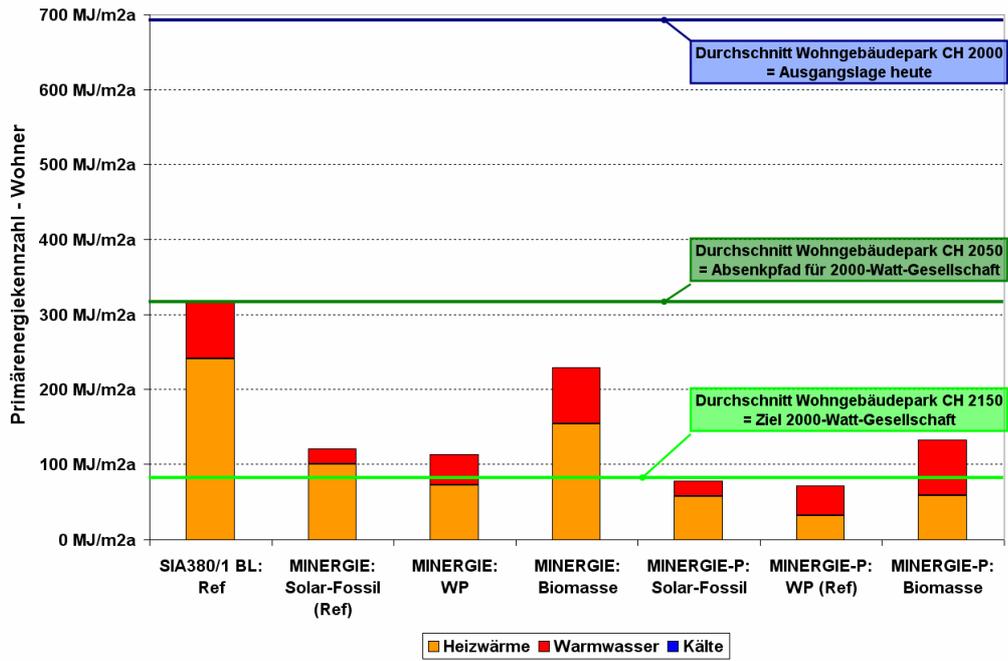


Abbildung 26 Primärenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

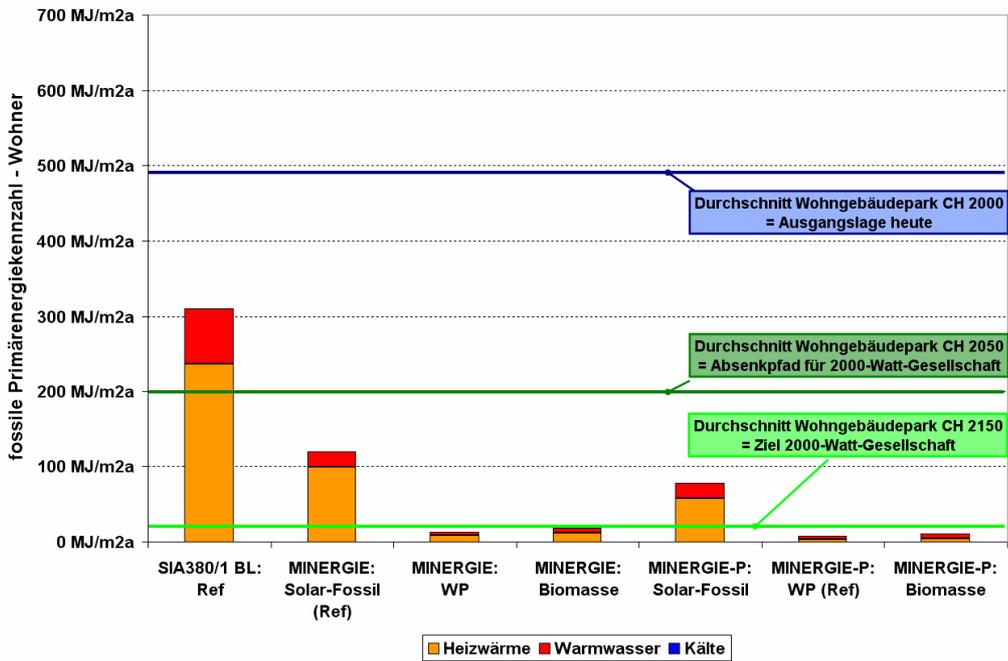


Abbildung 27 fossile Primärenergiekennzahl Wohnen in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

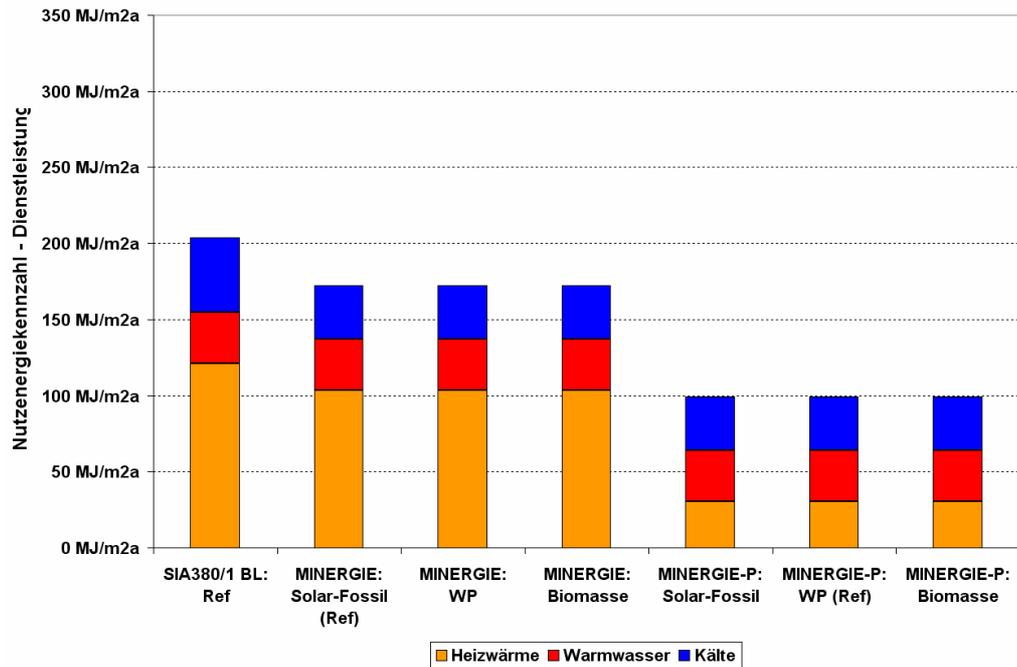


Abbildung 28 Nutzenenergiekennzahl Dienstleistung in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

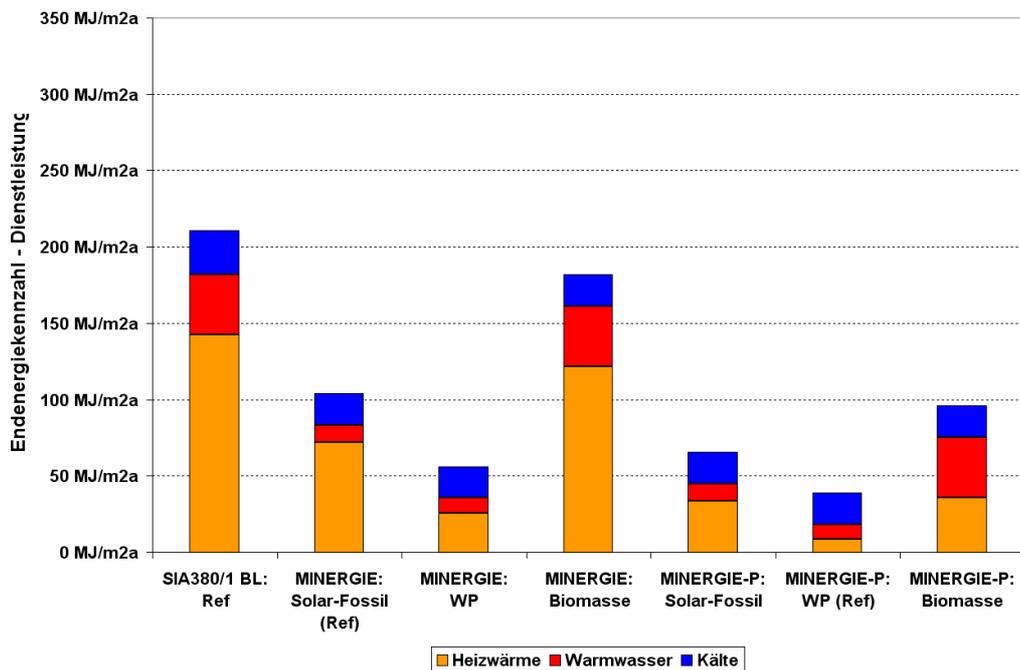


Abbildung 29 Endenergiekennzahl Dienstleistung in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

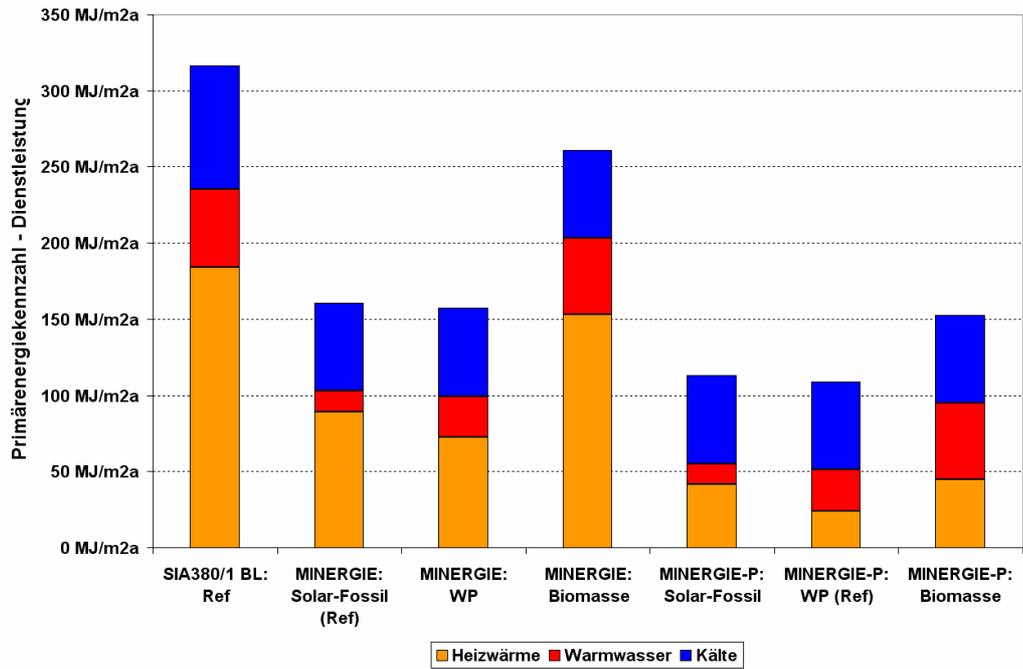


Abbildung 30 Primärenergiekennzahl Dienstleistung in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung

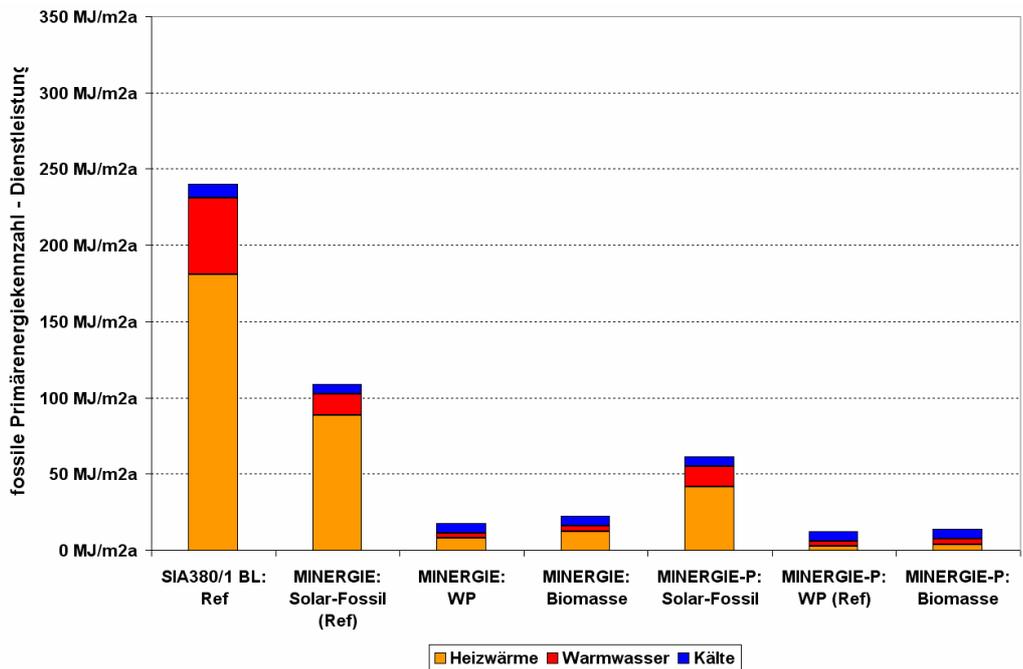


Abbildung 31 fossile Primärenergiekennzahl Dienstleistung in Abhängigkeit von Baustandard & Wärmeversorgung



# Konzeptstudie nachhaltige Energieversorgung Salina-Raurica

## Teil 3 Dokumentation realisierter Vorbilder

## Teil 3 Dokumentation realisierter Vorbilder

### Inhaltsverzeichnis:

#### Grossbauten

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. Bundesamt für Statistik Neuchâtel, Bauart Architekten | MINERGIE-ECO® |
| 2. Helvetia Versicherung St. Gallen, Herzog & de Meuron  | MINERGIE®     |
| 3. Westside Bern, Architekt Libeskind/Burckhardt+Partner | MINERGIE®     |
| 4. IKEA Spreitenbach, Meierpartner Architekten           | MINERGIE®     |

#### MINERGIE-P

- |  |             |
|--|-------------|
| 5. Rebgässli, Allschwil, Amrein+Giger Architekten          | MINERGIE-P® |
| 6. Laubiboden, Liestal, Arch. Peter Bärswyl                | MINERGIE-P® |
| 7. MFH Hofberg Wil SG, Arch. Fent, Lucido Solar AG         | MINERGIE-P® |
| 8. MFH Eichgut Winterthur, Baumschlager-Eberle Architekten | MINERGIE-P® |
| 9. Büro-/Gewerbehaus Bion St. Gallen                       | MINERGIE-P® |

#### Weitergehend optimierte Gebäude: Null-Energie- oder Plus-Energie-Häuser

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 10. Bürohaus Marché Kempththal, Beat Kämpfen Architekt     | MINERGIE-P-ECO® |
| 11. Wattwerk Bubendorf, ArchiTeam Design AG Architekten    | Plus-Energie    |
| 12. Forum Chriesbach EAWAG Dübendorf, Bob Gysin Arch.      | Null-Energie    |
| 13. MFH Eulachhof Winterthur, GlassX AG                    | MINERGIE-P®     |
| 14. Plus-Energie Schulhaus Kreuzlingen, Klein+Müller Arch. | Plus-Energie    |