

**Titelbild: Papiereri-Areal, Richtprojekt**

# Grobanalyse Zielerreichung 2000-Watt-Gesellschaft für das Papiereri-Areal Cham

## Abschlussbericht

E-Mail: [werz@hsr.ch](mailto:werz@hsr.ch)  
Abgabetermin: 18. Juni 2015

## Zusammenfassung

---

**Auftrag und Ziel** Die Cham Paper Group Schweiz AG beabsichtigt, das rund 12 Hektaren umfassende Industrieareal neuen Nutzungen zuzuführen und das Areal als Wohn- und Arbeitsquartier zu entwickeln. Das Institut WERZ der HSR Hochschule für Technik Rapperswil ist beauftragt, eine Grobanalyse bezüglich der Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft für den jetzigen Planungsstand zu erstellen.

**Machbarkeit 2000-Watt-Areal** Die Überprüfung des Areals hinsichtlich der Erreichung der Vorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft zeigte, dass bei einer auf Basis der heute vorhandenen Planungsgrundlagen gestalteten Arealentwicklung, die Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft im Standardszenario erfüllt werden können. Die spezifischen Richtwerte (Teilziel) für den Bereich Mobilität werden aber nicht erfüllt.

Dieses Standardszenario geht davon aus, dass auf dem Areal mittels Photovoltaik und einem ertüchtigten Flusswasserkraftwerk Elektrizität erzeugt werden wird und die Abwärme der nahegelegenen ARA und der Pavatex zur Wärmeversorgung genutzt wird. Zudem wird für die Neubauten eine kompakte Bauform und der Energiestandard Minergie angenommen.

Die Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft werden noch besser erfüllt, wenn die Energie für den Wärmebedarf mit einem Erdsondenfeld erzeugt wird.

Die Berechnung verschiedener weiterer Szenarien zeigt auf, dass die Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft nicht erreicht werden können, wenn:

- der Wärmebedarf mit nicht-erneuerbaren Energiequellen gedeckt wird,
- die Neubauten nicht kompakt gebaut werden,
- die Möglichkeit der lokalen Wasserkraftnutzung zur Elektrizitätsproduktion nicht genutzt wird und der Strombedarf des Areals stattdessen mit einem konventionellen CH-Verbrauchermix gedeckt wird.

Vorteilhaft auf die Zielerreichung wirken sich weiter aus:

- die Erhöhung der Stromerzeugung mit lokalen erneuerbarer Energien,
- eine Reduktion der Parkplätze mit Mobilitätskonzept,
- hohe Anforderungen an den Baustandard.

Es ist wichtig anzumerken, dass für eine Zertifizierung als 2000-Watt-Areal weitere Kriterien erfüllt werden müssen, welche im Dokument *2000-Watt-Areale - Kriterienkatalog mit Bewertungshilfe*, herausgegeben von der 2000-Watt-Gesellschaft angeführt werden. Die Überprüfung des Areals hinsichtlich dieser Kriterien war nicht Bestandteil der vorliegenden Grobanalyse.

**Fazit Grobanalyse Nachhaltigkeit** Das Papieri-Areal besitzt gute Voraussetzungen, die Ziele für ein 2000-Watt-Areal zu erreichen.

## Inhalt

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Projektbeschreibung</b> .....	<b>4</b>
1.1 Auftrag und Ziel .....	4
<b>2 Ausgangslage</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Machbarkeit 2000-Watt-Areal</b> .....	<b>7</b>
3.1 2000-Watt-Areale .....	7
3.2 Grundlagen und Annahmen für das Papieri Areal .....	8
3.3 Szenario Standard .....	10
3.4 Szenario nicht-erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung (Gasheizung) .....	12
3.5 Szenario Erdsondenfeld .....	13
3.6 Szenario Blockheizkraftwerk (Gas) .....	13
3.7 Sensitivitätsbetrachtungen .....	14
<b>4 Schlussfolgerungen</b> .....	<b>15</b>
<b>5 Literatur und Quellenverzeichnis</b> .....	<b>16</b>
<b>6 Verzeichnisse</b> .....	<b>18</b>
6.1 Symbole, Formelzeichen, Einheiten .....	18
6.2 Abkürzungen .....	18
6.3 Begriffe und Definitionen .....	19
<b>Anhang</b> .....	<b>20</b>

# 1 Projektbeschreibung

---

## 1.1 Auftrag und Ziel

---

<b>Auftrag</b>	Das Papieri Areal Cham soll neuen Nutzungen zugeführt und zu einem Wohn- und Arbeitsquartier entwickelt werden. Das Institut WERZ der HSR Hochschule für Technik Rapperswil ist beauftragt, eine Grobanalyse bezüglich der Realisierung der 2000-Watt-Gesellschaft des geplanten Vorhabens im jetzigen Planungsstand zu erstellen.
<b>Zielsetzung</b>	Das WERZ wurde mit der Ausarbeitung konzeptioneller Aussagen beauftragt. In einer Grobanalyse werden verschiedene Szenarien für die Energieversorgung, Mobilität, Nutzungsmischung und Gebäudegestaltung des Areals in Bezug auf die Erreichung der Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft untersucht. Die Aussagen beziehen sich dabei auf verschiedene Szenarien für den Endausbau des Areals.
<b>Abgrenzung der Grobanalyse</b>	<p>Die Grobanalyse beinhaltet die Beurteilung der Machbarkeit eines 2000-Watt-Areals in einer frühen Planungsstufe mit Hilfe der <i>Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale</i>. Die Grobanalyse beinhaltet jedoch keine Beurteilung aller Kriterien, welche für die Zertifizierung als 2000-Watt-Areal gemäss den Dokumenten <i>2000-Watt-Areale – Handbuch zum Energiestadt-Zertifikat</i> und <i>2000-Watt-Areale - Kriterienkatalog mit Bewertungshilfe</i> zu beachten sind.</p> <p>Bei den untersuchten Szenarien wurde nicht beurteilt, ob die für Arealbebauungen geltenden Vorgaben zum Mindestdeckungsgrad des Heizbedarfs mit erneuerbaren Energien (Verordnung zum Energiegesetz Kanton Zug, 740.11) eingehalten werden.</p>
<b>Projektmitarbeitende</b>	Die folgenden Mitarbeitenden von der HSR Hochschule für Technik Rapperswil waren beteiligt: Paola De Coppi HSR/WERZ Projektmitarbeiter HSR/WERZ

## 2 Ausgangslage

### Papieri Areal Cham

Das Industrieareal der Papierfabrik Cham liegt mitten im Siedlungsgebiet der Gemeinde Cham. Innerhalb der nächsten Jahre wird der Betrieb der traditionellen Papier-Produktion an diesem Standort eingestellt. Die Cham Paper Group Schweiz AG beabsichtigt das rund 12 Hektaren umfassende Industrieareal neuen Nutzungen zuzuführen und das Areal als Wohn- und Arbeitsquartier zu entwickeln.

### Umzonung und neue Überbauung

Der Gemeinderat erklärte in seinem Schreiben (Gemeinderat, 2012) seine grundsätzliche Bereitschaft, auf das Umzonungsgesuch einzutreten unter der Bedingung, die Entwicklung in einem mehrphasigen Planungsprozess in gleichberechtigter Zusammenarbeit mit der Grundeigentümerschaft durchzuführen.

Am 25. Oktober 2013 startete ein Planungsverfahren in Form eines städtebaulichen Studienauftrags mit vier ausgewählten Architekturteams. Zusätzlich flossen an diversen öffentlichen Workshops die Inputs der Bevölkerung und der Auftraggeber mit ein. Das Siegerteam Albi Nussbaumer Architekten, Zug / Boltshauser Architekten, Zürich wurde anschliessend an die Schlussbesprechung vom 16. Juni 2014 mit der Ausarbeitung eines Masterplans beauftragt.

### Modellfoto

Endausbau Papieri-Areal gemäss Masterplan (2015):



Abbildung 1: Modellfoto Richtprojekt Papieri-Areal

## Zielsetzung

Im Sinne einer an den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft orientierten, nachhaltigen Entwicklung soll auf dem Papieri-Areal ein neues, durchmischtes Quartier mit hoher Lebensqualität und regionaler Ausstrahlung entstehen, welches den Ansprüchen von Grundeigentümerschaft und Gemeinde sowie der marktwirtschaftlichen Nachfrage gerecht wird. Bei optimalem Verlauf ist von einer Entwicklungszeitspanne von ca. zwei Jahrzehnten bis zum Vollausbau auszugehen.

Eine Überbauung des Papieri-Areals ist mit Rücksicht auf die umliegende Stadt und den bestehenden Landschaftsraum zu planen und in diesen Kontext zu integrieren. Der Uferbereich der durch das Areal fliessenden Lorze soll ökologisch und landschaftlich aufgewertet und unter anderem für Naherholung sowie für den Fussverkehr nutzbar gemacht werden. Der Vernetzung des Grünraums auf dem Papieri-Areal mit dem umliegenden Landschaftsraum bis hin zum See ist grosse Aufmerksamkeit zu schenken. Auch innerhalb des Areals sollen öffentlich zugängliche Räume mit hoher Aufenthaltsqualität entstehen.

Die heutigen Gebäude auf dem Areal sind zum Teil kulturhistorisch wertvoll und repräsentieren die Industrie- und Blütezeit der Papierfabrik. Es ist daher ein sensibler Umgang mit dem Gebäudebestand gefordert. Die schützenswerten und teilgeschützten Bauten des Areals sollen auf ihre Umnutzungsqualität hin überprüft und nach Möglichkeit erhalten oder nutzungsgerecht weiterverwendet werden, wodurch ein identitätsstiftender Bezug zur industriellen Vergangenheit des Areals aufrechterhalten werden kann. Im Rahmen der Etappierungen sind auch mögliche Zwischennutzungskonzepte für die bestehenden Fabrikgebäude aufzuzeigen.

## Zeitplan

Zurzeit wird der Bebauungsplan ausgearbeitet. Dieser soll dem Stimmvolk vorgelegt werden, welches im Sommer 2016 über die Umzonung des heutigen Industriearials abstimmen wird.

Die Umsetzung erfolgt, aus heutiger Sicht, in verschiedenen Bauetappen. Bis zur Umsetzung der letzten Etappe werden 10 – 15 Jahre vergehen. Die Etappen werden entsprechend der Nachfrage gebaut. Bestehende Gebäude sollen nach Möglichkeit zwischengenutzt werden.

## 3 Machbarkeit 2000-Watt-Areal

Eine Machbarkeitsanalyse zur Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft (reduzierte Treibhausgasemissionen, reduzierter Gesamtenergiebedarf und reduzierter Bedarf an nicht-erneuerbarer Energie) wurde anhand der im Auftrag des Bundesamtes für Energie entwickelten Rechenhilfe *Areale für die 2000-Watt-Gesellschaft* erarbeitet.

In diesem Kapitel werden verschiedene Szenarien der zukünftigen Energieversorgung des Areals in Bezug auf die Erreichbarkeit der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft untersucht. Die einzelnen Szenarien werden kurz beschrieben und die Resultate diskutiert. Die Auswahl und Gestaltung der Szenarien fand in Absprache mit dem Auftraggeber und in Anlehnung an die in der *Grobanalyse Energieversorgung* (WERZ) betrachteten Varianten statt.

### 3.1 2000-Watt-Areale

#### Vision und Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft

Die Metapher 2000-Watt-Gesellschaft steht für eine Reduktion des weltweiten Primärenergieverbrauchs und der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Zahl „2000-Watt“ ist ein Richtwert und erlaubt die Überwachung und Kontrolle der energiepolitischen Anstrengungen.

Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft sollen in der Schweiz bis ins Jahr 2100 erreicht werden. Als Orientierungshilfe für Städte und Gemeinden dient der „Absenkepfad zur 2000-Watt-Gesellschaft“ mit Etappenzielen. Diese Etappenziele wurden für drei Grössen festgelegt:

- gesamte Primärenergie,
- nicht-erneuerbare Primärenergie,
- Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

Der *Effizienzpfad Energie* der SIA (SIA Merkblatt 2040) orientiert sich am Etappenziel der 2000-Watt-Gesellschaft für das Jahr 2050 und rechnet dieses Etappenziel in Richt- und Zielwerte für einzelne Bauprojekte um. Solche gebäudespezifischen Zielwerte werden für alle drei Ziele der „2000-Watt-Gesellschaft“ (siehe oben) festgelegt. Die drei Zielwerte werden jeweils weiter in Richtwerte für die Bereiche graue Energie/Erstellung, Betriebsenergie und Mobilität aufgefächert. Zusammenfassend legt der *Effizienzpfad Energie* also drei Zielwerte und neun Richtwerte für ein einzelnes Gebäude fest.

Das Konzept 2000-Watt-Gesellschaft übernahm die Methodik des *Effizienzpfades Energie*, weitet in ihrer *Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale* die Bilanzierungsgrenze aber auf ein ganzes Areal aus und berücksichtigt weitere Gebäudenutzungen. Mit der *Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale* lässt sich für ein Areal der erwartete gesamte Primärenergiebedarf, der Bedarf an nicht-erneuerbarer Primärenergie, und die verursachten Treibhausgasemissionen (in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) für die einzelnen Bereiche graue Energie/Erstellung, Betrieb und Mobilität berechnen.

Um ein Areal hinsichtlich seiner Konformität mit den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft zu überprüfen, werden diese errechneten Projektwerte mit den festgelegten Ziel- und Richtwerten verglichen. Diese Methodik erlaubt es einem Arealentwickler, bereits in der Phase der strategischen Planung abzuschätzen, wo sein Projekt in Bezug auf die 2000-Watt-Ziele liegt. Die Anwendung der Rechenhilfe in den Phasen Vorstudie und Vorprojekt trägt dazu bei, mögliche Projektoptimierungen einfließen

zu lassen. Areale, welche die Zielwerte nachweislich einhalten und weitere Nachhaltigkeitsaspekte überprüfbar berücksichtigen, können sich mit dem Energiestadt-Label für 2000-Watt-Areale auszeichnen lassen.

## 3.2 Grundlagen und Annahmen für das Papieri Areal

Die Grundlagen stammen aus den vorliegenden, unten aufgeführten Planungsunterlagen. Die für die Berechnungen getroffenen Annahmen sind für jedes Szenario zusammengefasst und in Anhang I und II detailliert beschrieben.

### Allgemeine Grundlagen

#### Energieversorgung

Als Grundlagen dienen die folgenden Systeme, welche als Varianten im Bericht *Grobanalyse Energieversorgung* betrachtet wurden:

- Wärme- und Kälteverbund ewz
- Gasheizung
- Erdgas-Blockheizkraftwerk
- Erdsondenfeld und Wärmepumpe
- Flusskraftwerk zur Elektrizitätserzeugung
- Elektrizitätserzeugung mit Photovoltaik-Anlagen auf dem Areal

#### Nutzungen

Die eingegeben Daten stammen aus dem *Richtprojekt* und dem *Masterplan Nutzungen*.

- Anteil Nutzung Wohnen: 71%
- Anteil Nutzung Gewerbe/Büro: 25%
- Anteil öffentliche Nutzung: 4%

#### Gebäude

Die eingegeben Daten stammen aus dem *Richtprojekt* und dem *Masterplan Nutzungen*. Folgende weitere Annahmen wurden getroffen:

- Wärmedämmstandard Neubauten: Minergie
- Wärmedämmstandard Umbauten: muken2008
- Kompaktheit der Gebäudekörper: Schätzung anhand Richtprojekt
- Bauweise: Massivbau Beton-Backstein

#### Mobilität

Für die Anzahl Parkplätze wird der untere Wert aus der Parkplatz-Berechnung des Verkehrsberichts des Verkehrsplaners angenommen (Auszug Mail Friedrich 24.4.15).

- Anzahl Parkplätze: 1'977,
- Geschossfläche Tiefgarage und Keller: 19'515m<sup>2</sup>

### Eingabeparameter

Eine detaillierte Beschreibung der untersuchten Szenarien und eine Auflistung sämtlicher Eingabeparameter sind in Anhang I und II gegeben. Bei den untersuch-

ten Szenarien wurde nicht beurteilt, ob Vorgaben gemäss Verordnung zum Energiegesetz Kanton Zug 740.11, zum Anteil erneuerbarer Energien eingehalten werden.

**Tabelle 1: Energieversorgungs-Szenarien für das Papieri Areal, die im Rahmen dieser Grobanalyse auf die Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft überprüft werden.**

	Standard	Gasheizung	Erdsondenfeld	BHKW	Halbe Ertüchtigung Flusswasserkraftwerk
<b>Beschreibung</b>	Das Standardszenario geht von einer Wärme- und Kälteversorgung durch den Wärmeverbund ewz aus. Auf dem Areal wird Elektrizität durch ein ertüchtigtes Wasserkraftwerk und PV-Anlagen erzeugt.	Die Wärmeversorgung geschieht mit kondensierenden Gaskesseln. Zur teilweisen Kompensation des hohen Versorgungsgrads durch fossile Energieträger wird die lokale Stromproduktion durch Photovoltaik erhöht.	Der Wärmebedarf wird mit Erdsonden gedeckt. Das Erdsondenfeld wird während des Sommers durch Wärme aus den Gebäuden regeneriert (Kühlung).	Zwei gasbetriebene BHKWs decken den gesamten Wärmebedarf des Areals. Der Strombedarf des Areals wird jedoch nicht mit der durch die BHKWs erzeugten Elektrizität gedeckt, sondern weiterhin durch das Wasserkraftwerk und die PV-Anlagen.	Das Wasserkraftwerk kann aufgrund von Auflagen des Denkmalschutzes nicht ertüchtigt werden. Die Stromproduktion beträgt auch zukünftig 850MWh/a.
<b>Parameter</b>					
Querschnittsgeometrie	Gebäudeabhängig				
Bauweise	Massivbau Beton-Backstein				
Heizwärmebedarf	Neubauten: Minergie Umbauten: muken2008				
Nutzungsmix	71% Wohnen 25% Gewerbe/Büro 4% öffentl. Nutzung				
Parkplätze	Erwartete Parkplatzzahl: 1977				
Wärmeerzeugung für Heizung	100% Wärmeverbund	100% Gasheizung kondensierend	100% Wärmepumpen	100% BHKW (mit Stromproduktion)	gleich wie Standard
Wärmeerzeugung für Warmwasser	100% Wärmeverbund	100% Gasheizung kondensierend	100% Wärmepumpen	100% BHKW (mit Stromproduktion)	
Kälteerzeugung	Kältemaschine 9/15°C	Kältemaschine 9/15°C	Freecooling Erdsonde	Kältemaschine 9/15°C	
Stromerzeugung	50% Wasserkraftwerk 30% Photovoltaik 20% CH-Verbrauchermix	50% Wasserkraftwerk 50% Photovoltaik	gleich wie Standard	gleich wie Standard	25% Wasserkraftwerk 30% Photovoltaik 45% CH-Verbrauchermix

### 3.3 Szenario Standard

**Beschreibung** Der Energiebedarf des Areals wird schwergewichtig durch erneuerbare, lokale Energie gedeckt. Die Wärme und Kälte (Raumwärme und Warmwasser) wird aus dem Wärmeverbundnetz ewz bezogen. Die Elektrizität stammt zu 50% aus dem ertüchtigten Flusswasserkraftwerk, 30% werden von PV-Anlagen auf den Dächern der Gebäude geliefert, die restlichen 20% werden aus dem Stromnetz bezogen, wobei von einem durchschnittlichen Schweizer Verbrauchermix ausgegangen wird.

**Resultate der Berechnungen**

**Primärenergie gesamt (inkl. Erneuerbare am Standort) pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche**

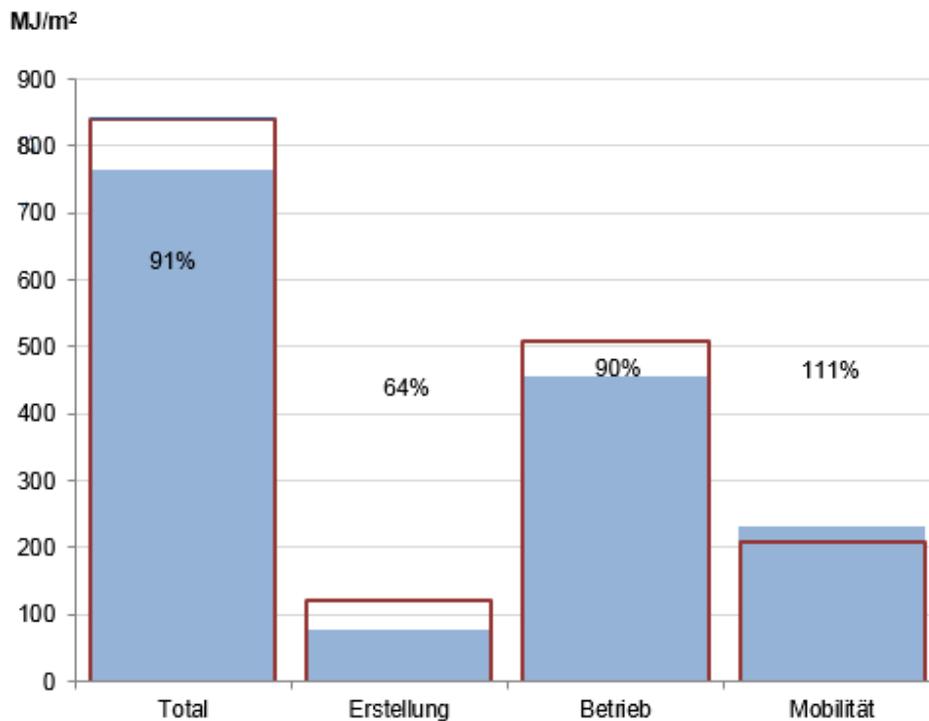


Diagramm 1: Standardszenario: Vergleich der Projektwerte mit den Ziel- und Richtwerten für das Kriterium *Primärenergie gesamt pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche*. Die roten Kästen bezeichnen jeweils die Richtwerte, resp. den Zielwert des Areals. Während die Unterschreitung der einzelnen drei Richtwerte für die Bereiche *Erstellung*, *Betrieb* und *Mobilität* nicht gefordert ist, muss der Zielwert, welcher die Summe der drei Richtwerte darstellt, eingehalten, d.h unterschritten werden. Das Projekt Papieri-Areal Cham unterschreitet beim Kriterium *Primärenergie gesamt pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche* die Richtwerte der Bereiche *Erstellung* und *Betrieb* deutlich, überschreitet allerdings den Richtwert für den Bereich *Mobilität*. Der Zielwert des Areals (*Total*) für die gesamte Primärenergie wird zu nur 91% erreicht, was eine deutliche Einhaltung dieses Kriteriums der 2000-Watt-Gesellschaft bedeutet.

### Primärenergie nicht erneuerbar pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche

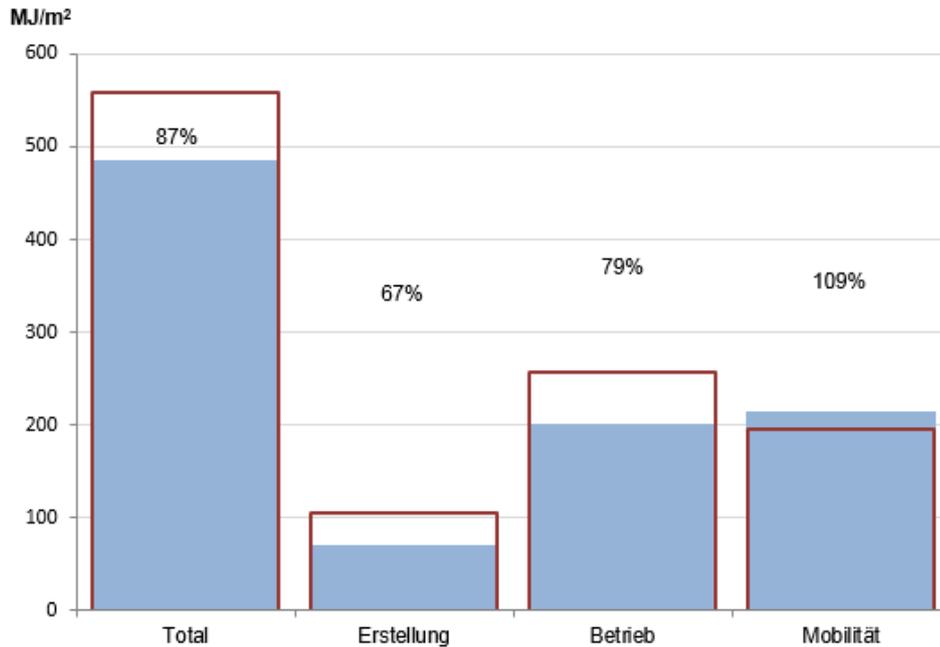


Diagramm 2: Standardszenario: Vergleich der Projektwerte mit den Ziel- und Richtwerten für das Kriterium *Primärenergie nicht erneuerbar pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche*. Die Richtwerte für die Bereiche *Erstellung* und *Betrieb* sowie der Zielwert (*Total*) werden deutlich unterschritten und eingehalten.

### Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>e pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche

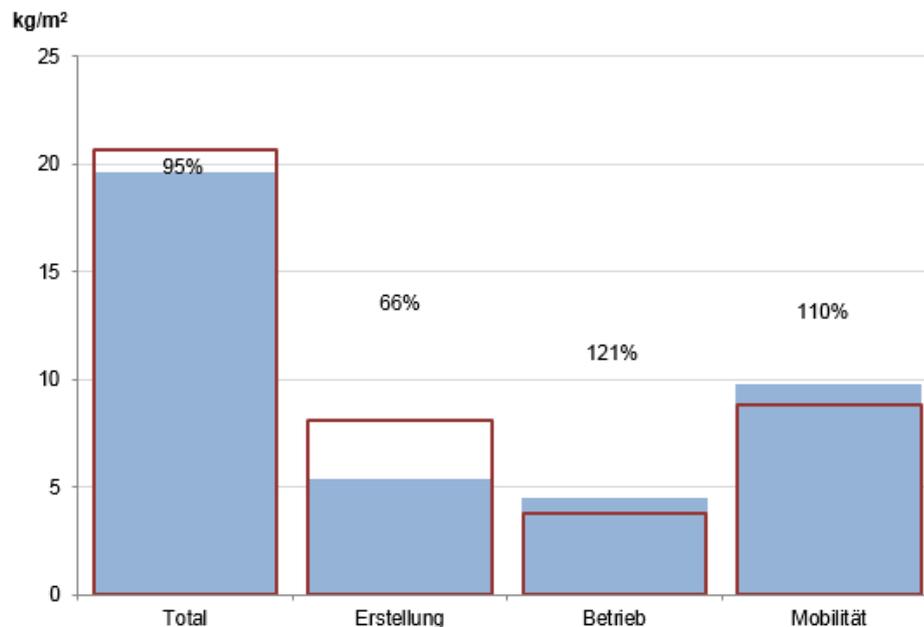


Diagramm 3: Standardszenario: Vergleich der Projektwerte mit den Ziel- und Richtwerten für das Kriterium *Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>e pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche*. Der Richtwert für den Bereich *Erstellung* wird deutlich unterschritten und ermöglicht damit die Einhaltung des Zielwerts (*Total*). Die anderen beiden Richtwerte werden nicht eingehalten.

**Beurteilung  
Erreichbarkeit  
2000-Watt-Areal**

Unter diesem Szenario wird von der Rechenhilfe eine Erreichbarkeit der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft prognostiziert. Die beiden energetischen Ziele werden dabei relativ deutlich erreicht, jenes der reduzierten Treibhausgasemissionen eher knapp. Die wichtigsten Faktoren für das Erreichen sind allem voran die Deckung der Energieversorgung durch vorwiegend erneuerbare Energien, die kompakte Bauweise und hohe Anforderungen an den Baustandard.

Das Projekt schneidet besonders gut im Bereich Erstellung ab, bei welchem für alle drei Teilziele nur maximal 67% der Richtwerte für diesen Bereich erreicht werden. Der Richtwert für den Betrieb wird für die Treibhausgasemissionen jedoch nicht eingehalten.

Zudem werden die Richtwerte für den Bereich „Mobilität“ bei allen drei Teilzielen deutlich überschritten. Zu einer Verbesserung im Bereich Mobilität könnte eine bessere Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz (ÖV-Güteklasse B statt C) oder eine Reduktion der Parkplatzzahl führen. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die in dieser Berechnung angenommenen Nutzungen „Restaurant“ (für „öffentliche Nutzung / Kultur“) und „Büro“ (für „Gewerbe / Büro“) zu den Nutzungen mit erhöhten Mobilitätswerten gehören. Eine feinere Nutzungsangabe könnte zu einem besseren Abschneiden im Bereich „Mobilität“ führen.

Detaillierte Ergebnisse zu diesem Szenario sind in Anhang I, Abschnitt 1.1 aufgeführt.

### 3.4 Szenario nicht-erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung (Gasheizung)

---

**Beschreibung**

Die Energieversorgung wird durch kondensierende Gasheizkessel gewährleistet, Kälte wird mit Kältemaschinen erzeugt. Zur Kompensation der ökologisch ungünstigeren Wärmeversorgung wird die lokale Elektrizitätsproduktion durch Photovoltaik auf 50% des Eigenbedarfes erhöht. Diese Produktion entspricht der in der in der *Grobanalyse Energieversorgung* besprochenen Variante *Süd 10° und Fassade*.

**Beurteilung  
Erreichbarkeit  
2000-Watt-Areal**

Das Ziel Treibhausgasemissionen wird in diesem Szenario aufgrund der Nutzung eines fossilen Energieträgers für die Wärmeproduktion klar nicht erreicht. Dennoch wirken sich die Kompaktheit der Gebäudekörper und der bei Neubauten realisierte Wärmedämmstandard Minergie mildernd aus. Grossen Anteil am immer noch guten Abschneiden hat auch die erhöhte lokale Elektrizitätsproduktion mit erneuerbaren Energien. Im Weiteren hat dieses Szenario keine Auswirkungen auf den Bereich „Mobilität“.

Die Einhaltung der Vorgaben gemäss Verordnung zum Energiegesetz Kanton Zug, 740.11, zum Anteil erneuerbarer Energien wurde nicht überprüft.

Detaillierte Ergebnisse zu diesem Szenario sind in Anhang I, Abschnitt 1.2 aufgeführt.

### 3.5 Szenario Erdsondenfeld

---

**Beschreibung** Das Szenario „Erdsondenfeld“ rechnet mit der kompletten Wärmeversorgung des Areals durch Erdsonden auf dem Areal selbst. Für den Betrieb der Wärmepumpen wurde mit dem CH-Strommix gerechnet und nicht mit erneuerbaren Energien. Es wurde angenommen, dass die Eigenerzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen nicht für den Wärmepumpenbetrieb ausreicht.

Alle anderen Werte entsprechen dem Standardszenario.

**Beurteilung Erreichbarkeit 2000-Watt-Areal** Unter diesem Szenario wird von der Rechenhilfe eine gute Erreichbarkeit der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft prognostiziert. Detaillierte Ergebnisse zu diesem Szenario sind in Anhang I, Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 3.6 Szenario Blockheizkraftwerk (Gas)

---

**Beschreibung** Das Szenario Blockheizkraftwerk rechnet mit der kompletten Bereitstellung von Wärme mit einem Blockheizkraftwerk mit Gas als Energieträger. Sowohl Raumwärme wie auch Warmwasser werden in diesem Szenario zu 100% aus zwei zentralen Blockheizkraftwerken generiert. Die Elektrizitätsversorgung bleibt jener im Standardszenario gleich. Zwar erzeugen die Blockheizkraftwerke ebenfalls Elektrizität. Eine Verwendung dieses Stroms zur Eigenbedarfsdeckung würde sich jedoch ungünstig auf die Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft auswirken.

**Beurteilung Erreichbarkeit 2000-Watt-Areal** Das Ziel Treibhausgasemissionen wird in diesem Szenario aufgrund der Nutzung eines fossilen Energieträgers für die Wärmeproduktion klar nicht erreicht. Dennoch wirken sich die Kompaktheit der Gebäudekörper und der Wärmedämmstandard mildernd aus. Im Weiteren hat dieses Szenario keine Auswirkungen auf den Bereich „Mobilität“.

Die Einhaltung der Vorgaben gemäss Verordnung zum Energiegesetz Kanton Zug, 740.11, zum Anteil erneuerbarer Energien wurde nicht überprüft.

Detaillierte Ergebnisse zu diesem Szenario sind in Anhang I, Abschnitt 1.4 aufgeführt.

### 3.7 Sensitivitätsbetrachtungen

---

Für die Sensitivitätsanalyse wurde das Standardszenario als Grundlage verwendet.

**Flusskraftwerk  
keine Ertüchtigung**

Die Ziele der 2000-Watt Gesellschaft werden unter diesen Bedingungen nur noch schwierig zu erreichen sein. Bei komplettem Verzicht auf lokale Stromproduktion mit Wasserkraft, muss die fehlende Elektrizität mit anderen erneuerbaren Quellen gedeckt werden (z.B. Erweiterung PV) um die Ziele weiterhin zu erreichen. Detaillierte Ergebnisse zu einer verminderten lokalen Produktion von Elektrizität sind in Anhang I, Abschnitt 1.5 aufgeführt.

**Anderer Nutzungsmix**

Mit der jetzigen Planungsgenauigkeit hat der Nutzungsmix nur eine geringfügige Auswirkung auf die Zielerreichung. Grundsätzlich wird die Nutzung „Wohnen“ mit einem höheren Energiebedarf veranschlagt als die Nutzung „Büro“.

**Kompaktheit der Neubauten**

Die Kompaktheit der Neubauten trägt wesentlich zur Zielerreichung bei. Bei einer weniger kompakten Bauweise grosser Gebäudeanteile kann auch im Standardszenario die Zielerreichung nicht gewährleistet werden.

## 4 Schlussfolgerungen

---

### Machbarkeit 2000-Watt-Areal

Die vorliegende Grobanalyse zeigt Szenarien auf, in denen für das Papieri-Areal die Ziele für ein 2000-Watt-Areal erreicht werden können. Die Auswahl und Gestaltung der zu untersuchenden Szenarien fand in Absprache mit dem Auftraggeber und in Anlehnung an die in der *Grobanalyse Energieversorgung* (WERZ) betrachteten Varianten statt. Bei der Festlegung der Szenarien wurden die rechtlichen Aspekte gemäss der Energieverordnung des Kantons sowie der Bauordnung und dem Energieplan der Gemeinde Cham jedoch nicht berücksichtigt.

Die Analyse zeigt, dass die Zielsetzung 2000-Watt-Areal nur mit einem sehr hohen Anteil an erneuerbaren Energien erreicht werden kann. Sehr positiv wirkt sich dabei aus, wenn ein hoher Anteil der Elektrizität durch die Nutzung der lokalen Wasserkraft erzeugt wird. Weitere wichtige Faktoren sind eine kompakte Bauweise und hohe Anforderungen an den Gebäudestandard.

Vergleicht man die verschiedenen Technologien zur Wärmeerzeugung in Bezug auf die Zielerreichung der 2000-Watt-Gesellschaft, so wird ersichtlich, dass die Ziele sowohl mit dem Erdwärmesondenfeld als auch mit dem Wärmeverbund Cham erreicht werden können. Das Erdwärmesondenfeld schneidet aber am besten ab. Mit einem Blockheizkraftwerk erreicht man die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft aufgrund des fossilen Energieträgers nicht.

Betrachtet man nur die Mobilität, dann werden die Richtwerte in diesem Bereich nicht erreicht. Für die Beurteilung der Mobilität ist die Parkplatzzahl ein wichtiger Faktor. Weitere Faktoren sind der Nutzungsmix und der Standort des Areals in Bezug auf die Verkehrserschliessung, insbesondere öffentlicher und Langsam-Verkehr. Eine Verringerung der Parkplatzzahl und ein Mobilitätskonzept würden sich positiv auf die Zielerreichung auswirken.

Insgesamt könnte eine Zertifizierung des Areals als 2000-Watt-Areal in Betracht gezogen werden. Es ist aber wichtig anzumerken, dass für eine Zertifizierung als 2000-Watt-Areal weitere Kriterien erfüllt werden müssen, welche im Dokument *2000-Watt-Areale - Kriterienkatalog mit Bewertungshilfe* der 2000-Watt-Gesellschaft angeführt werden. Die Überprüfung des Areals hinsichtlich dieser Kriterien war nicht Bestandteil der vorliegenden Grobanalyse.

## 5 Literatur und Quellenverzeichnis

---

- Informationen zur Überbauung** Arealentwicklung Papieri-Areal, Dokumentation Planungsprozess, Richtprojekt der Einwohnergemeinde Cham und der Cham Paper Group Schweiz AG, 25. März 2015.
- Grobanalyse Energieversorgung für das Papieri-Areal Cham, Bericht, erarbeitet von WERZ, Zug, im Auftrag der Cham Paper Group Schweiz AG, 30. April 2015.
- Machbarkeitsstudie Wärmeverbund Cham mit Pavatex & ARA-Wärme, von Durena, im Auftrag der Gemeinde Cham, 10. März 2014.
- Masterplan Nutzungen - Papieri-Areal Cham von Albi Nussbaumer Architekten und Boltshauser Architekten, Stand 19. Januar 2015.
- Schlussbericht Testplanung Entwicklung Papieri-Areal Cham, von Ernst Basler + Partner, im Auftrag der Einwohnergemeinde Cham und der Cham Paper Group Schweiz AG, 20 Juni 2014.
- Die Papierfabrik Cham – Schutzzumfang, Kanton Zug, Direktion des Innern, Amt für Denkmalpflege und Archäologie, 18. Dezember 2014.
- Die Papierfabrik Cham, Wasserkraftwerk Obermühle Baugeschichte, Detailinventar und Schutzzumfang vom Kanton Zug, Direktion des Innern, Amt für Denkmalpflege und Archäologie, 16. Februar 2015.
- Weitere Quellen** Bauen für die 2000-Watt-Gesellschaft – Sieben Thesen zum Planungsprozess, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, Zürich, Mai 2008.
- Energieplan der Gemeinde Cham – Energieplan mit Massnahmen, erarbeitet von econcept AG, Zürich im Auftrag der Gemeinde Cham, 2013.
- Energiekonzept der Gemeinde Cham, erarbeitet von econcept AG, Zürich, im Auftrag der Gemeinde Cham, 2011.
- Monitoring Nachhaltigkeit Siedlung Kalkbreite – Gesamtdokument Planung bis Bezug, durable Planung und Beratung GmbH und raumdaten GmbH, im Auftrag der Genossenschaft Kalkbreite, Zürich, 2013.
- 2000-Watt-Areale - Kriterienkatalog mit Bewertungshilfe, 2000-Watt-Gesellschaft, Zürich, 2014.
- 2000-Watt-Areale – Handbuch zum Energiestadt-Zertifikat, 2000-Watt-Gesellschaft, Zürich, 2014.

---

<b>Normen</b>	SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau, Ergänzungen zum Leistungsmodell SIA 112. Schweizerischer Ingenieur und Architektenverband, Zürich, 2004.
<b>Tools</b>	<i>Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale</i> der 2000-Watt-Gesellschaft. Entwickelt im Rahmen des Projektes <i>Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft</i> im Auftrag des Bundesamtes für Energie.
<b>Internetseiten</b>	<a href="http://www.2000watt.ch">www.2000watt.ch</a> => Internetauftritt der 2000-Watt-Gesellschaft mit Dokumenten zur Planung von 2000-Watt-Arealen. <a href="http://www.cham.ch/de/verwaltung/dienstleistungen/welcome.php?dienst_id=2061">http://www.cham.ch/de/verwaltung/dienstleistungen/welcome.php?dienst_id=2061</a> => Bauordnung der Gemeinde Cham <a href="http://www.cham.ch/de/lebensraumumwelt/energie/">http://www.cham.ch/de/lebensraumumwelt/energie/</a> => Energiekonzept und Energieplan der Gemeinde Cham

## 6 Verzeichnisse

---

### 6.1 Symbole, Formelzeichen, Einheiten

---

Einheiten	C	Celsius; Einheit für Temperatur
	CHF	Schweizer Franken
	kW	Kilowatt; Einheit der Leistung; 1 kW = 1'000 Watt
	kWh	Kilowattstunde; Einheit der Energie oder Arbeit
	kWh/a	Kilowattstunden pro Jahr; Einheit für den jährlichen Energieverbrauch
	kW <sub>peak</sub>	Spitzenleistung in Kilowatt; wird oft bei Solarmodulen verwendet
	m <sup>2</sup>	Quadratmeter; Flächeneinheit
	MWh	Megawattstunden; entspricht 1'000 kWh
	Rp	Rappen; 100 Rappen entsprechen 1 Schweizer Franken
	V	Volt; Einheit der elektrischen Spannung

### 6.2 Abkürzungen

---

Abkürzungen	ARA	Abwasser-Reinigungs-Anlage
	CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
	CPG	Cham Paper Group
	ewz	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
	JAZ	Jahresarbeitszahl
	KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
	KW	Kraftwerk
	NGF	Nettogeschossfläche
	NT	Niedertarif oder Niedertemperatur
	PV	Photovoltaik
	RH	Raumheizung
	SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
	WP	Wärmepumpe
	WW	Warmwasser
	WWZ	Wasserwerke Zug

---

## 6.3 Begriffe und Definitionen

---

<b>Jahresarbeitszahl</b>	Kenngrosse für die Qualität, respektive Performance einer Wärmepumpe; Verhältnis der über ein Jahr abgegebenen Wärme zur aufgenommenen elektrischen Energie
<b>Wärmetauscher</b>	Auch Wärmeübertrager genannt; Mit Hilfe eines Wärmetauschers kann Wärme von einem Medium an ein anderes übergeben werden, z.B. Luft / Wasser, schmutziges Wasser / sauberes Wasser, usw.
<b>Klimakälte</b>	Kälte welche durch technische Einrichtungen, wie Klimaanlage, erzeugt wird.
<b>Kostendeckende Einspeisevergütung</b>	Schweizerisches Förderinstrument für erneuerbare Energien
<b>Erneuerbare Energien</b>	Energieträger, welche sich relativ schnell erneuern, respektive praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen. Dazu zählen Wasser, Sonne, Wind, Erdwärme, Bioenergie und Meeresenergie.

---

## Anhang

---

- I. **Detaillierte Resultate der Analyse der Machbarkeit eines 2000-Watt-Areals**
- II. **Areal- und gebäudespezifische Eingabewerte in der *Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale***