

Titelbild: Papieri-Areal, Richtprojekt

Grobanalyse Zielerreichung 2000-Watt-Gesellschaft für das Papieri-Areal Cham

Abschlussbericht

E-Mail: 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

Zusammenfassung	2
1 Projektbeschreibung	4
1.1 Auftrag und Ziel	4
2 Ausgangslage	5
3 Machbarkeit 2000-Watt-Areal	7
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
4 Schlussfolgerungen	15
5 Literatur und Quellenverzeichnis	16
6 Verzeichnisse	18
6.1 Symbole, Formelzeichen, Einheiten	18
6.2 Abkürzungen	18
6.3 Begriffe und Definitionen	19
Anhang	20

1 Projektbeschreibung

1.1 Auftrag und Ziel

Auftrag	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.
Zielsetzung	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.
Abgrenzung der Grobanalyse	<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>
Projektmitarbeitende	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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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: 19'515m²

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
Beschreibung	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.
Parameter					
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 m² Energiebezugsfläche

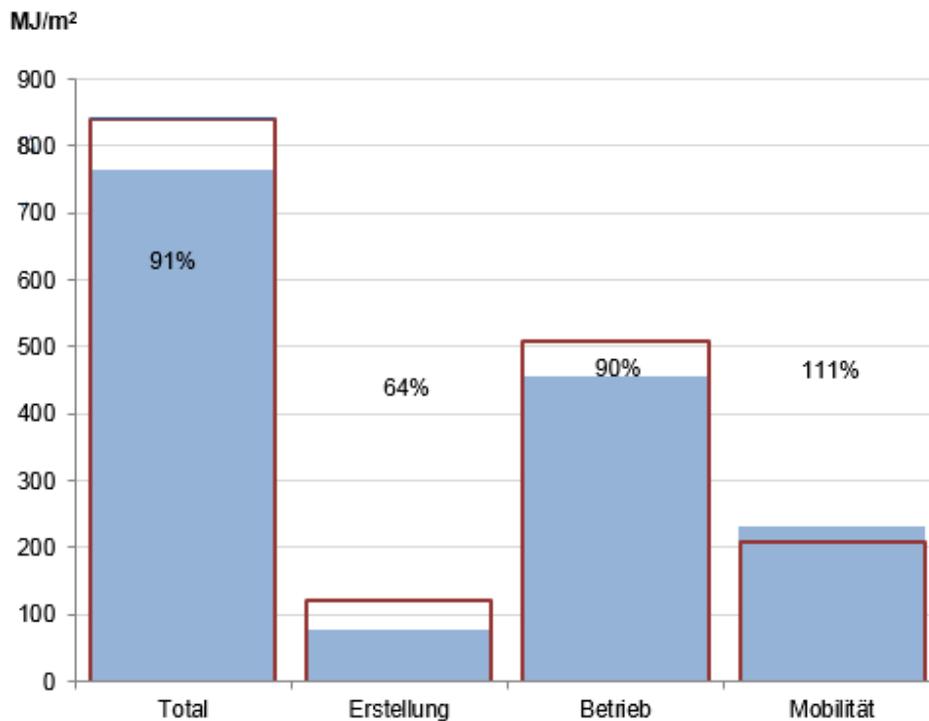


Diagramm 1: Standardszenario: Vergleich der Projektwerte mit den Ziel- und Richtwerten für das Kriterium *Primärenergie gesamt pro m² Energiebezugsfläche*. Die roten Kästen bezeichnen jeweils die Richtwerte, resp. den Zielwert des Areals. Während die Unterschreitung der einzelnen drei Richtwerte für 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 m² 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 m² Energiebezugsfläche

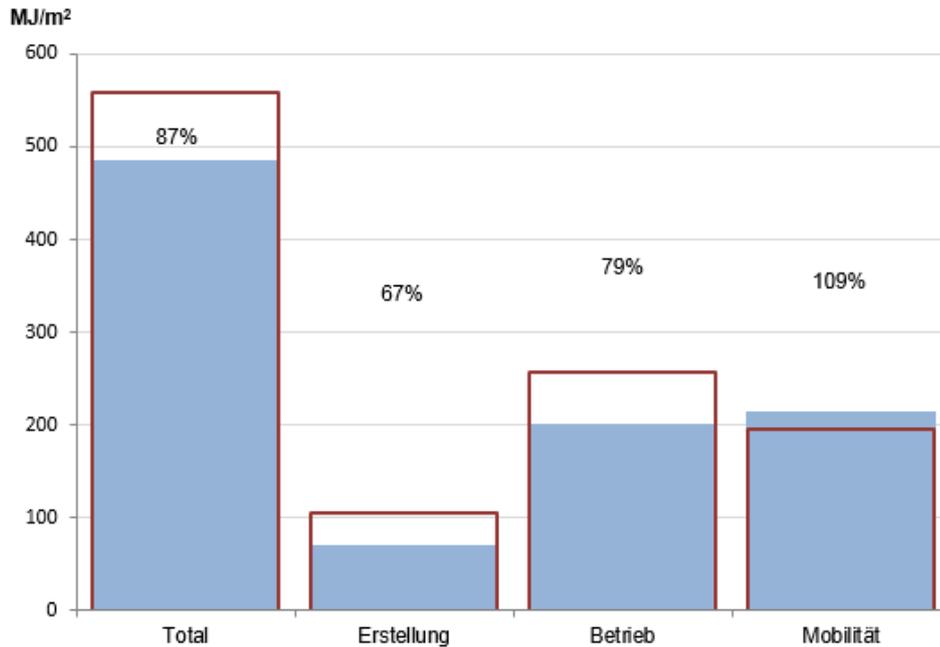


Diagramm 2: Standardszenario: Vergleich der Projektwerte mit den Ziel- und Richtwerten für das Kriterium *Primärenergie nicht erneuerbar pro m² Energiebezugsfläche*. Die Richtwerte für die Bereiche *Erstellung* und *Betrieb* sowie der Zielwert (*Total*) werden deutlich unterschritten und eingehalten.

Treibhausgasemissionen in CO₂e pro m² Energiebezugsfläche

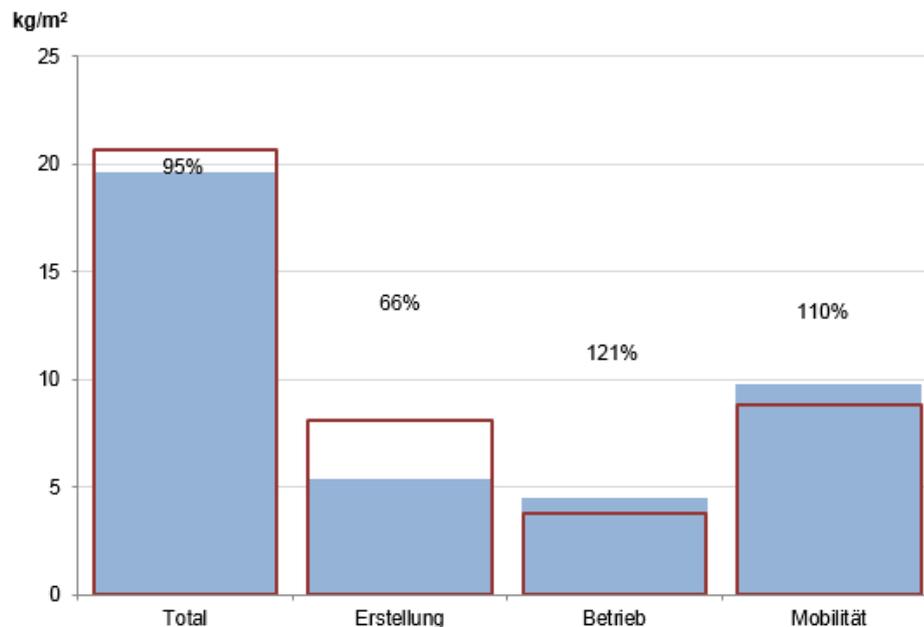


Diagramm 3: Standardszenario: Vergleich der Projektwerte mit den Ziel- und Richtwerten für das Kriterium *Treibhausgasemissionen in CO₂e pro m² Energiebezugsfläche*. Der Richtwert für den Bereich *Erstellung* wird deutlich unterschritten und ermöglicht damit die Einhaltung des Zielwerts (*Total*). Die 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.

Normen	SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau, Ergänzungen zum Leistungsmodell SIA 112. Schweizerischer Ingenieur und Architektenverband, Zürich, 2004.
Tools	<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.
Internetseiten	www.2000watt.ch => Internetauftritt der 2000-Watt-Gesellschaft mit Dokumenten zur Planung von 2000-Watt-Arealen. http://www.cham.ch/de/verwaltung/dienstleistungen/welcome.php?dienst_id=2061 => Bauordnung der Gemeinde Cham http://www.cham.ch/de/lebensraumumwelt/energie/ => 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 _{peak}	Spitzenleistung in Kilowatt; wird oft bei Solarmodulen verwendet
	m ²	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 ₂	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

Jahresarbeitszahl	Kenngrosse für die Qualität, respektive Performance einer Wärmepumpe; Verhältnis der über ein Jahr abgegebenen Wärme zur aufgenommenen elektrischen Energie
Wärmetauscher	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.
Klimakälte	Kälte welche durch technische Einrichtungen, wie Klimaanlage, erzeugt wird.
Kostendeckende Einspeisevergütung	Schweizerisches Förderinstrument für erneuerbare Energien
Erneuerbare Energien	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***

Anhang I: Detaillierte Resultate der Analyse der Machbarkeit eines 2000-Watt-Areals

Verwendete Hilfsmittel	Die in der <i>Grobanalyse Energieversorgung</i> behandelten Energieversorgungsszenarien werden in Bezug auf die Erreichbarkeit der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft überprüft. Als Instrument für die Beurteilung wird die <i>Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale</i> verwendet, welche im Rahmen des Projekts „Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft“ im Auftrag des Bundesamtes für Energie entwickelt wurde.
Areal- und gebäudespezifische Eingabewerte	Die areal- und gebäudespezifischen Eingabewerte stammen aus dem <i>Masterplan Papieri-Areal Cham – Nutzungen</i> (Stand 19. Januar 2015), persönlichen Gesprächen mit Projektbeteiligten und Abschätzungen, welche anhand der Pläne und Visualisierungen des Richtprojekts getroffen wurden. Alle areal- und gebäudespezifischen Eingabewerte sind im Anhang II aufgeführt.
Untersuchte Energieversorgungsszenarien	<p>Die Eingabewerte für die verschiedenen Energieversorgungsszenarien stützen sich auf die in der <i>Grobanalyse Energieversorgung</i> besprochenen Varianten, Resultate und Empfehlungen und sind in den folgenden Punkten beschrieben.</p> <p>Die folgenden Szenarien werden in Bezug auf die Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft überprüft:</p> <ul style="list-style-type: none">- Standardszenario:<ul style="list-style-type: none">○ Wärme- und Kälteversorgung durch Verbund ewz○ Elektrizitätsproduktion durch Ertüchtigung Flusswasserkraftwerk○ Elektrizitätsproduktion mit Photovoltaik (Variante Süd 30°)- Szenario Gasheizung:<ul style="list-style-type: none">○ Wärmeversorgung mit kondensierender Gasheizung○ Elektrizitätsproduktion durch Ertüchtigung Flusswasserkraftwerk○ erhöhte Elektrizitätsproduktion mit Photovoltaik (Variante Süd 10° und Fassade) zur Kompensation- Szenario Blockheizkraftwerk:<ul style="list-style-type: none">○ Wärmeversorgung mit Blockheizkraftwerk mit Energieträger Gas○ Elektrizitätsproduktion durch Ertüchtigung Flusswasserkraftwerk○ Elektrizitätsproduktion mit Photovoltaik (Variante Süd 30°)- Szenario Erdsondenfeld:<ul style="list-style-type: none">○ Wärmeversorgung und Kühlung mit einem zentralen Erdsondenfeld○ Elektrizitätsproduktion durch Ertüchtigung Flusswasserkraftwerk○ Elektrizitätsversorgung mit Photovoltaik (Variante Süd 30°)- Szenario verminderte Elektrizitätsproduktion durch Flusswasserkraft:<ul style="list-style-type: none">○ Verminderte Elektrizitätsproduktion aufgrund nicht realisierbarer Ertüchtigung des Wasserkraftwerks <p>Die Möglichkeit der monovalenten Wärme- und Kälteversorgung aus Flusswasser wird nicht untersucht, da die <i>Grobanalyse Energie</i> diese Variante als eher ungünstig befand.</p>

1.1 Standardszenario

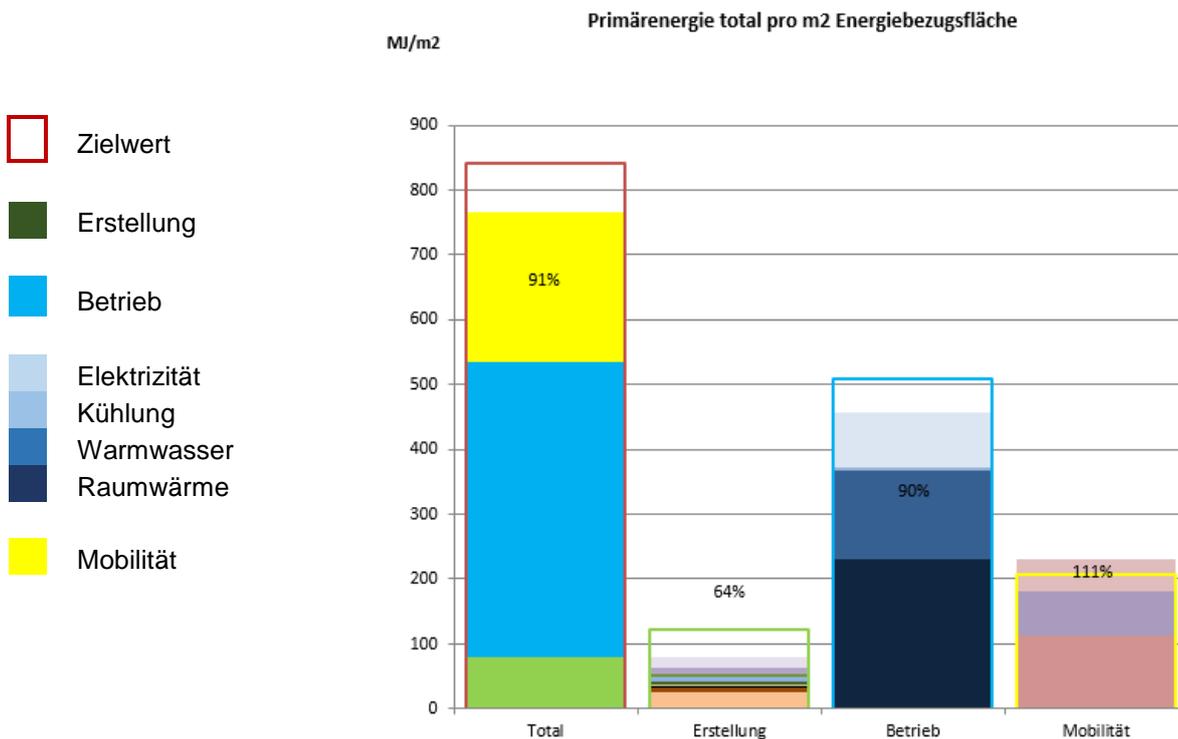
Energieversorgung	<p>Stromerzeugung: 50% Flusswasserkraftwerk Lorze 30% Photovoltaik Eigenproduktion 20% CH Verbrauchermix</p> <p>Wärmeerzeugung für Heizung: 100% Wärmeverbundnetz ewz</p> <p>Wärmeerzeugung für Warmwasser: 100% Wärmeverbundnetz ewz</p> <p>Kälte: 100% Wärmeverbundnetz ewz</p>
Implementierung in der Rechenhilfe (Eingabewerte)	<p>Stromerzeugung: 50% Wasserkraft Liefervertrag 30% Photovoltaik Eigenproduktion 20% CH Verbrauchermix</p> <p>Wärmeerzeugung für Heizung: 100% Heizzentrale EWP Abwasser</p> <p>Wärmeerzeugung für Warmwasser: 100% Heizzentrale EWP Abwasser</p> <p>Kälte: 100% Kältemaschine 9°C/15°C</p>
Begründung	<p>Stromerzeugung:</p> <p>Das Standardszenario geht davon aus, dass das Flusswasserkraftwerk an der Lorze trotz denkmalschutz-technischen Einschränkungen neu gebaut und ertüchtigt werden kann und in Zukunft jährlich 1.7GWh Strom produziert. Dies entspräche einer Verdoppelung der heutigen Produktion und würde den zukünftigen Elektrizitätsbedarf des Areals zu ungefähr 50% decken (<i>Grobanalyse Energieversorgung</i>). In der verwendeten Rechenhilfe fehlt die Möglichkeit, ein lokales Wasserkraftwerk zur Eigenproduktion von Elektrizität in der Berechnung zu implementieren. Stattdessen wurde die Option „Wasserkraft Liefervertrag“ gewählt, welche einen extern bezogenen, jedoch zertifizierten Strommix darstellt. Es wird angenommen, dass die hinterlegten Primärenergiefaktoren und Treibhausgaskoeffizienten ähnlich sind und diese Implementierung die Nutzung von lokaler Wasserkraft relativ gut simuliert.</p> <p>Weiter wird in diesem Szenario davon ausgegangen, dass ungefähr 30% des zukünftigen Strombedarfs durch die Eigenproduktion von Strom mit Photovoltaik gedeckt wird. Dies entspricht der in der <i>Grobanalyse Energieversorgung</i> erwähnten Variante Süd 30°, welche gemäss Berechnungen jährlich 975MWh Elektrizität liefern soll.</p> <p>Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser:</p> <p>Das Standardszenario geht von einer Wärme- und Kälteversorgung durch das Wärmeverbundnetz ewz aus. Gemäss <i>Machbarkeitsstudie Durena</i> stammt die durch das Verbundnetz verteilte Wärme aus der Pavatex (thermische Nachverbrennung und Spitzenlast Dampfnetz) und aus dem Abwasser der ARA Schönau. Da die Möglichkeit einer Wärmeversorgung mit industrieller Abwärme in der verwendeten Rechenhilfe nicht vorgesehen ist, wird die Wärmeversorgung</p>

gung durch das Verbundnetz ewz vollständig mit „Heizzentrale EWP Abwasser“ simuliert. Dies scheint gerechtfertigt, da die zur Berechnung der Projektwerte hinterlegten Primärenergiefaktoren und Treibhausgaskoeffizienten für beide Wärmequellen ungefähr gleich sein sollten. Die bei der Erzeugung der industriellen Wärme anfallenden Treibhausgasemissionen (in diesem Fall durch die Verwendung von Gas zur thermischen Nachverbrennung) werden wahrscheinlich vollständig auf die industrielle Nutzung allokiert, und nicht auf die Nutzung der Abwärme. Ein Vergleich der Primärfaktoren der Abwärmenutzung aus Kehrichtverbrennungsanlagen lässt dies annehmen.

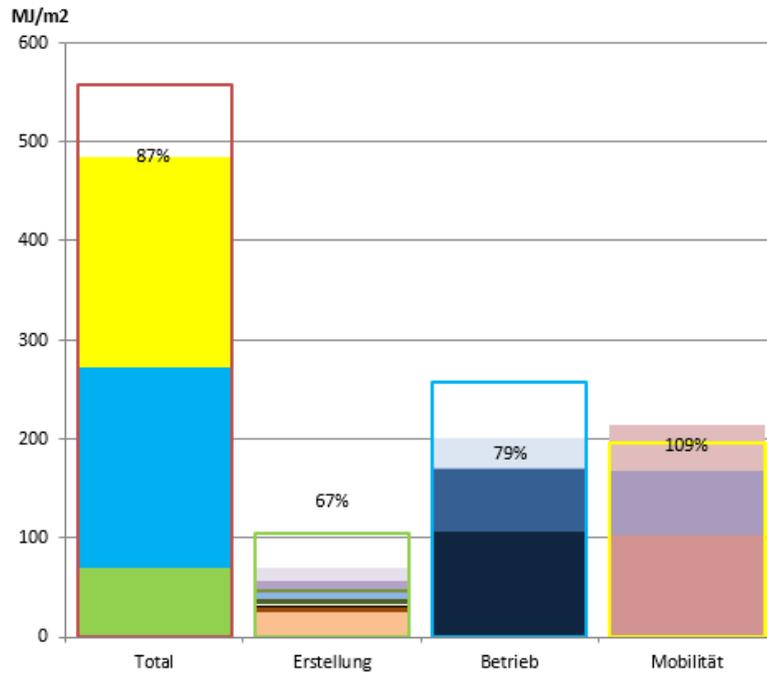
Kälteversorgung:

Auch die Kälteversorgung wird im Standardszenario durch die ewz besorgt und wird in der Rechenhilfe mit Kältemaschinen 9°/15°C simuliert. In dieser Berechnung wird nicht berücksichtigt, dass die Kälteversorgung gemäss *Offerte ewz* CO₂ – neutral angeboten wird.

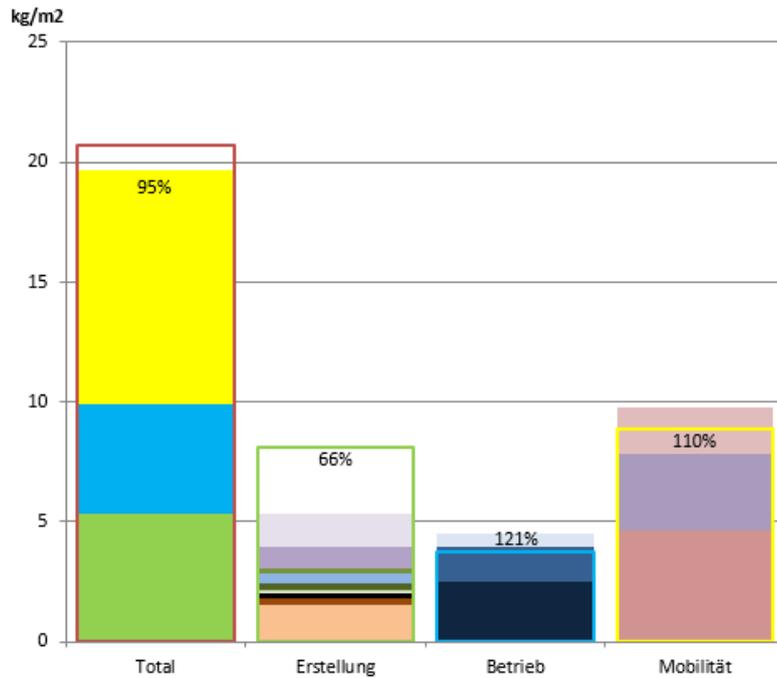
Resultate



Primärenergie nicht erneuerbar pro m2 Energiebezugsfläche



Treibhausgasemissionen in CO2e pro m2 Energiebezugsfläche



1.2 Szenario: Nicht-erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung (Gasheizung)

Zum Vergleich wird ein Szenario simuliert, bei der eine kondensierende Gasheizung die Wärmeversorgung erbringt. Ein solches konventionelles Heizsystem könnte zum Zuge kommen, falls im Verlauf der Projektentwicklung feststellbar würde, dass die anderen simulierten Szenarien nicht realisierbar (Wärmeverbund ewz, Erdsondenfeld) oder ökonomisch nicht sinnvoll (Blockheizkraftwerk) wären. Es stellt somit einerseits eine Rückfalloption dar und dient andererseits dazu, aufzuzeigen, welche Verbesserungen durch die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen erreicht werden. An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass bei Deckung des Wärmebedarfs mit einer mit Erdgas betriebenen, kondensierenden Gasheizung, die in der kantonalen *Verordnung zum Energiegesetz* (Kanton Zug, 740.11, §1a, Abs. 2.) für Arealbebauungen verordnete maximal erlaubte 60-prozentige Deckung des Wärmebedarfs durch nicht erneuerbare Quellen unter Umständen nicht eingehalten wird.

Energieversorgung	Stromerzeugung:	50% Flusswasserkraftwerk Lorze 50% Photovoltaik Eigenproduktion
	Wärmeerzeugung für Heizung:	100% Gasheizkessel, kondensierend
	Wärmeerzeugung für Warmwasser:	100% Gasheizkessel, kondensierend
	Kälte:	100% Kältemaschine 9°/15°

Implementierung in der Rechenhilfe (Eingabewerte)	Stromerzeugung:	50% Wasserkraft Liefervertrag 50% Photovoltaik Eigenproduktion
	Wärmeerzeugung für Heizung:	100% Gasheizkessel, kondensierend
	Wärmeerzeugung für Warmwasser:	100% Gasheizkessel, kondensierend
	Kälte:	100% Kältemaschine 9°C/15°C

Begründung

Stromversorgung:

Grundsätzlich wird mit der gleichen Stromversorgung wie im Standardszenario gerechnet. Jedoch wird angenommen, dass zur (teilweisen) Kompensation der Nutzung fossiler Energieträger zur Wärmeerzeugung die Eigenproduktion an Elektrizität aus Photovoltaik maximiert werden muss. Deswegen wird von einer jährlichen Produktion von 1'537MWh Strom ausgegangen, welche ungefähr 50% des zukünftigen Strombedarfs des Areals decken würde. Diese Produktion entspricht der in der *Grobanalyse Energieversorgung* erwähnten *Variante Süd 10° & Fassade*.

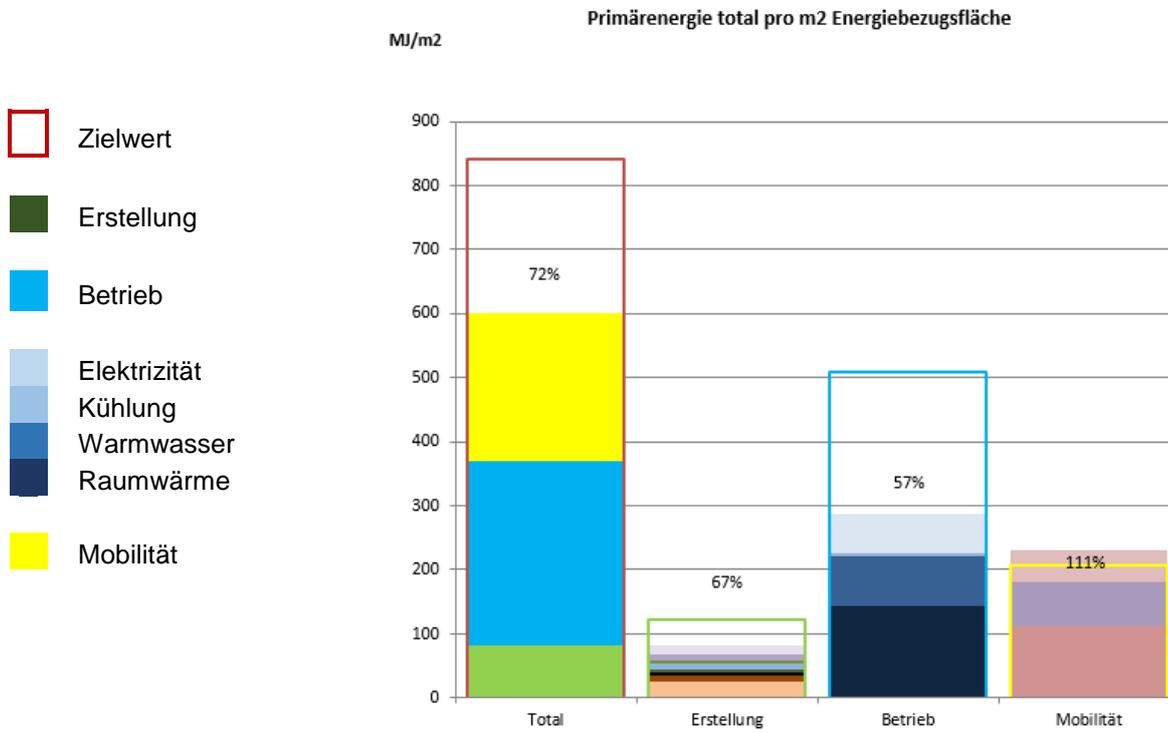
Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser:

Die Nutzung von kondensierenden Gasheizungen kann in der Rechenhilfe implementiert werden.

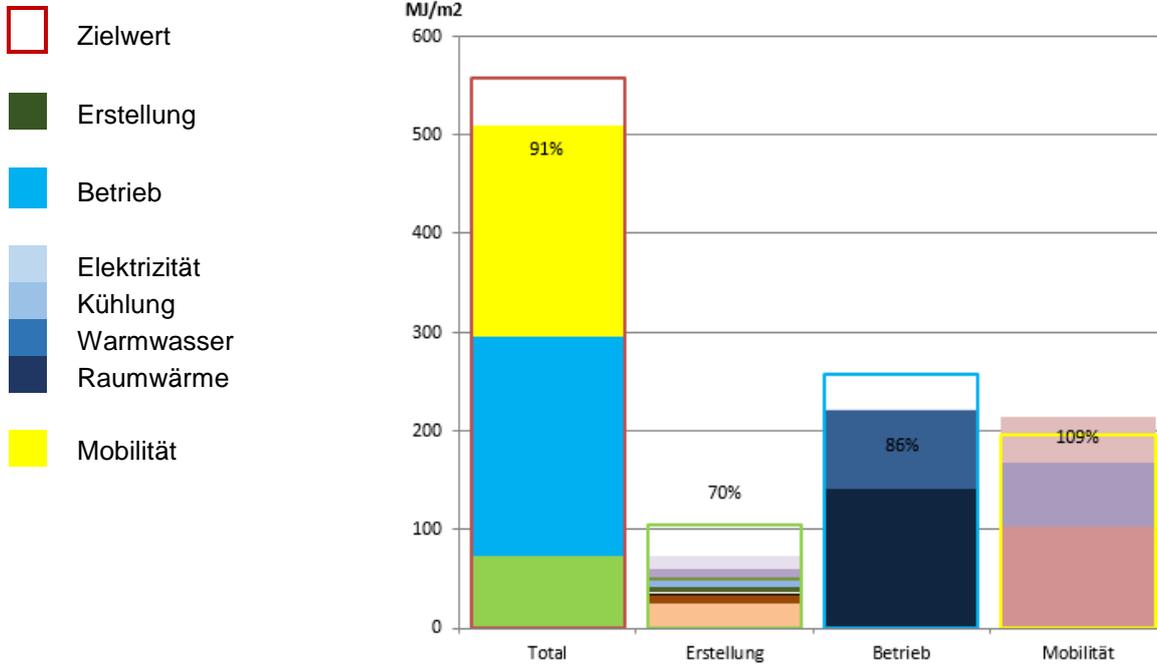
Kälte:

Zur Kühlung werden konventionelle Kältemaschinen verwendet.

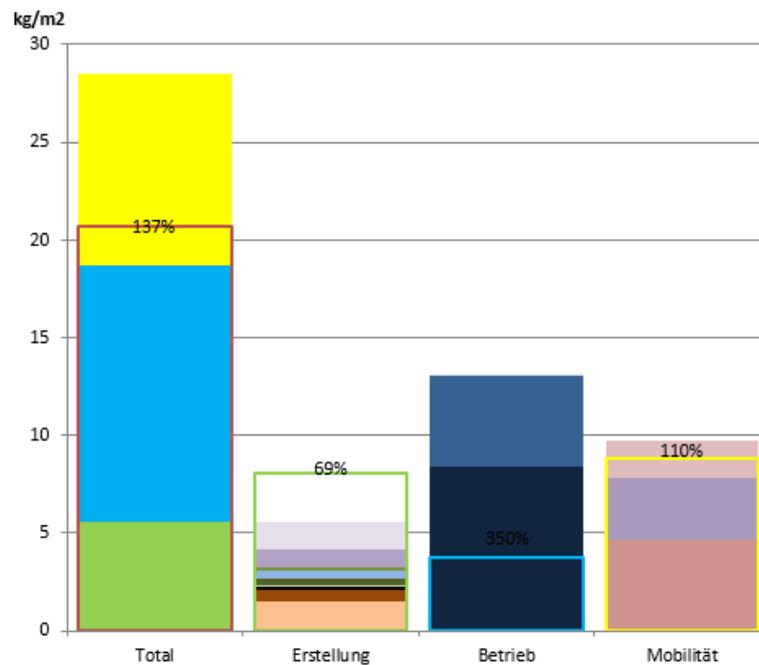
Resultate



Primärenergie nicht erneuerbar pro m2 Energiebezugsfläche



Treibhausgasemissionen in CO2e pro m2 Energiebezugsfläche



1.3 Szenario: Erdsondenfeld

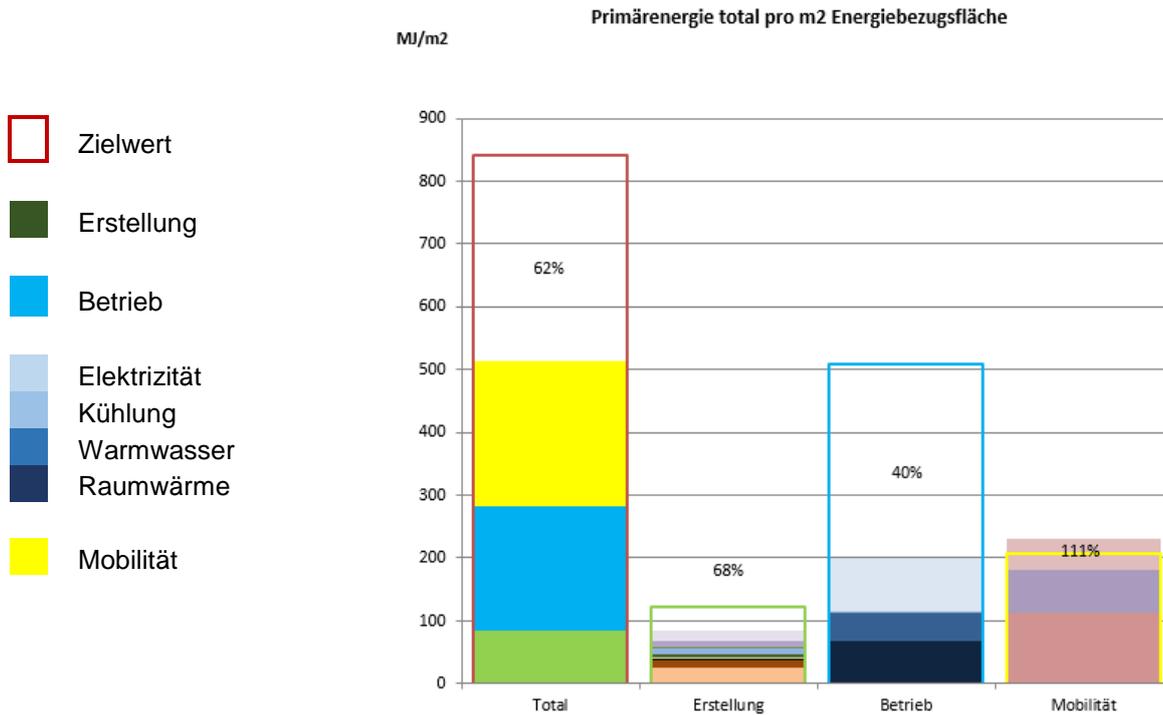
Eine weitere in der *Grobanalyse Energieversorgung* besprochene Variante der Energieversorgung ist die Nutzung eines Erdsondenfeldes. Im Folgenden sind die Implementierung und die detaillierten Resultate der Berechnung dieses Szenarios gegeben.

Energieversorgung	<p>Stromerzeugung: 50% Flusswasserkraftwerk Lorze 30% Photovoltaik Eigenproduktion 20% CH Verbrauchermix</p> <p>Wärmeerzeugung für Heizung: 100% Erdsondenfeld mit Wärmepumpen</p> <p>Wärmeerzeugung für Warmwasser: 100% Erdsondenfeld mit Wärmepumpen</p> <p>Kälte: 100% Freecooling Erdsonde (Regeneration des Feldes)</p>
Implementierung in der Rechenhilfe (Eingabewerte)	<p>Stromerzeugung: 50% Wasserkraft Liefervertrag 30% Photovoltaik Eigenproduktion 20% CH Verbrauchermix</p> <p>Wärmeerzeugung für Heizung: 100% Wärmepumpe (Sole/Wasser, JAZ 3.9)</p> <p>Wärmeerzeugung für Warmwasser: 100% Wärmepumpe (Sole/Wasser, JAZ 3.9)</p> <p>Kälte: 100% Freecooling Erdsonde</p>
Begründung	<p>Stromerzeugung: Die Stromerzeugung wird aus dem Standardszenario übernommen.</p> <p>Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser: Wie erwähnt, geht das Szenario davon aus, dass der Wärmebedarf des Areal monovalent durch ein Erdsondenfeld gedeckt wird. In der Rechenhilfe wird hierfür die Option „Wärmepumpe (Sole/Wasser)“ gewählt. Die Rechenhilfe enthält eine weitere Option zur Wärmeversorgung, die mit „Fernwärme Heizzentrale EWP Erdsonde“ benannt ist. Die Auswahl dieser Option würde zu höheren Projektwerten führen; die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft werden jedoch auch dann noch erreicht. Da es sich in diesem Szenario um ein am Arealstandort realisiertes Erdsondenfeld handelt, scheint die gewählte Option „Wärmepumpe (Sole/Wasser)“ gerechtfertigt.</p> <p>Die Rechenhilfe nimmt standardmässig eine Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 3.9 an. In der <i>Grobanalyse Energieversorgung</i> wird davon ausgegangen, dass in den nächsten 20 Jahren Arbeitszahlen von 6 erwartet werden können. Diese Effizienzsteigerung würde zu einer weiteren Verbesserung bei der Zielerreichung führen.</p> <p>Die zum Betrieb der Wärmepumpen nötige Elektrizität wird aus dem Schweizer Stromnetz bezogen und entspricht damit dem CH-Verbrauchermix. Die auf dem Areal produzierte Elektrizität reicht nicht aus, um zusätzlich die Wärmepumpen zu betreiben.</p>

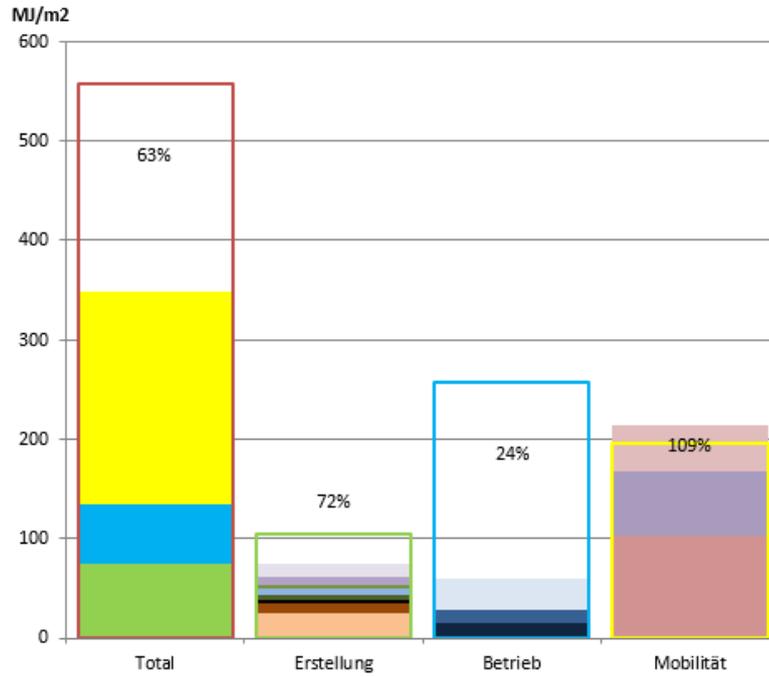
Kälte:

Die Kühlung der Gebäude läuft über Erdsonden. Diese Variante wirkt sich einerseits günstig auf die Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft aus, andererseits kann dadurch das Erdsondenfeld im Sommer regeneriert werden.

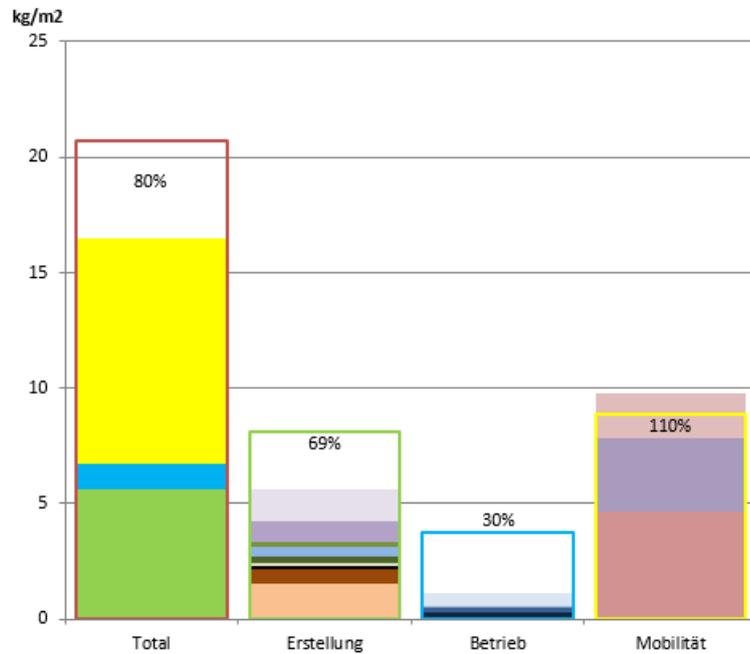
Resultate



Primärenergie nicht erneuerbar pro m2 Energiebezugsfläche



Treibhausgasemissionen in CO2e pro m2 Energiebezugsfläche



1.4 Szenario: Blockheizkraftwerk (Gas)

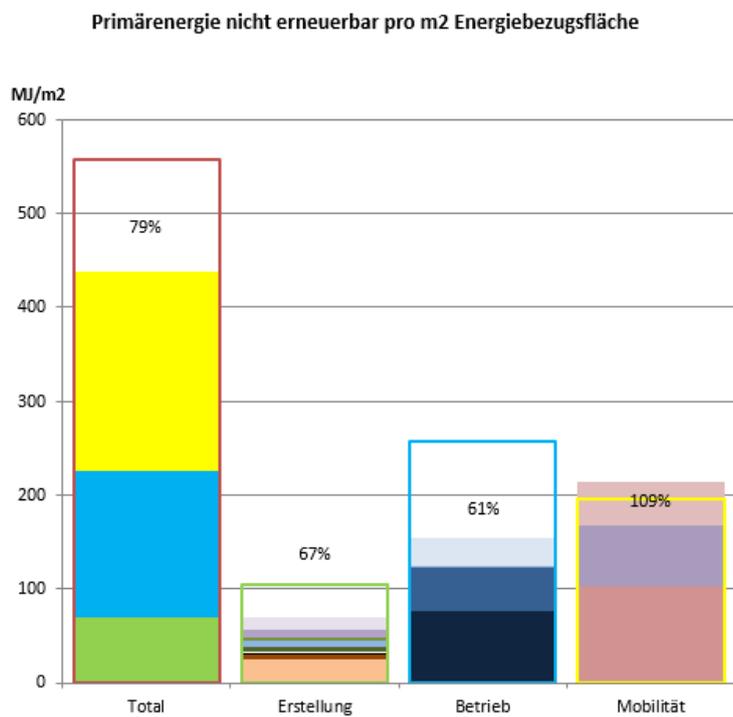
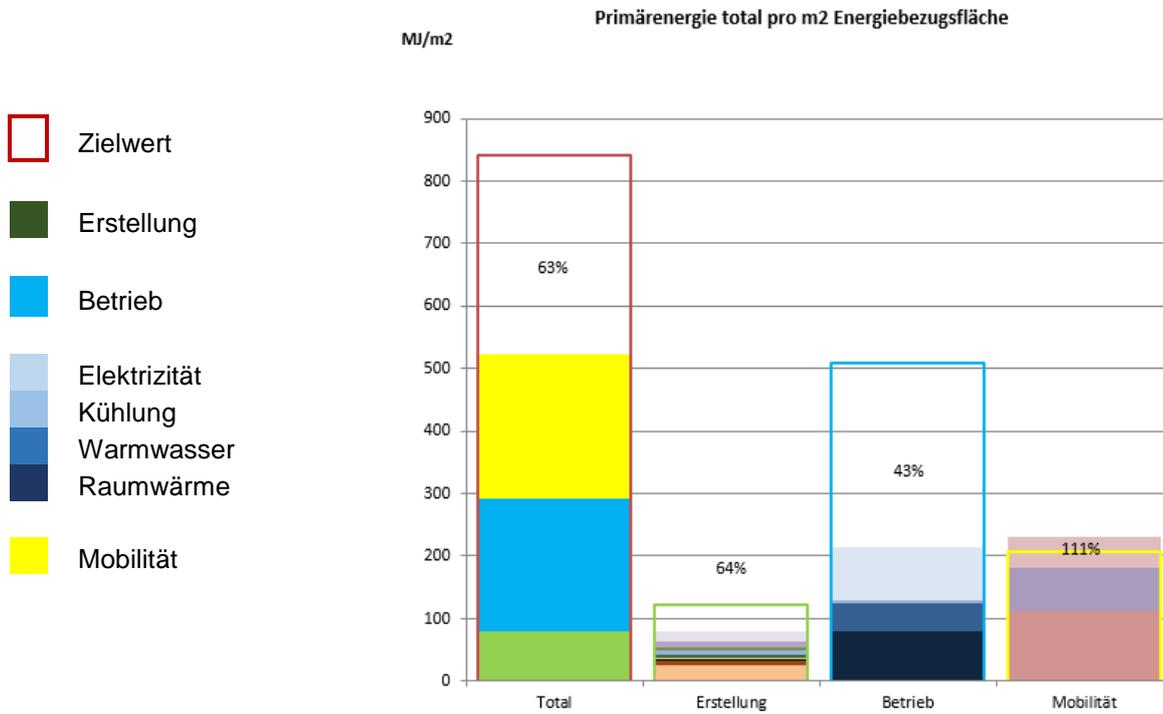
Blockheizkraftwerke stellen eine weitere, in der *Grobanalyse Energieversorgung* beschriebene Technologie dar. Das hier überprüfte Szenario geht von der Variante aus, bei der zwei Blockheizkraftwerke mit je 300kW Leistung im Wechsel wärmegeführt betrieben werden (je 5'600 Vollaststunden jährlich).

Energieversorgung	Stromerzeugung:	50% Flusswasserkraftwerk Lorze (Wasserkraft Liefervertrag) 30% Photovoltaik Eigenproduktion 20% CH Verbrauchermix
	Wärmeerzeugung für Heizung:	100% durch 2 gasbetriebene Blockheizkraftwerke, wärmegeführte Produktion, gekoppelte Stromerzeugung
	Wärmeerzeugung für Warmwasser:	100% durch 2 gasbetriebene Blockheizkraftwerke, wärmegeführte Produktion, gekoppelte Stromerzeugung
	Kälte:	100% Kältemaschine 9°/15°
Implementierung in der Rechenhilfe (Eingabewerte)	Stromerzeugung:	50% Wasserkraft Liefervertrag 30% Photovoltaik Eigenproduktion 20% CH Verbrauchermix
	Wärmeerzeugung für Heizung:	100% Fernwärme Blockheizkraftwerk Gas (gekoppelt mit Strom)
	Wärmeerzeugung für Warmwasser:	100% Fernwärme Blockheizkraftwerk Gas (gekoppelt mit Strom)
	Kälte:	100% Kältemaschine 9°/15°
Begründung	Stromerzeugung:	Die Stromerzeugung wird aus dem Standardszenario übernommen. 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. Deswegen wird davon ausgegangen, dass die durch die Blockheizkraftwerke produzierte Elektrizität ins Stromnetz eingespeist wird.
	Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser:	Zur Simulation der vollständigen Deckung des Wärmebedarfs durch Blockheizkraftwerke wird die Option „Fernwärme Blockheizkraftwerk Gas (gekoppelt mit Strom)“ in der Rechenhilfe gewählt. Gas wird deswegen als Energieträger gewählt, da in dem projektierten Leistungsbereich Gasmotoren eine weitaus grössere Verbreitung aufweisen als Blockheizkraftwerke mit Holz als Energieträger (<i>Grobanalyse Energieversorgung</i>).

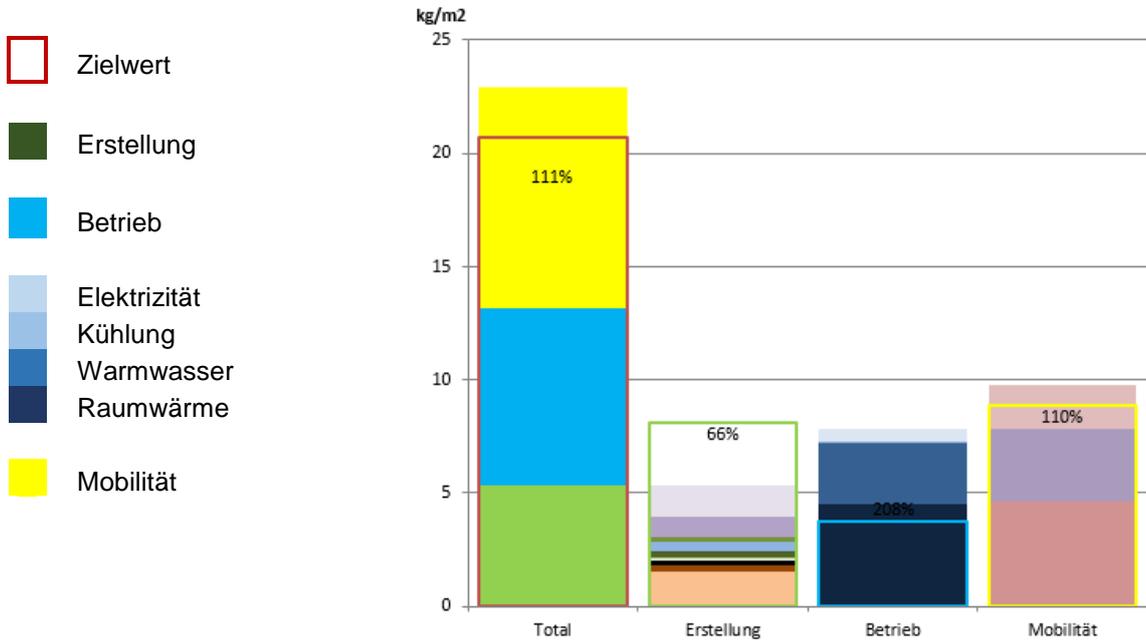
Kälte:

Zur Kühlung werden konventionelle Kältemaschinen verwendet.

Resultate



Treibhausgasemissionen in CO₂e pro m² Energiebezugsfläche

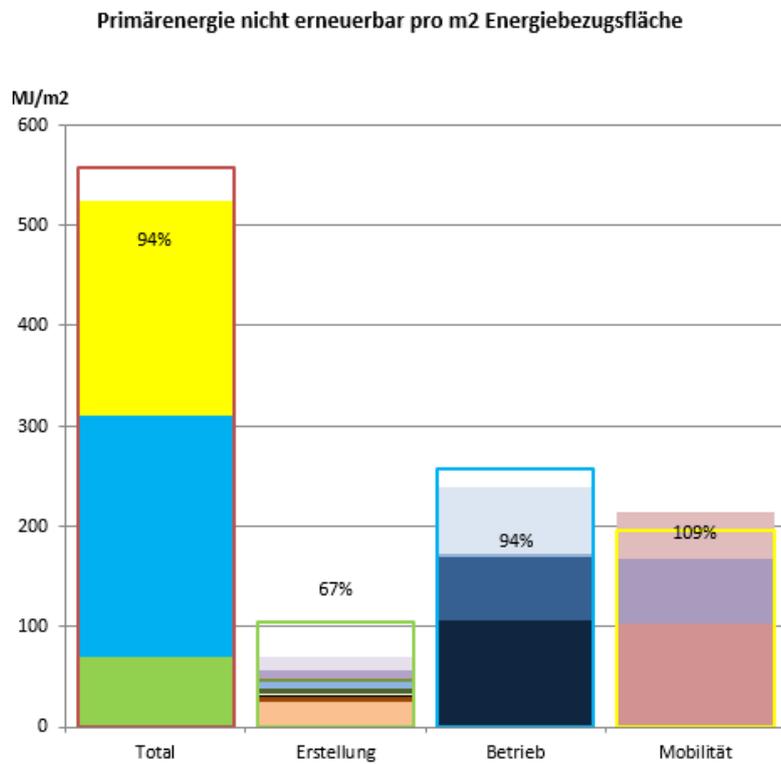
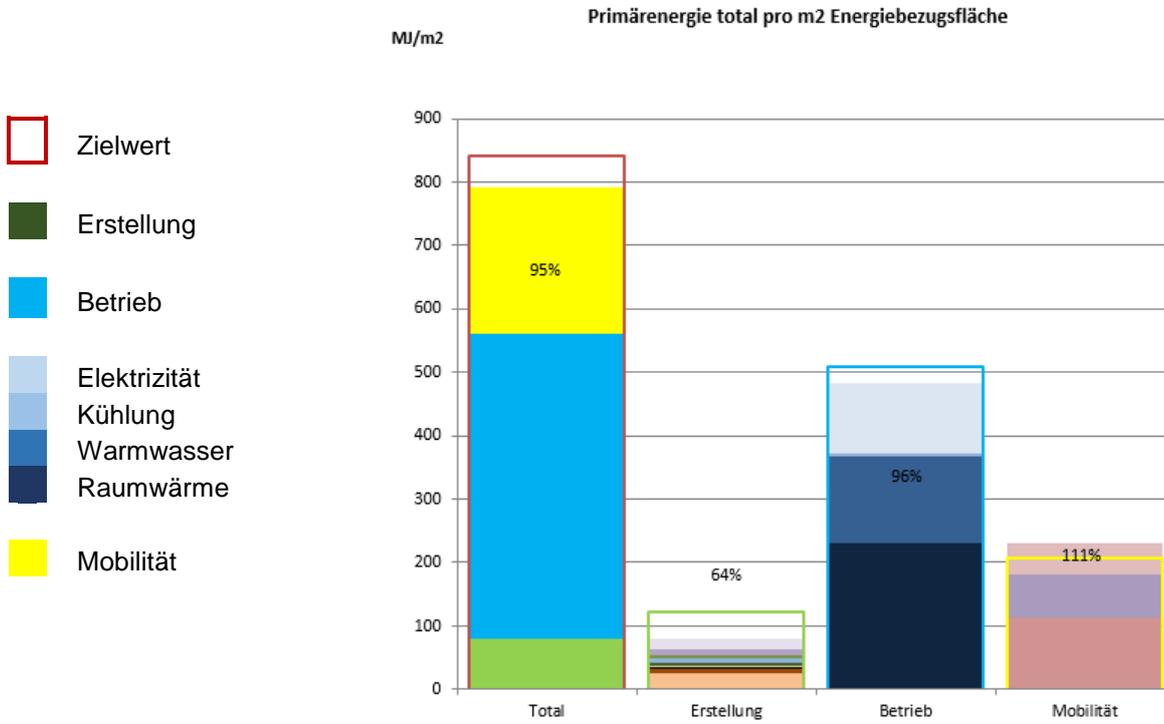


1.5 Szenario: Verminderte Elektrizitätsproduktion durch Flusswasserkraft

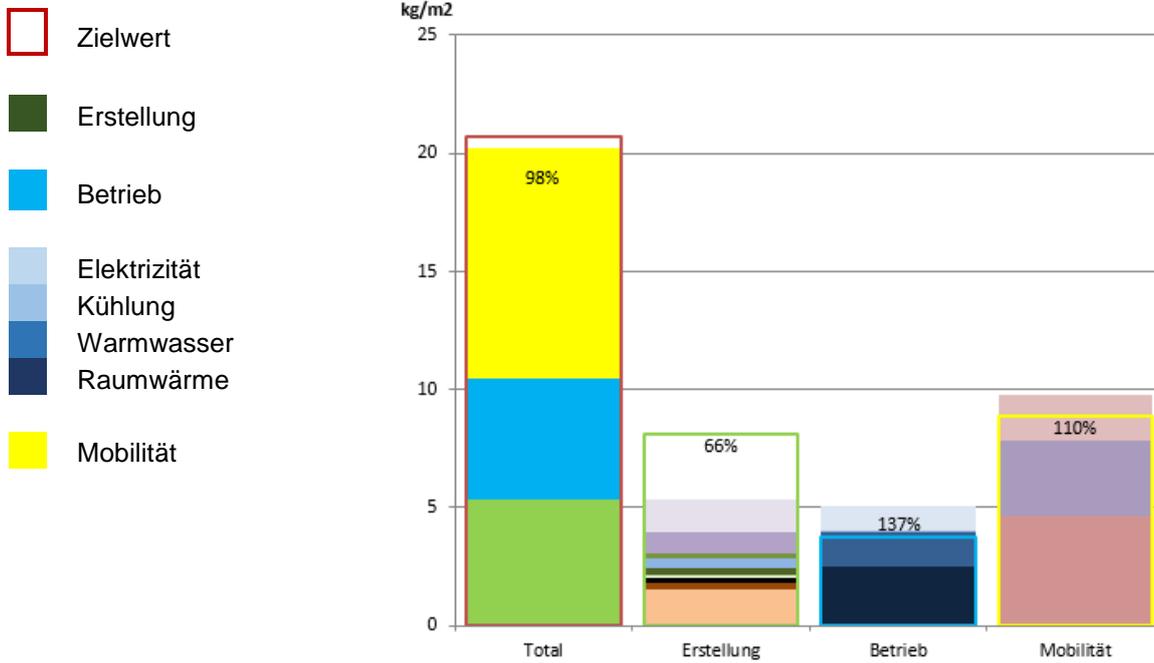
Auf Grund von Auflagen des Denkmalschutzes ist es denkbar, dass eine Ertüchtigung des Flusswasserkraftwerks nicht umgesetzt werden kann. In diesem Szenario bleibt die Elektrizitätsproduktion durch Wasserkraft auch zukünftig auf dem heutigen Stand von jährlich 850MWh.

Energieversorgung	Stromerzeugung:	25% Flusswasserkraftwerk Lorze (Wasserkraft Liefervertrag) 30% Photovoltaik Eigenproduktion 45% CH Verbrauchermix
	Wärmeerzeugung für Heizung:	100% Wärmeverbundnetz ewz
	Wärmeerzeugung für Warmwasser:	100% Wärmeverbundnetz ewz
	Kälte:	100% Wärmeverbundnetz ewz
Implementierung in der Rechenhilfe (Eingabewerte)	Stromerzeugung:	25% Wasserkraft Liefervertrag 30% Photovoltaik Eigenproduktion 45% CH Verbrauchermix
	Wärmeerzeugung für Heizung:	100% Heizzentrale EWP Abwasser
	Wärmeerzeugung für Warmwasser:	100% Heizzentrale EWP Abwasser
	Kälte:	100% Kältemaschine 9°C/15°C
Begründung	Stromerzeugung:	Die Stromerzeugung wird grundsätzlich aus dem Standardszenario übernommen. Jedoch wird in diesem Szenario mit einer verminderten Produktion von Elektrizität durch das Flusswasserkraftwerk gerechnet, da Auflagen des Denkmalschutzes eine Ertüchtigung nicht ermöglichen. Somit kann nur ein Viertel des zukünftigen Strombedarfs durch lokale Wasserkraft gedeckt werden. Die nun fehlende Menge Elektrizität wird aus dem Stromnetz entnommen.
	Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser:	Die Wärmeversorgung wird aus dem Standardszenario übernommen.
	Kälte:	Die Kälteversorgung wird aus dem Standardszenario übernommen.

Resultate

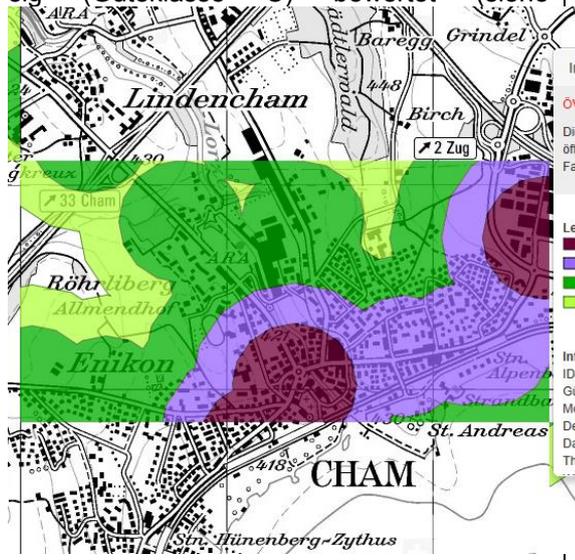


Treibhausgasemissionen in CO₂e pro m² Energiebezugsfläche



Anhang II: Areal- und gebäudespezifische Eingabewerte in der *Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale*

1.6 Arealsspezifische Eingabewerte:

Arealsspezifische Eingabewerte	Parameter	Eingabe	Begründung / Quelle
	Projektname	Papieri Areal Cham	-
	Datum	23.03.2015	-
	Status	Vorstudie/Vorprojekt	-
	Gemeinde	Cham	-
	Standort des Areals	Übrige Agglo (ÖV-Güteklasse C,D,E) (Annahme)	<p>Die ÖV-Erschliessung des Areals wird gemäss www.map.aren.admin.ch als mittelmässig (Güteklasse C) bewertet (siehe  Abbildung1)</p>
	Grundstückfläche	121009m ²	<i>Masterplan Nutzungen</i>
	<i>Ausnutzungsziffer</i>	1.65	<i>Wird von der Rechenhilfe berechnet</i>
	<i>Anteil bebaute Fläche</i>	13%	<i>Wird von der Rechenhilfe berechnet</i>
	Durchschnittliches Verhältnis Ae/GF	1.65	Quelle: Mitwirkungsveranstaltung, Punkt „Bauliche Dichte“

Übersicht ÖV-Güteklassen in Cham

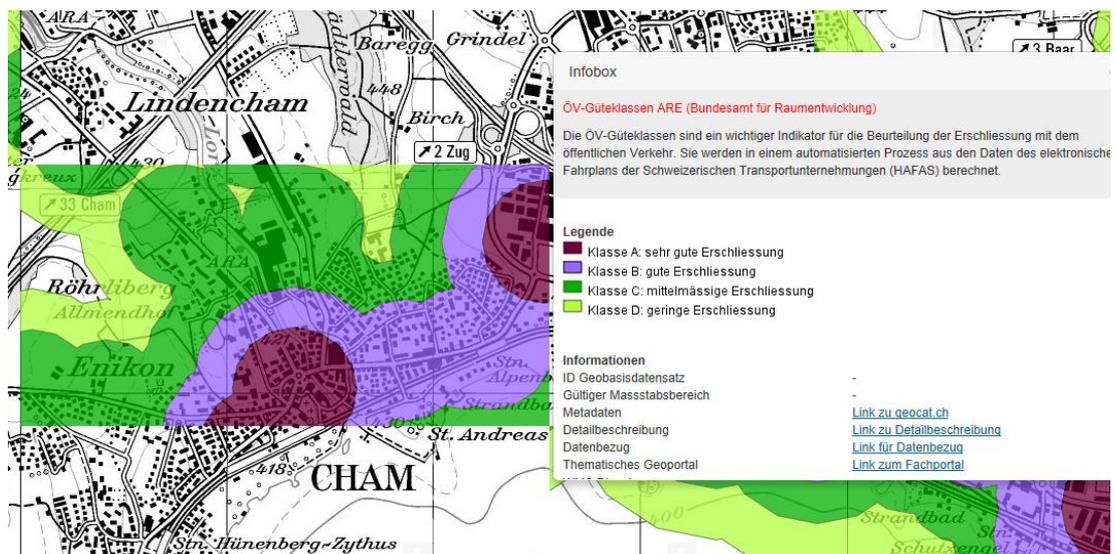


Abbildung 1: ÖV-Güteklasse Standorts Papieri. Quelle: map.are.admin.ch

1.7 Gebäudespezifische Eingabewerte

In diesem Abschnitt sind alle gebäudespezifischen Eingabewerte angegeben. Es wird erläutert, wie die Eingabewerte gewählt wurden, resp. aus welcher Quelle sie stammen.

Grundsätze bei der Eingabe einzelner Gebäude

Bei der Eingabe der einzelnen Gebäude in der Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale wurde nach folgenden Grundsätzen vorgegangen:

- Die eingegebenen Parameter wurden aus dem *Masterplan Nutzungen* (Stand 19. Januar 2015) und den Plänen des Richtprojekts abgeleitet.
- Die Nutzung „Wohnen/ Atelier Wohnen“ aus dem *Masterplan Nutzungen* wird in der Rechenhilfe als „Wohnen MFH“ angegeben. Die Nutzung „Gewerbe/ Büro“ wird mit „Büro“ übersetzt. Die Nutzung „öffentliche Nutzung/Kultur“ gemäss Masterplan wird in der Rechenhilfe als „Restaurant“ bezeichnet.
- Im Falle einer gemischten Nutzung eines Gebäudes, werden für das Gebäude entsprechend der verschiedenen Nutzungen mehrere Spalten erstellt und jeder Nutzung die Anzahl Geschosse zugeteilt.
- Wenn im Masterplan eine bestimmte Geschossfläche zwei Nutzungen zugeordnet wurde (bspw. „sowohl Wohnen als auch Gewerbe“), wird diese Fläche in der Rechenhilfe hälftig auf die beiden Nutzungen verteilt.
- Die Kompaktheit der Gebäudehülle und Querschnittsgeometrie wurde anhand der Richtprojektpläne abgeschätzt. Dabei wurden die in der Anleitung zur Rechenhilfe gegebenen Ratschläge beachtet.
- Bei Umbauten wird von einem Heizwärmebedarf gemäss muken2008 ausgegangen, bei Neubauten wird der Standard „Minergie“ gefordert.
- Die Bauweise ist noch nicht definiert. Es wird hier standardmässig von „Massivbau Beton-Backstein“ ausgegangen.
- Die Anzahl Parkplätze „Bewohner und Beschäftigte“ wurde aus der im Mas-

terplan unter „Parkplätze Wohnen“ angegeben Zahl abgeleitet, die Anzahl Parkplätze „Besucher und Kunden“ aus der Angabe „Parkplätze Gewerbe“. Die Gesamtzahl Parkplätze beläuft sich gemäss *Masterplan Nutzungen* auf 2'611, die Fläche der Tiefgaragen und Keller beträgt insgesamt 22'500m². Gemäss Herrn Friedrich (Telefongespräch 24. April), werden aber höchstens 1'977 Parkplätze und eine unterirdische Geschossfläche von 19'515m² realisiert. Aus diesem Grund wurden die im Masterplan angegebenen Zahlen entsprechend reduziert.

- Die Tiefgaragen wurden als vier einzelne Gebäude mit einer gesamten Geschossfläche von 19'515m² definiert. Diese Geschossfläche entspricht im Grunde bereits der gesamten unterirdischen Geschossfläche inklusive aller Kellergeschosse. Um die graue Energie (Aushub) der Untergeschosse richtig zu berücksichtigen, wurden jedoch bei einzelnen Gebäuden Kellergeschosse zusätzlich angegeben. Bei Gebäuden, deren Kellergeschosse an eine Tiefgarage angrenzen, wurden keine zusätzlichen Kellergeschosse angegeben. Dieses Vorgehen führt zu einer redundanten Anrechnung eines kleinen Anteils der unterirdischen Geschossflächen.

**Abweichungen
vom *Masterplan
Nutzungen***

In Gebäude 10c (Neubau) werden die Geschosse 1-4 der Nutzung „Wohnen“ und das Erdgeschoss sowie das erste Untergeschoss der Nutzung „Gewerbe“ zugeteilt. Gemäss *Masterplan Nutzungen* war das ganze Gebäude für die Nutzung „öffentlich Nutzung“ vorgesehen. Diese Änderung wurde vorgenommen, damit die in der Rechenhilfe dargestellte Nutzungsverteilung dem neu angedachten Nutzungsmix entspricht (71% Wohnen, 24% Gewerbe, 5% öffentliche Nutzung, gemäss Sitzung vom 21. April).

1.8 Gebäudespezifische Eingabewerte

Etappe	Bezeichnung	Gebäude ID	Gebäudenutzung	Anzahl Stockwerke überirdisch	Beheizt	Anzahl Stockwerke unterirdisch	Beheizt	Geschossfläche	Querschnittsgeometrie	Ath / Ae	Heizwärmebedarf	Neubau / Umbau	Bauweise	Parkplatzzahl Bewohner und Beschäftigte	Parkplatzzahl Besucher und Kunden
A	Fabrikgebäude 1a	Gebäude 1	Wohnen MFH	3.5	Ja	1	Nein	9951	Mittelkompakt	2.5	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	59	0
A	Fabrikgebäude 1a	Gebäude 1	Büro	1.5	Ja	1	Nein	10180	Mittelkompakt	2.5	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	198
A	Neubau 1b	Gebäude 2	Wohnen MFH	6.5	Ja	0	Nein	15380	Mittelkompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	121	0
A	Neubau 1b	Gebäude 2	Büro	1.5	Ja	0	Nein	2565	Mittelkompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	51
A	Trafogebäude 1c	Gebäude 3	Restaurant	3	Ja	0	Nein	1642	Sehr kompakt	1.27	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	25
B	Portierhaus 2a	Gebäude 4	Restaurant	1	Ja	0	Nein	109	Mittelkompakt	3.98	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	2
B	Lokermise 2b	Gebäude 5	Restaurant	1	Ja	0	Nein	516	Wenig kompakt	3.34	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	8
B	Hochhaus 2d	Gebäude 6	Wohnen MFH	2.5	Ja	1	Nein	1500	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	0
B	Hochhaus 2d	Gebäude 6	Büro	9.5	Ja	1	Nein	5700	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	109
C	Kesselhaus+Vetrox 3a	Gebäude 7	Restaurant	4	Ja	1	Nein	3338	Mittelkompakt	2	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	51
C	Hochhaus 2 3b	Gebäude 8	Wohnen MFH	12	Ja	0	Nein	7200	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	55	0
C	Hochhaus 2 3b	Gebäude 8	Büro	2	Ja	0	Nein	1200	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	27
C	Hochhaus 3 3c	Gebäude 9	Wohnen MFH	13	Ja	0	Nein	7800	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	60	0
C	Hochhaus 3 3c	Gebäude 9	Büro	2	Ja	0	Nein	1200	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	27
D	Neubau 4a	Gebäude 10	Wohnen MFH	1	Ja	0	Nein	2150	Mittelkompakt	1.5	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	0
D	Neubau 4a	Gebäude 10	Büro	4	Ja	0	Nein	8600	Mittelkompakt	1.5	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	163
D	Neubau 4b	Gebäude 11	Wohnen MFH	7	Ja	0	Nein	9990	Mittelkompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	83	0
D	Neubau 4b	Gebäude 11	Büro	1	Ja	0	Nein	1560	Mittelkompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	23
E	Silogegebäude 5a	Gebäude 12	Büro	2	Ja	1	Nein	2260	Wenig kompakt	1.71	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	34

F	Wohn/Gewerbe 6a	Gebäude 13	Wohnen MFH	7	Ja	0	Nein	12544	Sehr kompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	89	0
F	Wohn/Gewerbe 6a	Gebäude 13	Büro	1	Ja	0	Nein	1792	Sehr kompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	55
F	Kalander7/PM5 6b	Gebäude 14	Wohnen MFH	4	Ja	0	Nein	7585	Mittelkompakt	2	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	63	0
F	Kalander7/PM5 6b	Gebäude 14	Büro	0	Ja	1	Ja	1500	Mittelkompakt	2	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	23
F	Durolux 6c	Gebäude 15	Büro	3	Ja	0	Nein	2002	Mittelkompakt	1.29	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	30
G	Hochhaus 4 7a	Gebäude 16	Wohnen MFH	13	Ja	1	Nein	7800	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	60	0
G	Hochhaus 4 7a	Gebäude 16	Büro	2	Ja	1	Nein	1200	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	27
G	Hochhaus 5 7b	Gebäude 17	Wohnen MFH	15	Ja	0	Nein	8400	Sehr kompakt	0.8	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	70	0
H	Werkstattgeb. 8a	Gebäude 18	Wohnen MFH	1	Ja	0	Nein	957	Wenig kompakt	2.5	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	0
H	Werkstattgeb. 8a	Gebäude 18	Büro	2	Ja	1	Ja	2389	Wenig kompakt	2.5	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	51
H	Zentrallager 8b	Gebäude 19	Wohnen MFH	1.5	Ja	0	Nein	518	Wenig kompakt	1.87	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	0
H	Zentrallager 8b	Gebäude 19	Büro	1.5	Ja	0	Nein	517	Wenig kompakt	1.87	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	21
H	Zentrallager 8b	Gebäude 19	Büro	1	Ja	0	Nein	345	Wenig kompakt	1.87	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	0
H	Ersatzmagazin 8c	Gebäude 20	Büro	1	Ja	0	Nein	185	Wenig kompakt	3.8	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	3
I	Neubau 9a	Gebäude 21	Wohnen MFH	9	Ja	0	Nein	21428	Mittelkompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	179	0
I	Neubau 9b	Gebäude 22	Wohnen MFH	8	Ja	0	Nein	12180	Mittelkompakt	1.2	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	101	0
J	Lagerhaus 10a	Gebäude 23	Restaurant	2	Ja	0	Nein	1144	Wenig kompakt	3	muken2008	Umbau	Massivbau Beton-Backstein	0	17
J	Neubau 10b	Gebäude 24	Restaurant	1	Ja	0	Nein	1236	Mittelkompakt	1.5	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	19
J	Neubau 10c	Gebäude 25	Wohnen MFH	4	Ja	0	Nein	3848	Sehr kompakt	1.5	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	48	0
J	Neubau 10c	Gebäude 25	Büro	1	Ja	1	Ja	1924	Sehr kompakt	1.5	MINERGIE	Neubau	Massivbau Beton-Backstein	0	24
C	Tiefgarage Etappe C	Gebäude 26	Parking/Nebennutzung	0		3	Nein	8700	Mittelkompakt		muken2008	Neubau	Tiefgarage/Nebennutzung		
D	Tiefgarage Etappe D	Gebäude 27	Parking/Nebennutzung	0		2	Nein	3700	Mittelkompakt		muken2008	Neubau	Tiefgarage/Nebennutzung		
F	Tiefgarage Etappe F	Gebäude 28	Parking/Nebennutzung	0		2	Nein	2800	Mittelkompakt		muken2008	Neubau	Tiefgarage/Nebennutzung		
I	Tiefgarage Etappe I	Gebäude 29	Parking/Nebennutzung	0		2	Nein	4315	Mittelkompakt		muken2008	Neubau	Tiefgarage/Nebennutzung		