



LEITFADEN



LEITFADEN

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	5
MOTIVATION	11
ANALYSE	18
ENERGIE- UND CO ₂ -BILANZ	21
RÄUMLICHE ENTWICKLUNG	31
ENERGIEVERBRAUCH UND CO ₂ -EMISSIONEN IM BETRIEB	41
ERNEUERBARE RESSOURCEN	47
ENERGIESYSTEME UND CO ₂ -EMISSIONEN IM BETRIEB	53
TEILSZENARIEN	58
ENERGIEVERBRAUCH UND CO ₂ -EMISSIONEN IM BETRIEB	61
ENERGIESYSTEME UND CO ₂ -EMISSIONEN IM BETRIEB	67
RÄUMLICHE ENTWICKLUNG	83
SYNTHESE	92
ZUKUNFTSBILD	95
MASSNAHMEN	101
FAHRPLAN	115
ERFOLGSKONTROLLE	123
ZUSAMMENFASSUNG	129
IMPRESSUM	131

EINLEITUNG

Die Gemeinde Zernez möchte in Zukunft den gesamten gebäudebezogenen Energiebedarf des Dorfs Zernez aus eigener, erneuerbarer Produktion decken und die resultierende CO₂-Bilanz auf Null senken.

Das ambitionierte Projekt «Zernez Energia 2020» wurde 2011 durch die Gemeinde lanciert und von 2013 bis 2015 im Rahmen eines KTI-Forschungsprojekts in Zusammenarbeit mit einem interdisziplinären Forschungsteam der ETH Zürich sowie den Firmen Amstein + Walther AG und STW AG für Raumplanung auf seine Umsetzbarkeit geprüft.

Dabei wurden Konzepte zur Reduktion des gebäudebezogenen Energiebedarfs entwickelt, die Potenziale für die erneuerbare Energieproduktion auf Gemeindegebiet geprüft und eine Strategie für die lokale Energieversorgung ausgearbeitet. Die entsprechenden Umsetzungsmaßnahmen wurden in eine Gesamtstrategie zur nachhaltigen Ortsentwicklung eingebettet. Im Projektverlauf hat sich herausgestellt, dass die Projektziele ökonomisch sinnvoll bis circa 2040 – 2050 umsetzbar sind.

Um die Umsetzung zu ermöglichen, wurde ein Aktionsplan erarbeitet. Er fasst die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt zusammen, beinhaltet die notwendigen Leitlinien und Massnahmen, um die gesetzten Ziele zu erreichen und dient der Gemeinde Zernez in Zukunft als Wegleitung zur Umsetzung.

Die vorliegende Broschüre dokumentiert nicht nur den Entstehungsprozess des Aktionsplans, sondern zeigt auch für andere Gemeinden anschaulich auf, wie durch ein nachhaltiges Transformationskonzept für Gebäudepark und Energiesysteme sowie deren Integration in die strategische Ortsplanung und räumliche Entwicklung der Umbau des Energiesystems in Richtung CO₂-neutraler Energiebilanz auf kommunaler (oder auch regionaler Ebene) ortsverträglich aktiv mitgestaltet werden kann.

Dazu findet sich am Anfang jedes Kapitels eine Zusammenfassung der jeweiligen Etappenziele sowie eine übersichtliche Darstellung der dazu notwendigen Grundlagen, möglichen Vorgehensweisen und Dokumentationsmethoden. Auf den jeweils folgenden Seiten lässt sich dann in Kürze nachvollziehen, wie am Beispiel von Zernez konkret vorgegangen wurde.

Wir hoffen, diese Dokumentation kann dazu beitragen, dass auch andere Gemeinden oder Regionen dem Beispiel von Zernez folgen.

Das Forschungsteam «Zernez Energia 2020»

PROJEKTÜBERSICHT

AUSGANGSLAGE

Im Hinblick auf das 100jährige Jubiläum des Schweizerischen Nationalparks 2014 beschäftigte sich der Gemeindevorstand von Zernez bereits 2011 mit der Idee eines Energieprojekts. Schnell wurde klar, dass angesichts der komplexen Herausforderungen kompetente Partner für die Durchführung eines solchen Projekts nötig sind. Der Gemeindevorstand machte sich auf die Suche nach wissenschaftlicher Hilfe und wurde bei der ETH in Zürich fündig. Zunächst haben Architekturstudenten der ETH im Frühjahr 2012 ein detailliertes Gebäudeinventar erstellt und Vorschläge für die zukünftige energetische und ortsbauliche Entwicklung des Dorfs ausgearbeitet. In der Folge stellte das Energy Science Center (ESC) der ETH Zürich dem Projekt ein interdisziplinäres Forschungsteam zur Seite. Zusammen mit der ETH und den privaten Partnern Amstein + Walthert AG und STW AG für Raumplanung reichte die Gemeinde 2012 das Forschungsprojekt beim Bund ein. Die Kommission für Technologie und Innovation des Eidgenössischen Volksdepartements (KTI) unterstützte das Projekt «Zernez Energia 2020» und sicherte Ende 2012 rund die Hälfte der Projektkosten zu. Die Arbeit am Forschungsprojekt wurde im Juli 2013 aufgenommen und im Frühjahr 2015 abgeschlossen.

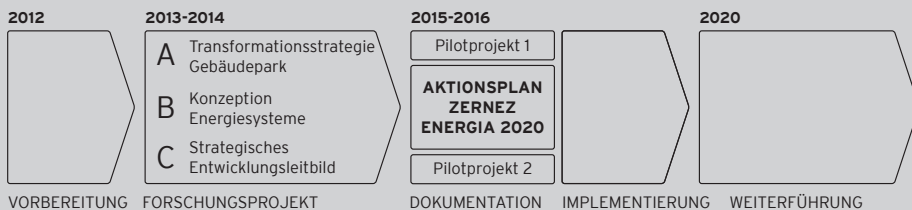
ZIELE

Bereits heute bezieht Zernez seinen gesamten Strom aus erneuerbaren Quellen (100% Wasserkraft). Das erklärte Ziel der Gemeinde ist es, in Zukunft den gesamten gebäudebezogenen Energiebedarf des Dorfs Zernez aus eigener, erneuerbarer Produktion zu decken und die resultierende CO₂-Bilanz auf Null zu senken. Dabei sollen auch die sogenannten «grauen Emissionen» (siehe Seite 23) der verschiedenen Energieträger und -systeme in die Betrachtung miteinfließen. Entsprechende Massnahmen werden funktionale, räumliche und ästhetische Auswirkungen haben. Deshalb wurde entschieden, die Ziele in ein strategisches Entwicklungsleitbild zu integrieren, damit das Ortsbild behutsam weiterentwickelt und zukünftige räumliche Entwicklungen aktiv miteinbezogen werden können.



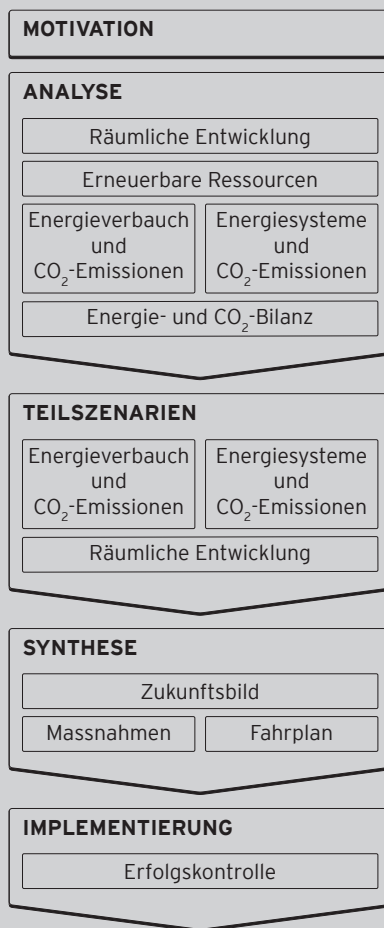
PROJEKTAUFBAU

Das Forschungsprojekt war in drei fachübergreifende, eng miteinander verknüpfte Module gegliedert (A, B und C). Die Resultate wurden in eine Gesamtstrategie zur nachhaltigen Ortsentwicklung integriert und in einem Aktionsplan zusammengefasst. Dieser dient der Gemeinde bereits seit Anfang 2015 als Wegweiser für die weitere Entwicklung und wurde im Oktober 2015 öffentlich publiziert.



VORGEHENSWEISE

Das gewählte Vorgehen lässt sich in fünf Schritte gliedern: Um eine möglichst breite Basis für das Vorhaben zu schaffen, ging es zunächst darum, lokalen Akteuren aufzuzeigen, wie das Dorf - über die CO₂-neutrale Energiebilanz hinaus - langfristig von den angestrebten Zielen profitieren kann (Motivation). In einem nächsten Schritt wurden die relevanten Daten für die weitere Arbeit zusammengestellt (Analyse). Anschliessend wurden für die Bereiche «Räumliche Entwicklung», «Energieverbrauch» und «Energiesysteme» verschiedene theoretische und teilweise auch radikale Szenarien erarbeitet, um sinnvolle Leitplanken für eine realistische Entwicklung zu erhalten (Teilszenarien). Die plausibelsten Teilszenarien wurden kombiniert, zu einem Zukunftsbild zusammengestellt und immer wieder mit Akteuren vor Ort diskutiert. Diese Resultate wurden fortlaufend weiterbearbeitet und schliesslich zu einem Massnahmenpaket zusammengefasst, das mithilfe eines Fahrplans in den nächsten Jahren umgesetzt werden soll (Synthese). Eine regelmässige Erfolgskontrolle soll sicherstellen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden, bzw. nötigenfalls korrigierend eingegriffen werden kann (Implementierung).



Sowohl das Zukunftsbild als auch die Massnahmen und der Fahrplan sind nicht als abschliessende Dokumente konzipiert, sondern sollen kontinuierlich angepasst werden, falls sich relevante Parameter ändern oder Unvorhergesehenes hinzukommt. Das Projekt «Zernez Energia 2020» war auf die Betrachtung des Gebäudeparks beschränkt. Im Prinzip liesse sich das erarbeitete Vorgehen aber auch auf andere Bereiche, wie beispielsweise Mobilität, landwirtschaftliche Produktion oder Konsumverhalten ausweiten.

PILOTPROJEKTE

Um ihrem Anliegen Nachdruck zu verleihen, hat die Gemeinde parallel zum Forschungsprojekt zwei Pilotprojekte lanciert. Diese wurden durch die Forschungspartner begleitet. Beim Pilotprojekt «Röven 8» wurden Ansätze zur nachhaltigen Ortsentwicklung mit vorbildlichen Sanierungsmassnahmen und der Nutzung erneuerbarer Energie kombiniert und anhand des Umnutzungsprojekts einer für Zernez typischen Liegenschaft aus den 1870er Jahren exemplarisch umgesetzt. «Röven 8» steht für die Realisierung des Genossenschaftsprojekts «Chüra e Vita a Zernez» mit dezentraler Pflege und Wohnen im Alter. Im Zusammenspiel von energetischen Sanierungsmassnahmen, denkmalschutzgerechter Ausführung und den baugesetzlichen Bestimmungen wird hier ein beispielhafter Umgang mit historischer Bausubstanz aufgezeigt. Um die sehr hohe Medienpräsenz der Gemeinde zum 100jährigen Bestehen des Schweizerischen Nationalparks zu nutzen, war in dieser Liegenschaft während der Jubiläumsfeierlichkeiten eine in den Bauablauf integrierte Projektausstellung zu sehen. Anhand aktueller Zwischenergebnisse aus dem Forschungsprojekt konnten Einwohnerinnen und Gäste so bereits für mögliche Wege zur Erreichung der angestrebten Ziele sensibilisiert werden. Die Liegenschaft wird Anfang 2016 fertiggestellt und bezugsbereit sein.

Unter dem Titel «Dorfmitte» sollte als zweites Pilotprojekt ein detaillierter strategischer Masterplan für die nachhaltige Entwicklung der Ortsmitte erarbeitet werden. Im Laufe des Forschungsprojekts entschied sich die Gemeinde allerdings dazu, mit der Umsetzung des Pilotprojekts «Dorfmitte» die Gemeindefusion Anfang 2015 abzuwarten. Das Projekt soll 2015/16 umgesetzt werden.

AKTIONSPLAN

Nach Abschluss des Forschungsprojekts wurde ein Aktionsplan publiziert, der die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt zusammenfasst und die notwendigen Leitlinien und Massnahmen für die Umsetzung definiert. Der Aktionsplan ist so strukturiert, dass er auf Basis des erarbeiteten und auf Umsetzbarkeit geprüften Zukunftsbilds als Wegleitung zur Realisierung der gesetzten Ziele dient. Einer Übersicht der Etappenziele auf der Zeitachse von 2015 bis 2050 für die Bereiche Gebäudesanierung, Energieversorgung auf der Basis lokal erneuerbarer Energie und deren räumlicher Auswirkungen ist ein Paket mit konkreten Umsetzungsmassnahmen hinterlegt (siehe Seite 101 ff.). Die Überwachung der Einhaltung der Umsetzungsmassnahmen entlang der aus dem Forschungsprojekt definierten Zeitachse ist Grundvoraussetzung für eine glaubwürdige Realisierung der Projektziele. Eine jährliche Erfolgskontrolle dokumentiert die Projektentwicklung und wird, wo nötig, allfällige Anpassungen bei den einzelnen Umsetzungs-Szenarien zur Folge haben.

LEITFADEN

Neben dem unmittelbar im Anschluss an das Projekt anwendbaren Aktionsplan für die Gemeinde wurden im Rahmen des Forschungsprojekts verschiedene Instrumente und Methoden entwickelt, die zukünftig in der Praxis (Wirtschaft und Lehre) eingesetzt werden können: Es handelt sich dabei in erster Linie um ein Modell für die nachhaltige Transformation des Gebäudeparks, kontextspezifische Szenarien für die Energieversorgung, einen integrativen Planungsprozess sowie die Integration dieser Instrumente in ein strategisches Entwicklungsleitbild. Der vorliegende Leitfaden fasst diese erarbeiteten Resultate zusammen. Er schliesst die Inhalte des Aktionsplans mit ein und soll dazu beitragen, dass auch andere Gemeinden oder Regionen dem Beispiel von Zernez folgen. Beide Dokumente (Aktionsplan und Leitfaden) sind deshalb nicht nur als gedruckte Publikationen verfügbar (Kontakt siehe Impressum), sondern stehen auf dem Dokumentenserver der ETH E-Collection auch digital öffentlich und unentgeltlich zum Download zur Verfügung.

IMPLEMENTIERUNG

Auf kommunaler Ebene wird das Projekt «Zernez Energia 2020» durch eine eigens dafür konstituierte Kommission gesteuert, die monatlich tagt. Acht von der Gemeinde gewählte Kommissionsmitglieder sind seit 2013 für das Gelingen des Projekts in der Gemeinde Zernez verantwortlich. Zusätzliches Hilfsmittel zur Gewährleistung energiepolitischer Kontinuität in der Gemeinde und zur Vernetzung ist das Energiestadt-Label. Zernez ist seit 2014 Mitglied des Trägervereins und wird den Zertifizierungsprozess zu gegebener Zeit beginnen.

KOMMUNALES FÖRDERPROGRAMM

Im Rahmen eines neuen kommunalen Energiegesetzes wurde ein Fonds für ein Förderprogramm eingerichtet, der über die Abgabe von 1.5 Rappen pro Kilowattstunde Strombezug aller Zernezerninnen und Zernezern finanziert wird. Die dadurch jährlich anfallenden circa CHF 150'000 werden zur Förderung von Sanierungsmassnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen sowie für Massnahmen zur Produktion erneuerbarer Energie im Dorf Zernez verwendet. Die Regeln zur Verwendung dieser Mittel sind im Energiegesetz definiert, das erstmals 2013 vom Souverän verabschiedet wurde und nach Abschluss des Forschungsprojekts, im Sinne des im Aktionsplan definierten Entwicklungsleitbilds, überarbeitet wird.

KOORDINATIONSSTELLE

Um den Beitrag der Gemeinde zum Forschungsprojekt sicherzustellen, und vor Ort die Umsetzung voranzutreiben, wurde im Rahmen des Forschungsprojekts in Zernez die Koordinationsstelle «Zernez Energia 2020» eingerichtet. Damit die strategische Weiterführung der Umsetzungsmassnahmen gewährleistet bleibt, hat die Gemeinde Zernez entschieden, diese auch nach Abschluss des wissenschaftlichen Teils des Projekts beizubehalten. Die Koordinationsstelle hat den Auftrag, die Umsetzung des Projekts vor Ort zu koordinieren, die erarbeiteten Massnahmen zu begleiten, Grundlagen für die Information und Beratung zu Fördermitteln zu definieren und die entsprechenden Unterlagen zu erstellen. Sie ist ausserdem dafür verantwortlich, die Traktanden für die monatlichen Kommissionssitzungen aufzubereiten. Dies wird durch eine Pendenzenliste gesteuert, in welcher einerseits die Aufgaben aus den Umsetzungsmassnahmen (siehe Aktionsplan) und andererseits auch die entsprechenden Aufgaben gemeindepolitischer Natur enthalten sind. Schliesslich soll durch die Koordinationsstelle auch in Zukunft die Sensibilisierung der Bevölkerung von Zernez für die Projektziele gewährleistet werden.

MOTIVATION

*Sandrina Gruber
Michael Wagner*

Im Vorfeld des Projekts sollte über die ideelle Motivation für eine nachhaltigere Entwicklung hinaus auch festgestellt werden, welche Akteure innerhalb und möglicherweise auch ausserhalb des Projektperimeters in welcher Form von den angesteuerten Entwicklungszielen profitieren können. So lassen sich Allianzen, Synergien und schliesslich auch Anreize schaffen, um das Vorhaben langfristig durch alle politischen Instanzen hindurch nachhaltig lokal zu verankern. Dabei gilt es insbesondere festzustellen, welche wirtschaftlichen Mehrwerte auf lange Sicht geschaffen werden können. Effektiver wirtschaftlicher Nutzen und damit auch reelle Zukunftsperspektiven sind entscheidende, erfolgsrelevante Faktoren.

MOTIVATION

GRUNDLAGEN

- Umsatzzahlen der lokal relevanten Branchen
- Wirtschaftliche Ausrichtung, wirtschaftliche Aussichten und Beschäftigungsentwicklung
- Bevölkerungsentwicklung und gesellschaftliche «Stimmung» (z. B. Umweltbewusstsein)
- Alleinstellungsmerkmale innerhalb der Region oder des Kantons
- Übergeordnete Entwicklungen und Konzepte wie Wirtschaftsförderungs- oder Raumentwicklungsmassnahmen (Region, Kanton, Bund)
- Absehbare Entwicklungen auf gemeinde- und regionalpolitischer Ebene (Gemeindefusionen, Bildungsangebote, etc.)

VORGEHENSWEISE

- Gespräche mit Interessensvertretern, Politikern, Ämtern, Einwohnerinnen und Einwohnern
- Gründung einer Kommission oder ähnlichem zur Ausformulierung der Projektziele, zur Sensibilisierung von Akteuren vor Ort und zur Bildung strategischer Allianzen
- Schaffung einer lokalen Koordinationsstelle, um die Projektanliegen professionell voranzutreiben, die Kommunikation nach Innen und Aussen sicherzustellen und die nötige Durchsetzungsfähigkeit zu gewährleisten
- Aufbau eines Netzwerks von Akteuren mit ähnlichen Bestrebungen, um Synergien zu nutzen und vom gegenseitigem Informationsaustausch profitieren zu können
- Erstellung eines Motivationsberichts, der die Potenziale des Projekts aufzeigt und als Grundlage für das weitere Vorgehen verwendet werden kann

DOKUMENTATION

- Bericht zu den wirtschaftlichen Potenzialen hinsichtlich der Umsetzbarkeit
- Breit abgestützte Motivationserklärung für den Projektbeginn

FAZIT

Die Umsetzung der Projektziele bedarf eines hohen Bewusstseins vor Ort, sich an die erarbeiteten Umsetzungsmassnahmen und den formulierten Fahrplan zu halten. Dies kann nur sichergestellt werden, wenn die Massnahmen koordiniert werden, rechtzeitig in den gemeindepolitischen Prozess einfließen, und kontinuierlich bilanziert werden. Ausserdem müssen Anreize geschaffen werden, um die Bevölkerung zur Mitarbeit zu sensibilisieren. Eine Koordinationsstelle, über welche die strategische Durchführung des Zielvorhabens, sowie eine entsprechend gezielte Kommunikation sichergestellt wird, ist Erfolgsgarant für eine zukunftsfruchtige Realisierung.

AM BEISPIEL ZERNEZ



1 Hauptstrasse
im Dorfczentrum

TOURISTISCHE ATTRAKTIVITÄT STÄRKEN

Das Dorf Zernez gilt als Haupttor zum Schweizerischen Nationalpark und lockt – nicht zuletzt durch das mitten im Dorf situierte Besucherzentrum – jährlich an die 150'000 Besucherinnen und Besucher an, die das einmalige Naturerlebnis schätzen. Allerdings geht, wie auch in vielen anderen touristischen Destinationen in der Schweiz, die Zahl der Logiernächte seit einigen Jahren zurück. Heute beträgt diese im Dorf Zernez jährlich etwa 90'000, während der Durchschnitt in den vergangenen zehn Jahren noch etwa bei 115'000 pro Jahr lag. Es ist nicht nur der starke Franken, der dies bewirkt. Auch die Bedürfnisse der Gäste haben sich im Laufe der Zeit verändert. Gefragt sind heute Angebote, die auf Echtheit, Nachhaltigkeit und Stilbewusstsein basieren, und gerade deswegen hat der natur- und kulturnahe Tourismus in den letzten Jahren stetig an Bedeutung gewonnen.

Das Amt für Wirtschaft und Tourismus des Kantons Graubünden setzt über das «Qualitätsprogramm Graubünden» Massstäbe für einen nachhaltigen und naturnahen Tourismus. Aus einer Studie zum Thema Trends geht hervor, dass «Neo-Ökologie» einer von

elf zentralen Megatrends unserer Zeit ist und für den Tourismus eine entsprechend wichtige Rolle spielt. «Neo-Ökologie» steht für ein Bewusstsein, dass über das allgemeine Verständnis von Naturschutz hinausgeht. Neo an der Ökologie ist, dass sie Nachhaltigkeit und Effizienz in allen Bereichen bedeutet. So werden im moralischen Konsum Marken und Produkte nach sozial-ökologischen Massstäben bewertet. Das Qualitätsprogramm Graubünden definiert Natur und Landschaft als Kapital des Tourismus und setzt schwerpunktmässig auf die Rubrik «Umwelt».

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit mit ökologischem Verantwortungsbewusstsein ins Gleichgewicht zu bringen, kann demzufolge als Motivation für eine sensitive Energiepolitik formuliert werden, und daraus können Alleinstellungsmerkmale (Unique Selling Propositions) für eine gezielte Positionierung auf dem Tourismusmarkt abgeleitet werden.

Mit dem Angebot eines klimaneutralen Aufenthalts kann sich Zernez einmalig auf dem schweizerischen Tourismusmarkt positionieren. Dies nicht zuletzt, indem das Augenmerk zusätzlich auf die Angebotsqualität entlang der gesamten touristischen Leistungskette gelegt wird. Nicht nur klimaneutral und den regionalen Gegebenheiten entsprechend

übernachten, sondern beispielsweise auch eine regionale, traditionsreiche und saisongerechte Küche, ist die zukunftsweisende Richtung, die ein erfolgreiches, touristisches Angebot verspricht.

Eines der Projektziele ist deshalb, die Anzahl der Logiernächte mittelfristig mindestens wieder auf 115'000 pro Jahr zu erhöhen und somit jährlich circa 40'000 Franken zusätzliche Einnahmen durch Übernachtungstaxen zu generieren. Diese Erhöhung bedeutet bei einer durchschnittlichen Wertschöpfung von 100 Franken pro Logiernacht etwa 1.5 Mio. Franken lokaler Wertschöpfung pro Jahr in der Region und in der Gemeinde selbst.¹

STANDORTENTWICKLUNG

Nach dem Bauboom der vergangenen Jahre rechnen aktuelle Prognosen zu Wachstum und Wirtschaftsaussichten² für die nächste Zukunft eher mit einer Abkühlung. Die lokale Bauwirtschaft steht deshalb vor grossen Herausforderungen. Das Projekt «Zernez Energia 2020» könnte hier für neue Impulse sorgen. Für das örtliche und regionale Gewerbe soll mit dem Projekt ein nachhaltiges, wirtschaftliches Auftragsvolumen im Bereich der Gebäudesanierung und Energieversorgung entstehen. Nicht zuletzt, um die wirtschaftlichen



Veränderungen nach dem Volksentscheid zum Stopp des Zweitwohnungsbaus mindestens teilweise kompensieren zu können. Mit der zusätzlichen Förderung von Gebäudesanierungen, Heizsystemwechseln und der Erstellung von Anlagen für die Produktion erneuerbarer Energie durch die Gemeinde wird mittelfristig ein hohes Investitionsvolumen erwartet, das vor allem dem einheimischen und regionalen Handel und Gewerbe zu Gute kommen wird: bei einer voraussehbaren jährlichen Förderung zwischen 100'000 und 150'000 Franken durch die Gemeinde Zernez können während der Implementierungsphase weitere zusätzliche Fördergelder erwartet werden, und damit etwa 1.0 bis 1.6 Millionen Franken pro Jahr an zusätzlichen Investitionen ausgelöst werden.

Indem Wissen rund um das Thema erneuerbare Energie und Energieversorgung regional entwickelt und etabliert wird, lässt sich darüber hinaus auch der Innovationsgrad der gesamten Region steigern. So kann eine Gegenbewegung zur Abwanderung geschaffen

werden und zusätzlich zum wirtschaftlichen Mehrwert auch die Attraktivität der Region als Lebensmittelpunkt gesteigert werden.

HERAUSFORDERUNG UND GLEICHZEITIG POTENZIAL FÜR DIE GEMEINDE

Mit dem Vorhaben, den gesamten gebäudebezogenen Energiebedarf des Dorfs aus eigener erneuerbarer Produktion zu decken und die resultierende CO₂-Bilanz auf Null zu senken, kann sich Zernez als ökotouristische Destination auf dem schweizerischen Tourismusmarkt positionieren. Trotz rückläufiger Wachstumsprognosen in der Baubranche wird ausserdem eine Stimulierung der Renovationstätigkeit erwartet. Für die Gemeinde war neben den ökologischen Aspekten vor allem die Aussicht auf diese wirtschaftlichen und touristischen Mehrwerte ein massgeblicher Treiber für die Lancierung von «Zernez Energia 2020». Dies hat sicherlich auch wesentlich dazu beigetragen, dass das Projekt seit Beginn in allen politischen Instanzen der Gemeinde verankert werden konnte.

Um die Ziele effektiv zu erreichen, wird ein engagierter Einsatz der gesamten Bevölkerung und vor allem der Gebäudeeigentümer und -eigentümerinnen nötig sein. Nicht alle werden automatisch und direkt von den erwarteten Mehreinnahmen profitieren können. Um die Sanierungsrate im Dorf dennoch markant erhöhen zu können, werden über die bereits bestehenden Förderungen von Bund und Kanton hinaus zusätzliche Anreize nötig sein, damit möglichst viele dazu bewegt werden, ihren Energieverbrauch zu senken und aus lokalen erneuerbaren Quellen zu decken.

EINMALIGE GELEGENHEIT

Die Idee zu «Zernez Energia 2020» wurde 2011 im Gemeindevorstand von Zernez erdacht, als man sich Gedanken über ein adäquates Geschenk zum hundertjährigen Jubiläum des Schweizerischen Nationalparks machte. Man war sich einig, dass die Natur zentraler Ausgangspunkt des Geschenks sein sollte und kam so auf die Idee, mit «Zernez Energia 2020» einen mutigen Schritt zu Gunsten von Umwelt



und Natur zu wagen - wie es vor 100 Jahren die Gründung des Nationalparks war. Ein Jahr später wurde das Projekt gestartet und so geplant, dass das Geschenk rechtzeitig anlässlich der Feierlichkeiten des Schweizerischen Nationalparks im Sommer 2014 übergeben wird. So konnte der mediale Fokus rund um Zernez als Zentrumsgemeinde des Nationalparks auch für «Zernez Energia 2020» genutzt werden. Zeitgleich zu den Jubiläums-

feierlichkeiten konnte das Projekt erstmals der breiten Öffentlichkeit vorgestellt werden. In einer Ausstellung wurden erste Zwischenergebnisse aus dem Forschungsprojekt präsentiert und mögliche Wege in eine nachhaltige Zukunft für das Dorf mit der Bevölkerung und Gästen diskutiert. Zernez und das grosse Energiegeschenk zum Jubiläum des Nationalparks wurde damit nicht nur lokal, sondern auch regional und national bekannt.

- 2 Die Waldfläche von Zernez umfasst ca. 8'400 Hektare. Über die Hälfte davon ist dauerhaft an den Schweizerischen Nationalpark verpachtet, die übrigen 3'658 Hektare sind zu über 99% im Besitz der Gemeinde.
- 3 Der Baumbestand im Gemeindeforest ist stark überaltert. Eine Intensivierung der Bewirtschaftung und partielle Auslichtungen würden langfristig zu höheren Erträgen führen. So könnte der Import von Holzschnitzeln in Zukunft reduziert werden.

HERAUSFORDERUNGEN AUFSEITEN DER GEMEINDE

Wesentlicher Erfolgsfaktor für die Realisierung der Zielvorgaben, gleichzeitig aber auch eine der grössten Herausforderungen, ist die Sensibilisierung für das Projekt vor Ort. Dies kann beispielsweise durch die Schaffung von Anreizen erfolgen. In Zernez wurde dazu beschlossen, anstelle einer anstehenden Strompreis-Senkung in Zukunft 1.5 Rappen pro bezogener Kilowattstunde Strom in einen Fonds einzubezahlen. Dieser wird nun jährlich mit rund 150'000 Franken gespiesen, die zur Förderung von energetischen Massnahmen im Dorf Zernez eingesetzt werden können. Mit diesen solidarisch erhobenen Mitteln werden auch Sanierungswillige unterstützt. Wer vom Kanton Fördergelder für seine Sanierungsmassnahmen erhält, bekommt von der Gemeinde basierend auf den Ansätzen des Kantons noch einmal kommunale Beiträge. Im August 2013 verabschiedete die Gemeindeversammlung schliesslich ein neues Energiegesetz, das nach Ablauf des Forschungsprojekts noch einmal detailliert überarbeitet werden soll. Weitere Anreize sollen formuliert werden, damit die Bevölkerung für die Mitarbeit an der Realisierung der Projektziele sensibilisiert und motiviert werden kann.

Ebenso wichtig ist es, dass die Umsetzungsmassnahmen koordiniert werden und rechtzeitig in den gemeindepolitischen Prozess einfließen. Damit dies gelingt, wird das Projekt auf kommunaler Ebene durch eine monatlich tagende Kommission gesteuert. Sie ist dafür verantwortlich, die rechtlichen Grundlagen für die Zielerreichung des Projekts zu schaffen. Dies betrifft beispielsweise die Überarbeitung der Bau- und Energiegesetze oder die Vorbereitung wichtiger Investitionsentscheide auf kommunaler Ebene.

Für die strategische Weiterführung von «Zernez Energia 2020» hat die Gemeinde in Zernez bereits während des Forschungsprojekts eine Koordinationsstelle geschaffen. Diese ist damit beauftragt, die Prozesse, die es vor Ort für die Information und Beratung benötigt, zu definieren und zu organisieren. Die Koordinationsstelle ist ebenfalls dafür verantwortlich, die monatlichen Kommissions-sitzungen vor- und nachzubereiten. Dadurch wird sichergestellt, dass die Aufgaben aus den Umsetzungsmassnahmen erledigt werden und rechtzeitig in den gemeindepolitischen Prozess einfließen können. Ausserdem ist die Koordinationsstelle verantwortlich für die Einbindung möglichst vieler Akteure vor Ort und die generelle Kommunikation des Projekts. Die gezielte Kontaktaufnahme mit der Bevölkerung, mit Vertretern von Handel und Gewerbe sowie mit den touristischen Leistungsträgern wird ebenfalls durch die Koordinationsstelle initiiert.

Quellen

- 1 Amt für Wirtschaft und Tourismus, Kanton Graubünden
- 2 Amt für Wirtschaft und Tourismus; Konjunkturmonitor Kanton Graubünden (Datenstand: 24. März 2015), S. 2 «Geschäftslage im Baugewerbe», Schweiz und Graubünden

ANALYSE





Um sinnvolle Optionen für die Zukunft entwickeln zu können, ist es unerlässlich, die Ausgangslage genau zu kennen. Aus diesem Grund beinhaltet das erste Kapitel fünf Analyse-Ansätze, um die bisherige Entwicklung, den Status Quo sowie dessen Defizite und Potenziale im Detail zu untersuchen und zu verstehen.

Als zentrale Fragestellungen haben sich dabei eine detaillierte Übersicht der gesamten aktuellen Energieflüsse und Treibhausgasemissionen, die räumliche Entwicklung, der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen des Gebäudeparks, die vorhandenen Energiesysteme (sowohl in privater als auch in öffentlicher Hand) und deren Emis-

sionen sowie die effektiv verfügbaren erneuerbaren Ressourcen erwiesen. So lassen sich relevante Schlüsse und Ansätze für das weitere Vorgehen ableiten, beispielsweise, mit welchen Akteuren wo angeknüpft werden kann, welche Ressourcen und Systeme in Frage kommen oder zur Verfügung stehen und mit welchen Herausforderungen in Zukunft gerechnet werden sollte.

ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

*Prof. Dr. Stefanie Hellweg
Dr. Bernhard Steubing
Andreas Frömelt*

Die Erstellung einer CO₂-Bilanz gibt Aufschluss darüber, welche Aktivitäten für wie viele Treibhausgasemissionen verantwortlich sind. Dadurch kann unter anderem auch der Anteil der durch den Gebäudepark verursachten Emissionen bestimmt und in Relation zu anderen Emissionsverursachern gestellt werden. Die Aufschlüsselung der gebäudebezogenen Energieflüsse in Importe, lokale Produktion und lokalen Verbrauch sowie allfällige Exporte erlaubt einen detaillierten Überblick der aktuellen Situation und kann im Weiteren als Planungswerkzeug zur Erreichung der Projektziele eingesetzt werden.

ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

GRUNDLAGEN

- Erhebungen vor Ort (z.B. Nebenkostenabrechnungen, lokale Werkbetriebe, Umfragen, etc.)
- Kantonale Statistiken und Erhebungen (z.B. Verkehrszählerdaten, Angaben zur Bevölkerung, etc.)
- Nationale Statistiken und Erhebungen (z.B. Haushaltsbudgeterhebung, Volkszählung, Mikrozensus, etc.)
- Bereits vorhandene (und noch aktuelle) Umweltstudien
- Ökobilanzdatenbanken (z.B. ecoinvent)

VORGEHENSWEISE

- Definition der Systemgrenze
- Identifikation relevanter Aktivitäten, Prozesse, Material- und Energieflüsse
- Kategorisierung (Importe, lokale Aktivitäten und Exporte sowie Unterkategorien) und Quantifizierung der Flüsse und Prozesse
- Verknüpfung der Flüsse und Prozesse mit Ökobilanzdatenbanken

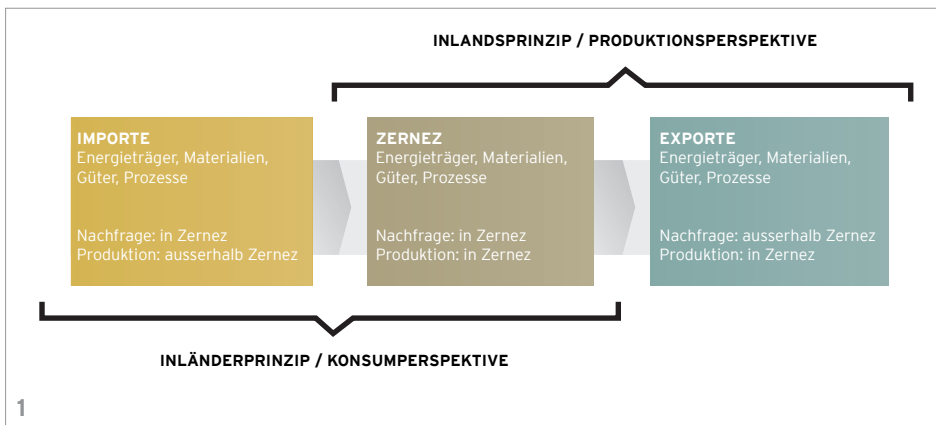
DOKUMENTATION

- CO₂-Bilanz gemäss Inlands- und Inländerprinzip
- Weitergehende Analyse von Teilbereichen der Gesamtbilanz, z. B. Erstellung eines Energieflussdiagramms für den Gebäudepark, detaillierte Ökobilanzierung des Konsumverhaltens der Haushalte und des Tourismussektors, etc.

FAZIT

Die Erstellung einer umfassenden CO₂-Bilanz verschafft einen detaillierten Überblick der aktuellen Situation und ermöglicht die Identifizierung der wichtigsten Bereiche, die zu Umweltauswirkungen beitragen. Eine solche Bilanz sowie weitergehende Analysen von Teilbereichen erweitern einerseits die Informationsbasis und sind andererseits ein hilfreiches Instrument für die Planung sowie für die Analyse von Szenarien und möglicher Handlungsoptionen.

AM BEISPIEL ZERNEZ



1 Illustration der für die CO₂-Bilanzierung verwendeten Perspektiven.

CO₂-GESAMTBILANZ DES DORFS ZERNEZ

Als Planungsgrundlage und um die Projektziele in einen erweiterten Kontext zu stellen, wurde eine detaillierte CO₂-Bilanz für Zernez erarbeitet¹. Als erstes wurden dafür alle für diese Analyse relevanten Material- und Energieflüsse identifiziert. Dabei umfasste die Systemgrenze das Siedlungsgebiet des Dorfs Zernez, was dem Perimeter des Forschungsprojekts entspricht. Zusätzlich fanden auch sämtliche Landwirtschafts- und Forstwirtschaftsflächen, die sich auf dem Gemeindegebiet befinden, Eingang in die Bilanzierung. Um die Vergleichbarkeit mit anderen Schweizer Gemeinden zu wahren, wurden die zwischen 1962 bis 1970 erstellten Grosswasserkraftanlagen der Engadiner Kraftwerke nur teilweise in die Berechnungen aufgenommen (siehe dazu den Absatz «Gemeindeebene: Strom» auf Seite 56).

Anhand der im Rahmen des Projekts erstellten, detaillierten Datenbank zum Energiekonsum auf Gebäudeebene sowie mit Hilfe von Interviews, nationalen und kantonalen Statistiken, Verkehrszählerdaten und Literaturwerten konnten die Stoff- und Energieflüsse im Rahmen einer Materialflussanalyse und einer Energiebilanz quantifiziert werden. Diese Analysen gaben Aufschluss über die importierten Energieträger und Materialien, über Umwandlungsprozesse, Aktivitäten sowie Stoff- und Energieflüsse innerhalb des Gemeindegebiets und schliesslich über Güter- und Energieflüsse, die die Systemgrenze verlassen (siehe Abbildung 1).

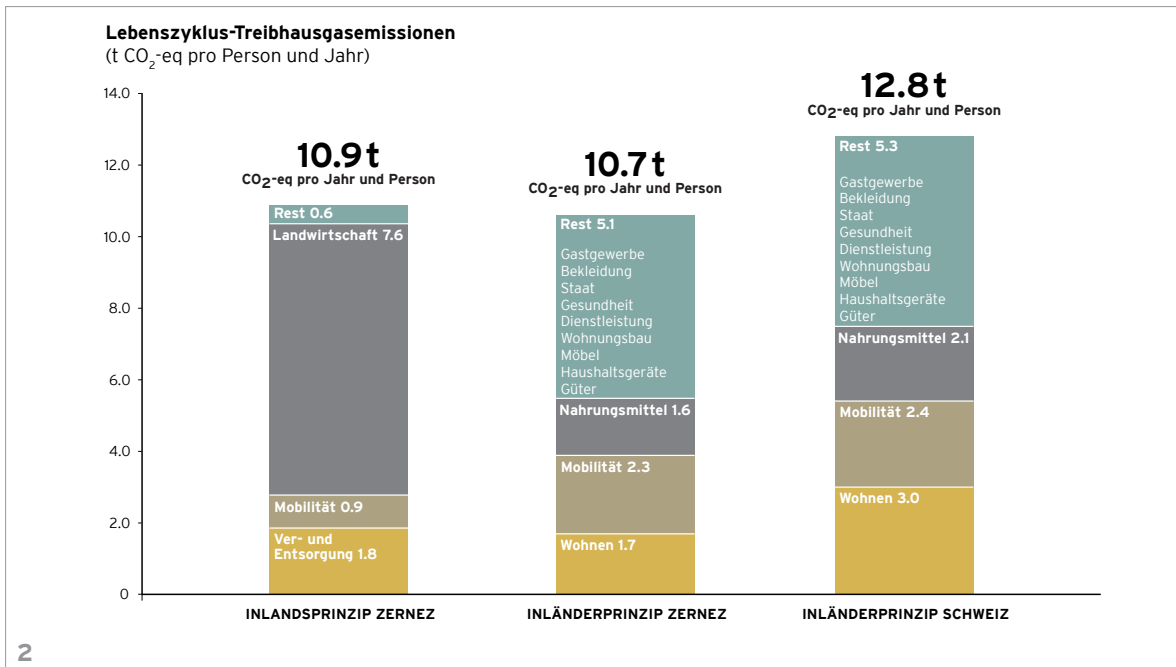
Die so ermittelten Flüsse und Prozesse wurden dann mit Ökobilanzdatenbanken verknüpft (hauptsächlich ecoinvent Version 2.2²), um die Treibhausgasemissionen von

Zernez zu bestimmen. Solche Datenbanken liefern Informationen über Ressourcenverbräuche und Emissionen, die entlang der gesamten Wertschöpfungskette sowie über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts, Prozesses oder einer Dienstleistung anfallen. Waren für einzelne Prozesse genauere Daten vorhanden, so wurden die generalisierten Datensätze dieser Datenbanken für Zernez angepasst und neu modelliert. Die im Rahmen dieser CO₂-Bilanz ermittelten Treibhausgasemissionen basieren auf den Äquivalenzwerten des Berichts des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) aus dem Jahr 2007³. Dies bedeutet, dass sämtliche Treibhausgase in CO₂-Äquivalente (CO₂-eq) umgerechnet wurden. (Beispiel: eine Tonne CO₂ entspricht selbstverständlich einer Tonne CO₂-eq. Der Ausstoss von einer Tonne Methan (CH₄) wird hingegen zu 25 Tonnen CO₂-eq umgerechnet, da Methan ein 25-fach stärkeres Treibhausgas ist als CO₂).

Zur Beurteilung und korrekten Bilanzierung der berechneten Umweltauswirkungen eines geografischen Gebiets werden zwei unterschiedliche Systembetrachtungen gewählt: Das Inländer- und das Inlandsprinzip (siehe Abbildung 1). Das Inländerprinzip entspricht der Konsumperspektive und fokussiert auf die Umweltbelastungen, die durch die Konsumnachfrage der Einwohner des bilanzierten Gebiets ausgelöst werden. Das bedeutet, dass auch Emissionen, die ausserhalb des bilanzierten Gebiets anfallen – sogenannte «graue Emissionen» – berücksichtigt werden. Diese Betrachtung ist sinnvoll, damit problematische Aktivitäten nicht über die Gemeindegrenzen verlagert, sondern effektiv vermindert werden. Das Inlandsprinzip hingegen orientiert sich an der Produktionsperspektive und bewertet nur Umweltauswirkungen, die

direkt auf dem Gemeindegebiet anfallen. Damit wird zwar die Lebenszyklusperspektive verlassen, dafür werden aber auch Emissionen in die Betrachtung mit einbezogen, die nicht durch die Befriedigung des Konsums der Dorfbewohner verursacht werden. Während das Inländerprinzip eine Analyse des Konsumverhaltens – und damit der treibenden Kraft der Wirtschaft – ermöglicht, erlaubt das Inlandsprinzip einen politisch interessanten Blickwinkel, indem die direkten Emissionen eruiert und örtlichen Wirtschaftszweigen zugeordnet werden können.

Abbildung 2 zeigt die Treibhausgasemissionen pro Kopf und Jahr in Zernez aus Sicht des Inlands- und des Inländerprinzips. Dabei wurden die detaillierten Ergebnisse einzelner Bilanzierungsbereiche in grösseren Gruppen zusammengefasst. Auch wenn die beiden Betrachtungsweisen im vorliegenden Fall ähnlich hohe Gesamtemissionen aufweisen, so sind sie doch fundamental verschieden. Die Produktionsperspektive zeigt auf, dass 70% der direkten Emissionen durch landwirtschaftliche Tätigkeiten verursacht werden. Auch weltweit gehört die Landwirtschaft zu den grössten Treibhausgasverursachern. Dies lässt sich hauptsächlich auf die Viehhaltung zurückführen, die aufgrund hoher Methanemissionen sehr treibhausgasintensiv ist und die in alpinen Regionen – und somit auch in Zernez – eine wichtigere Rolle spielt als der Ackerbau. Die Produktionsperspektive könnte somit den Anschein erwecken, es sei sinnvoll, entweder die Landwirtschaft auf Ackerbau umzustellen oder die landwirtschaftlichen Tätigkeiten in Zernez generell einzustellen. Geht man jedoch davon aus, dass sich das Konsumverhalten der Bevölkerung nicht ändert und weiterhin die gleichen Mengen Fleisch und Milch nachgefragt werden, kämen solche Massnahmen aber



lediglich einer Problemverlagerung gleich. Da die Viehhaltung anderswo nicht weniger treibhausgasintensiv ist, fielen somit die Treibhausgasemissionen zukünftig einfach ausserhalb der Gemeindegrenze an. Das heisst, aus gesamtheitlicher Sicht liesse sich effektiv keine Reduktion des CO₂-Ausstosses erreichen. Um diese Problematik zu erkennen, wird komplementär zur Produktions- auch die Konsumperspektive betrachtet. Soll der Beitrag der Landwirtschaft zum Gesamttreibhausgasausstoss gesenkt werden, muss sich vorderhand vor allem der Fleisch- und Milchkonsum verringern.

Aus Sicht des Inländerprinzips sind die Konsumbereiche «Mobilität» (insbesondere motorisierter Individualverkehr), «Wohnen» (vor allem Heizenergie und Strombedarf) sowie «Ernährung» zusammen für die Hälfte der konsumbezogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich. In der Abbildung 2 wird die Inländerperspektive von Zernez auch mit dem durchschnittlichen CO₂-Ausstoss der Schweiz verglichen. Die mittleren Treibhausgasemissionen in Zernez sind dabei etwas tiefer als der Schweizer Mittelwert, was sich vor allem auf den Bereich «Wohnen» zurückführen lässt. Hier fallen tiefere Treibhausgas-

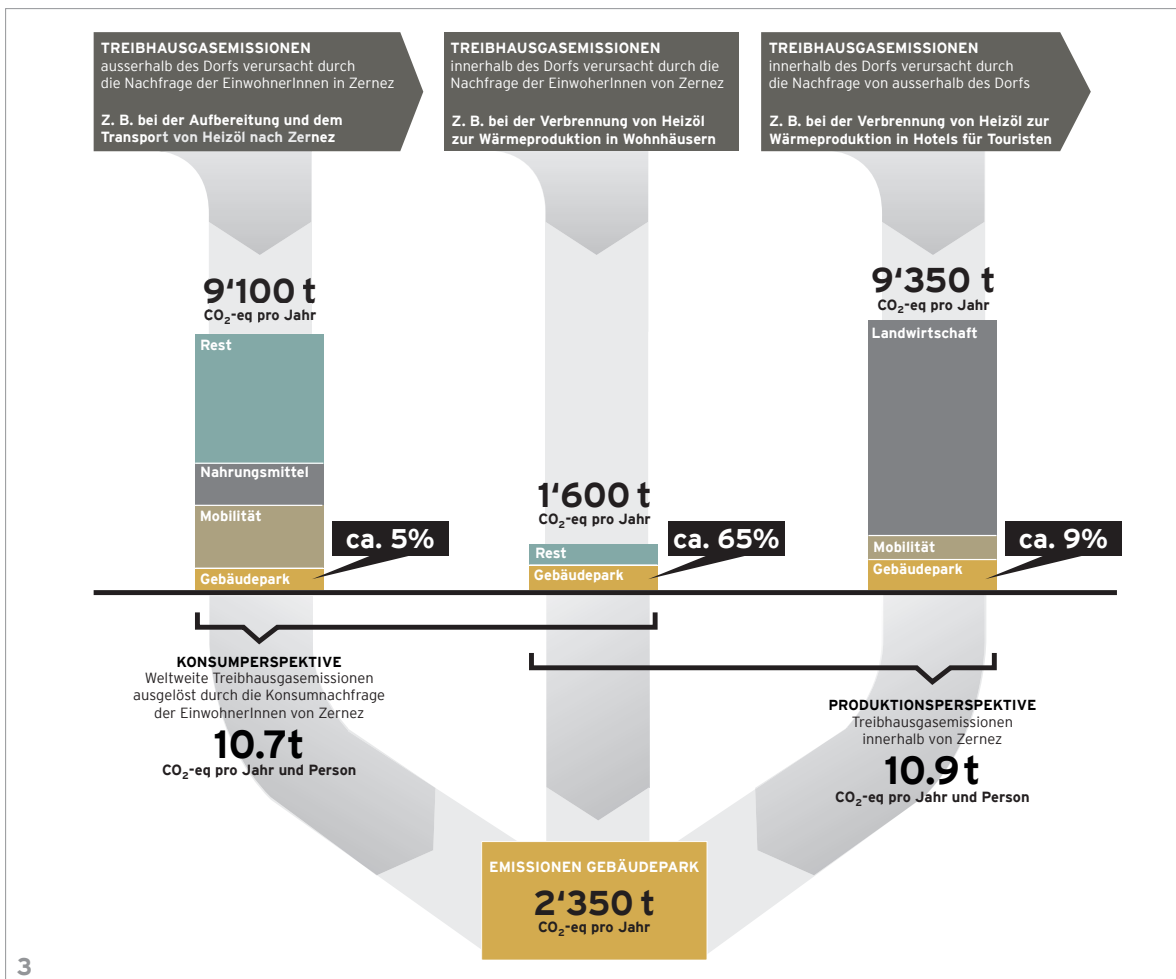
emissionen an, da ein grosser Teil der Gebäude in Zernez mit Stückholz oder Holzschnitzeln beheizt werden. Ausserdem weist Zernez einen grossen Anteil an elektrischen Heizsystemen auf und bezieht zertifizierten Ökostrom. Obschon die elektrischen Widerstandsheizungen nur geringe CO₂-Emissionen mit sich bringen, so sind sie doch sehr stromintensiv und reduzieren die Verfügbarkeit und anderweitige Nutzung von CO₂-armer Elektrizität.

ENERGIE- UND CO₂-BILANZ DES GEBÄUDEPARKS

Der Konsumbereich «Wohnen» macht circa 16% der Gesamtemissionen in der Inländerperspektive aus, während der Bereich «Ver- und Entsorgung», dessen Treibhausgasemissionen sich hauptsächlich auf den gebäudebezogenen Heiz- und Strombedarf zurückführen lassen, für ca. 15% der Emissionen gemäss Inlandsprinzip verantwortlich ist (siehe Abbildung 2). In Anbetracht dieser Prozentzahlen wird offensichtlich, dass der Gebäudepark für einen Grossteil der CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Dies wird auch von Abbildung 3 unterstützt, bei der die Treibhausgasemissionen gemäss Abbildung 1 aufgeteilt

wurden. Hier wird insbesondere deutlich, dass der Gebäudepark etwa zwei Drittel der direkten Emissionen verursacht, die zur Befriedigung der Zernezer Konsumnachfrage vor Ort ausgestossen werden.

Die Gemeinde Zernez hat sich entschieden, zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in den Bereichen Heizenergie und Stromverbrauch anzusetzen. Die aus dem gebäudebezogenen Energiebedarf resultierende CO₂-Bilanz soll in Zukunft auf null gesenkt werden. Als Grundlage zur Erreichung dieses Ziels, sowie als Planungsinstrument, wurden deshalb alle gebäudebezogenen Bereiche aus den beiden Gesamtbilanzen (Inländer- und Inlandsperspektive) herausgelöst und im Flussdiagramm der Abbildung 4 neu zusammengefügt. Die Darstellung bietet einen Überblick über die Importe, die lokale Produktion, den gebäudebezogenen Energieverbrauch sowie die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen. Da auch die Nutzung lokaler Ressourcen ausgewiesen wird, kann mit Hilfe dieses Flussdiagramms auch die Erreichung des zweiten Projektziels, die Deckung des gebäudebezogenen Energiebedarfs aus eigener Produktion, geplant und überprüft werden.



3

Die Energie- und CO₂-Bilanz für den Zernezer Gebäudepark in Abbildung 4 zeigt auf, dass der Heiz- und Warmwasserbedarf für circa zwei Drittel und der Strombedarf für Geräte und Beleuchtung für ungefähr ein Drittel des gebäudebezogenen Energiebedarfs verantwortlich sind. Um diesen Energieverbrauch decken zu können, wird heute der grösste Teil der Energieträger importiert. Ölheizungen sind zurzeit die wichtigsten Wärmeproduzenten und erzeugen rund 39% der lokal benötigten Wärme, gefolgt von holzbasierten und elektrischen Heizsystemen, die circa 32% beziehungsweise 18% der benötigten Wärme liefern. Betrachtet man die Umweltauswirkungen, so wird der Handlungsbedarf im Bereich der fossilen Energieträger offensichtlich, denn die Ölheizungen stellen zwar 39% der Wärme bereit, sind aber für rund 86% der gesamten gebäudebezogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich.

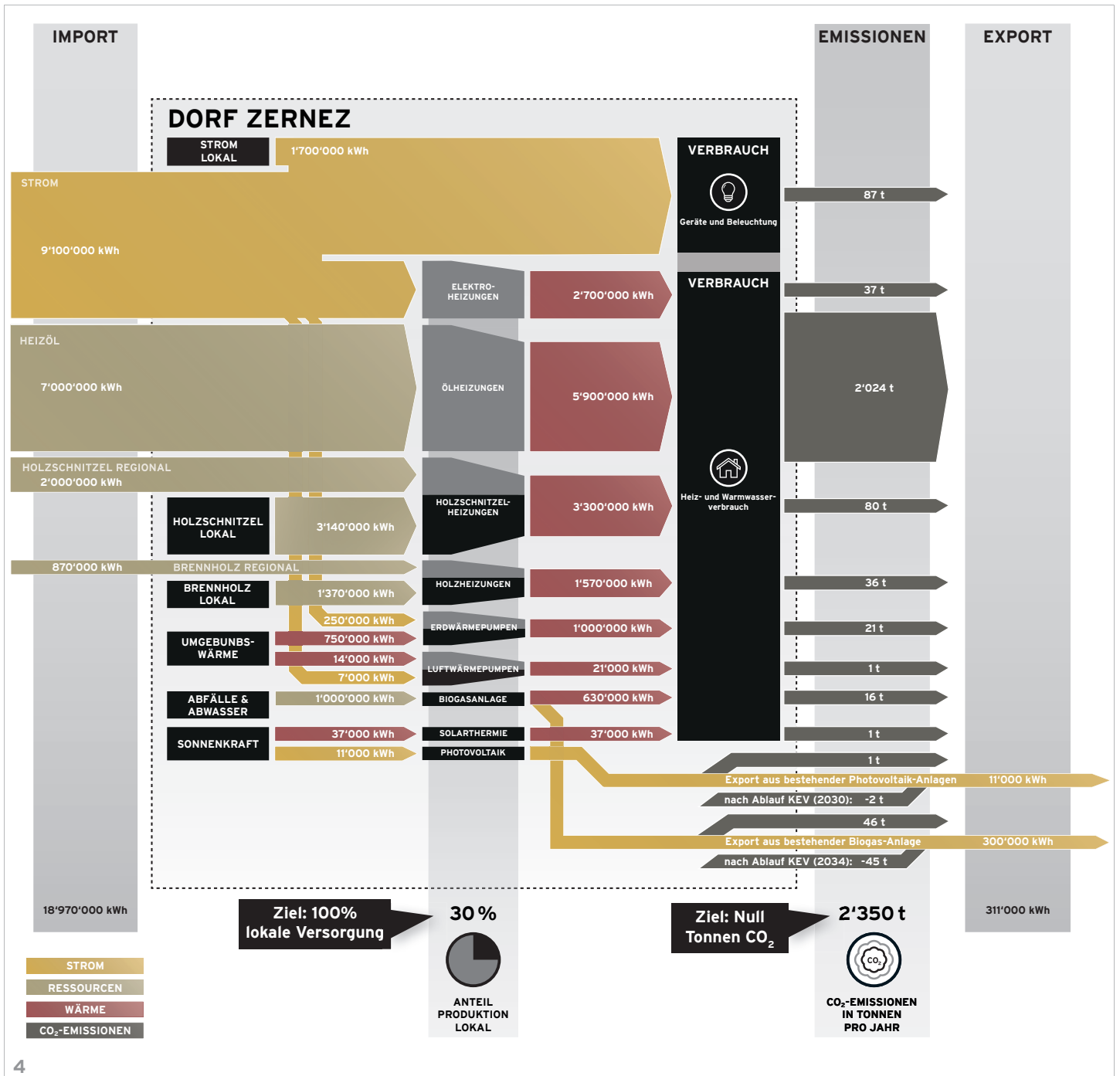
Unter Einbezug des gesamten Lebenszyklus zeigt die Abbildung 4 auch auf, dass selbst die Bereitstellung erneuerbarer Energie nicht treibhausgasfrei möglich ist, da beispielsweise bei der Produktion von Photovoltaik-Modulen ebenfalls CO₂ ausgestossen wird. Eine neutrale CO₂-Bilanz kann daher rechnerisch nur erreicht

werden, wenn beispielsweise der Export von in Zernez produziertem Ökostrom an einem anderen Ort zu einer Reduktion von Treibhausgasemissionen führt (Kompensation). Für das Bilanzierungsmodell wurde deshalb angenommen, dass Elektrizität, die in Zernez produziert, aber nicht direkt verbraucht wird, in das Schweizerische Stromnetz eingespiessen wird. Die Differenz zwischen den CO₂-Emissionen dieses Exports und den durchschnittlichen CO₂-Emissionen, die durch den Strombezug aus dem nationalen Netz anfallen, wird der lokalen Bilanz gutgeschrieben. Die Treibhausgasfaktoren für einzelne Stromerzeugungstechnologien und für die Wärmebereitstellung werden sich in Zukunft verändern, sei es aufgrund von technischem Fortschritt, Energieeffizienz oder anderen Entwicklungen in deren Lebenszyklus. Eine periodische Aktualisierung der Berechnungen ist für die Überwachung der Zielerreichung daher unabdingbar.

ÖKOBILANZ DES TOURISMUSSEKTORS

Als Tor zum Schweizerischen Nationalpark ist Zernez ein beliebtes Reiseziel. Der Tourismus stellt für die Gemeinde einen wichtigen Wirtschaftszweig dar. In der Gesamt-CO₂-Bilanz für Zernez wird jedoch dem Tourismussektor

- 2 Resultate der detaillierten CO₂-Bilanz nach Inlands- und Inländerprinzip. Einzelne Bilanzierungsbereiche wurden zu grösseren Gruppen zusammengefasst. Zum Vergleich wurden auch die Resultate der CO₂-Bilanz von Jungbluth et al.⁴ für die Schweiz gemäss Inländerprinzip dargestellt.
- 3 Aufteilung der Treibhausgasemissionen gemäss Abbildung 1. Zur deutlicheren Illustration der Bedeutung des Gebäudeparks wurden die Bilanzkonten der Abbildung 2 teilweise neu gruppiert.

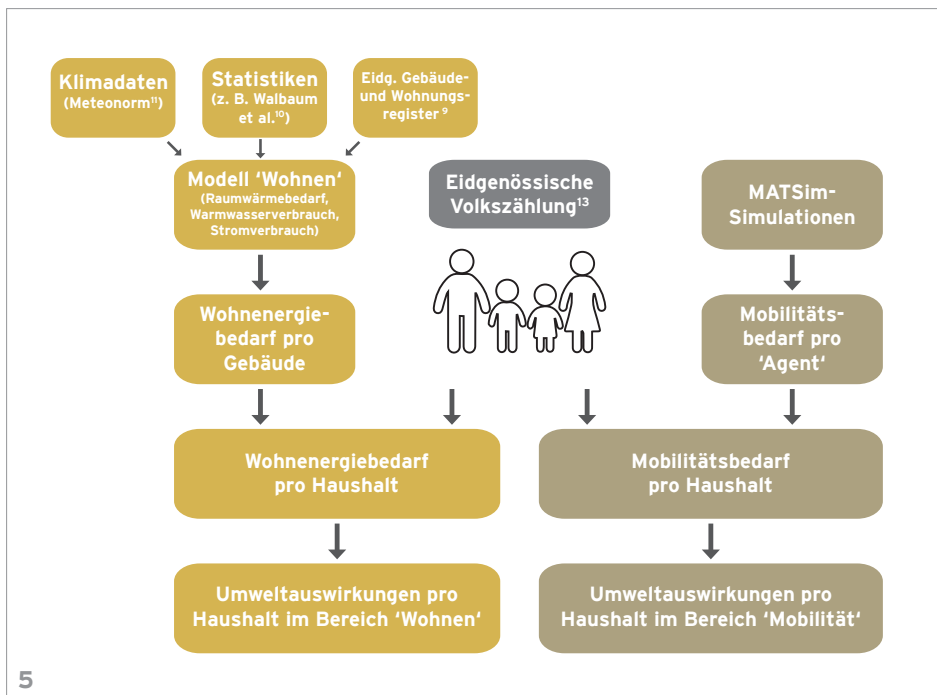


4

nicht angemessen Rechnung getragen. So tauchen die Feriengäste in der Inländerperspektive überhaupt nicht auf. Das Inlandsprinzip berücksichtigt zwar die von Touristen direkt verursachten Umweltauswirkungen, Aussagen über die Umweltkonsequenzen eines Urlaubs in Zernez sind jedoch auch in dieser Betrachtungsweise nicht ableitbar, da nicht der vollständige Lebenszyklus der Aktivitäten erfasst wird. Deshalb wurde eine separate Ökobilanz für einen typischen Aufenthalt in Zernez erarbeitet^{1/5}, wobei die Anreiselänge und -art, die Unterbringung und Verpflegung der Besucher sowie Aktivitäten vor Ort betrachtet wurden. Für diese Analyse wurden nicht nur die Treibhausgasemissionen (gemäss IPCC 2007, 100a) betrachtet, son-

dern auch weitere Umweltauswirkungen wie beispielsweise Verbrauch fossiler Ressourcen, Bodenversauerung, Eutrophierung, Ozonabbau, etc. berücksichtigt (zusammengefasst mit der ReCiPe-Methode [H]⁶). Von den verschiedenen Bestandteilen eines Urlaubs ist die An- und Abreise für den weitaus grössten Teil der Umweltauswirkungen verantwortlich (je nach Jahreszeit ca. 70 - 80%). Angebote für die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln würden hier sicherlich einen Beitrag zur Reduktion der Umweltbelastung leisten. Die gewählte Unterkunft verursacht den zweitgrössten Teil (ca. 10 - 15%). Die im Rahmen des vorliegenden Projekts angestrebten Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen des Gebäudeparks

tragen somit auch massgeblich dazu bei, dass ein Urlaub in Zernez nachhaltiger wird. Ein weiterer grosser Anteil der Umweltauswirkungen kann auf die Mahlzeiten zurückgeführt werden (ca. 5 - 10%), bei denen vor allem der Fleischkonsum sowie der Import ausländischer Produkte zu Buche schlägt. Eine weitere Verbesserung der Ökobilanz eines Aufenthalts in Zernez könnte deshalb beispielsweise durch das vermehrte Angebot an fleischarmen Mahlzeiten aus nachhaltig produzierten Nahrungsmitteln erreicht werden. Die in Zernez angebotenen Freizeitaktivitäten, wie beispielsweise Wandern im Nationalpark, sind bereits CO₂-arm und spielen daher für die Ökobilanz des Urlaubs eine eher untergeordnete Rolle.



ÖKOBILANZ DES KONSUM- VERHALTENS DER HAUSHALTE

Eine grosse Herausforderung für die Erstellung detaillierter Ökobilanzen ist die dafür benötigte Datenmenge. Ausserdem resultiert oft nur ein mittlerer Wert, der den «Durchschnittsbürger» repräsentiert. Für die Entwicklung gezielter politischer Massnahmen ist es aber auch wichtig, die Variation des Konsumverhaltens einzelner Haushalte zu kennen.

Unter anderem aus diesen beiden Gründen wurde am Lehrstuhl für ökologisches Systemdesign der ETH Zürich ein Modell zur Quantifizierung der Umweltauswirkungen auf Basis einzelner Haushalte entwickelt (Saner et al.⁷, siehe auch Abbildung 5). Dieses Modell erlaubt die ökologische Bewertung der Konsumbereiche «Wohnen» und «Mobilität» aus der Inländerperspektive. Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, basiert das Modell hauptsächlich auf bestehenden Datenbanken und Simulationsergebnissen und ermöglicht somit eine Anwendung auf jede beliebige Schweizer Gemeinde, ohne dass vorgängig Daten gesammelt werden müssen. Das vorliegende Projekt bildete eine interessante Gelegenheit, einerseits Teile des Modells im Detail zu evaluieren und andererseits eine gute Informationsbasis für politische Entscheidungsträger zu schaffen.

Im Konsumbereich «Wohnen» schätzt das Modell den Raumwärmebedarf für jedes Gebäude mit Hilfe von vereinfachten stündlichen Wärmebilanzen gemäss SIA 380/1⁸ und basierend auf dem eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister⁹, gebäudestatistischen Er-

hebungen¹⁰ sowie Klimadaten¹¹ ab. Warmwasserproduktion und Elektrizitätsbedarf werden hingegen mit Standardwerten aus der SIA 380/1 ermittelt. Die detaillierte Gebäudedatenbank, die im Zuge dieses Projekts erstellt wurde, beinhaltet auch Angaben zum Energieverbrauch pro Gebäude und ermöglichte dadurch eine ausführliche Evaluierung des Modells. Obschon die Schlussfolgerung gezogen werden musste, dass der Energiebedarf einzelner Gebäude nicht immer genügend genau reproduziert werden kann, so zeigte sich dennoch, dass das Modell fähig ist, auf aggregierter Ebene die Charakteristiken des Gebäudeparks zu simulieren. Für den Konsumbereich «Mobilität» wurde der Mobilitätsbedarf anhand von Simulationsergebnissen aus MATSim (Multi-Agent Transport Simulation¹²) abgeschätzt. MATSim ist ein Agentenbasiertes Verkehrsmodell, das am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme der ETH Zürich entwickelt wurde. In MATSim wird das Mobilitätsverhalten der Schweizer Bevölkerung mit Hilfe der Eidgenössischen Volkszählung¹³ sowie des Mikrozensus Mobilität und Verkehr¹⁴ simuliert. Die Simulationsergebnisse liefern für jeden «Agenten» (= simulierte Person) Angaben darüber, wie viele Kilometer mit welchem Transportmittel (Auto, Bus, Zug, etc.) zurückgelegt wurden. MATSim wurde bereits in einigen Studien validiert (z. B. Meister et al.¹⁵) und wie in Abbildung 7 zu sehen ist, wird in der Modellrechnung ein mittlerer Treibhausgasausstoss prognostiziert, der demjenigen der Gesamtbilanz in Abbildung 2 sehr gut entspricht.

4 Gebäudebezogene Energie- und CO₂-Bilanz für Zerne. Diese Bilanzierung umfasst sowohl die Prozesse, die auf dem Gemeindegebiet stattfinden, als auch die in der Wertschöpfungskette vorgelagerten Aktivitäten. Zur Vereinfachung der Darstellung werden die vorgelagerten grauen Emissionen zusammen mit den direkten Emissionen beim entsprechenden Prozess gezeigt.

5 Vereinfachte schematische Darstellung der Funktionsweise des Modells von Saner et al.⁷

Mit Hilfe der Daten aus der Eidgenössischen Volkszählung werden die Agenten Haushaltsmitgliedern zugewiesen. Das Modell teilt dann die Haushalte geeigneten Wohnungen zu, so dass neben dem Mobilitätsbedarf auch der Wohnenergiebedarf mit dem jeweiligen Haushalt in Verbindung gebracht werden kann.

Die Abbildungen 6 bis 8 stellen die Modellergebnisse für Zernez in äquivalenten Treibhausgasemissionen nach IPCC 2007 (100a) dar. Da das Modell direkt mit der ecoinvent-Datenbank verknüpft ist, könnten aber auch andere Umweltindikatoren berechnet werden. In Abbildung 8 wird ersichtlich, dass ca. 20% der Haushalte mit den höchsten Umweltauswirkungen in den Bereichen «Wohnen» und «Mobilität» für ca. 50% der gesamten Treibhausgasemissionen in diesen Konsumbereichen in Zernez verantwortlich sind. Wenn man die Emissionen dieser Haushalte halbieren könnte, dann würde der CO₂-Ausstoss in Zernez in den Bereichen «Mobilität» und «Wohnen» um 25% sinken.

Um das Haushaltsverhalten näher zu untersuchen, wurde eine sogenannte Clusteranalyse durchgeführt. Das bedeutet, dass die Haushalte automatisiert in Gruppen mit ähnlichen Charakteristiken eingeteilt wurden (z. B. bezüglich Haushaltsgrösse, Alter der Haushaltsmitglieder, Wohnfläche pro Person, Treibhausgasemissionen pro Haushaltsmitglied, etc.). Diese Analyse, deren Resultate vereinfacht in der Abbildung 9 dargestellt werden, zeigt auf, dass insbesondere zwei Faktoren für hohe Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen im Bereich «Wohnen» entscheidend sind: Heizen mit Öl und eine grosse Wohnfläche pro Person. Während Abbildung 4 die Bedeutung der Ölheizungen bereits verdeutlichte, wurde der Wohnfläche bisher keine Rechnung getragen. Das Modell und die darauf basierende Clusteranalyse liefern somit einen zusätzlichen Hinweis darauf, dass

die Gemeinde sich auch Gedanken zum Umgang mit der Pro-Kopf-Wohnfläche machen sollte, beziehungsweise, wie sich dieser Aspekt in die Strategie zur nachhaltigen Ortsentwicklung integrieren lässt.

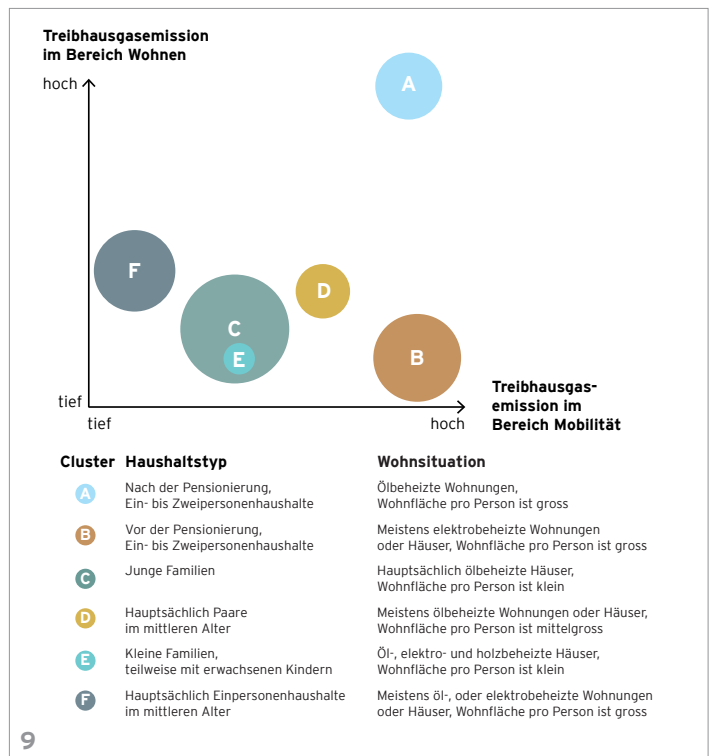
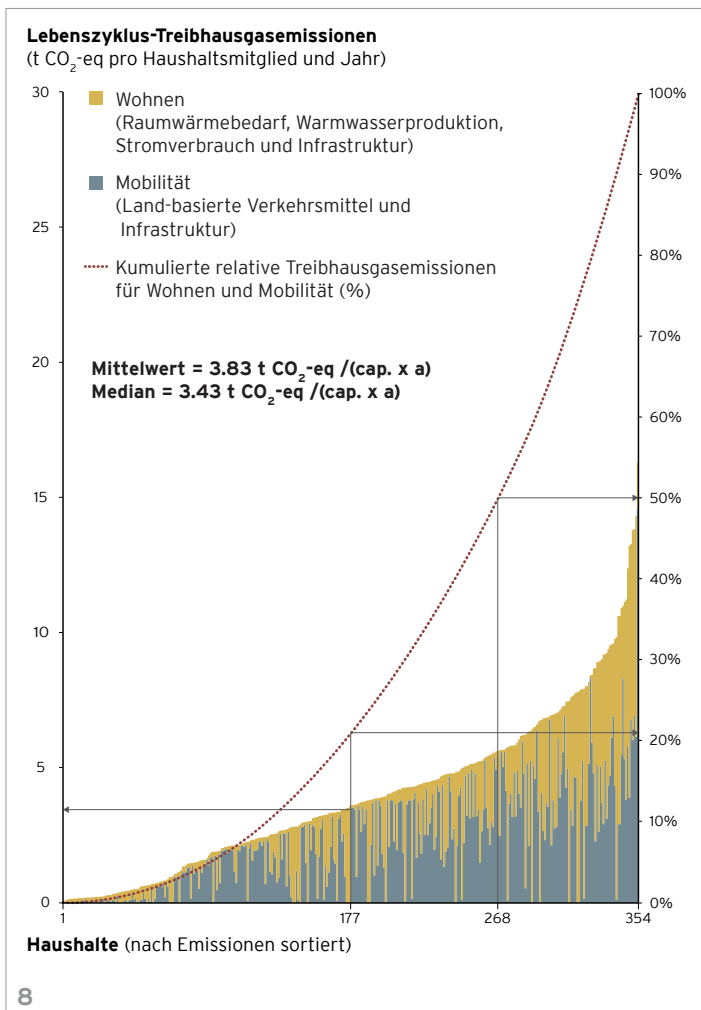
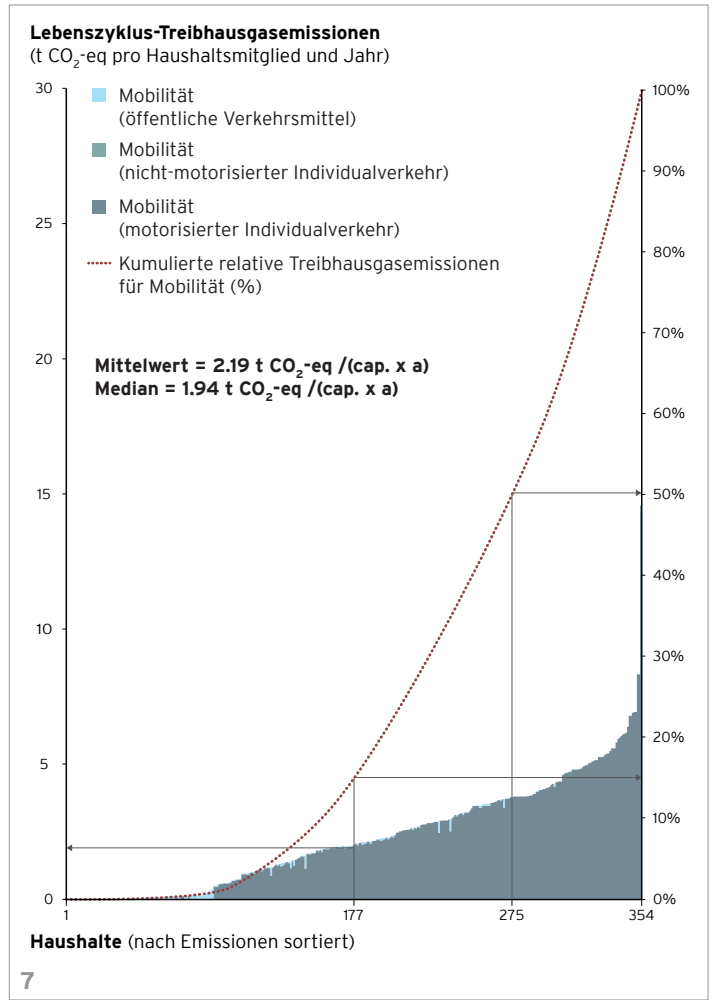
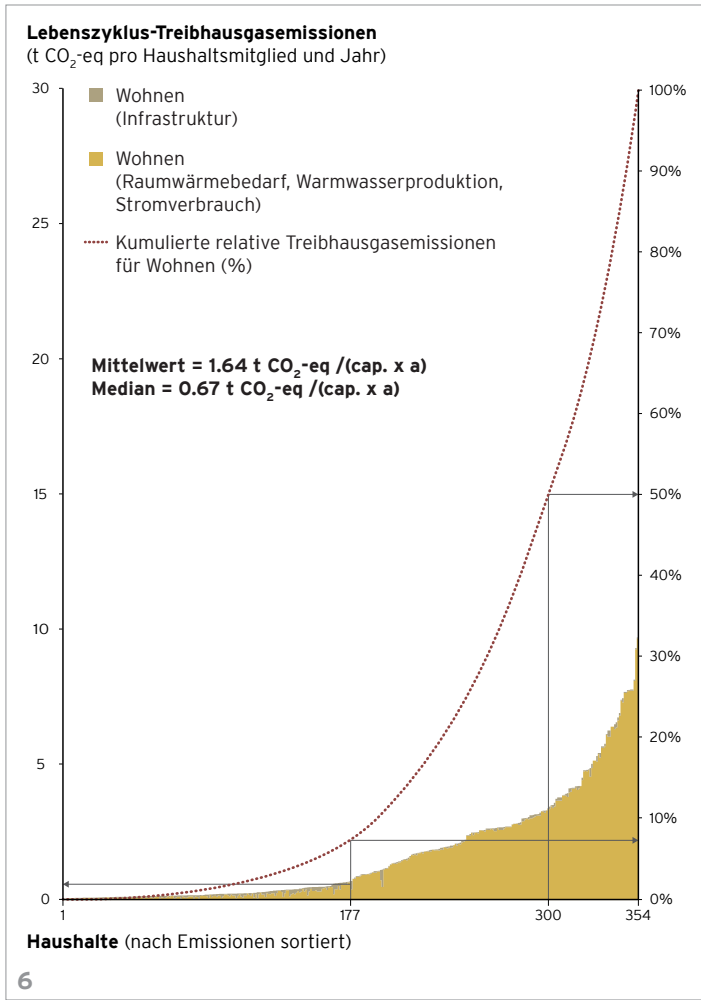
Der Vergleich der Abbildungen 6 und 7 sowie Abbildung 2 lässt darauf schliessen, dass der Mobilität, die im Rahmen des Gesamtprojekts «Zernez Energia 2020» nicht im Fokus stand, eine ähnlich grosse Bedeutung zugemessen werden muss, wie dem Gebäudepark. Unter anderem basierend auf der Clusteranalyse werden im Folgenden mögliche Massnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen im Mobilitätsbereich präsentiert.

Der Aufbau eines lokalen Carsharing-Systems oder die Einrichtung von Gemeinschaftstaxis für Pendler würden insbesondere die hohen Treibhausgasemissionen der Cluster B und D (siehe Abbildung 9) reduzieren, deren Mobilitätsbedarf sich vor allem auf den Pendelverkehr zurückführen lässt. Selbstverständlich muss im Mobilitätsbereich auch die Möglichkeit eines Ausbaus des öffentlichen Verkehrs diskutiert werden. Hierbei ginge es nicht nur um die bereits angesprochenen attraktiven Angebote für Touristen sondern auch um angepasste Fahrpläne. Letztere müssten darauf abzielen, den Besetzungsgrad der öffentlichen Verkehrsmittel zu erhöhen und gleichzeitig den öffentlichen Verkehr zu einer echten Alternative zum Auto auszubauen. Dies könnte sich unter anderem positiv auf die sehr hohen Emissionen des Clusters A (siehe Abbildung 9) auswirken. Zu dieser Gruppe gehören ausschliesslich Menschen nach der Pensionierung, die gemäss den MATSim-Resultaten in Zernez einen sehr hohen Bedarf für Autofahrten aufweisen. Nicht zu unterschätzen ist auch der Einfluss privater Initiativen. Mit finanzieller und politischer Unterstützung könnten zum Beispiel die lokalen Detailhändler einen Fahrraddienst

aufbauen, der Einkäufe nach Hause liefert. Auch dies würde sicherlich die Emissionen des Clusters A vermindern. Schliesslich könnte auf Gemeinde- oder Kantonsebene auch eine vermehrte finanzielle Unterstützung für den Kauf von sparsamen Fahrzeugen oder von Fahrzeugen mit alternativen Antriebssystemen (Erdgas/Biogas, Elektrofahrzeuge, Wasserstoffautos, Hybridwagen, etc.) angedacht werden. Letztlich werden die Umweltauswirkungen aber auch im Bereich «Mobilität» vor allem dann effektiv reduziert, wenn sich das Konsumverhalten ändert und wenn immer möglich auf Autofahrten verzichtet wird.

Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den Abbildungen 6 bis 8 und der darauf basierenden Abbildung 9 um Modellabschätzungen handelt und diese nicht auf vor Ort erhobenen Daten beruhen. Mit der Gebäudedatenbank stehen für den Bereich «Wohnen» detaillierte Daten zur Verfügung, so dass die Analyse auf Haushaltsebene direkt mit den gesammelten Daten durchgeführt werden kann.

Der Vergleich zeigt auf, dass mit dem Modell ein aus statistischer Sicht realistisches Profil des Wohnbedarfs einzelner Haushalte simuliert werden kann. Die Modellergebnisse können zwar für einzelne Haushalte stark von der Realität abweichen, doch die statistischen Charakteristiken des Verhaltens aller Haushalte werden vom Modell realistisch reproduziert. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das Modell für Gemeinden, die weniger Daten zur Verfügung haben, ein interessantes Werkzeug darstellt, um einen Überblick über das gebäudebezogene Konsumverhalten der Haushalte zu erlangen. Die Abschätzung der Variabilität des Mobilitätsbedarfs einzelner Haushalte aus Primärdaten wäre selbst bei der günstigen Datenlage in Zernez nicht möglich gewesen. Insofern lieferte das Modell auch einen Mehrwert für Zernez.



- 6-8 Modellabschätzungen der Treibhausgasemissionen individueller Haushalte in Zerne in den Konsumbereichen «Wohnen» und «Mobilität». Die Emissionen pro Haushalt wurden zur besseren Vergleichbarkeit auf die Anzahl Haushaltsmitglieder normiert.
- 9 Vereinfachte Darstellung der Resultate der Clusteranalyse. Die Grösse der Kreise ist proportional zur Anzahl Haushalte im jeweiligen Cluster. Es muss darauf hingewiesen werden, dass es sich um indikative Haushaltstypen handelt, die lediglich anzeigen, wie sich die Cluster tendenziell zusammensetzen.

FAZIT

Zusammenfassend kann aus den vorliegenden Analysen die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Konsumbereiche «Mobilität», «Wohnen» und «Ernährung» zusammen für etwa die Hälfte der konsumbezogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich sind. Beim Gebäudepark werden die hohen Emissionen hauptsächlich aufgrund der Ölheizungen verursacht. Bei der Mobilität ist vor allem die hohe Nutzung des motorisierten Individualverkehrs Grund für die hohen Emissionen.

Im Projekt «Zernez Energia 2020» lag der Betrachtungsschwerpunkt auf den Treibhausgasemissionen, da die globale Klimaerwärmung in der Umweltdiskussion oberste Priorität genießt. Es soll hier aber darauf hingewiesen werden, dass es auch sinnvoll ist, andere Umweltauswirkungen zu berücksichtigen. Insbesondere bei Massnahmenempfehlungen sollte eine ganzheitliche Perspektive nicht fehlen. Stückholz- oder auch Holzschnitzelheizungen zum Beispiel weisen zwar sehr niedrige Treibhausgasemissionen auf, können jedoch ohne moderne Abluftfiltersysteme und bei unvollständiger Verbrennung, was häufig bei manuell betriebenen Systemen vorkommt, erhebliche Mengen an Feinstaub freisetzen, der schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit zur Folge haben kann (von Asthmaanfällen über Atemwegs- und Herzkreislauf-Erkrankungen bis hin zu Lungenkrebs).

Des Weiteren bietet das verwendete Modell zur Abschätzung der Auswirkungen des Konsumverhaltens einzelner Haushalte für Gemeinden, die im Vergleich zu Zernez über eine weniger gute Datengrundlage verfügen, eine Möglichkeit, einen Überblick über zwei aus Umweltsicht bedeutende Konsumbereiche zu erhalten. Durch die Analyse der Variabilität des Haushaltsverhaltens liefert das Modell zusätzlich auch wertvolle Informationen für die Erarbeitung gezielter Massnahmen.

Quellen

- 1 M. Mauchle, CO₂-Fussabdruck der Gemeinde Zernez, Masterarbeit, ETH Zürich, 2014.
- 2 Ecoinvent Centre, Ecoinvent data, version 2.2, <http://www.ecoinvent.org/database/>, 1998-2013.
- 3 IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- 4 N. Jungbluth, R. Itten, and M. Stucki, Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale, Uster, 2012.
- 5 R. L. Riemke, Ökobilanzierung des Tourismussektors in der Gemeinde Zernez, GR, Bachelorarbeit, ETH Zürich, 2013.
- 6 M. Goedkoop, R. Heijungs, M. Huijbregts, A. De Schryver, J. Struijs, and R. van Zelm, ReCiPe 2008, 2012.
- 7 D. Saner, N. Heeren, B. Jäggi, R. A. Waraich, and S. Hellweg, Housing and Mobility Demands of Individual Households and their Life Cycle Assessment, *Environ. Sci. Technol.*, vol. 47, no. 11, pp. 5988-5997, 2013.
- 8 SIA, SIA 380/1: Thermische Energie im Hochbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2009.
- 9 Bundesamt für Statistik (BFS), Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister, Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel, Switzerland, 2013.
- 10 H. Wallbaum, N. Heeren, M. Jakob, G. Martius, and N. Gross, Gebäudeparkmodell, Stadt Zürich, Zurich, 2010.
- 11 METEOTEST, Meteororm, version 7, METEOTEST, Bern, 2012.
- 12 M. Balmer, K. W. Axhausen, and K. Nagel, Agent-Based Demand-Modeling Framework for Large-Scale Microsimulations, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, no. 1985, pp. 125-134, 2006.
- 13 Bundesamt für Statistik (BFS), Eidgenössische Volkszählung (VZ), Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel, 2000.
- 14 Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010, Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel, 2012.
- 15 K. Meister, M. Balmer, F. Ciari, A. Horni, M. Rieser, R. A. Waraich, and K. W. Axhausen, Large-Scale Agent-Based Travel Demand Optimization Applied to Switzerland, Including Mode Choice, in 12th World Conference on Transportation Research, 11 - 15 July 2010, Lisbon, Portugal, 2010.

RÄUMLICHE ENTWICKLUNG

*Michael Wagner
Christian Weyell*

Ziel der Analyse ist die Identifikation der wichtigsten Treiber der Siedlungsentwicklung sowie die Ermittlung räumlicher und planerischer Potenziale und Defizite, um Erkenntnisse für die zukünftige Siedlungsentwicklung gewinnen zu können. Dabei ist neben dem Verständnis der historischen Entwicklung auch die Kenntnis über die lokale Planungspraxis von grosser Bedeutung.

GRUNDLAGEN

- Kantonale Bevölkerungsprognosen
- Zonenplan (inkl. Gestaltungspläne, Arealplanungen, etc.)
- Denkmalpflegerisch schützens- und erhaltenswerte Bauten und Freiräume
- Historische Karten
- Bisherige und aktuelle Planungs- und Baupraxis
- Begehungen vor Ort
- Fotografien

VORGEHENSWEISE

- Analyse der geografischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen
- Analyse der Baustruktur, Erschliessung, Dichte, historischen Entwicklung
- Gespräche mit Vertretern des Gemeindevorstands und der Gemeindeverwaltung
- Ermittlung und Analyse der Ausnutzungsreserven

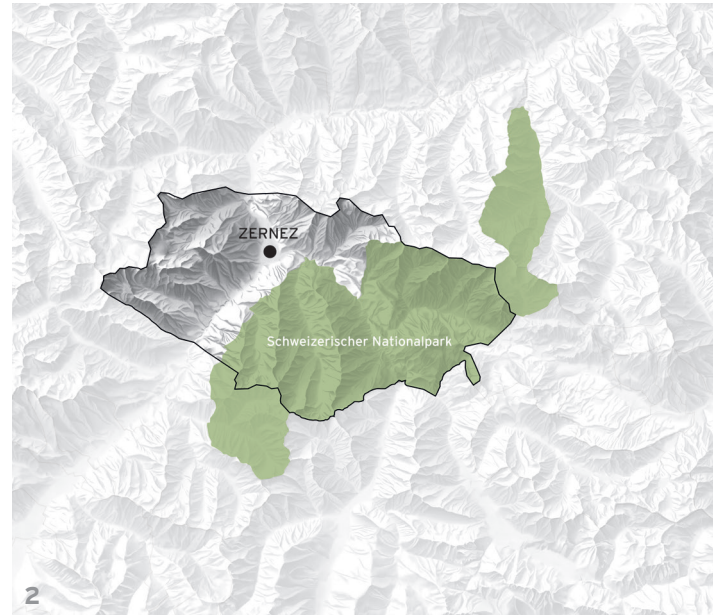
DOKUMENTATION

- Bericht «Treiber der Entwicklung»
- Zusammensetzung Gebäudebestand
- Historische Siedlungsentwicklung
- Ausnutzungsreserven
- Empfehlungen und Erkenntnisse für die Siedlungsentwicklung

FAZIT

Die Analyse der Treiber der Siedlungsentwicklung und der Siedlungsstruktur fördert das Verständnis für die historische und aktuelle Entwicklung des Ortes. Aus den daraus gewonnenen Erkenntnissen können sowohl aus energetischer als auch aus ortsplanerischer Sicht sinnvolle Szenarien für die zukünftige Entwicklung abgeleitet werden.

AM BEISPIEL ZERNEZ



GEOSTRATEGISCHE LAGE

Das Dorf Zernez liegt zentral im Engadin, auf einer Höhe von 1'474 m. ü. M. und zählt heute rund 1'200 Einwohner. Geografisch liegt es in einem weiten Talboden, am Zusammenfluss der Flüsse Inn (Oberengadin) und Spöl (Münstertal). Erstmals 1161 urkundlich erwähnt, war Zernez seit jeher ein wichtiger Durchgangsort im Tal. Sei es zwischen 1330 und 1500 während der Hochblüte der Bergwerke am Ofenberg (heute Ofenpass), die durch massive Abholzungen zu einer grundlegenden Veränderung der Landschaft geführt haben oder viel später auch als Haltestelle der 1913 eröffneten Bahnstrecke Bever-Scuol der Rhätischen Bahn (RhB).

Die Gemeinde profitiert von ihrer zentralen geografischen Lage in der Region. Als wichtiger Verkehrsknotenpunkt verbindet sie über drei Zufahrtsrichtungen einerseits das Ober- mit dem Unterengadin und dem Münstertal und über die nationalen Grenzen hinweg auch die Schweiz mit Österreich und Italien. Zernez ist der wichtigste Ausgangspunkt für Wanderungen in den Schweizerischen Nationalpark, und zieht jedes Jahr im Sommer zahlreiche Wander- und Natururlauber an. Das Gemeindegebiet umfasst neben dem Dorf Zernez auch die Fraktion Brail und den Weiler Carolina, sowie seit dem ersten Januar 2015 auch das Gebiet der ehemaligen Nachbargemeinden Lavin und Susch. Die neue Gemeinde trägt den Namen Zernez und zählt rund 1'600 Einwohner. Mit ihren 344 km² ist

die fusionierte Gemeinde Zernez flächenmässig eine der grössten Gemeindender Schweiz. Die verhältnismässig gute Verkehrsanbindung mit Auto, Bus und Bahn sowohl im Sommer als auch im Winter konnte durch den im Jahr 1944 eröffneten Flüelapass und den Bau des Vereinatunnels im Jahr 1999 sichergestellt werden. Diese Zuglinie ist Bindeglied zwischen den RhB-Strecken Landquart - Davos Platz und Pontresina - Scuol - Tarasp mit Anbindung an das nationale Bahnnetz in Landquart. Mit der Autoverladung durch den Vereinatunnel ist auch eine schnelle und wintersichere Anbindung des Unterengadins an das schweizerische Nationalstrassennetz gewährleistet.

Zwischen den Tourismusdestinationen und Wachstumspolen St. Moritz, Pontresina, Samedan im Oberengadin und Scuol im Unterengadin behauptet sich Zernez als lokales Zentrum mit diversen Dienstleistungsbetrieben und Versorgungseinrichtungen für die Region. Die Gemeinde Zernez erwirtschaftet einen Umsatz von etwa 11 Mio. CHF (vor der Fusion). Ihre Hauptwirtschaftszweige sind der Tourismus, die Wasserkraft sowie Handel und Gewerbe.

Durch Flüelapass, Vereinatunnel und die drei Zufahrtsstrassen ist auch in Zukunft eine gute Verkehrsanbindung gesichert, was langfristig viele Vorteile für die lokale Bevölkerung, die Wirtschaft und insbesondere den Tourismus verspricht. Die Versorgung des Dorfes ist ganzjährig gewährleistet, es gibt Buchungssicherheit für Touristen und stabile Besucherzahlen für das Gastgewerbe.

- 1 Das Dorf Zernez liegt zentral im Engadin
- 2 Gemeindegrenzen (vor der Fusion) und Nationalpark



Bis auf die anfallenden Kosten für die Instandhaltung der bestehenden Infrastruktur sind keine weiteren grossen Investitionen und mit hin kein weiterer Energie- und Ressourcenverbrauch für neue Strassen, Tunnel oder Bahnlinien zu erwarten. Die grössten strukturellen und gestalterischen Herausforderungen bestehen zukünftig vor allem im Umgang mit dem Durchgangsverkehr im Ort, denn die gute Verkehrsanbindung und zentrale Lage sorgt für ein hohes Verkehrsaufkommen auf den Hauptstrassen im Ort. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Durchgangsverkehr, der einerseits durch die vielen Pendler, Gastarbeiter und Grenzgänger und auf der anderen Seite durch den Tourismus verursacht wird. Vor dem Hintergrund, dass die in den 1970er Jahren geplante Umfahrungsstrasse abgelehnt wurde, stellt sich heute die Frage nach einer geeigneten Strategie für das bestehende Strassennetz und ein Verkehrskonzept innerhalb des Dorfs, um die Freiraumqualitäten im öffentlichen Raum an den Hauptstrassen langfristig zu verbessern.

DEMOGRAFISCHE ENTWICKLUNG

Der Kanton Graubünden zählte Ende 2010 192'621 Einwohnerinnen und Einwohner. Gemäss aktueller Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung ist nach dem relativ starken Wachstum der letzten Jahre (2009 bis 2014) mittelfristig mit Stagnation und langfristig

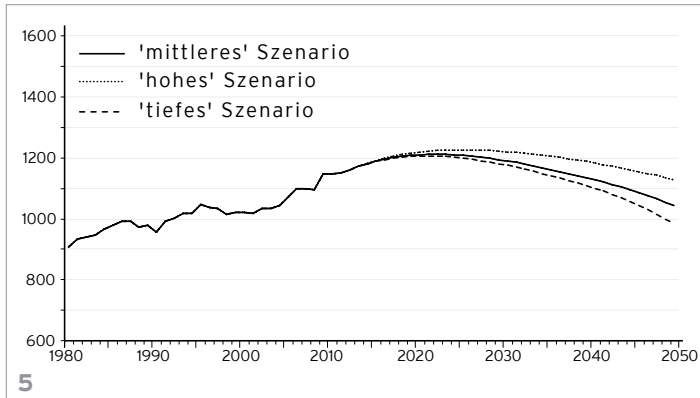
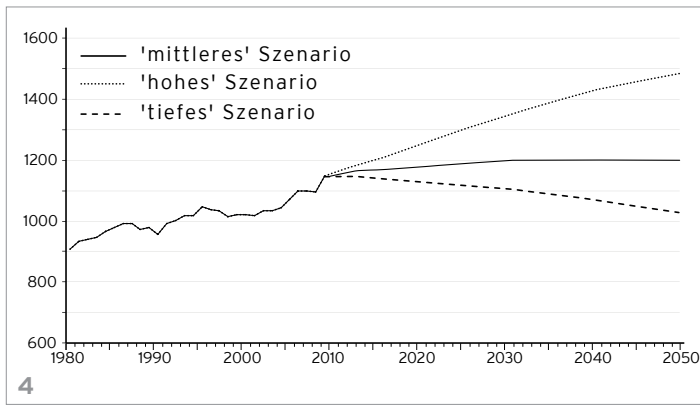
mit einem Rückgang der Einwohnerzahlen zu rechnen. Mit 27 Personen pro Quadratkilometer ist Graubünden ohnehin der am dünnsten besiedelte Kanton der Schweiz. Gemäss dem mittleren Szenario des Kantons nimmt die Bevölkerung zwischen 2010 und 2035 noch um etwa 3% von 193'000 auf 198'000 Personen zu¹. Damit bleibt das Bevölkerungswachstum - wie bereits in den letzten Jahrzehnten - mit Bezug auf die gesamtschweizerische Entwicklung klar unterdurchschnittlich. Dafür gibt es verschiedene Gründe: Die wirtschaftliche Entwicklung, die jeweils unter dem nationalen Durchschnitt liegt; die Abwanderung in die Zentren und Agglomerationen des Mittellands, aber auch die tiefe Geburtenrate von 1.2 Kindern (Schweiz 1.4). Dass schlussendlich bis 2035 doch noch ein ganz geringes Bevölkerungswachstum zu Stande kommt, ist dem positiven Migrationssaldo ausländischer Frauen und Männern zu verdanken. Langfristig betrachtet ist also eher von einer schrumpfenden Bevölkerung auszugehen. Weil aber heute niemand weiss, ob dies auch so eintritt, gilt es bei der nachhaltigen Planung auch in der Zukunft verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten offen zu halten.

Ende 2013 zählte das Dorf Zernez 1'028 Einwohnerinnen und Einwohner. Basierend auf den Prognosen des Kantons ist davon auszugehen, dass die Einwohnerzahl bis 2035 noch moderat wächst, in der Folge aber eher

mit einem Rückgang zu rechnen ist. Die Bevölkerungsstruktur von Zernez ist im Vergleich zu vielen anderen Gemeinden des Engadins relativ ausgewogen. Durch die tiefen Grundstückspreise und die familienfreundliche Atmosphäre ist Zernez ein attraktiver Wohnort für viele Eltern mit Kindern. Etwa ein Viertel der Bündner Bevölkerung ist 19 Jahre alt und jünger. Der Anteil der Altersgruppe von 20 bis 64 Jahren liegt im Kanton Graubünden bei 61 Prozent und nur rund 16 Prozent der Bevölkerung sind über 65 Jahre alt. Momentan kann Zernez nicht als «überalterte» Gemeinde betrachtet werden. Jedoch gibt es auch hier, wie in den meisten Regionen Graubündens, eine starke Tendenz in Richtung einer Zunahme an Personen im Rentenalter. Folgen wir den Prognosen des Kantons, so wird sich der Altersquotient, das heisst die Zahl der Personen ab 65 Jahren pro hundert 20- bis 64-Jährige, voraussichtlich von 29 im Jahr 2010 auf 55 im Jahr 2035 erhöhen. Diese Entwicklung wird, wie auch in anderen Gemeinden, zu massiven Veränderungen der Bedürfnisse und Anforderungen der Bewohner an ihr Lebensumfeld führen.

NATIONALPARK UND TOURISMUS

Es gibt zwei Tourismusgebiete im Engadin: Die Region Scuol im Unterengadin und die Region St. Moritz im Oberengadin, der auch Zernez angehört. Beide Regionen sind vor



allein für ihre Wintersportangebote bekannt. Trotz der geografischen Zentralität ist Zernez aus der Perspektive des Wintertourismus aber ein Randgebiet. Auf beiden Karten der Wintersportgebiete ist Zernez am Rande positioniert, es gehört sozusagen «einfach noch dazu». Hauptattraktion für Touristen in Zernez ist der Schweizerische Nationalpark. Die Fläche der Gemeinde umfasst etwa 204 Quadratkilometer, zwei Drittel davon entfallen auf den im Jahr 1914 gegründeten Schweizerischen Nationalpark. Zernez ist deshalb nicht nur das Haupteingangstor zum Park, sondern beherbergt auch den Verwaltungssitz sowie das Informationszentrum für Besucherinnen und Besucher. Dafür ist es national bekannt.

Das 2008 eröffnete Informations- und Ausstellungszentrum hat die Beziehung zwischen dem Dorf und dem Schweizerischen Nationalpark noch enger werden lassen. Viele Einwohner und Einwohnerinnen der Gemeinde profitieren bereits heute direkt oder indirekt von dieser Symbiose. So ist der Schweizerische Nationalpark auch der Hauptgrund für die aktuell etwa 90'000 Logiernächte pro Jahr. Viele Besucherinnen und Besucher kommen aus der Schweiz und schätzen das Naturerlebnis. Die Pflanzen und Tierarten, welche im Nationalpark beobachtet und erforscht werden können, ziehen vor allem im Sommer zahlreiche Touristen an, über die Wintermonate ist der Nationalpark nicht zugänglich.

Je nach Wetterbedingungen ist die Saison kürzer oder länger. Die Tourismusbranche ist deshalb mit starken saisonalen Schwankungen konfrontiert.

GEMEINDEFUSION

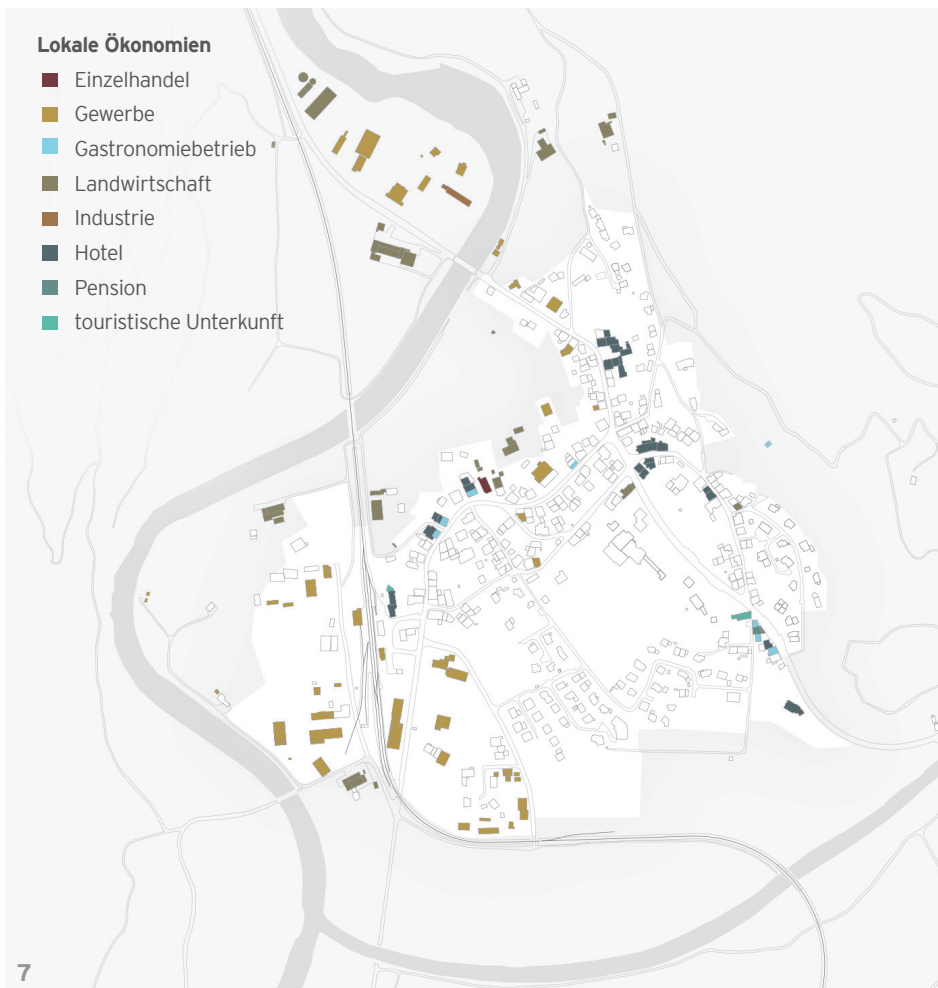
Am 1. Januar 2015 fusionierten die politischen Gemeinden Zernez, Susch und Lavin zur neuen Gemeinde Zernez. Die Fusion erfordert eine Neuorganisation der Verwaltung, die voraussichtlich einige Zeit in Anspruch nehmen wird. Die Wahl eines neuen Gemeindepräsidenten und die Bildung des neuen Gemeindevorstands hat bereits im Herbst 2014 begonnen und wird für die politische Ausrichtung der Gemeinde wegweisend sein.

Für das Projekt «Zernez Energia 2020» waren die politischen Veränderungen eine zusätzliche Herausforderung und es galt auch in der Übergangsphase die Weiterführung des Projekts möglichst kontinuierlich zu gestalten. Die Integration von «Zernez Energia 2020» in die Gemeindepolitik ist daher auch die erste und grundlegendste Massnahme im Aktionsplan (siehe Seite 104).

ZWEITWOHNUNGSINITIATIVE

Die vor zwei Jahren angenommene Zweitwohnungsinitiative hat weitreichende Auswirkungen auf den Kanton Graubünden, wo sich der Anteil der Übernachtungen in Zweit-

- 3 Schweizerischer Nationalpark
- 4 Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde Zernez bis heute und Prognose bis 2050 (Stand: 2013)
- 5 Revidierte Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde Zernez bis heute und Prognose bis 2050 (Stand 2014)
- 6 Gemeindegrenzen vor und nach der Fusion



wohnungen auf über 37 Prozent beläuft. Für die Bauwirtschaft, eine der wichtigen Einnahmequellen in Zernez, bedeutet die Annahme der Initiative voraussichtlich das Ende des Baubooms der 2000er Jahre. Es droht der Verlust von Arbeitsplätzen und damit verbunden auch ein Rückgang der Bevölkerung. Auch wenn die detaillierte gesetzliche Umsetzung noch nicht eindeutig absehbar ist, so wird das Geschäftsmodell Zweitwohnungsbau (welches auch für die Hotellerie zur Quersubventionierung genutzt wurde) in Zukunft nicht mehr wie bisher bestehen. Gleichzeitig ergeben sich aber auch neue Möglichkeiten. Investitionen in den Gebäudebestand und in die Hotellerie könnten in Zukunft wieder interessanter werden und zu einer nachhaltigeren Entwicklung der Gemeinde beitragen.

LOKALE ÖKONOMIEN

Die Lage am Kreuzungspunkt dreier Täler, sowie die Nähe zu Italien machen Zernez zu einem attraktiven Knotenpunkt für die Ansiedlung von Gewerbe-, Industrie- und Logistikunternehmen. Hinzu kommt, dass Zernez im Gegensatz zu vielen Gemeinden im Engadin nicht an einem Hang, sondern in der

Ebene liegt. Zernez besitzt eine im Engadin einzigartige und ausbaufähige Gewerbezone. Dadurch konnten sich unterschiedliche Gross- und Kleinunternehmen ansiedeln, die verschiedene Verteilerfunktionen übernehmen. Einige der Unternehmen sind symbiotisch miteinander verflochten und voneinander abhängig. So wird beispielsweise das Baugewerbe durch die saisonalen Gewinne der Tourismusbranche mit neuen Aufträgen betraut, wobei für spezielle Leistungen auch Unternehmen aus dem nahen Ausland beigezogen werden können. Die vom Tourismus bekannte saisonale Beschäftigung ist auch in der Baubranche verbreitet.

Es ist schwierig vorauszusehen, wie sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in den nächsten 20 bis 30 Jahren entwickeln werden, da sie stark von entscheidenden nationalen und globalen Variablen (Entwicklung der weltweiten Ölreserven, Klimawandel, Finanzkrisen, etc.) abhängig sind. Dennoch ist anzunehmen, dass der Kanton Graubünden und damit auch Zernez in den nächsten 15 Jahren wirtschaftlich eine schwierige Zeit durchlaufen wird. Um einen wirtschaftlich, sozial und ökologisch nachhaltigen Wachstums- oder gar Schrumpfungspfad beschreiten zu können, sind des-

halb alternative Geschäftsmodelle gefragt.

SIEDLUNGSSTRUKTUR

Am 5. September 1872 ereignete sich der für das Dorf Zernez wohl schwerwiegendste Einschnitt in seiner bisherigen Geschichte. Ein verheerender Grossbrand zerstörte 117 der damals 157 Häuser. Auf den Grundmauern der alten Gebäude wurde das Dorf aber rasch wieder aufgebaut. Eigens dafür engagierte Baumeister aus Oberitalien brachten dabei ihre Kenntnisse mit ein. Der eingesetzte dreigeschossige neoklassizistische Bautyp mit den für das damalige Engadin untypischen kiesgedeckten Flachdächern sollte dafür sorgen, dass das Dorf in Zukunft vor solchen Bränden verschont blieb. Diese Bauten prägen das Ortsbild auch heute noch und stehen teilweise unter Denkmalschutz. Ursprünglich war Zernez ein Strassendorf, in dem sich die Gebäude wie an einer Perlenkette eng aneinander reihten. Die Bau- und Nutzungsstruktur von Zernez orientierte sich über Jahrhunderte entlang der beiden Durchgangsstrassen, die eine T-Form bilden. In den vergangenen 40 Jahren hat sich dies stark verändert. Als in den 1970er Jahren im Süd-Osten ein



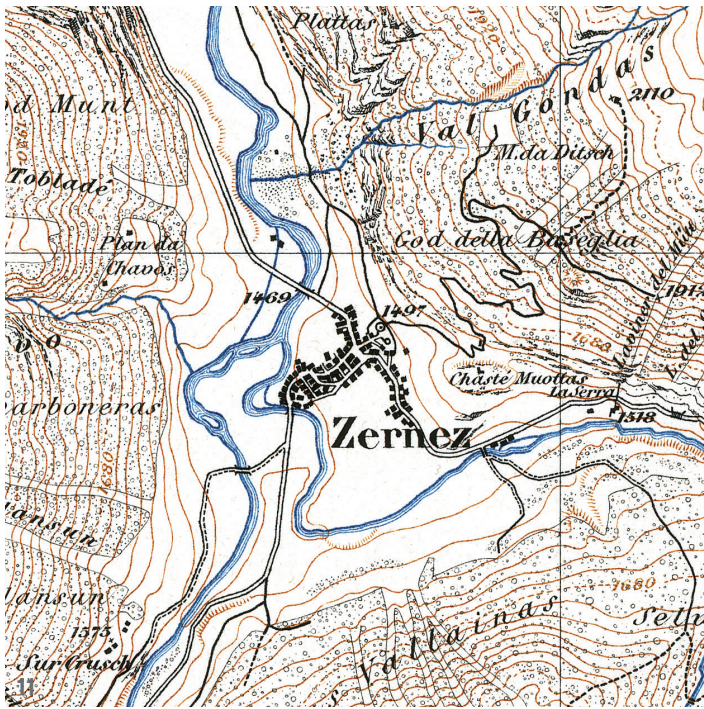
Einfamilienhausquartier mit geringer Dichte verwirklicht wurde, entstand eine neue Ausgangslage für die zukünftige räumliche Entwicklung des Dorfs. Seither orientiert sich die Neubautätigkeit kaum mehr an den Hauptstrassen im Dorfzentrum. Ausgelöst durch die aktive Bodenpolitik der Gemeinde, die mit Landeinkäufen und der Einzonung grosser Landreserven verbunden war, entstanden im Süden des Dorfs neue Einfamilienhausquartiere in einem einheitlichen Raster von Parzellen, die durch Sackgassen erschlossen wurden. Diese reinen Wohnquartiere zeigen stark unterschiedliche bauliche Ausprägungen.

Mit dem Bau dieser Neubauquartiere wurden die T-förmigen Durchgangsstrassen ausserdem durch verschiedene Nebenerschliessungen ergänzt. Sämtliche Freiflächen im Inneren des Dorfs, insbesondere um die Schule, erhalten dadurch eine zentrale Rolle im Dorfkern. Das jüngste Quartier, Ruzön II, steht mit seinen vorwiegend verschiedenfarbigen, freistehenden Einfamilienhäusern im modernen Stil in einem starken Kontrast zur traditionellen Bauweise. Diesem Trend wird vermutlich auch in Zukunft nichts im Wege stehen. Denn obwohl genügend Fläche für eine Innenverdichtung

innerhalb der bestehenden Dorfstruktur zur Verfügung steht, wurde aufgrund eines laufenden Verfahrens während des Untersuchungszeitraums die Einzonung eines weiteren Neubauquartiers auf bisherigen landwirtschaftlichen Flächen am südlichen Dorfrand bewilligt, das Quartier Ruzön III. Inzwischen ist aus der ursprünglich T-förmigen Struktur ein Ring geworden, der um die jetzt zentral gelegene Allmendwiese herum liegt.

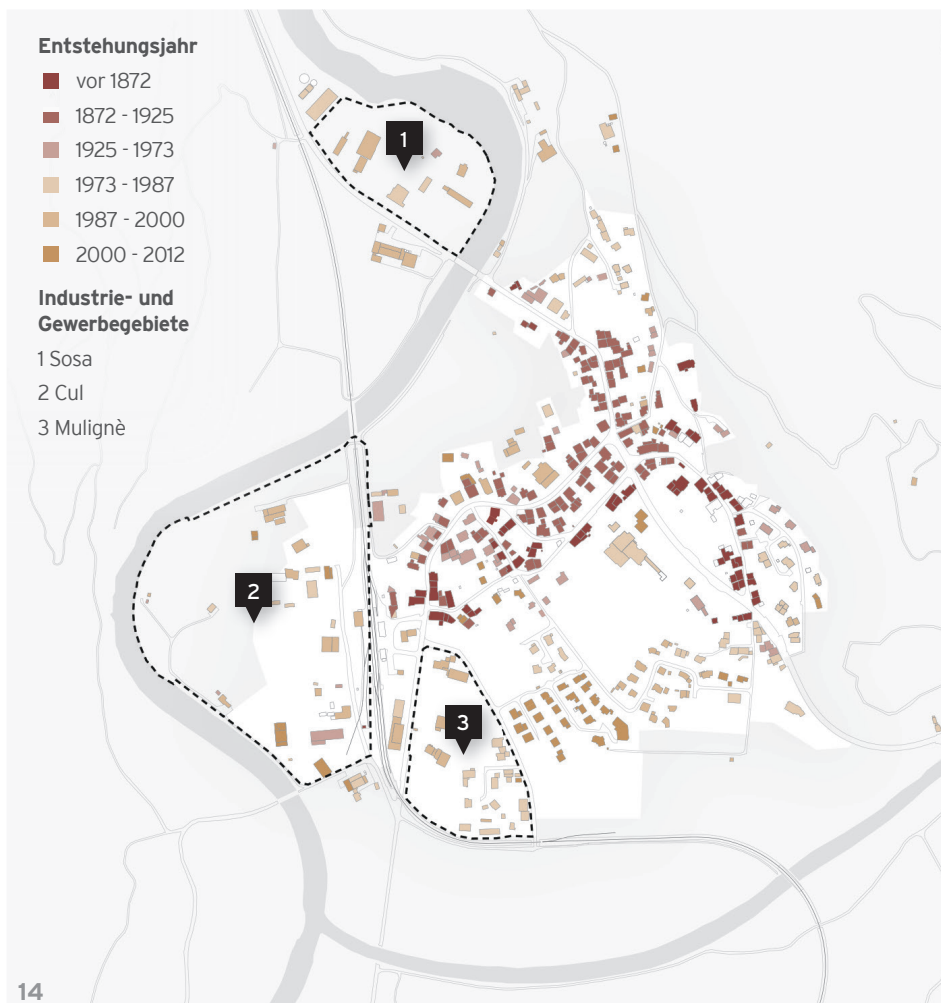
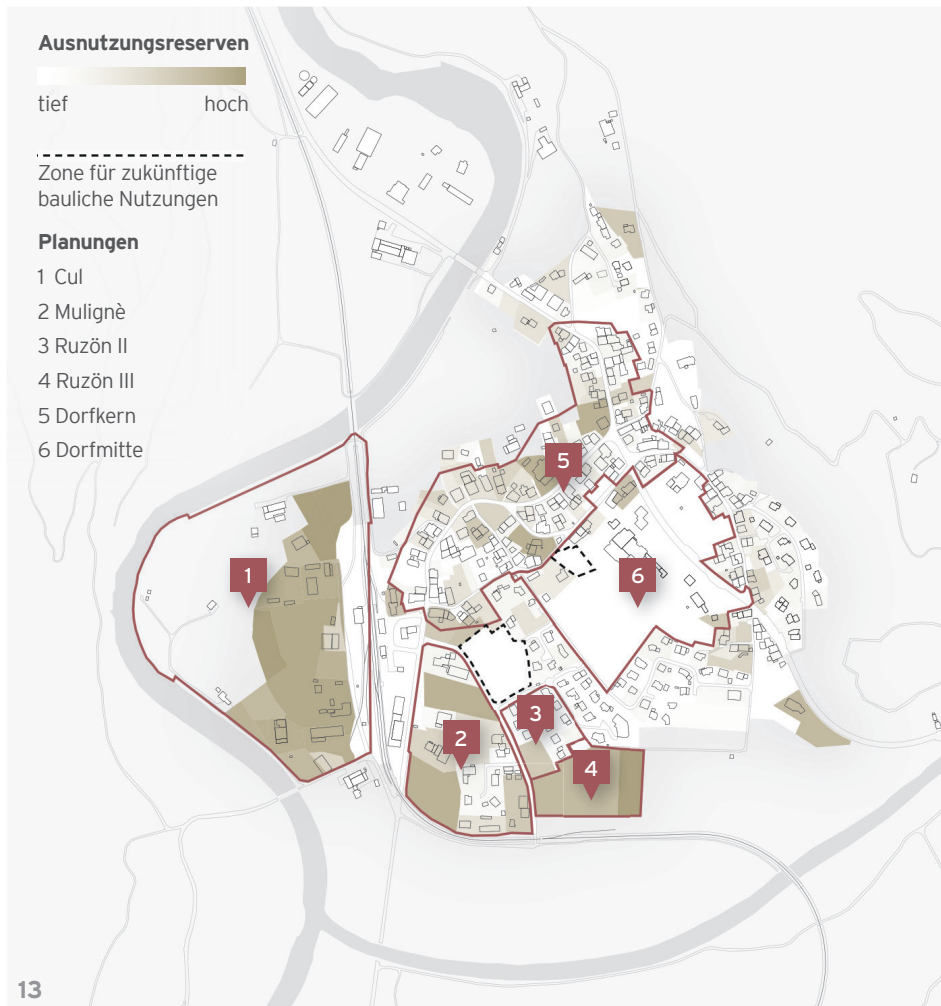
Das heterogene Erscheinungsbild der schnell gewachsenen und zumeist niedrig ausgenutzten Neubauquartiere wurde zum Auslöser einer Diskussion, in welcher die liberale Bau- und Einzonungspolitik der Gemeinde mit ihren Auswirkungen auf das Dorfbild konfrontiert wurde. Die vermehrte Bautätigkeit, vornehmlich von Einfamilienhäusern am Dorfrand, hat offensichtlich auch Auswirkungen auf das Zentrum. So wurde die Gemeinde im Jahr 2011 auf zunehmende Leerstände im Dorfzentrum aufmerksam, die besonders entlang der Kantonsstrassen auftreten. Um diesem Problem entgegenzutreten, entstand in der Gemeinde die Arbeitsgruppe «Dorfkernbelebung», welche einen Massnahmenkatalog für ein lebendigeres Dorfzentrum erstellte. Aus dieser Arbeit

- 7 Lokale Ökonomien
- 8 Strassenzug mit klassizistischen Häusern
- 9 Ansicht von Zernez unmittelbar nach dem Brand 1872 (Aus: Luzi Dosch, «Zernez», Schweizerischer Kunstführer GSK, S. 4 - 15)
- 10 Ansicht von Zernez 1995 (Aus: Luzi Dosch, «Zernez» Schweizerischer Kunstführer GSK, S. 4 - 15)



ging wenig später auch der Gestaltungsplan «Dorfzentrum» hervor, welcher die Umsetzung der Massnahmen regeln soll. Durch die Untersuchung des Dorfsentrums wurde auch deutlich, dass viele der historischen Gebäude mittelfristig sanierungsbedürftig sind. Sanierungen und Nachverdichtungen, welche dem Dorfszentrum neue Impulse geben können, sind bisher allerdings eher selten, und die Aktivierung der zentral gelegenen Ausnutzungsreserven gestaltet sich – auch durch das günstig zur Verfügung gestellte Bauland in den Neubauquartieren – als schwierig. Neben den Dorf- und Wohnzonen existieren in Zernež auch die drei Gewerbe- und Industriezonen

Sosa, Cul und Mulignè. Prominent neben den Haupteinfallstrassen gelegen, haben sie massgeblichen Einfluss auf das Ortsbild. Für das Quartier Mulignè wurde 2013 ein Quartiergestaltungsplan erarbeitet, welcher eine gemischte Nutzung von Wohnen und Gewerbe vorsieht sowie eine mögliche Nachverdichtung regelt. Die grösste Gewerbe- und Industriezone von Zernež liegt jedoch im Quartier Cul, direkt gegenüber vom Hauptbahnhof. Hier befindet sich die bestehende Holzschmelzeheizung, von der aus die Fernwärme verteilt wird. Zur Zeit wird für Cul eine Arealplanung erarbeitet, welche die zukünftige Entwicklung steuern soll.



- 11 Sigfriedkarte 1892 (Quelle: swisstopo)
- 12 Luftbild Zernez 2012 (Quelle: swisstopo)
- 13 Planungen und Ausnutzungsreserven
- 14 Gebäudepark nach Entstehungsjahr
- 15 Neubaugebiete Ruzön I - III

FAZIT

In Zukunft werden die Eigentümer der historischen Gebäude mit schwierigen Entscheidungen konfrontiert sein: Wie lassen sich diese teilweise als Denkmal geschützten und ortsbaulich wichtigen Gebäude den heutigen Bedürfnissen und energetischen Anforderungen entsprechend anpassen? Viele der Bauten sind mit Ölheizungen ausgestattet und tragen damit massgeblich zu den Treibhausgasemissionen des Dorfs bei. Im Umgang mit diesem Teil des Gebäudebestands liegt deshalb eines der relevanten Potenziale, aber auch eine der grossen Herausforderungen für die Erreichung der Ziele von «Zerne Energie 2020».

Durch die Aktivierung bestehender Ausnutzungsreserven im Bestand können nicht nur Kosten und Ressourcen gespart werden, sondern gleichzeitig auch die energetischen Ziele schneller erreicht werden. Innerhalb der Bauzonen sind genügend Landreserven vorhanden, um die erwartete Bautätigkeit bis 2050 auch im Ortszentrum aufnehmen zu können. Deshalb sollte die zukünftige bauliche Entwicklung des Dorfs nach Innen gefördert werden. Umso wichtiger erscheint die Planung der durch das Zusammenwachsen der Dorfteile entstandenen Dorfmitte. Durch die dort angelagerten öffentlichen Nutzungen entlang der Allmendwiese bietet sich der Gemeinde die einmalige Chance eine Vorbildfunktion einzunehmen und energetische mit ortsbaulichen Zielen zu verbinden.

Auch wenn die aktuellen Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung bis 2050 nur auf eine geringe zusätzliche Bautätigkeit schliessen lassen, sollte bei der zukünftigen räumlichen Entwicklung auch der veränderten Dorfstruktur Rechnung getragen werden und das Erschliessungsnetz um die Freiflächen im Zentrum ergänzt werden. Für die nachhaltige Entwicklung der Ortsstruktur ist eine externe Bauberatung zu empfehlen. Sie kann zwischen privaten und übergeordneten Interessen der Gemeinde vermitteln, Fachwissen bereit stellen und den Prozess begleiten.

Für die zukünftige Entwicklung der Gemeinde sind die Gewerbe- und Industriezonen von strategischer Bedeutung. Die grossflächigen Dächer und die häufig versiegelten Freiflächen bieten ein grosses Potenzial für die Energiegewinnung, sind aber auch eine planerische Herausforderung. Die Weiterentwicklung sollte für eine bessere Integration dieser Gebiete in das Ortsbild genutzt werden. Dies betrifft insbesondere das Quartier Cul, wo mit der anstehenden Arealplanung wegweisende Entscheidungen getroffen werden können.

Quellen

1 Statistik Graubünden - Amt für Wirtschaft und Tourismus (AWT)

ENERGIEVERBRAUCH UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

*Prof. Dr. Arno Schlüter
Prof. Dr. Philipp Geyer
Sasha Cisar*

Ziel ist die Untersuchung der Wirksamkeit von Sanierungsmassnahmen auf den Gebäudepark. Wichtig für die Umsetzung ist hierbei nicht nur der Energieverbrauch, sondern insbesondere die Kosteneffizienz der Massnahmen, d. h. die Einsparung von CO₂-Emissionen im Verhältnis zu den eingesetzten finanziellen Mitteln. Für die Analyse muss in einem ersten Schritt der Zustand und Energieverbrauch des Gebäudebestands erhoben, strukturiert und ausgewertet werden.

ENERGIEVERBRAUCH UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

GRUNDLAGEN

- Katasterinformationen (Gebäude, Koordinaten, ID, etc.)
- Abschätzung der Gebäudegeometrien und -flächen
- Informationen zu Energieverbrauch der Gebäude, Heizsystem, Gebäudezustand, erfolgte Sanierungen etc., ermittelt durch Umfragen bei Gebäudeeigentümern

VORGEHENSWEISE

- Identifikation der notwendigen Daten und Strukturierung der Datenbank
- Datenerhebung und -erfassung in Datenbanken
- Definition der Lebenszyklus-Faktoren
- Explorative Datenanalyse

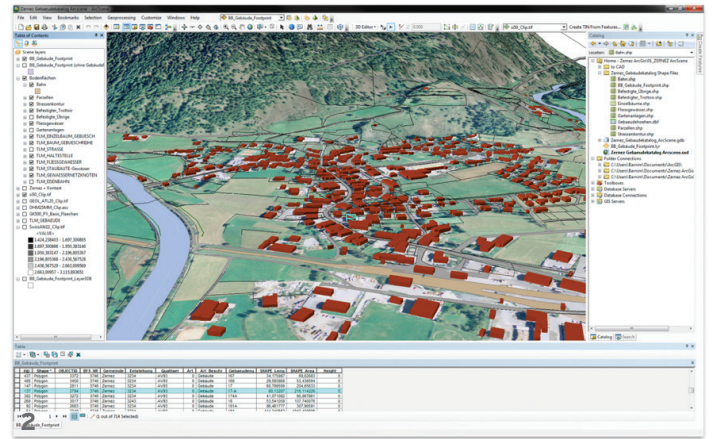
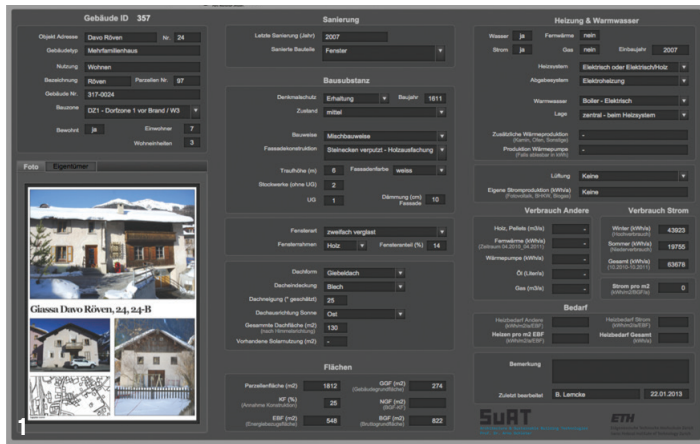
DOKUMENTATION

- Dateneingabemaske für die Umfrage und für das Erstellen des Gebäudekatalogs
- Datenbank der Gebäude (georeferenziert über ein GIS)
- Histogramme relevanter Gebäudeparameter

FAZIT

Als Ergebnis der Umfrage und der Auswertung der erhobenen Daten liegt ein Gebäudekatalog mit detaillierten Informationen über den Zustand des Gebäudeparks vor. Dieser bildet die Grundlage für die Analysen, die Entwicklung von Teilszenarien und die Transformationsstrategie.

AM BEISPIEL ZERNEZ



BESCHREIBUNG DES GEBÄUDEBESTANDS

Die Aufgabenstellung Energieeffizienz und Emissionsreduktion in urbanen Strukturen bedarf der Bewirtschaftung des Gebäudebestands und eine Bestimmung der Potenziale für die Reduktion des Energieverbrauchs. Informationen über den Zustand der Gebäude sind unabdingbar für die Definition von Strategien und Massnahmen zur Verringerung der CO₂-Emissionen, der Erhöhung der dezentralen Energieproduktion und der Steigerung der Energieeffizienz.

DATENAKQUISE

Für die Gemeinde Zernez wurden alle 309 Gebäude des Kerndorfs in einer Datenbank erfasst. Der bestehende, rudimentäre Gebäudedekatalog, erhoben vorab durch Studierende, wurde im Rahmen der Aufgabenstellung des Forschungsprojekts komplettiert und strukturiert. Hierfür wurden für die spätere Analyse relevante Gebäudeparameter identifiziert. Ergänzt bzw. aktualisiert mit Daten der Gemeinde wurden unter anderem die Gebäude-ID, Gebäude-Nummer, die Stromverbräuche der Elektrizitätswerke Graubünden (EWG) und die Verbräuche für Öl, Holz und Fernwärme. Von der Gemeinde wurden zusätzlich gebäudebezogene Daten zu Heizsystem, Wärmeabgabesystem, Dämmung, sanierten Bauteilen, Fenstern, Verbräuchen ergänzt und bestehende Daten überprüft.

Damit die Eingabe der Gebäudedaten für die Gemeinde erleichtert wird, wurde eine einfach zu bedienende Eingabemaske erstellt. Die digitalisierten Gebäudedaten wurden mit Fotos des bisherigen Gebäudedekatalogs ergänzt, um einen nachvollziehbaren Datensatz des Gebäudebestands des Dorfs Zernez zu

erhalten. So können Angaben im Katalog bildlich überprüft werden, wie beispielsweise Zustand, Stockwerke, Dachneigung oder Materialien. Die Datenbank kann sowohl für statistische Auswertungen als auch, kombiniert mit den Katasterdaten, für Berechnungen und räumliche Informationen in einem Geoinformationssystem (GIS) verwendet werden.

Da die Dateneingabe durch die Gemeindeverwaltung in Kooperation mit Hauseigentümern erfolgt ist, kann nur von einem bedingten Sachverständnis für technische und konstruktive Angaben ausgegangen werden. Daher ist ein gewisser Grad an falschen Angaben in der Datenbank nicht auszuschliessen. Aus diesem Grund müssen vor einer späteren Sanierungsmassnahme die Gebäudedaten des spezifischen Gebäudes überprüft werden.

Objektadresse und Name des Hausbesitzers, sowie die Angabe der erhobenen Rechnungen beziehungsweise Abonnements machen eine Zuordnung der über die Gemeinde bezogenen Stromverbrauchsdaten zu den Gebäuden möglich. Mit Hilfe der Angaben aus der Datenbank in Bezug auf die Wohneinheiten können den unterschiedlichen Einheiten aggregierte Werte zugeordnet werden. Zu beachten ist dabei in jedem Fall der Datenschutz in der Verwendung von personenbezogenen Daten.

DIGITALER GEBÄUDEKATALOG

Basierend auf der Datenakquise wurde ein digitaler Gebäudedekatalog aller 309 Gebäude der Gemeinde erstellt. Mittels einer Benutzeroberfläche kann dieser navigiert und Daten eingesehen bzw. editiert werden (siehe Abbildung 1). Zusätzlich wurden die im Gebäudedekatalog enthaltenen Gebäude in der GIS-Software ArcGIS als rudimentäre Geometrien auf-

- 1 Screenshot digitaler Gebäudedekatalog (Filemaker)
- 2 Screenshot digitales georeferenziertes 3D-Modell (ArcGIS)

Folgende Parameter wurden im digitalen Gebäudekatalog erfasst:

- Gebäude-ID
- Gebäudetyp
- Nutzung / Bezeichnung
- Baujahr
- Anzahl Wohneinheiten
- Anzahl Einwohner
- Zustand
- Denkmalschutz ja / nein
- Fassadenkonstruktion
- Fenster(art) inkl. Anteil und Rahmen
- Stockwerke
- Bruttogeschossfläche BGF
- Energiebezugsfläche EBF
- Traufhöhe
- Dachform
- Dachneigung
- Dachausrichtung (zur Sonnenbahn)
- Wärmeerzeugung Warmwasser
- Lüftungsart
- Heizsystem Erzeugung und Wärmeabgabe
- Erfolgte letzte Sanierung
- Sanierte Bauteile
- Einbaujahr Heizsystem
- Anschlüsse: Fernwärme, Strom, Wasser, Gas und Verbräuche (Liter/a bzw. m³/a bzw. kWh/a)
- Stromverbrauch (Hochverbrauch Winter, Niederverbrauch Sommer, Gesamt)
- Eigene Stromproduktion und Verbrauch (kWh/a), zusätzliche Wärmeproduktion (Kamin, Ofen)
- Dämmung Fassade
- Gesamte Dachfläche zur Sonnenbahn

gebaut und alle Datenbankinformationen den hinterlegten Gebäude-IDs zugewiesen (siehe Abbildung 2). In ArcGIS kommen weitere für die Analyse verwendbare Information hinzu wie beispielsweise Höhenmodelle, Strassen, Bahngleise oder Parzellen. Hier können Vergleiche und Typen visuell dargestellt und nach Auswahlkriterien gespeichert werden.

BERECHNUNG DER VERBRAUCHS- UND EMISSIONSWERTE

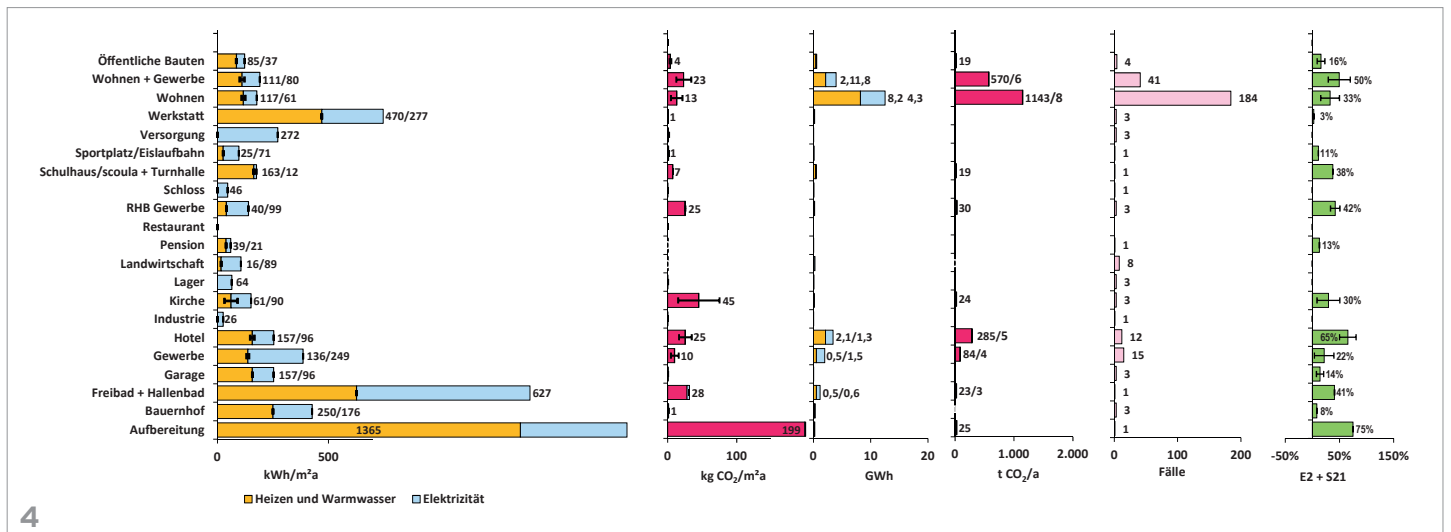
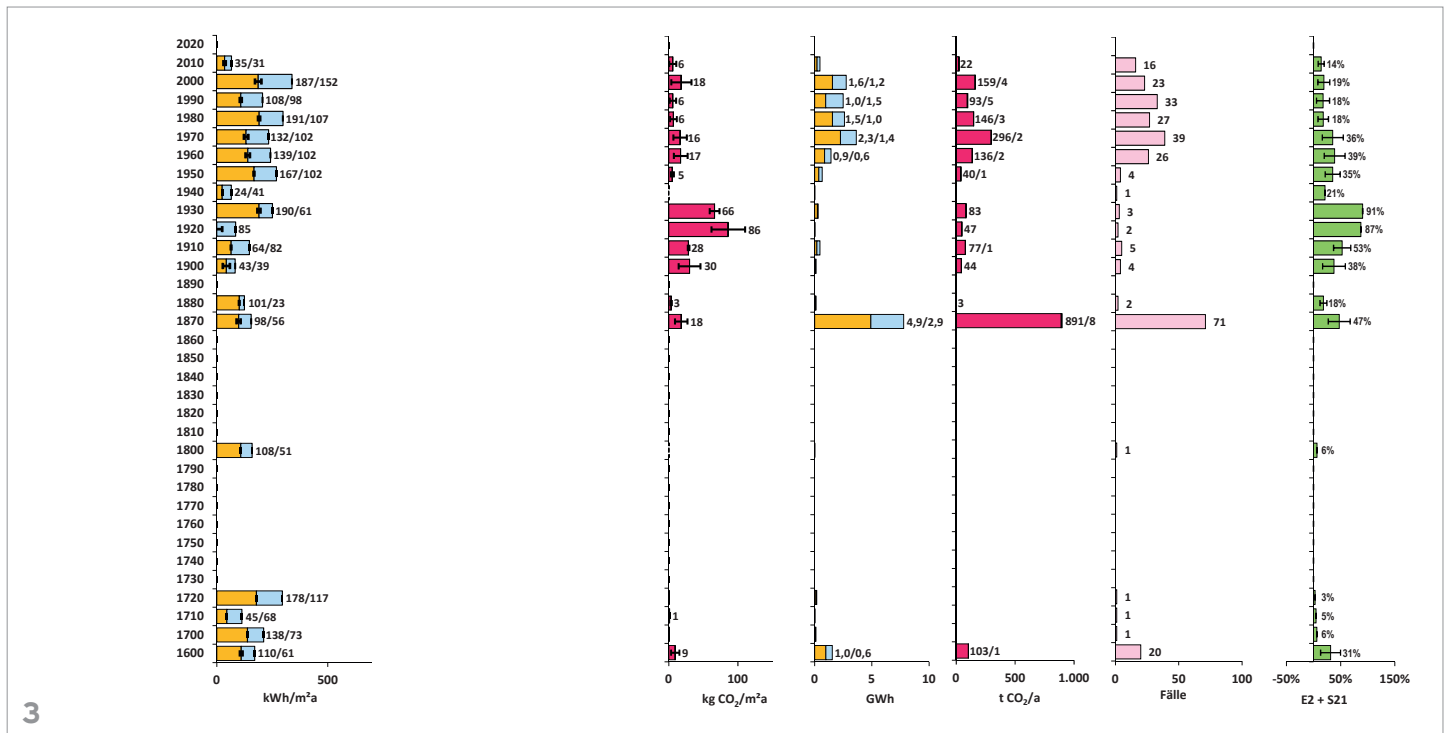
Für die korrekte Zuweisung von Verbrauchsdaten werden für die Gebäude bestehende aggregierte Werte den verschiedenen Nutzungen zugeordnet. So muss z. B. bei Gebäuden mit Elektroheizung der Gesamtstromverbrauch abhängig von den Angaben in der Datenbank in Verbrauch für die Heizung und Gebrauchstrom unterteilt werden. Für die Umrechnung von Nutzenergie auf Endenergie wurden typische Effizienzwerte bzw. Verluste der unterschiedlichen Heizsysteme angenommen. Für die Ermittlung der CO₂-Emissionen wurden im Rahmen des Projekts Konversionsfaktoren gemäss ecoinvent-Datenbank verwendet. Die Faktoren berücksichtigen neben

dem Energieträgerverbrauch auch die lebenszyklusbedingten Aufwendungen für die Systeme (graue Emissionen).

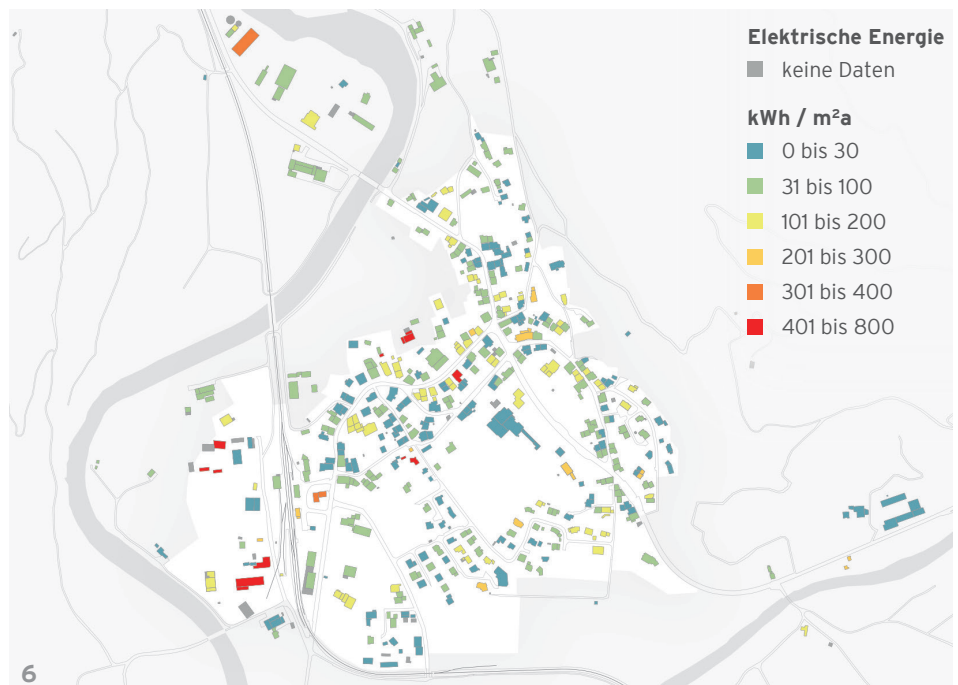
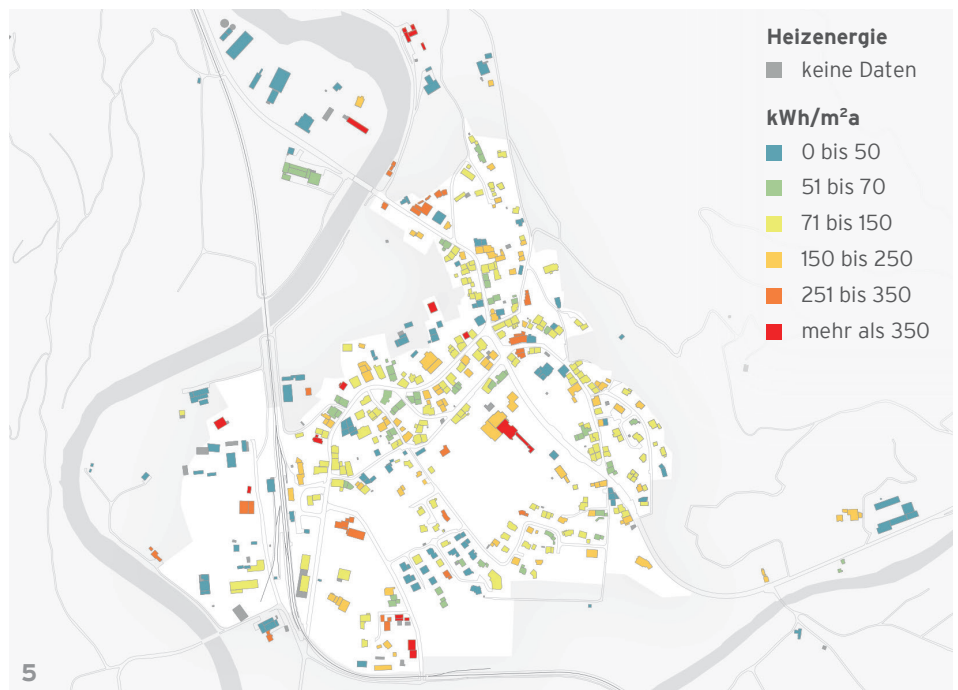
ENERGIEVERBRAUCH UND CO₂-EMISSIONEN DES GEBÄUDEPARKS

Basierend auf den Angaben in der Gebäudedatenbank und den Berechnungen können Analysen und Vergleiche von Gebäuden erstellt werden. Daten zu Nutzung, Gebäudetypen, Baujahr, Heizsystem und Einbaujahr des Heizsystems wurden analysiert und gewertet nach Energieverbrauch (kWh/m²a bzw. kWh/a), CO₂-Emissionen pro Quadratmeter und Jahr (kg CO₂/m²a) sowie Anzahl Fälle und totaler Verbrauch pro Jahr (t CO₂/a).

Die Darstellung als Histogramme (siehe Abbildungen 3, 4) erlaubt einen ersten vergleichenden Überblick über den Gebäudebestand, dessen gesamten Energieverbrauch und Emissionen. Darüber hinaus ist eine erste Abschätzung interessanter Gebäude für die Identifikation von Transformationspotenzialen möglich.



- 3 Energieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Baujahr
- 4 Energieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Nutzung



FAZIT

Die Datenanalyse des Gebäudeparks von Zernez zeigt unter anderem, dass:

- Gebäude, die in den 1870er Jahren erstellt wurden, durchschnittlich weniger Energie pro Quadratmeter verbrauchen als Gebäude, die in den 2000er Jahren erstellt wurden;
- Gebäude, die in den 1930er und 1980er Jahren erstellt wurden, den durchschnittlich höchsten Wärmeverbrauch pro Quadratmeter aufweisen; Gebäude, die in den 2000er Jahren erstellt wurden, den grössten Stromverbrauch;
- «Wohnen» und «Wohnen + Gewerbe» die wesentlich überwiegende Nutzung der Gebäude darstellt und diese, obwohl sie nur einen mittleren durchschnittlichen Energieverbrauch aufweisen, über 80% der CO₂-Emissionen verursachen;
- Dass elf verschiedene Kombinationen von Heizsystemen im Ort eingesetzt werden, worunter die Ölheizungen sowie einfache Elektroheizungen dominieren;
- Aufgrund des CO₂-armen Stroms aus Wasserkraft die 89 Gebäude mit Ölheizungen circa 88% der CO₂-Emissionen verursachen.

In Kombination mit den GIS-Daten können Karten mit entsprechender Einfärbung zur besseren Übersicht erstellt werden (siehe Abbildungen 5 und 6).

- 5 Karte des Energieverbrauchs für Heizen
- 6 Karte des Elektrizitätsverbrauchs

ERNEUERBARE RESSOURCEN

*Dr. Kristina Orehounig
Georgios Mavromatidis*

Um einen Überblick der in der Gemeinde vorhandenen erneuerbaren Ressourcen für die Energieproduktion zu erhalten, werden sowohl die bereits genutzten Ressourcen als auch das darüber hinaus zur Verfügung stehende Potenzial aller erneuerbaren Energiequellen evaluiert.

ERNEUERBARE RESSOURCEN

GRUNDLAGEN

- Kenndaten der öffentlichen Infrastrukturen und verwendeten Energiequellen (z. B. Nutzung von Energieholz, Fernwärme- und Gasanschlüsse, Stromnetz, Verwendung von Biogas, etc.)
- Kenndaten von Gebäudeeigentümern (Art der Energiequelle für Heizung und Strom pro Gebäude, sowie die jeweils verwendete Menge der Energieträger pro Jahr)
- Lebenszyklus-CO₂-Faktoren für alle bereits verwendeten und zusätzlichen Energiequellen

VORGEHENSWEISE

- Unterscheidung in Energiequellen zur Strom-, Wärme- und Kältegewinnung
 - Definition der benötigten Lebenszyklus-Faktoren
 - Prüfung der zeitlichen Verfügbarkeit der vorhandenen Ressourcen
 - Prüfung der Vor- und Nachteile der vorhandenen Ressourcen
- Potenziale Gebäudeebene:
- Nutzung von Solarenergie durch Photovoltaik und Solarthermie
 - Nutzung von untiefer Geothermie durch Grundwasserbrunnen oder Erdwärmesonden sowie Wärmepumpen
 - Nutzung von Abwärme im Abwasser oder von Büro- und Industriegebäuden
- Potenziale Gemeindeebene:
- Nutzung von vorhandenen Holzbeständen, Restholz und Energieholz
 - Nutzung von Bioabfällen (Privat / Gastronomie / Hotels / Landwirtschaft)
 - Nutzung von Abwasserwärme vor oder nach einer Kläranlage sowie deren Klärschlamm zur Erzeugung von Biogas
 - Nutzung von Abwärme vorhandener Müllverbrennungsanlagen
 - Nutzung von Wärme von Oberflächengewässern (Seen, Flüsse), Tunneln, etc.
 - Nutzung von Windenergie durch Windkraftanlagen
 - Nutzung von hydraulischer Energie durch Wasserkraftanlagen, etc.

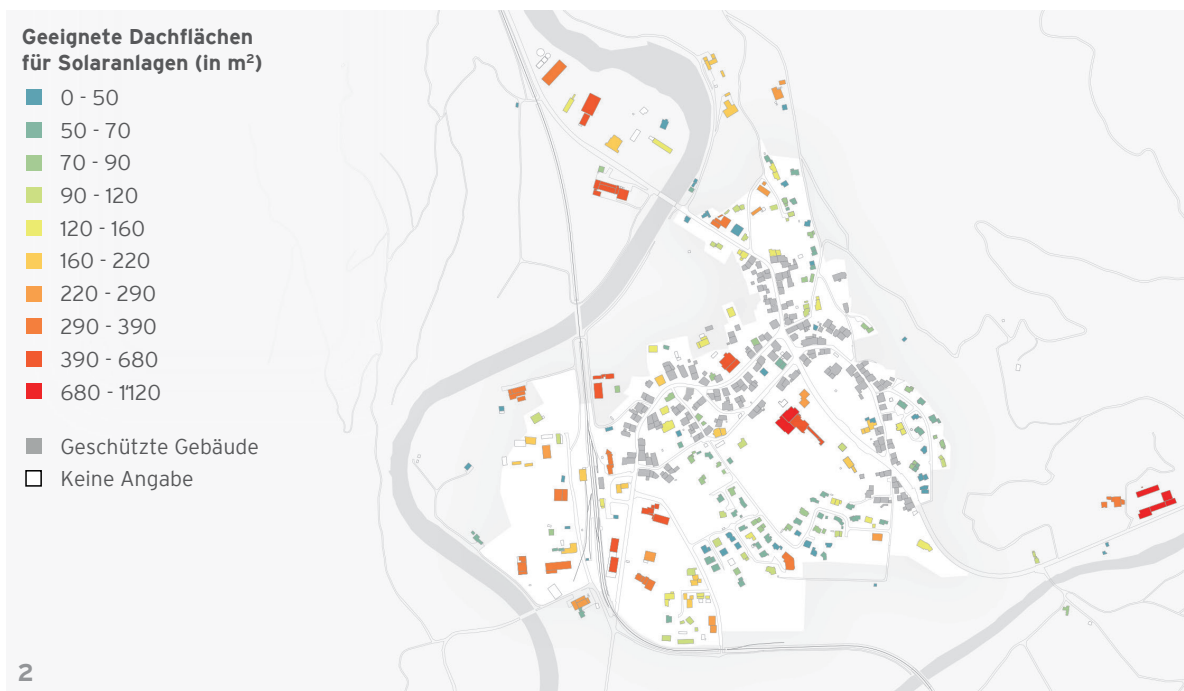
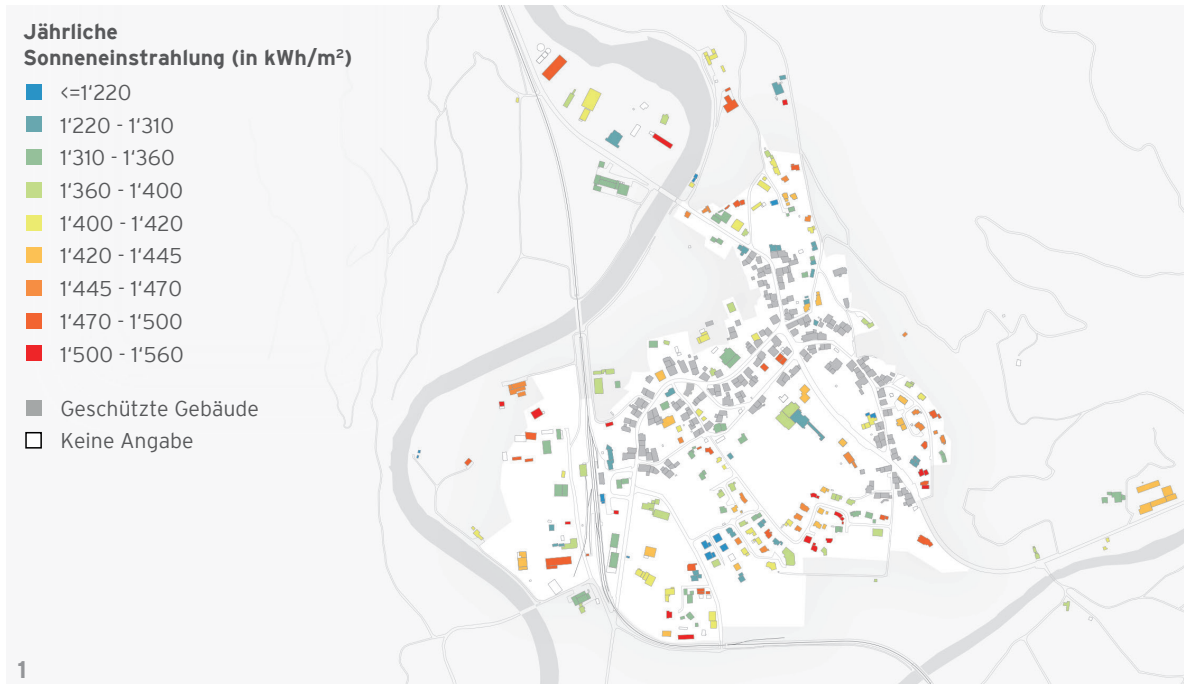
DOKUMENTATION

- Tabellarische Übersicht der verfügbaren erneuerbaren Ressourcen
- Bewertung der zeitlichen Verfügbarkeit der evaluierten Ressourcen
- Karte zur geografischen Verfügbarkeit der evaluierten Ressourcen

FAZIT

Die Analyse der vorhandenen Ressourcen zeigt auf, welche lokalen erneuerbaren Energieträger und -quellen zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse beinhalten idealerweise auch eine zeitliche und örtliche Komponente. Die vorhandenen Ressourcen können in einem nächsten Schritt dem Verbrauch gegenübergestellt werden, um Aufschluss über die Deckung des Energieverbrauchs geben zu können.

AM BEISPIEL ZERNEZ



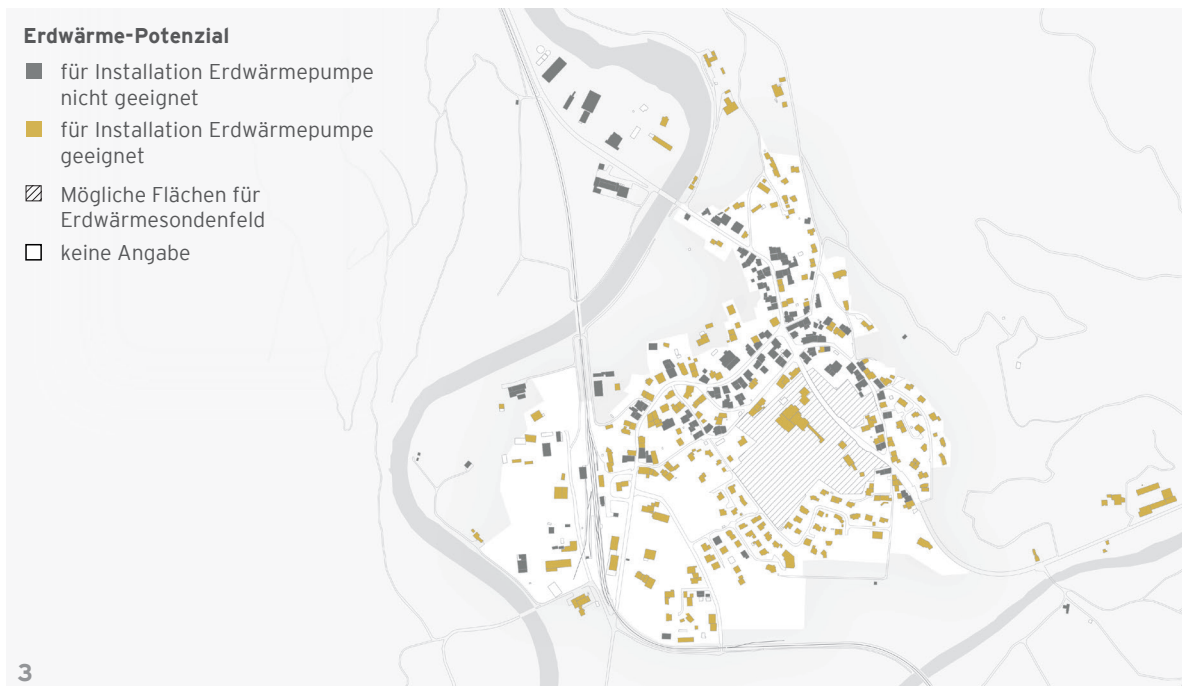
- 1 Jährliche Sonneneinstrahlung auf Dachflächen
- 2 Geeignete Dachflächen für Solaranlagen

Für das Dorf Zernez wurden folgende Quellen erneuerbarer Energieträger geobasiert analysiert: Photovoltaik, Solarthermie, Geothermie, Biomasse, Wasserkraft und Windkraft. Dabei wurde zwischen Potenzialen, die dem Dorf zentral zur Verfügung stehen (Biomasse, Wasserkraft, etc.) und Potenzialen, die gebäudeintegriert vorhanden sind (gebäudeintegrierte Photovoltaik, Nutzung von Erdwärme, etc.) unterschieden. Für die Analyse des Energiepotenzials wurde das gesamte Gemeinde-

gebiet von Zernez herangezogen. Bei der Analyse gebäudeintegrierter erneuerbarer Energien wurden jeweils die zugehörigen Flächen der Gebäude mit in Betracht gezogen. Ein entscheidendes Kriterium für die Auswahl von erneuerbaren Energieträgern ist die CO₂-Belastung, die durch die eingesetzten Technologien verursacht wird. Im Fall von Zernez wurden deshalb für die vorhandenen Ressourcen Lebenszyklus-CO₂-Werte in Betracht gezogen (siehe Kapitel Energiesysteme).

NUTZUNG VON SONNENENERGIE

Das vorhandene Solarpotenzial aller Gebäude bzw. der zugehörigen Dachflächen wurde für die Nutzung von Photovoltaik (Gewinnung von Strom) und Solarthermie (Gewinnung von Wärme) ermittelt. Für die Errechnung der vorhandenen Potenziale wurde ein geografisches Informationssystem (GIS) mit einem Berechnungswerkzeug der solaren Einstrahlung auf geneigten Flächen herangezogen. In die Berechnung flossen die Ausrichtung und



Neigung der Dachfläche, die Verschattung der Dachflächen durch umliegende Gebäude im Nahbereich, oder Höhenprofile von Bergen im Fernbereich sowie lokale Globalstrahlungswerte ein. Das Solarpotenzial wurde auf stündlicher Basis für ein Referenzjahr berechnet. Für die Berechnung von Stromgewinnung aus Photovoltaik wurde angenommen, dass 60% der sonnenzugewandten (nordorientierte Flächen ausgenommen) Dachflächen genutzt werden können. Dieser Wert basiert auf der Abschätzung, dass das vorhandene Solarpotenzial durch z.B. Kamine oder handelsübliche Formate von Photovoltaik-Modulen nicht voll ausgeschöpft werden kann. Als Effizienzgrad für Photovoltaik-Module wurden 15% angenommen.

Abbildung 1 zeigt das Solarpotenzial auf nutzbaren Dachflächen des Dorfs. Schützenswerte Gebäude sind mit einem Rahmen markiert. Bei diesen Gebäuden ist es generell möglich, Photovoltaik oder Solarthermie zu integrieren, zur Erhaltung des Ortsbilds sollten diese Dachflächen jedoch eher vermieden werden, beziehungsweise zunächst ästhetisch vertretbare Installationen getestet werden. Der Integration von Photovoltaik in bereits bestehende Gebäude wurde in einem ersten Schritt Vorrang gegeben. Zusätzlich zu den gebäude-

integrierten Potenzialen können auch brachliegende oder versiegelte Flächen (z. B. Parkplätze), welche sich in kommunaler oder privater Hand befinden, in Betracht gezogen werden. So stünden beispielsweise alleine im Industriegebiet westlich des Bahnhofs bis zu 38'000 m² Lager-, Rangier- und Parkierflächen zur Verfügung. Die effektiv mögliche Nutzung dieser Flächen müsste jedoch im Detail überprüft werden. Aus vorhandenen Globalstrahlungsdaten auf den analysierten Dachflächen lässt sich zusätzlich zu Photovoltaik auch das Potenzial für Solarthermie errechnen. Bei Solarthermie muss jedoch beachtet werden, dass die Effizienz des Systems stark vom Fassungsvermögen des integrierten Speichers abhängt. Für das in Tabelle 7 zusammengefasste Potenzial der Solarthermie wurde ein Effizienzgrad von 35% angenommen.

NUTZUNG VON ERDWÄRME

Erdwärme gewährt unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten und bietet eine nachhaltige und von Klima, Tages- und Jahreszeit relativ unabhängige Energiequelle für die Wärmeerzeugung. Im Folgenden werden die Potenziale von Erdwärmesonden, Erdwärmesondenfeldern, Grundwasserwärmenutzung und tiefer Geothermie näher beschrieben.

ERDWÄRMESONDEN

Das Potenzial gebäudezugehöriger Erdwärmesonden in Kombination mit Wärmepumpen zur Bereitstellung von Raumwärme wurde ermittelt. Die Berechnung basiert auf der vorhandenen Grundfläche des jeweiligen Gebäudes, dem derzeitigen Wärmebedarf und der daraus resultierenden erforderlichen Spitzenleistung der Wärmepumpe. Mittels GIS wurde die Anzahl möglicher Erdsonden mit der Annahme eines Abstands von 7.5 Metern zwischen einzelnen Sonden sowie zur Grundstücksgrenze errechnet. Basierend auf den Angaben bestehender Anlagen (Quelle: Geologe aus Zernez) wurden sowohl Bodenverhältnisse als auch die Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs abgeschätzt. Unter Zernez befindet sich gemäss Angaben des Geologen ab einer Tiefe von 150 Metern wasserundurchlässiges Gestein.

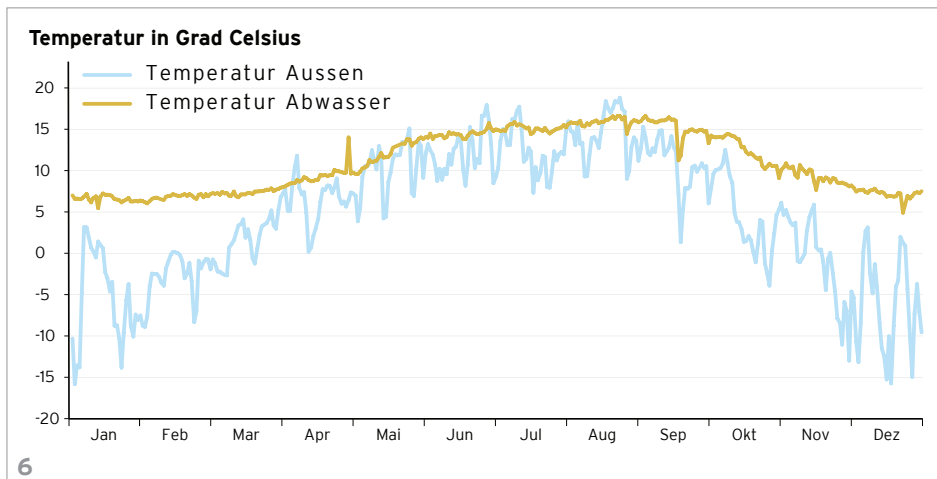
Zwei Berechnungsmethoden wurden gewählt: Die Norm des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins SIA 384/6 und eine vereinfachte Abschätzung. Die Berechnung laut SIA 384/6 sieht eine maximale Anzahl von vier Erdsonden vor. Diese Beschränkung reduziert das Potenzial zur Nutzung von Erdwärme erheblich, und wurde deshalb in der <vereinfachten Abschätzung> nicht berücksichtigt. Die

Potenzial	Quelle		kWh/a
Biogas	Abfälle, Landwirtschaft	Bereits genutzt	134'000
Biogas	Kläranlage	Bereits genutzt	300'000 (Strom)
Biogas	Kläranlage	Bereits genutzt	494'000 (Wärme)
Energieholz	Energieholz - Wald Zernez	Bereits genutzt	4'200'00
Energieholz	Energieholz - Wald Zernez	Zusätzliches Potenzial	1'930'00

4

Gewässer	Geplante Leistung	Produktion kWh/a
Val Sasura	2.3 MW	8'015'670
Val Barlas-ch	1.5 MW	5'126'319
Val Punt'Ota	1.6 MW	26'718'903

5



- 3 Darstellung des Wärmepumpenpotenzials basierend auf dem ermittelten zukünftigen Verbrauch
- 4 Zusammenfassung Potenzial Biomasse
- 5 Geplante Kleinwasserkraftwerke in der Gemeinde
- 6 Vergleich Tagesrücklauftemperatur der Kläranlage und Aussen-temperatur in Zernez

Abbildung 3 zeigt in gelb alle Gebäude, die ein Erdwärmesondenpotenzial (gemäss der vereinfachten Abschätzung) aufweisen. Diese Daten basieren auf den relevanten ermittelten zukünftigen Energieverbräuchen und den daraus errechneten erforderlichen Leistungen der Wärmepumpen. Das hier dargestellte Potenzial basiert auf der Annahme, dass das jeweilige Gebäude ausschliesslich mit Erdsonden und Wärmepumpen beheizt wird.

ERDWÄRMESONDENFELD

Erdwärmesondenfelder können in Kombination mit einem Niedertemperatur-Wärmenetz sowie den nötigen Energiequellen zum Wärmeintrag als saisonale Speicher genutzt werden. Im Rahmen einer Abschätzung wurden nur kommunale Flächen unter Berücksichtigung der Einschränkung des nutzbaren Erdreichs in Betracht gezogen. Abbildung 3 zeigt den Bereich, der zur Einrichtung eines Erdwärmesondenfelds in Betracht gezogen wurde. Die genaue Auslegung eines Erdwärmesondenfelds erfordert eine Simulation des Verhaltens des Erdreichs, insbesondere unter Berücksichtigung möglicher Wärmequellen zu dessen Regenerierung. Bei der Nutzung eines Erdwärmesondenfelds ist zu beachten, dass eine ausreichende Balance zwischen Verbraucher

und Rückspeisung von Wärme gewährleistet ist. Dies wäre zu überprüfen, da der Vorteil der Nutzung der bei der Deckung des Kühlbedarfs im Sommer anfallenden Abwärme in Zernez nicht gegeben ist.

GRUNDWASSERWÄRMENUTZUNG

Die Nutzung der Wärme des Grundwassers ist in Zernez grundsätzlich möglich und es wurden bereits Anlagen errichtet. Der Einsatz und die Effektivität von Grundwasserwärmepumpen ist allerdings stark von umliegenden Anlagen abhängig, und erfordert geologische Gutachten, Grundwasserkarten sowie eine genaue Prüfung, die im Rahmen dieser Untersuchung nicht abgedeckt werden konnten. Es wäre zu überprüfen, ob in einzelnen Fällen eine Grundwasserwärmepumpe einer Erdsondenanlage vorzuziehen wäre, derzeit lassen sich jedoch keine verallgemeinernden Aussagen treffen.

TIEFE GEOTHERMIE

Für die Nutzung tiefer Geothermie ist eine geologische Abklärung notwendig, auf die im Rahmen dieses Projekts verzichtet wurde.

NUTZUNG VON BIOMASSE

Das Biomassepotenzial setzt sich aus Ernte und Abfällen der Wald- und Landwirtschaft (Energieholz, Restholz, Gülle, etc.), der Verarbeitung in Gewerbe und Industrie (Lebensmittelabfälle, Altholz, etc.) sowie den Haushalten (Garten- und Küchenabfälle sowie Speisereste) zusammen.

BIOGASANLAGE

Bioabfälle aus Gastronomiebetrieben sowie nachwachsende Rohstoffe, Rückstände aus der Tierhaltung und weitere organische Reststoffe aus Landwirtschaftsbetrieben werden bereits in der bestehenden Biogasanlage verarbeitet. Daraus werden aktuell circa 300'000 kWh Strom und 494'000 kWh Wärme produziert.

BIOGAS KLÄRANLAGE

Das Biogaspotenzial der Kläranlage wird aktuell bereits genutzt (ca. 134'000 kWh Wärme). Zusätzliches Potenzial liesse sich durch Zulieferung von Klärschlamm aus den Fraktionen Lavin und Susch generieren. Da diese Fraktionen aber nicht im Untersuchungsperimeter liegen, wurde dieses Potenzial im Rahmen des Projekts «Zernez Energia 2020» nicht weiter berücksichtigt.

Potenzial	Integration	Produktion kWh/a	Kommentar	Relevant für «Zernez Energia 2020»
Photovoltaik	Gebäudeintegriert	2'960'000	Geschützte Gebäude (Dachflächen nur mit Vorbehalt nutzbar)	ja
Photovoltaik	Gebäudeintegriert	5'270'000	Alle übrigen Gebäude	ja
Solarthermie*	Gebäudeintegriert	6'900'000	Geschützte Gebäude (Dachflächen nur mit Vorbehalt nutzbar)	ja
Solarthermie*	Gebäudeintegriert	12'300'000	Alle übrigen Gebäude	ja
Geothermie	Gebäudeintegriert	8'960'000	Nutzbares Potenzial gemäss aktuellem Energieverbrauch	ja
Geothermie	Gebäudeintegriert	5'100'000	Nutzbares Potenzial unter der Annahme, dass der Energieverbrauch der Gebäude bereits reduziert ist	ja
Biogas (Kläranlage)	Zentral	134'000	Wärme und Strom	ja
Biogas (Abfälle, Landwirtschaft)	Zentral	494'000	Wärme	ja
Biogas (Abfälle, Landwirtschaft)	Zentral	300'000	Strom	ja
Energieholz	Zentral	4'200'000	Bereits genutzt	ja
Energieholz	Zentral	1'930'000	Zusätzliches Potenzial	ja
Kleinwasserkraft (Val Sarsura)	Zentral	7'000'000	Antrag in Bearbeitung	Nur ohne bzw. nach Ablauf der KEV anrechenbar
Kleinwasserkraft (Val Barlasch)	Zentral	4'700'000	Darf voraussichtlich nicht errichtet werden	Nur ohne bzw. nach Ablauf der KEV anrechenbar
Kleinwasserkraft (Val Punt'Otta)	Zentral	5'500'000	Darf voraussichtlich nicht errichtet werden	Nur ohne bzw. nach Ablauf der KEV anrechenbar

* Das Potenzial bezieht sich auf die gleichen Dachflächen wie das der Photovoltaik. Es kann nur eine der beiden Technologien genutzt werden.

7 Zusammenfassung der vorhandenen Potenziale erneuerbarer Ressourcen

BRENNHOLZ

Gemäss den Daten des Forstbetriebs der Gemeinde Zernez und des kantonalen Amtes für Wald fallen im Wald von Zernez jedes Jahr durchschnittlich 1'500 m³ Energieholz an (Durchschnittswert der Jahre 2006 -2012). Entsprechend einer Hochrechnung des Amtes für Wald kann das derzeitige Potenzial durch intensivere Nutzung und die Bewirtschaftung neuer Sortimente erhöht werden. Durch intensivere Nutzung könnten circa 10% mehr, also etwa 150 m³ pro Jahr zusätzlich gewonnen werden. Der zusätzliche Ertrag aus der Bewirtschaftung neuer Sortimente wird auf ca. 540 m³ pro Jahr geschätzt. Das Gesamtpotenzial würde demnach etwa 2'190 m³ pro Jahr ergeben. Dies entspricht einem Heizwert von circa 6'130 MWh (Annahme: 2'800 kWh/m³). Derzeit werden circa 300 m³ Energieholz an private Haushalte verkauft, der Rest wird für das lokale Fernwärmenetz verwendet.

ABWÄRME AUS KLÄRANLAGE

Auch das Potenzial der Nutzung der Abwärme aus der Kläranlage wurde betrachtet. In Abbildung 6 ist die durchschnittliche Rücklauftemperatur des Wassers über den Zeitraum von einem Jahr dargestellt. Die Durch-

schnittstemperatur beträgt während der Wintermonate ca. 6°C. Diese Temperatur ist relativ gering, ausserdem liegt die Kläranlage am Rand des Systemperimeters, was die unmittelbare Nutzung der Abwärme stark erschwert.

KLEINWASSERKRAFT

Das Potenzial für Kleinwasserkraftwerke in der Gemeinde ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Voraussetzung für die Genehmigung der geplanten Kraftwerke ist ein positives Umweltschutzgutachten. Derzeit ist geplant, die Kleinwasserkraftwerke durch die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) zu finanzieren. In diesem Fall wird die gewonnene Energie in das Netz zurückgespielen und kann daher während des Vergütungszeitraums nicht zum Ausgleich der Energiebilanz für das Dorf herangezogen werden, da mit der kostendeckenden Einspeisevergütung auch der Vorteil der niedrigen CO₂-Intensität der Wasserkraft abgetreten wird.

WINDKRAFT

Potenzial für Grosswindkraft besteht vorwiegend an exponierten Lagen und nicht direkt im Gemeindegebiet von Zernez. Aus

landschaftlicher Sicht, auch hinsichtlich des angrenzenden Schweizerischen Nationalparks, wären Anlagen dort nicht nur schwierig zu platzieren sondern auch schwierig zu erschliessen. Aus diesen Gründen wurde die Windenergie im Rahmen dieser Potenzialanalyse nicht in Betracht gezogen.

FAZIT

Die Analyse zeigt die vorhandenen Potenziale erneuerbarer Ressourcen in Zernez für verschiedene Energiequellen auf. Eine Anzahl an erneuerbaren Energieträgern und Energiequellen wird bereits genutzt, wie die Erzeugung von Biogas aus Abfällen der Landwirtschaft und Gastronomiebetrieben, sowie die Nutzung von Energieholz. Weitere Möglichkeiten bieten unter anderem die vermehrte Nutzung von Solarenergie zur Gewinnung von Strom, aber auch eine verstärkte Nutzung von Energieholz sowie die Installation von Kleinwasserkraftwerken. Eine weitere Möglichkeit zur Abdeckung des Heizwärmebedarfs der Gebäude bietet die Nutzung von Erdwärmesonden und Wärmepumpen.

ENERGIESYSTEME UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

*Dr. Kristina Orehounig
Georgios Mavromatidis*

Um den Anteil der verschiedenen vorhandenen Energiesysteme innerhalb des gewählten Systemperimeters an den gesamten CO₂-Emissionen zu ermitteln, werden die vorhandenen Systeme zur Bereitstellung von Strom, Wärme und Kälte sowohl auf Gebäudeebene als auch auf Ebene der öffentlichen Infrastruktur evaluiert. So können Reduktionspotenziale, aktuelle Defizite, Anknüpfungspunkte und Systemgrenzen für die weitere Bearbeitung identifiziert werden.

ENERGIESYSTEME UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

GRUNDLAGEN

- Kenndaten der öffentlichen Infrastrukturen (bestehende Kraftwerke, Energiequellen und Produktionssysteme, eventuell vorhandene Fernwärme- oder Gasnetze, Stromnetz, Versorgungseinrichtungen wie Abfallentsorgung und -aufbereitung, Abwasseraufbereitung und Kanalisation, etc.)
- Gebäuderegister- bzw. Katasterdaten (beheizte Gebäude, Energiebezugsflächen, Anschluss an Stromzähler, letzte Erneuerung des Heizsystems, etc.)
- Energieverbrauchsdaten auf Gebäudeebene, wie z. B. Öl-, Gas-, Holz- und Stromverbrauch (Umfragen bei den Gebäudeeigentümern), als Datengrundlagen können hierfür Energierechnungen oder auch Messdaten herangezogen werden
- Energieverbrauchsdaten auf der Ebene der öffentlichen Infrastruktur, wie z. B. Verbrauchsdaten eines Fernwärmenetzes oder einer Biogasanlage sollten zusätzlich eingeholt werden (z. B. durch Befragung der zuständigen Personen oder von Energiebereitstellern)
- Daten des Elektrizitätsversorgers, wie z. B. Stromkennzeichnung, Verbrauch auf Gemeindeebene, Strompreise, Informationen ortsspezifischer Verträge mit Kraftwerken, weitere Informationen von Energielieferanten

VORGEHENSWEISE

- Datenerhebung Strom auf Gebäudeebene: Vorhandene Produktionsanlagen, Bezüge und Netzeinspeisungen (mindestens in jährlicher Auflösung)
- Datenerhebung Wärme auf Gebäudeebene: Heizungstyp und Installationsjahr, Energiebezüge (mindestens in jährlicher Auflösung, v. a. fossiler Energieträger), Systemtypen zur Warmwasseraufbereitung
- Datenerhebung Strom auf öffentlicher Ebene: Lieferant(en), Zusammensetzung (Strommix), Vorhandene Kraftwerke im Systemperimeter, Elektrizitätsnetz (Eigentumsverhältnisse, Zustand, aktuelle Einpeisung / Kapazität, etc.)
- Datenerhebung Wärme auf öffentlicher Ebene: Vorhandene Netze (Wärme, Kälte, Gas, etc.) und deren Zustand und Kapazität, Temperaturniveau, angeschlossene Gebäude, Auslastung, Effizienz, Wärmequelle, Alter, etc.
- Wasseraufbereitung (Kapazität, Zustand, Massnahmen zur Nutzung der Abwärme, etc.) und Abwassernetz (System, Kapazität, Zustand, etc.)
- Bewertung der bereits installierten Technologien sowie in Zukunft geplanter Technologien mit Lebenszyklus-CO₂-Werten

DOKUMENTATION

- Karte der bestehenden Heizsysteme
- Karte der bestehenden Energienetze
- Zusammenstellung von Informationen gebäuderelevanter Energiesysteme (z. B. Energieverbrauch, Art des Heizsystems, Alter des Heizsystems)

FAZIT

Die Datenerhebung kann relativ zeitintensiv sein, da die Informationen aus vielen unterschiedlichen Quellen zu beziehen sind. Eine gute Datengrundlage ist aber entscheidend für die Planung und Definition möglicher Entwicklungsszenarien. Um eine Aussage über die CO₂-Belastung durch einzelne Energiesysteme treffen zu können, werden Lebenszyklus-CO₂-Daten verwendet, welche die eingesetzte Energie des Herstellungsprozesses berücksichtigen.

AM BEISPIEL ZERNEZ

Im Rahmen von «Zernez Energia 2020» wurde eine grosse Anzahl an gebäudespezifischen Daten gesammelt, die in einer Datenbank zusammengefasst wurden und als Grundlage für die Analyse der Energiesysteme dienen. Die darin enthaltenen Informationen stammen einerseits aus vorhandenen Informationen der Gemeinde, andererseits wurden Gebäudeeigentümer gezielt nach zusätzlichen Informationen wie z. B. den Energieverbräuchen befragt.

Um einen Überblick der Infrastruktur auf Gemeindeebene zu bekommen, wurden zusätzlich Informationen aus verschiedenen Quellen innerhalb der Gemeinde eingeholt, wie beispielsweise zur gemeindeeigenen Holzschneitzelheizung und dem dazugehörigen Fernwärmenetz, zur Abwasseraufbereitungsanlage, zur Forstbewirtschaftung, etc. Die folgende Zusammenfassung der Energiesystem-Analyse umfasst Systeme und Infrastruktur auf Gebäude- und Gemeindeebene und ist in Systeme zur Bereitstellung von Wärme und Strom gegliedert (Datenbasis: 2011).

GEBÄUDEEBENE: STROM

Aktuell sind 304 Gebäude an das lokale Stromnetz angeschlossen. Derzeit existiert nur eine Photovoltaik-Anlage, die etwa 11'000 kWh jährlich in das Netz einspeist. Um den Ausbau der erneuerbaren Energieträger zu fördern, wird zurzeit der Bau solcher Anlagen vom Bund durch die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) oder bei Kleinanlagen durch Einmalvergütungen (EIV) gefördert. Wenn Anlagen durch die KEV unterstützt sind, kann der bilanzierte CO₂-Ausstoss aufgrund deren Produktion nicht vermindert werden, da der ökologische Mehrwert des Stroms abgetreten wird (Herkunftsnachweis). Bei Photovoltaik-Anlagen geht man von einer Vergütungsdauer von 20 Jahren aus. Während dieses Zeitraums kann der Export von Solarstrom nicht zur Kompensation von CO₂-Emissionen verwendet werden.¹

GEBÄUDEEBENE: WÄRME

Ein Drittel der Gebäude sind mit Ölheizungen ausgestattet (91 Anlagen), die zur Bereitstellung von Warmwasser und Raumwärme dienen. Die bestehenden Anlagen wurden vor allem zwischen 1960 und 2011 installiert und verursachen den grössten Anteil der jährlichen gebäudespezifischen CO₂-Emissionen.

Ein weiteres Drittel der Gebäude ist mit Elektrowiderstandsheizungen ausgestattet (118 Anlagen). Viele dieser Gebäude verfügen über eine zusätzliche Holzheizung. Mit dem zunehmenden Elektrizitätsbedarf ist Strom ein zu wertvoller Energieträger geworden, um ihn zur Raumheizung zu verwenden. Eine effizientere Lösung zum Heizen mit Strom stellen auf Wärmepumpen basierende Heizsysteme dar. Ein relativ geringer Anteil der Gebäude wird ausschliesslich mit Holz oder Holzschneitzeln beheizt. Zumeist kommen Kombinationen von Heizsystemen zur Anwendung. Das dafür benötigte Holz wird entweder importiert oder stammt aus lokaler Eigenproduktion und dem Forstbetrieb von Zernez.

23 Gebäude verfügen über eine Wärmepumpe. Der grösste Anteil basiert auf Erdwärmesonden, vier Anlagen basieren auf Grundwasser und ein Gebäude ist mit einer Luftwärmepumpe ausgestattet. Von den über 300 Gebäuden in Zernez verfügen derzeit etwa neun Gebäude über eine Solarthermie-Anlage. Diese dienen, meist in Kombination mit Holzheizungen, zur Bereitstellung von Brauchwasser und Raumwärme.

Der Grossteil der Wärmeabgabesysteme in den Gebäuden basiert entweder auf Stromheizungen oder Röhrenradiatoren. Etwa 50 Gebäude sind mit Flächenheizungen ausgestattet. Bei einer Änderung des Heizsystems ist das vorhandene Wärmeabgabesystem zu berücksichtigen, da sie nicht mit allen Heizsystemen kombiniert werden können.

GEMEINDEEBENE: WÄRME

Das bestehende Fernwärmenetz wird von zwei Holzschneitzelheizungen versorgt. Derzeit sind 33 Gebäude angeschlossen. Die Holzschneitzelheizungen sind altersbedingt zu ersetzen. Das derzeit eingesetzte Holz stammt entweder aus dem Forstbetrieb von Zernez oder wird per Lastwagen aus der Region angeliefert. Aufgrund des noch ungenutzten Potenzials an lokal vorhandenem Energieholz (siehe Kapitel Erneuerbare Ressourcen, Seite 47) wäre eine Erweiterung des Fernwärmenetzes denkbar. Dazu würde sich die Dorfmitte anbieten, da dort eine relativ hohe Wärmenachfragedichte besteht und viele Ölheizungen vorhanden sind, die durch eine Erweiterung des Netzwerks ersetzt werden könnten.

Bioabfälle und Co-Substrate aus Gastronomiebetrieben sowie Abfälle aus Landwirtschaftsbetrieben werden in einer bestehenden Biogasanlage verarbeitet. Daraus werden etwa 300'000 kWh Strom und 494'000 kWh Wärme produziert. Die entstehende Wärme wird zur Unterstützung des Gärprozesses und zur Beheizung und Warmwasseraufbereitung eines angeschlossenen Wohnhauses genutzt. Die Kanalisation von Zernez basiert auf einem Mischsystem. Auch das Meteor- und Tauwasser wird in die Kanalisation eingeleitet. Dies führt zu relativ tiefen Temperaturen in der Kanalisation. Das Potenzial der Nutzung der Wärme aus dem Abwasser ist relativ gering, da die Kanalisation auf einem Mischsystem basiert und sich relativ weit weg von den Wärmeverbraucher befindet. Die Abwasseraufbereitung erfolgt durch eine Tauchtropfkörper-Anlage, der anfallende Klärschlamm wird in einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeherstellung genutzt. Die Abwärme wird für Prozesse im Faulurm eingesetzt und der anfallende Strom ins Netz gespiesen. Zusätzlich kommen für den Klärprozess sowohl Heizöl als auch Strom aus dem Netz zum Einsatz.

Energieträger	CO ₂ -Emissionen (g CO ₂ -eq/kWh)
Import Strom aus Wasserkraft	11.50
Schweizer Strommix	148.40
Strom aus Photovoltaik-Anlagen	75.19
Luftwärmepumpen	32.91
Erdwärmepumpen	23.82
Stromheizungen	11.50
Ölheizungen	340.64
Holzpellets (in Boilern) - Einzelanlagen	50.28
Holzsnitzelheizung Fernwärmenetz	23.92
Blockheizkraftwerk Fernwärmenetz (Bereitstellung von Wärme)	39.60
Blockheizkraftwerk Fernwärmenetz (Bereitstellung von Strom)	115.20
Holzheizungen	23.20
Biogas-Blockheizkraftwerk (Bereitstellung von Strom)	154.05
Biogas-Blockheizkraftwerk (Bereitstellung von Wärme)	14.89
1	

GEMEINDEEBENE: STROM

Das lokale Niederspannungsnetz (16kV) ist im Besitz der Gemeinde Zernez. Die Gemeinde verfügt über einen Stromvertrag mit den Engadiner Kraftwerken (Kraftwerk Ova Spin), welches die Gemeinde mit Strom aus reiner Wasserkraft versorgt. Deshalb basiert der CO₂-Faktor des Stroms, der in der Gemeinde zum Einsatz kommt, nicht auf dem Schweizer Strommix sondern auf reiner Wasserkraft. Gemäss dem Konzessionsvertrag zwischen der Gemeinde und den Engadiner Kraftwerken vom Januar 1971 bezieht die Gemeinde jedes Jahr 300'000 kWh Strom gratis und erhält weitere 1'400'000 kWh zu einem Vorzugspreis. Diese Gratis- und Vorzugsenergie von insgesamt 1'700'000 kWh Strom wurde der Gemeinde als Kompensation für die wirtschaftlichen Einbussen auf Grund des Rückgangs der Wassermenge in den entsprechenden Gewässern und den damit einhergehenden Einbussen bei der Fischerei auf Gemeindegrund zugestanden unter der Berücksichtigung, dass wesentliche Anteile der Infrastruktur des Kraftwerks (Staumauer, Ausgleichsbecken) auf Gemeindegrund gebaut wurden. Deshalb wird dieser Anteil in der weiteren Analyse als lokale Produktion berücksichtigt. Die Zusatzenergie wird hingegen als Import betrachtet, da es sich hierbei um eine Bezugsoption handelt, die mit dem Bezug von Strom auf dem offenen Markt gleichzusetzen ist.

Quellen

1 <http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de>

BEWERTUNG

Die vorhandenen Systeme werden mit CO₂-Kennzahlen belegt, hierfür werden Lebenszyklus-Werte herangezogen, die sowohl die eingesetzten Energieträger beinhalten, als auch das verwendete System und deren Herstellung (Quelle: ecoinvent Version 2.2). In der Tabelle 1 sind die für die Analyse relevanten CO₂-Kennzahlen zusammengefasst. Die derzeit vorhandenen Systeme und die eingesetzten Energieströme werden mit CO₂-Faktoren bewertet (siehe Kapitel Energieflüsse und Emissionen) und dienen als Ausgangslage für die Definition von Entwicklungsszenarien.

FAZIT

Die bestehenden Ölheizungen im Dorf Zernez verursachen den grössten Anteil der CO₂-Emissionen und ihr Austausch stellt somit das grösste CO₂-Reduktionspotenzial dar. Widerstandstromheizungen sind als ein relativ ineffizientes Heizsystem zu bewerten, da Strom ein zu wertvoller Energieträger ist, um ihn zur direkten Raumheizung zu verwenden. Eine Möglichkeit der Effizienzsteigerung bietet deren Ersatz durch effizientere Wärmepumpensysteme. Das bestehende Fernwärmenetz versorgt bereits 33 Gebäude mit Wärme und birgt das Potenzial einer Erweiterung des Netzes in der Dorfmitte.

1 Lebenszyklus-CO₂-Kenndaten für in Betracht gezogene Energiequellen und -systeme

TEILSZENARIEN





Basierend auf den Erkenntnissen aus der Analyse werden im nächsten Schritt Teilszenarien zur Erreichung der Projektziele in den Bereichen «Räumliche Entwicklung», «Energieverbrauch und CO₂-Emissionen im Betrieb» und «Energieversorgung» erarbeitet. Dabei muss nicht jedes Teilszenario bereits als konkret realisierbare Option für die Zukunft betrachtet werden. Die Teilszenarien sind viel mehr so angelegt, dass sie – teilweise auch in Extremen – mögliche Potenziale ausloten, Zusammenhänge offenlegen, Chancen und Risiken sichtbar machen und so eine fundierte Grundlage für sinnvolle Entscheide zur Zusammenführung der verschiedenen Themenbereiche gewährleisten.

Eine Bewertung der jeweiligen Teilszenarien hilft dabei, Prioritäten zu setzen, Risiken – wie beispielsweise zu hohe Kosten – zu vermeiden und damit als Entscheidungsgrundlage für die Synthese im nächsten Kapitel zu dienen. Die Teilszenarien für die räumliche Entwicklung übernehmen dabei eine Scharnierfunktion: Sie führen laufend die Ergebnisse aus den verschiedenen Themenbereichen in allgemein verständliche Zukunftsbilder zusammen, um diese mit Einwohnern, Eigentümerinnen, Experten und Stakeholderinnen zu diskutieren.

ENERGIEVERBRAUCH UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

*Prof. Dr. Arno Schlüter
Prof. Dr. Philipp Geyer
Sasha Cisar*

Nach der Erhebung der relevanten Gebäudedaten, deren Erfassung und der ersten Analyse können in einem nächsten Schritt anhand der Daten Sanierungsmassnahmen mit optimaler Kosteneffizienz identifiziert und Gebäude in Bezug auf ihr Sanierungspotenzial in Gruppen unterteilt werden. Kosteneffizienz ist in diesem Kontext als das Verhältnis der Reduktion in CO₂-Äquivalent je investiertem Franken definiert. In Kombination mit Investitions- und Zeitrahmen können anschliessend Strategien entwickelt werden, die aufzeigen, wann, zu welchen Kosten und mit welchen Massnahmen bestimmte Emissionsziele erreicht werden können.

ENERGIEVERBRAUCH UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

GRUNDLAGEN

- Gebäudedatenbank mit den relevanten Gebäudedaten
- Aufstellung möglicher Sanierungsmassnahmen
- Lokale Kosteninformationen für Sanierungsmassnahmen und Anwendungskriterien (z.B. Denkmalschutz)
- Emissionen je Energieträgertechnologie

VORGEHENSWEISE

- Anwendung möglicher Sanierungsmassnahmen auf alle Gebäude im Gebäudekatalog
- Auswertung der Kosteneffizienz der Massnahmen
- Gruppierung der Gebäude nach Sanierungstypen gemäss Ansprechverhalten auf Massnahmen
- Definition von Sanierungsstrategien für den Gebäudebestand durch Kombination von Gebäudegruppen mit Investitionsbudget beziehungsweise Zeitrahmen

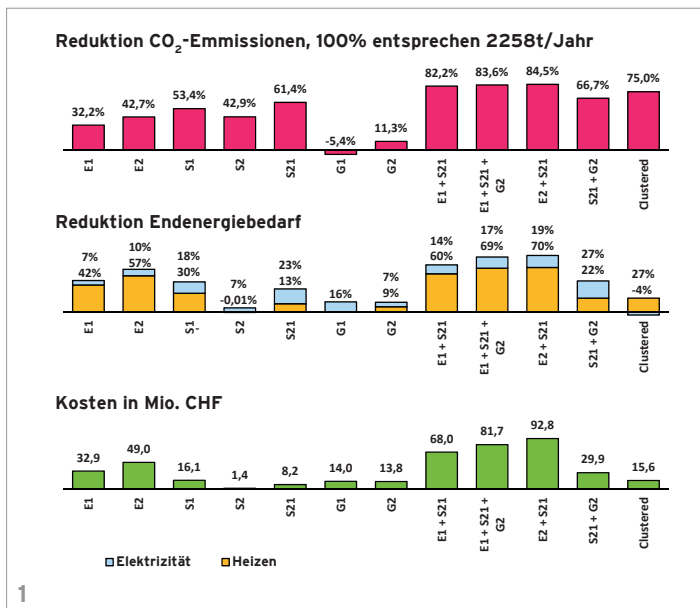
DOKUMENTATION

- Teilszenarien möglicher Sanierungsmassnahmen für den Gebäudebestand
- Kosteneffizienzkurven der Massnahmen
- Gruppendifinitionen von Gebäuden gleicher Sanierungstypologie
- Sanierungsstrategien

FAZIT

Die Entwicklung von Teilszenarien nach der oben genannten Vorgehensweise erlaubt es, die wirksamsten und kosteneffizientesten Massnahmen für bestimmte Gebäude zu identifizieren. Die Gruppierung dieser Gebäude und die Kombination mit Zeit und Investitionsvolumen ermöglicht die Erstellung von Sanierungsstrategien für den gesamten Gebäudebestand. Eine mögliche Umsetzung kann durch einen Aktionsplan definiert werden.

AM BEISPIEL ZERNEZ



1 Potenziale zur Reduktion von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen: Gesamtreduktion von a) CO₂-Emissionen von total 2258t/a; b) Heizenergiebedarf von total 17'950'000 kWh.

ANNAHMEN UND SYSTEMGRENZEN

Für die Berechnungen des Energieverbrauchs, der resultierenden Emissionen und der Sanierungsmassnahmen müssen Annahmen zu Systemeffizienz, Baukosten und CO₂-Emissionen für die Herstellung von Bauteilen getroffen werden. Diese beinhalten unter anderem die Systemgrenze, den Betrachtungshorizont, die lokalen Energieflüsse sowie die Emissionsfaktoren der Energieträger. Die Untersuchung der Potenziale wird aus Sicht der Gebäude bzw. der Gebäudebesitzer durchgeführt. Die Auswirkung der Massnahmen wird nach der Veränderung der CO₂-Emissionen in der Gebäudebilanz bei Annahme konstanter Konversionsfaktoren der Energieträger bestimmt.

SANIERUNGSMASSNAHMEN

Als Sanierungsmassnahmen wurden vier Grundmassnahmen an der Gebäudehülle, dem Heizsystem sowie Kombinationen dieser Massnahmen definiert. Diese entsprechen nicht den maximal technisch möglichen Massnahmen sondern typischen, in der Gemeinde in der Vergangenheit bereits durchgeführten Sanierungsmassnahmen. Die untersuchten Massnahmen umfassen die Dämmung der Fassade (E1), den Austausch des Heizsystems durch eine Wärmepumpe bzw. Fernwärme (S1/S2), Anbringung von Photovoltaik (G1) und Solarthermie (G2). Für die Fassadendämmung sind Denkmalschutz und erhaltenswürdige Fassaden berücksichtigt. Bei

geschützten Gebäuden kommt nur eine verminderte Innendämmung zum Einsatz. Für den Austausch des Heizsystems ist stellvertretend der Einsatz einer Wärmepumpe angenommen, sofern eine ausreichende thermische Fassadenqualität für deren ökonomischen Einsatz vorhanden ist. Für Photovoltaik wird eine Einspeisung von Überschüssen in das Netz angenommen. Die Anwendung von Solarthermie wird nur angenommen, wenn das Heizsystem zur Wärmeverteilung einen Wasserkreislauf einsetzt. Für Photovoltaik und Solarthermie werden nur die zur Verfügung stehenden, nach Süden ausgerichteten Dachflächen verwendet.

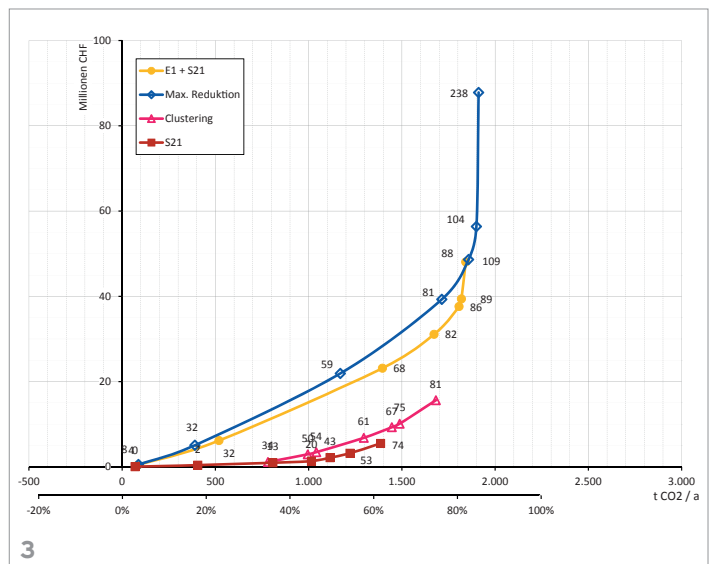
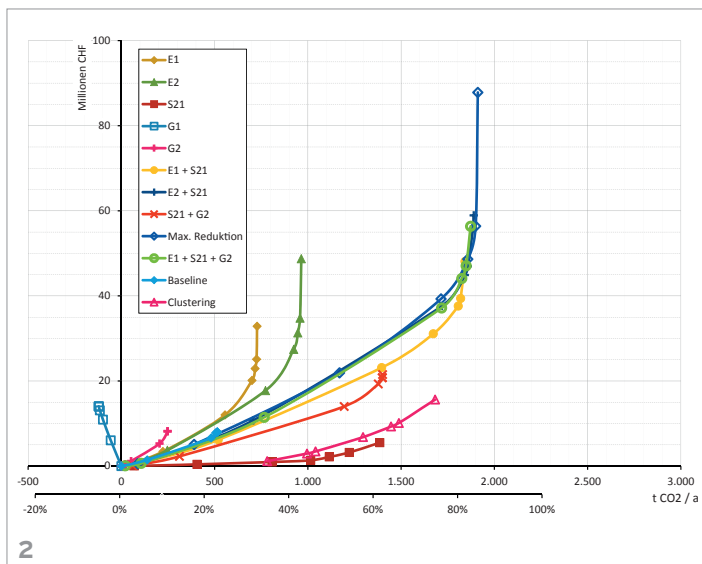
Neben den einzelnen Massnahmen werden auch ausgewählte Kombinationen untersucht (siehe Abbildung 1). Auf dieser Basis werden für jedes Gebäude in der Datenbank die Reduktionspotenziale mittels vereinfachten Energieberechnungen bestimmt. Hierfür werden die Informationen aus der Gebäudedatenbank verwendet sowie, sofern nicht enthalten, weitere notwendige fehlende Parameter abgeschätzt. Die Energie- bzw. Emissionseinsparungen werden mit Kostendaten kombiniert um die Reduktionen mit dem finanziellen Aufwand zu vergleichen. Abbildung 1 zeigt die Wirksamkeit und Kostenaufwand der resultierenden Einzelmassnahmen und Massnahmenkombinationen (Teilszenarien).

Als Ergebnis zeigt sich, dass durch einzelne

Massnahmen nur eine mittlere Reduktion der Emissionen zu erreichen ist. Maximal 53% weniger CO₂-Emissionen können z. B. durch den Einsatz von Wärmepumpen in geeigneten Gebäuden erreicht werden. Erst durch die Kombination von Massnahmen wird ein grösserer Anteil der rund 2'258 Tonnen jährlicher CO₂-Emissionen des Zernez Gebäudebestands vermeidbar. Alle eingeführten Massnahmen zusammen auf alle geeigneten Gebäude angewendet, führen zu einer maximalen Reduktion von 85% der Emissionen.

KOSTENEFFIZIENZ

Für jedes Gebäude in der Datenbank wird die Kosteneffizienz in Gramm eingesparter CO₂-Emissionen je Schweizer Franken für alle Massnahmen ermittelt. Darauf aufbauend werden Kosteneffizienzkurven bestimmt (siehe Abbildungen 2 und 3), in denen je Massnahme, beginnend mit den Sanierungsfällen mit der grössten Kosteneffizienz, die Kosten in Millionen Franken und die Emissionsvermeidung in Tonnen pro Jahr aufsummiert werden. Die Kurven repräsentieren individuelle Teilszenarien und geben Aufschluss über die bestmögliche Potenzialausschöpfung je Massnahme respektive Massnahmenkombination. Auf den Diagrammen sind die Kurven als vorteilhaft zu bewerten, die möglichst flach verlaufen und möglichst weit nach rechts gehen, also eine möglichst hohe Emissionsreduktion bei möglichst geringen Investitionen zulassen.



Ferner spielt die Zahl der Gebäude, die hierfür saniert werden müssen, eine Rolle. Je weniger Gebäude für die Emissionsreduktion saniert werden müssen, desto interessanter ist das Teilszenario.

Insgesamt zeigen Teilszenarien, in denen das Heizsystem auf Fernwärme aus Biomasse oder eine Wärmepumpe umgestellt wird (S21), die besten Kurvenverläufe. Solarthermie (G2) weist unter den getroffenen Annahmen ein relativ geringes Gesamtpotenzial bei einer steilen Kurve auf und ist daher weniger kosteneffizient. Photovoltaik (G1) hat aufgrund des Zerner Strommixes aus Wasserkraft eine negative Emissionsreduktion, da die durch die Verwendung von Photovoltaik-Modulen verursachten CO₂-Emissionen höher sind. Die Kurve «Clustering», d. h. die Anwendung der jeweils kosteneffizientesten Massnahme pro Gebäudegruppe zeigt neben der Massnahme S21 (Fernwärme bzw. Wärmepumpe) den besten Verlauf d. h. die grösste Kosteneffizienz. Hierfür müssten nur 81 Gebäude, d. h. weniger als ein Drittel des Gebäudebestands mittels optimaler Massnahmen saniert werden, um ca. 78 % der CO₂-Emissionen bei geringst möglichen Investitionskosten einzusparen.

GRUPPENBILDUNG (CLUSTERING)

Durch Datenanalyse mittels sogenanntem Clustering werden die Gebäude nach ihrem Ansprechverhalten auf Massnahmen und deren Kombinationen in Gruppen eingeteilt.¹ Für

die Gebäude einer Gruppe sind die gleichen Sanierungsstrategien ähnlich wirksam. Ziel ist es, Strategien für bestimmte Gebäudegruppen abzuleiten, die eine möglichst grosse Ausschöpfung des Potenzials erlauben, indem die geeigneten Massnahmen für die jeweilige Gruppe empfohlen werden. Allerdings bedingt es die Natur des Clustering und dessen automatisierte Datenordnung, dass für einzelne Fälle nicht optimale Massnahmen vorgeschlagen werden können. Dies kann durch Fehler in den erhobenen Daten und durch vereinfachte Annahmen in der Berechnung zur Wirksamkeit der Massnahmen verursacht werden. Die Ergebnisse sind daher als Gesamtstrategie für Zerne zu bewerten, nicht als Sanierungsempfehlung im Einzelfall. Der Einzelfall muss zwingend mit einem Energieberater beziehungsweise einem externen Planer vor Beginn einer Massnahme überprüft werden.

Als Ergebnis des Clustering für die Gebäude in Zerne wurden vier verschiedene Gebäudegruppen identifiziert, für deren Gebäude die gleichen Massnahmen ähnlich kosteneffizient sind:

In **Cluster 1** befinden sich Gebäude, die sehr hohe CO₂-Emissionen aufweisen und sehr gut auf Massnahmen an der Gebäudehülle (E1/E2) wie auch auf Sanierung der Gebäudetechnik reagieren (S1, S2, S21). Grund ist eine Ölheizung bei allen Gebäuden sowie ein hoher Wärmebedarf, der trotz guter Dämmung hohe Emissionen verursacht.

Cluster 2 gruppiert die mit Ölheizungen betriebenen Gebäude mit den geringsten Emissionen, wobei diese im Durchschnitt weniger gedämmt sind als die in Cluster 1. Grund hierfür ist vermutlich eine kompaktere Gebäudeform und /oder ein sparsameres Heizverhalten. Diese Gebäude reagieren nur gering auf Sanierungsmassnahmen.

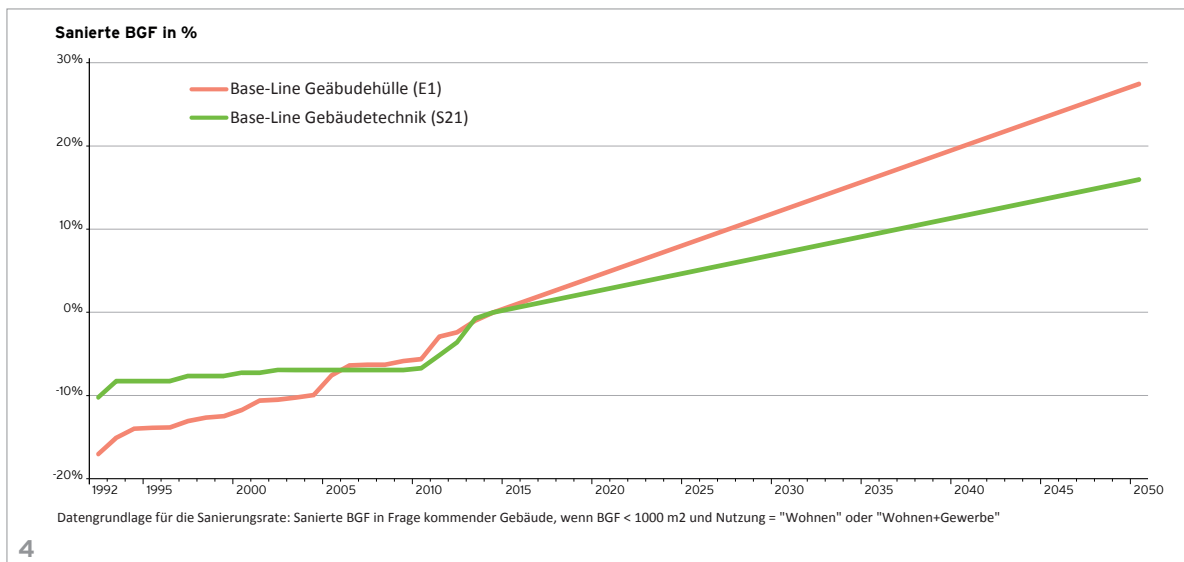
Die Gebäude in **Cluster 3**, ebenfalls nur mit Ölheizungen betrieben, liegen in ihren CO₂-Emissionen wie auch ihrer Reaktion auf Massnahmen zwischen den Clustern 1 und 2. Insbesondere sind in diesem Cluster viele kleine Gebäude enthalten.

Cluster 4 enthält alle Gebäude mit geringen CO₂-Emissionen, für die alle Massnahmen daher geringe Effekte zeigen, also kein Handlungsbedarf besteht. Fast alle Gebäude in diesem Cluster nutzen schon Alternativen zur Ölheizung.

Cluster 5 enthält wenige Sondergebäude, die sich diesen Charakteristiken nicht eindeutig zuordnen lassen, sehr hohe Emissionen und demnach auch ebenso hohe Reaktionen auf Massnahmen aufweisen.

IDEALE SANIERUNGSMASSNAHMEN FÜR CLUSTER

Auf Basis der Analyse und der daraus folgenden Zusammensetzung der Cluster kann eine optimale Sanierungsstrategie entwickelt werden. Die Strategie wird auf die bestmögliche



Kosteneffizienz abgestimmt, wie sie oben beschrieben ist. Für die Cluster 1 und 2, deren Gebäude bereits gut gedämmt sind, wird nur der Ersatz des auf Öl basierten Heizsystems durch eine Wärmepumpe bzw. der Anschluss an das Fernwärmenetz vorgeschlagen. Für die Cluster 3 und 5 ist zusätzlich Wärmedämmung eine sinnvolle Massnahme, da die Gebäude in Cluster 3 vorwiegend schlecht und nicht ausreichend für ein Niedertemperaturheizsystem gedämmt sind und die Gebäude in Cluster 5 einen sehr hohen Wärmebedarf aufweisen. Für den Cluster 4 sind keine Massnahmen erforderlich, da hier die Gebäude mit geringen CO₂-Emissionen enthalten sind.

SANIERUNGSSTRATEGIEN

Die Sanierungsstrategien beschreiben den zeitlichen Verlauf der Sanierung des Gebäudebestands unter bestimmten Randbedingungen. Es werden zuerst «Baseline-Szenarien» bestehender Entwicklungen und dann mögliche alternative Zukunftsszenarien unter geänderten Randbedingungen beschrieben.

Zur Ermittlung der historischen Entwicklung von Sanierungen in Zernez wurden die letzten 20 Jahre analysiert, eine Sanierungskurve erstellt und daraus ein Trend abgeleitet. Aus der Gebäudedatenbank wurde die durchschnittliche Sanierungsrate für Gebäudehülle und -technik ermittelt und auf dieser Basis eine Entwicklung bis 2050 angenommen. Diese Entwicklungen bilden die «Baseline», siehe auch Abbildung 4.

UMSETZUNGSSZENARIEN

Für eine Umsetzung der Sanierungen wurden mögliche Zukunftsszenarien entwickelt, die in Bezug auf die Investitionen, den Zeitrahmen und die angewandten Massnahmen variieren. Neben dem Baseline-Szenario wurden drei weitere Szenarien definiert:

Szenario 1: Massnahmen E1+S21 mit Investitionen von 0.5 Mio CHF pro Jahr für energetische Massnahmen, insgesamt 18 Mio. CHF; Anwendung gleichmässig auf alle Gebäude, soweit anwendbar, ohne Präferenz

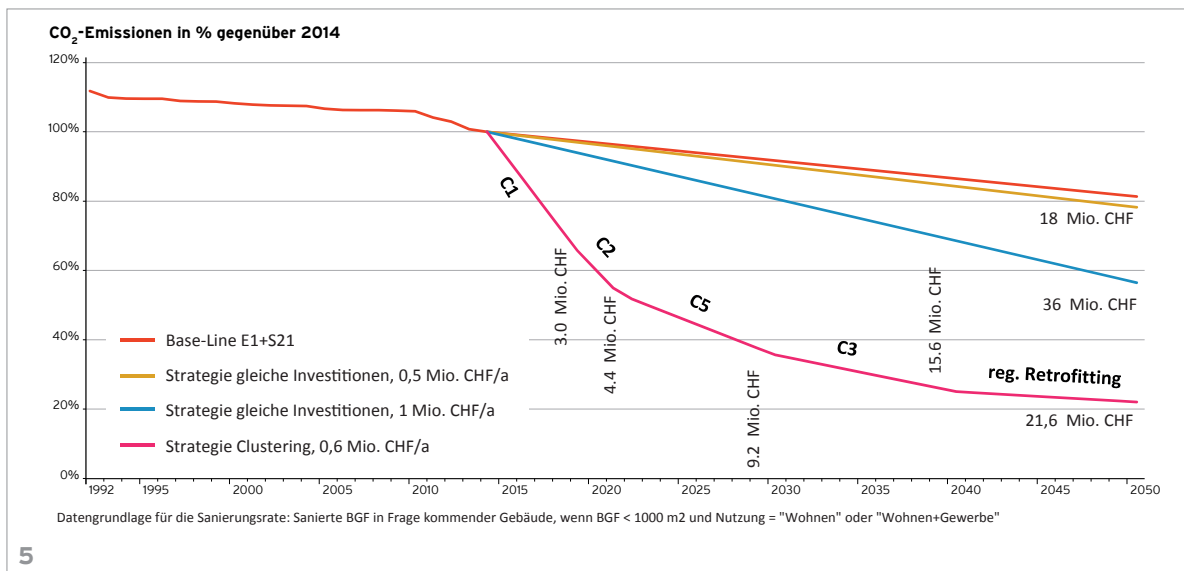
Szenario 2: wie Szenario 1, aber mit Investitionen von 1 Mio. CHF pro Jahr für energetische Massnahmen, insgesamt 36 Mio. CHF

Szenario 3: Vorgehen nach kostenoptimalen Clustern, 0.6 Mio. CHF pro Jahr für energetische Massnahmen, insgesamt 21.6 Mio. CHF; ausgewählte Massnahmen je Cluster und Reihenfolge der Sanierung der Cluster

Abbildung 5 zeigt den zeitlichen Verlauf, der sich auf der Basis jährlich konstanter Investitionen für die Baseline-Szenarien wie auch die drei Zukunftsszenarien ergibt. Es ist zu erkennen, dass die Anwendung der gezielten Sanierung gemäss Clustering schneller zu einer Verminderung der CO₂-Emissionen gegenüber gleichen Investition in die Sanierung aller Gebäude führt.

Insbesondere zu Beginn weist die Clustering-Strategie eine sehr schnelle Reduktion der

- 2 Kosteneffizienz (CO₂-Reduktion und Investition) aller Massnahmen und Kombinationen
- 3 Kosteneffizienz (CO₂-Reduktion und Investition) ausgewählter Massnahmen und Kombinationen inklusive Anzahl der Gebäude (in schwarz)
- 4 Ermittelte Bruttogeschossfläche der Sanierungsaktivität in den letzten 20 Jahren für Gebäudehülle und Haustechnik sowie Projektion bis 2050



Emissionen in der ersten Phase auf, indem zuerst die Ölheizungen in Gebäuden mit hohem Wärmebedarf und folglich den grössten Emissionen ausgetauscht werden. In dieser Phase werden die Cluster 1 und 2 saniert. Es wird nur das Heizsystem ausgetauscht, keine Dämmung der Gebäudehülle angewandt. Dies ist möglich, da hier vorwiegend Gebäude enthalten sind, die ausreichend Dämmung für die Anwendung von Wärmepumpen und den entsprechenden Niedertemperatursystemen aufweisen. Zugleich wird in diesem Szenario in der Anfangsphase bis circa 2020 ein grosser Anteil der Geschossfläche durch den Austausch der Heizsysteme saniert und dadurch die Emissionen gesenkt. Erst in späteren Phasen der Sanierung werden die Gebäude in Cluster 3 und 5 angegangen. Hier sind neben dem Austausch der Heiztechnik auch die Dämmung der Gebäudehülle und der Austausch der Fenster erforderlich.

ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Beurteilung möglicher Massnahmen und Kombinationen geschieht anhand ihrer Kostenwirksamkeit, d. h. wie viel Gramm CO₂-Emissionen pro investiertem Franken eingespart werden können. Hierfür werden die Massnahmen für jedes Gebäude in der Datenbank berechnet. Daraus ergeben sich Kosteneffizienzkurven, die eine Einschätzung nach eingesparten CO₂-Emissionen pro eingesetztem Franken ermöglichen. Die Synthese

zur Transformationsstrategie geschieht unter Berücksichtigung der eingesetzten Finanzmittel über einen bestimmten Zeitraum. Die Clustering-Strategie stellt dabei das wirksamste Szenario dar, mit dem die gesteckten Ziele am schnellsten erreicht werden könnten.

Die Analyse bisheriger Sanierungen der Gebäude in der Gebäudedatenbank zeigt, dass auch nach in der Vergangenheit erfolgten Einzelmassnahmen oft ein zusätzliches Reduktionspotenzial an CO₂-Emissionen besteht. Die Analyse unterstreicht, dass primär Kombinationen von Massnahmen oder idealerweise die nach Kosteneffizienz optimierten Massnahmen des Clustering verwendet werden sollten, um eine grosse Wirkung zu erreichen. Das Vorgehen nach Massnahmen optimaler Kosteneffizienz für die jeweiligen Gebäude stellt allerdings auch eine Herausforderung für eine mögliche Umsetzung dar. In einem optimalen Vorgehen gemäss Sanierungsstrategie gilt es, nicht alle, sondern gezielt die Gebäude mit der grössten Wirkung mit den Massnahmen mit der grössten Kosteneffizienz zu sanieren und dies gegebenenfalls zu fördern.

Quellen

- 1 P. Geyer, A. Schlüter, S. Cisar, A Performance-Based Clustering Model for Retrofit Management of Building Stocks, 21st International Workshop on Intelligent Computing in Engineering, Cardiff, UK, 2014. Sowie: P. Geyer, A. Schlüter, S. Cisar, Application of Clustering for the Development of Retrofit Strategies for Large Building Stocks, Advanced Engineering Informatics, 2015 (eingereicht).

- 5 CO₂-Emissionen der unterschiedlichen Transformationsstrategien in %

ENERGIESYSTEME UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

*Dr. Kristina Orehounig
Georgios Mavromatidis*

Um die Energieversorgung zu optimieren, werden Szenarien zur Deckung des Strom-, Wärme- und Kältebedarfs der Gebäude entwickelt. Zunächst für den bereits bestehenden Gebäudebestand, in einem weiteren Schritt dann auch für zu erwartende zukünftige Entwicklungen. Die entwickelten Energieszenarien werden auf der Basis ihrer Kosten und CO₂-Emissionen bewertet und einander gegenübergestellt. In einem weiteren Schritt wird ein Zeithorizont festgelegt, in dem die gesetzten Ziele zu erreichen sind und ein Fahrplan mit verschiedenen Meilensteinen entwickelt. Bei der Entwicklung der Szenarien sollten verschiedene Stakeholder-Gruppen (wie z.B. Gemeindevorstand, Einwohnerinnen, Gewerbetreibende, etc.) mit einbezogen werden.

ENERGIESYSTEME UND CO₂-EMISSIONEN IM BETRIEB

GRUNDLAGEN

- Definitionen der zu erreichenden Ziele
- Analyse des aktuellen Energieverbrauchs und dessen Reduktionspotenzialen (gebäudespezifisch)
- Analyse zu den vorhandenen Potenzialen erneuerbarer Ressourcen
- Analyse zum derzeitigen Stand der Energiesysteme und ihrer CO₂-Emissionen

VORGEHENSWEISE

- Um das Feld der Möglichkeiten zur Erreichung der Projektziele auszuloten, werden basierend auf den Analysen vorhandener erneuerbarer Ressourcen und möglicher Transformationen der Energiesysteme eine Reihe von (teilweise radikalen) Szenarien entwickelt, die deren räumliche und ökonomische Auswirkungen exemplarisch aufzeigen. Die Optimierungskriterien und Ziele der Szenarien sollten den Anteil lokaler Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen, die Reduktion der gebäudebezogenen CO₂-Emissionen und möglichst niedrige Kosten für Installation und Betrieb umfassen.
- Die Szenarien werden mit computerunterstützten Simulationen, Berechnungsmethoden oder anderen Analysen bewertet und einander gegenübergestellt. Sie dienen in einem nächsten Schritt - zusammen mit den Teilszenarien zum Energieverbrauch und der räumlichen Entwicklung - als Grundlage für die Diskussion mit verschiedenen Stakeholder-Gruppen. So können mögliche Potenziale erkannt und kritische Entwicklungen abgewogen werden und Feinjustierungen in Frage kommender Szenarien vorgenommen werden.

DOKUMENTATION

- Tabellarische Zusammenstellung bewerteter Kriterien
- Zusammenstellung von Szenarien-spezifischen Kosten
- Grafische Darstellung der Szenarien

FAZIT

Ein breites Spektrum an Energieszenarien wird definiert, welche alle die bestehenden Energiesysteme sowie den Energieverbrauch des Dorfs berücksichtigen. Idealerweise bieten diese Szenarien eine Anzahl verschiedener Möglichkeiten, z.B. Integration von Fernwärmenetzen, individuelle Lösungen für Privatgebäude oder einzelne Energieverbände. Dabei ist der Input von Vertretern der Gemeinde wichtig, um verschiedene Interessen der einzelnen Parteien zu erfassen und später auch die Implementierung des ausgewählten Szenarios zu fördern.

AM BEISPIEL ZERNEZ

Die Gemeinde Zernez hat sich das Ziel gesetzt, in Zukunft den gesamten gebäudebezogenen Energiebedarf des Dorfs Zernez aus eigener, erneuerbarer Produktion zu decken und die resultierende CO₂-Bilanz auf Null zu senken. Anhand der Analyse können daraus folgende Optimierungskriterien abgeleitet werden: Konsequenter Ersatz der auf fossilen Brennstoffen basierenden Heizsysteme und Erhöhung der lokalen Strom- und Wärmeproduktion bei möglichst geringen Kosten für die Installation und den Betrieb der Energiesysteme.

Über die Analyse der lokal verfügbaren erneuerbaren Ressourcen für die Wärme- und Stromproduktion und die Analyse der bestehenden Energiesysteme hinaus wurden ausserdem zusätzliche Informationen von Bewohnern der Gemeinde über Möglichkeiten der Entwicklung eingeholt. Das beinhaltet angedachte sowie bereits geplante Bauvorhaben von Energiesystemen, aber auch geplante Renovationen vorhandener Systeme oder Infrastrukturen.

Die Energiesystem-Szenarien zielen darauf ab, Zernez zu 100% mit lokal produzierter Wärme und Strom sowie auch Wärme zu versorgen. Der Wärmebedarf kann durch eine Kombination von verschiedenen Systemen abgedeckt werden, die sehr unterschiedliche Anforderungen an Energiequellen, Temperaturniveau sowie Platzierung des Wärmeerzeugers und von Fernwärmeleitungen haben. Um eine Aussage über den idealen Grad der Grösse von Wärmeverbänden treffen zu können, zielen die Teilszenarien zu den Energiesystemen auf verschiedene Ebenen der Vernetzung ab. Um nicht nur den Wärmebedarf sondern auch den Strombedarf für Beleuchtung und Geräte sowie Wärmepumpen lokal und mit möglichst geringen CO₂-Emissionen zu decken, wurden zusätzliche lokale Stromquellen in Betracht gezogen: Neben der Nutzung von Biomasse mittels eines Blockheizkraftwerks und der möglichen Installation eines Kleinwasserkraftwerks birgt hier vor allem auch die Photovoltaik grosses Potenzial. Bei den entwickelten Szenarien

liegt in einem ersten Schritt der Fokus auf der Nutzung der Solarenergie, da während der Projektlaufzeit angedacht war, zusätzliche Kleinwasserkraftanlagen über die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) zu finanzieren, und diese demnach erst nach Ablauf deren Laufzeit zur CO₂-Reduktion im Dorf herangezogen werden können.

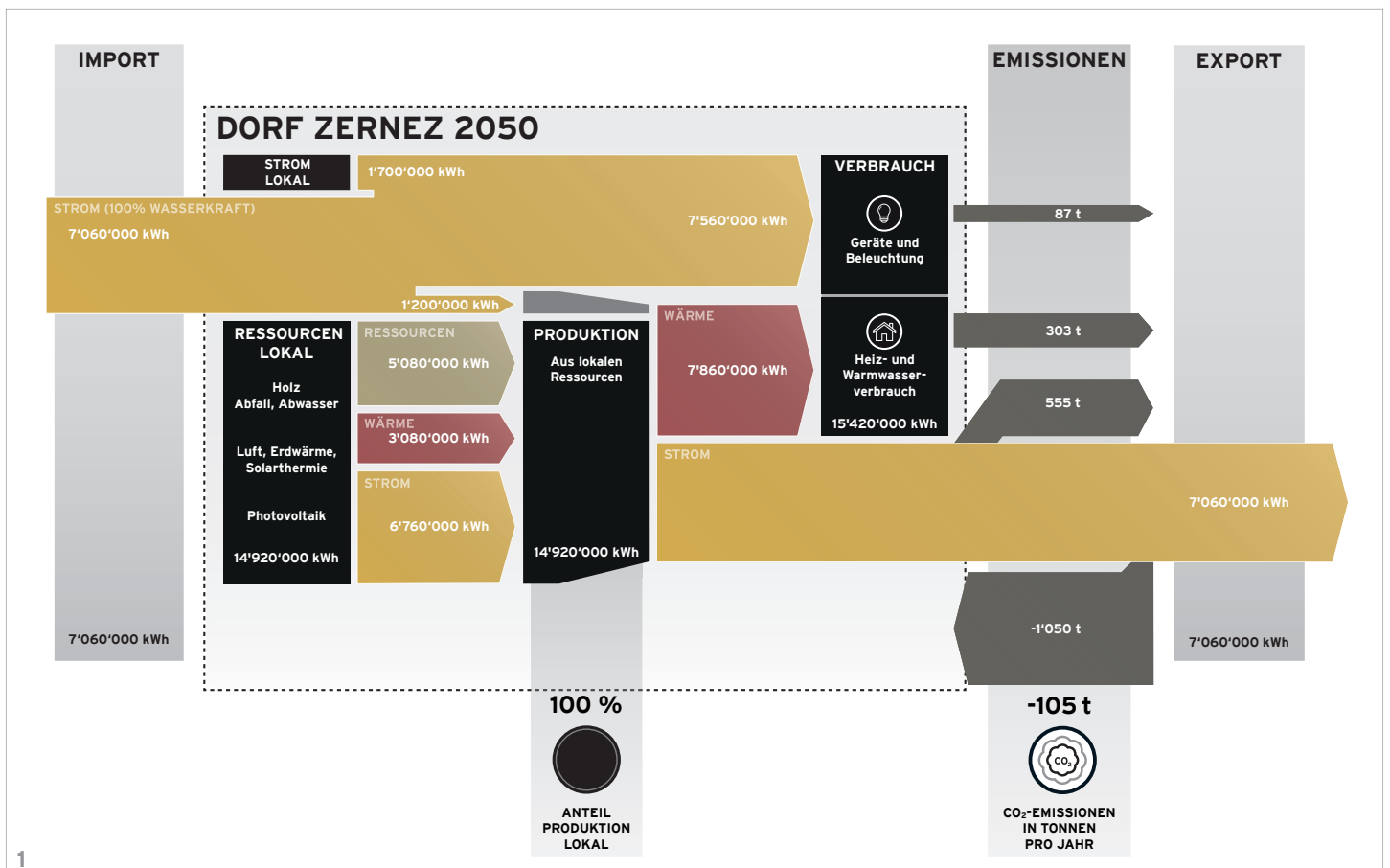
Das erste Szenario geht davon aus, dass es keine Wärmeverbände im Dorf geben wird, und jedes Gebäude die benötigte Wärme selbst erzeugt. Die Szenarien zwei und drei berücksichtigen die bereits vorhandene Infrastruktur (das bestehende Fernwärmenetz), Szenario vier sieht eine Erweiterung des Fernwärmenetzes vor und das fünfte Szenario zieht zusätzlich zur Erweiterung des Fernwärmenetzes auch ein Niedertemperaturnetz in Betracht.

SZENARIO 1

SELBSTVERSORGUNG AUF GEBÄUDEEBENE

Es wird davon ausgegangen, dass sich alle Gebäude individuell mit Wärme aus erneuerbaren Quellen (Holzheizung, Luft- oder Erdsonden-Wärmepumpe) versorgen. Das bestehende Fernwärmenetz wird nicht weiter betrieben. Gebäude, die bereits über «nachhaltige» Heizsysteme, wie Holzöfen oder Wärmepumpen verfügen, bleiben unverändert. Alle nicht denkmalgeschützten Gebäude werden mit Photovoltaik-Anlagen ausgerüstet. Zusätzlich werden circa 18'000 m² Landfläche für die Installation von freistehenden Photovoltaik-Anlagen benötigt. Bei 100% lokaler Produktion (Export = Import) werden so be-

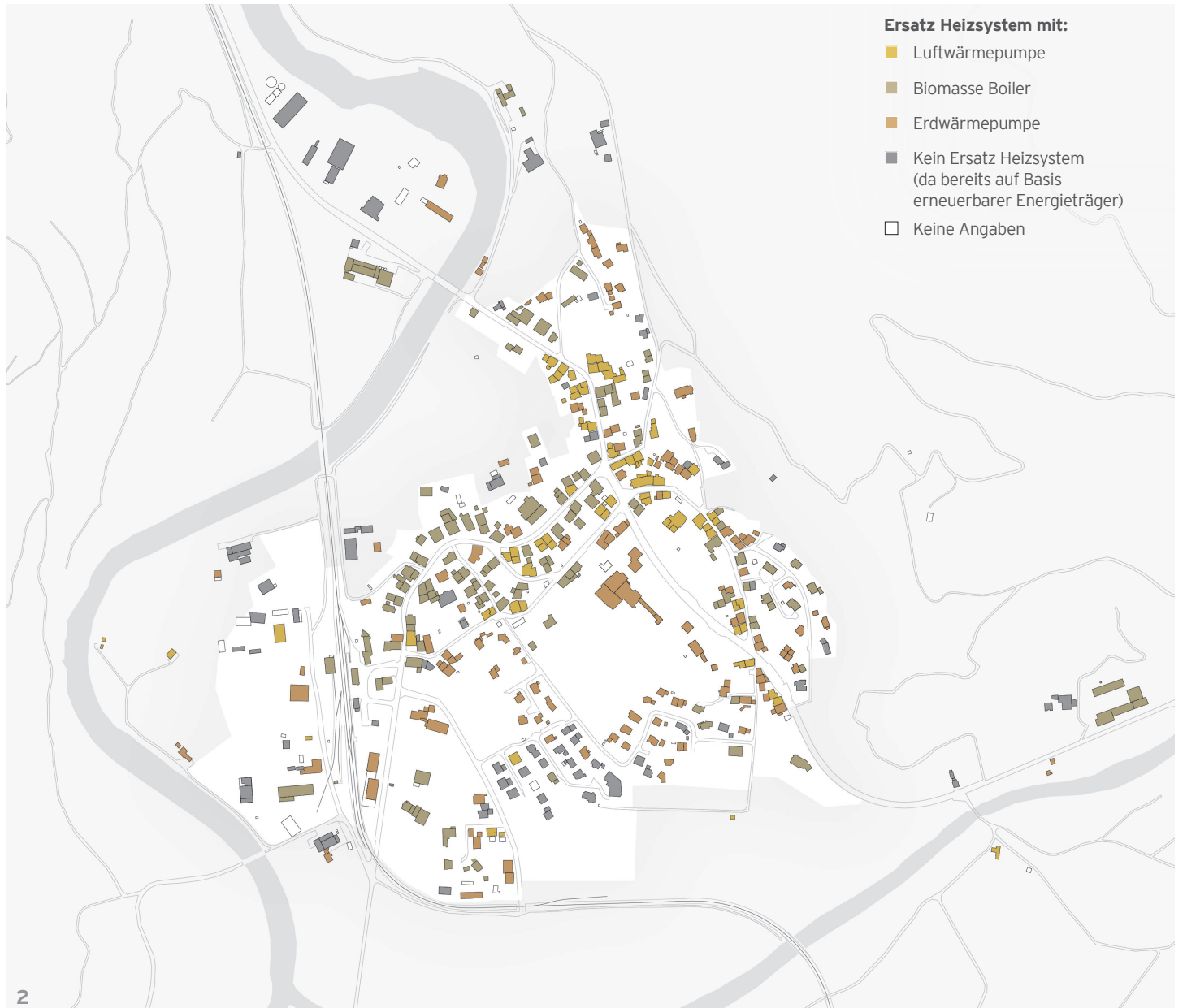
reits circa 105 Tonnen CO₂ mehr kompensiert, als durch den Gebäudepark erzeugt werden. Als primäres Heizsystem werden Luft- und Erdwärmepumpen eingesetzt. Für Gebäude, die über kein Flächenwärmeabgabesystem wie etwa eine Fussbodenheizung verfügen, wird eine Umstellung auf Heizsysteme, die auf Biomasse basieren, wie beispielsweise Holzpellets, in Erwägung gezogen. Die Deckung des Strombedarfs erfolgt durch die Installation von gebäudeintegrierten und zusätzlichen freistehenden Photovoltaik-Anlagen.



SZENARIO 1 - KENNDATEN

Anzahl neuer Heizsysteme	241
Lokale Produktion (%)	100
CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	- 105
Investitionen (kCHF)	26'285
LCOE* Wärme (CHF/kWh)	0.22

* gemittelte Energieerzeugungskosten

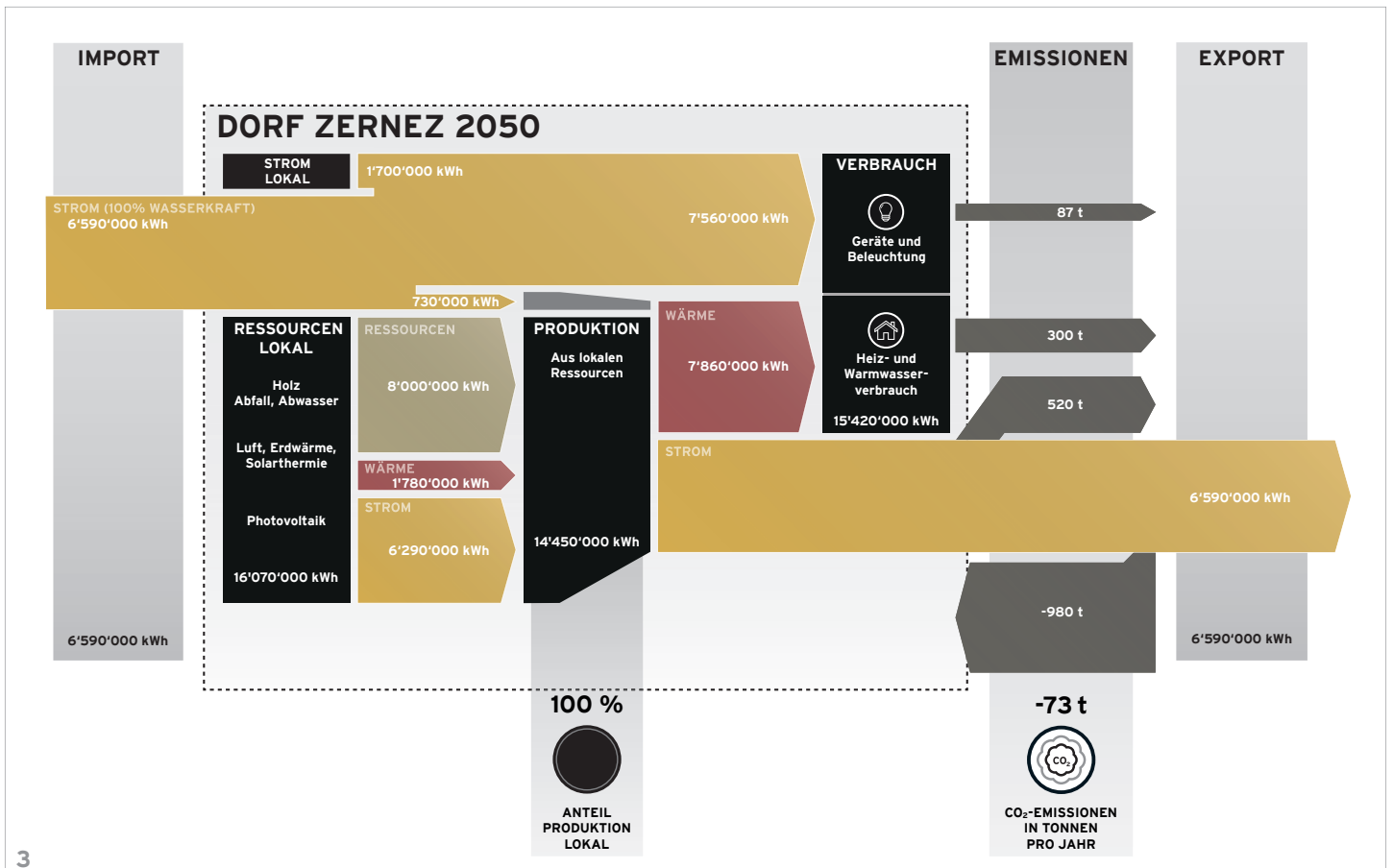


- 1 Energieflüsse und resultierende Emissionen
- 2 Übersicht der Eingriffe

SZENARIO 2
BESTEHENDES FERNWÄRMENETZ
MIT HOLZSCHNITZELHEIZUNG
UND TEILWEISER SELBSTVERSORGUNG

Die bestehende Holzschneitzelheizung wird erneuert und versorgt die bis anhin angeschlossenen Gebäude mit Fernwärme. Die übrigen Gebäude versorgen sich individuell mit Energie aus erneuerbaren Quellen (Holzheizung, Luft- oder Erdsonden-Wärmepumpen). Alle nicht denkmalgeschützten Gebäude werden mit Photovoltaik-Anlagen ausgerüstet. Zusätzlich werden circa 12'000 m² Landfläche für die Installation von freistehenden Photovoltaik-Anlagen benötigt. Bei 100% lokaler Produktion (Export = Import) werden so bereits circa 73 Tonnen CO₂ mehr kompensiert, als durch den Gebäudepark erzeugt werden.

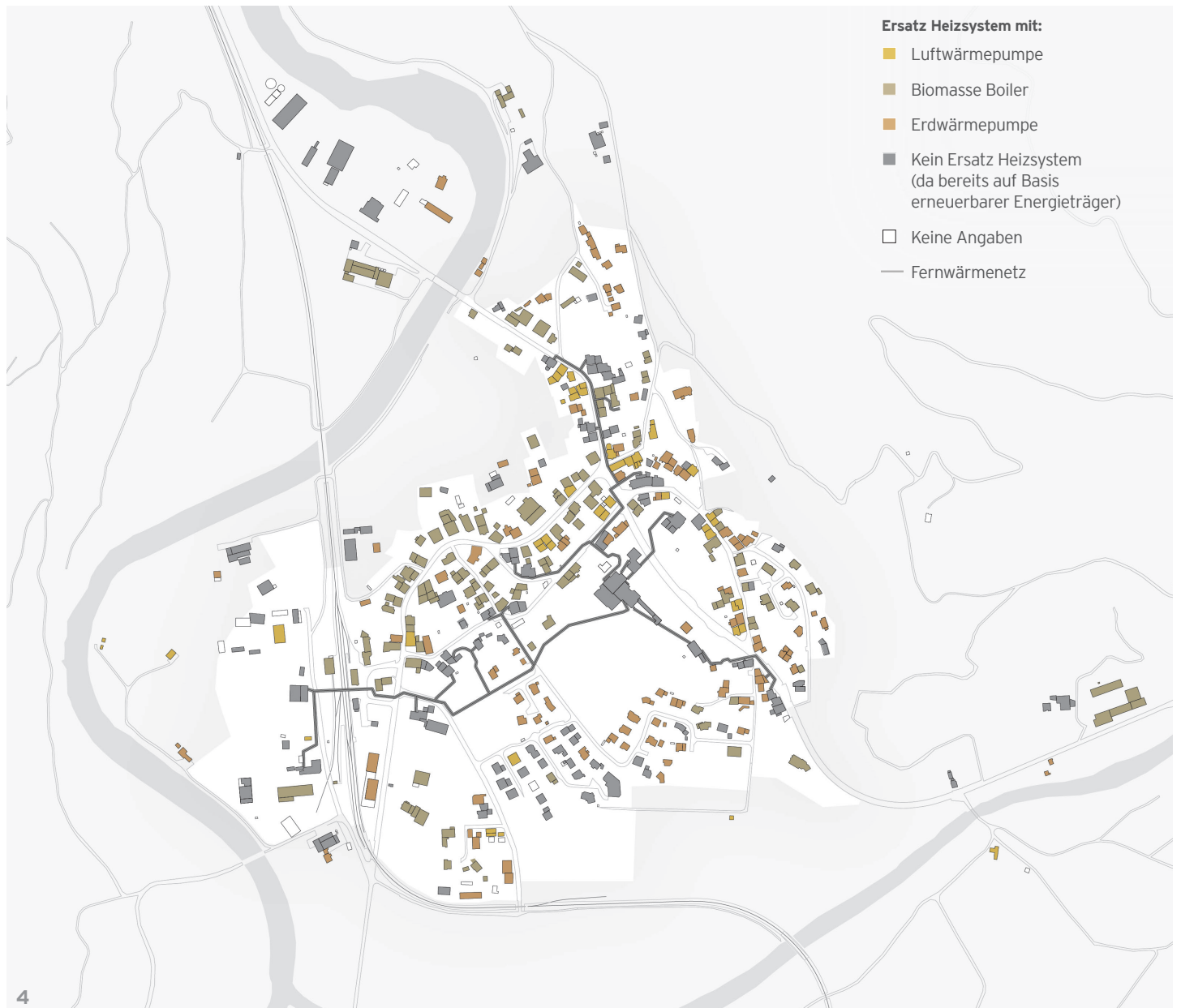
Dieses Szenario ähnelt dem vorherigen in Bezug auf individuelle Energiesystemlösungen für die Gebäude, d. h. Auswahl zwischen Wärmepumpen und Holzfeuerungen für einzelne Gebäude. Der Unterschied ist, dass das bestehende Fernwärmenetz nicht stillgelegt wird. Da der bestehende Heizkessel des Fernwärmenetzes bald das Ende seiner Lebensdauer erreichen wird, muss ein neuer Kessel erworben werden. Die Deckung des Strombedarfs erfolgt durch die Installation gebäudeintegrierter und zusätzlicher freistehender Photovoltaik-Anlagen.



SZENARIO 2 - KENNDATEN

Anzahl neuer Heizsysteme	208
Lokale Produktion (%)	100
CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	- 73
Investitionen (kCHF)	22'417
LCOE* Wärme (CHF/kWh)	0.21

* gemittelte Energieerzeugungskosten

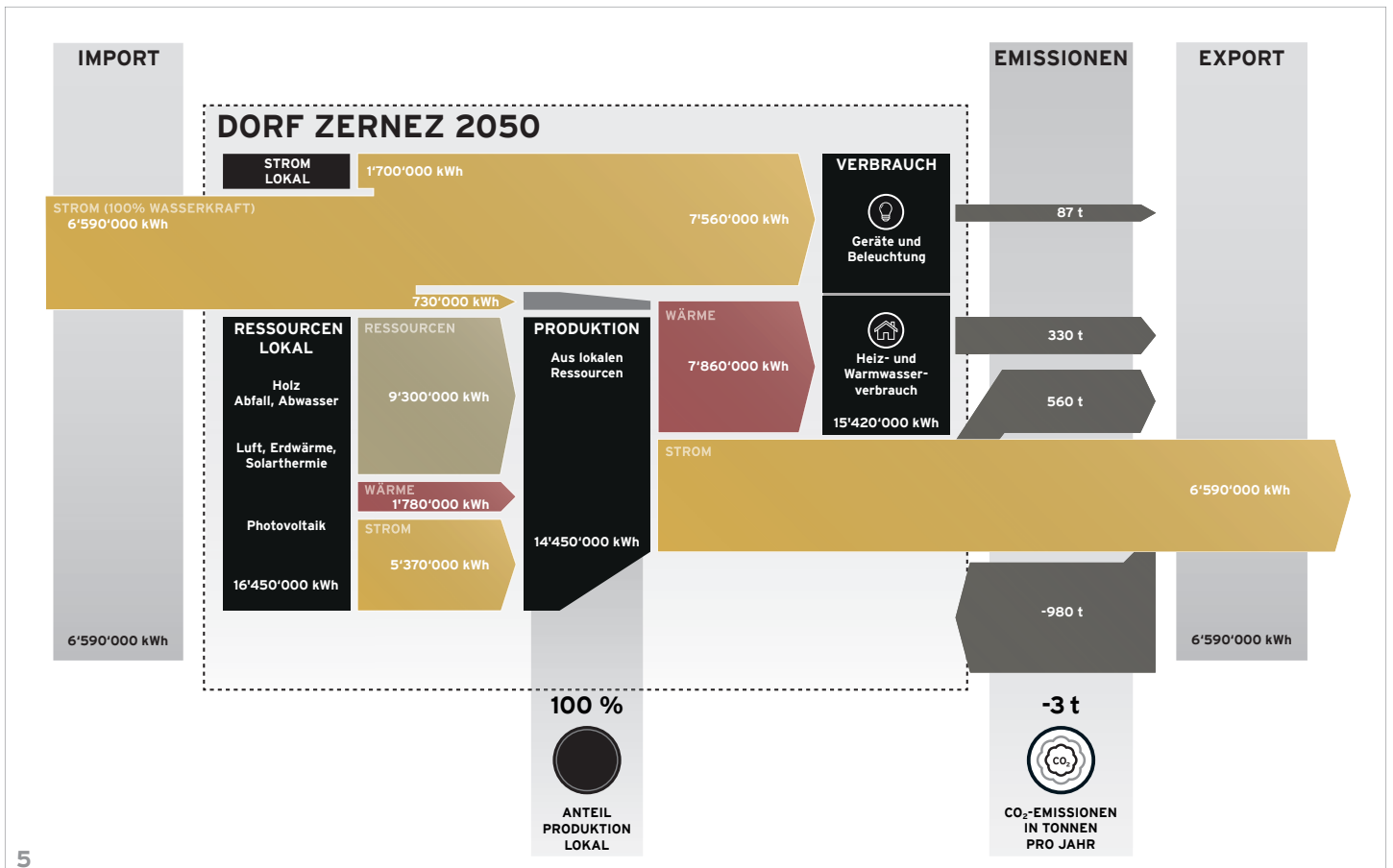


SZENARIO 3

BESTEHENDES FERNWÄRMENETZ
MIT NEUEM BLOCKHEIZKRAFTWERK
UND TEILWEISER SELBSTVERSORGUNG

Ein neues Blockheizkraftwerk ersetzt die bestehende Holzsznittelheizung und versorgt die bis anhin angeschlossenen Gebäude mit Fernwärme. Die übrigen Gebäude versorgen sich individuell mit Energie aus erneuerbaren Quellen (Holzheizung, Luft- oder Erdsonden-Wärmepumpen). Alle nicht denkmalgeschützten Gebäude werden mit Photovoltaik-Anlagen ausgerüstet. Zusätzlich werden circa 1'000 m² Landfläche für die Installation von freistehenden Photovoltaik-Anlagen benötigt. Bei 100% lokaler Produktion (Export = Import) werden so circa 3 Tonnen CO₂ mehr kompensiert, als durch den Gebäudepark erzeugt werden. Das Szenario 3 unterscheidet sich vom Vorherigen, indem statt eines neuen Holzsznittelkessels ein Blockheizkraftwerk eingesetzt wird.

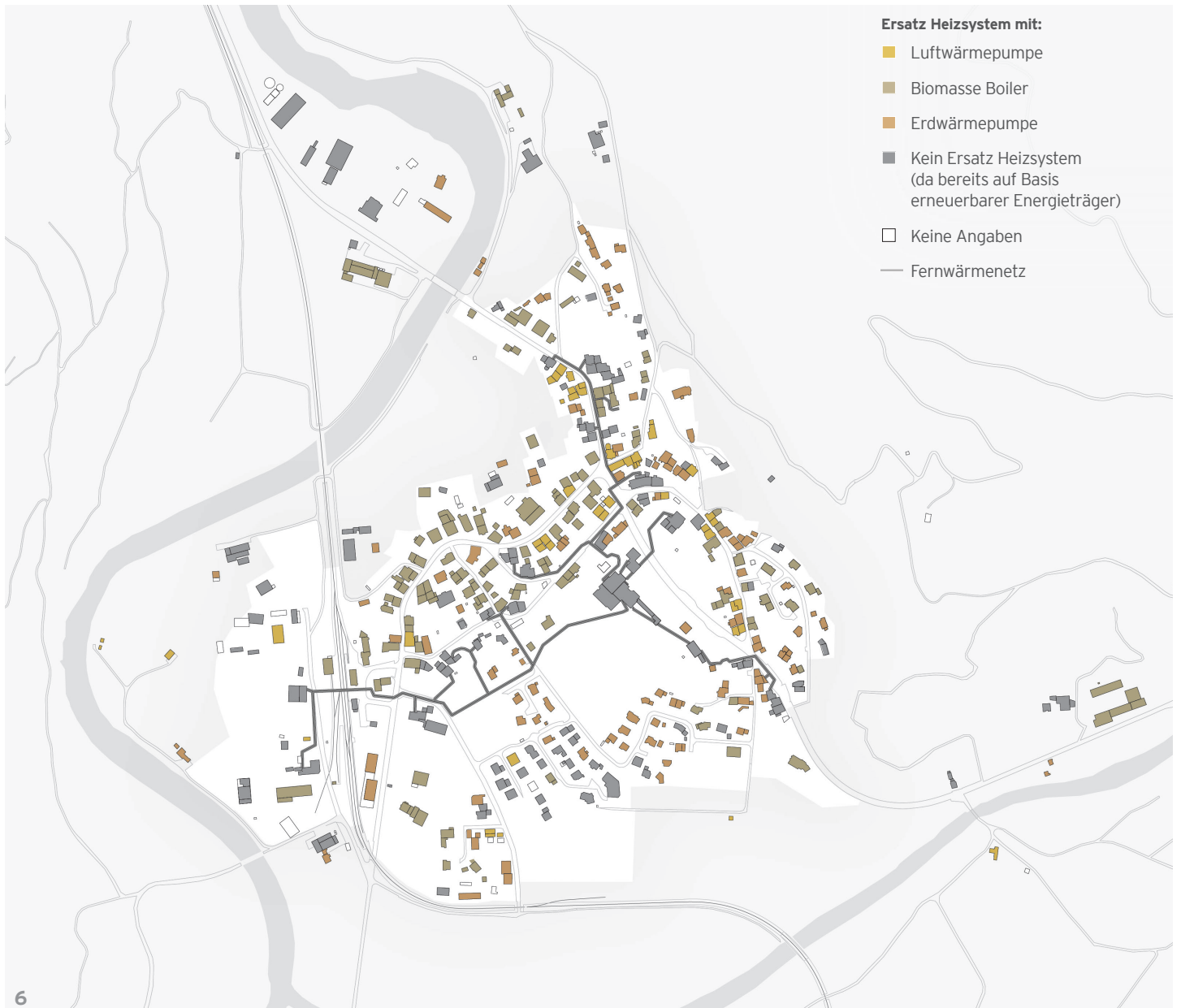
Ein Blockheizkraftwerk ist zwar thermisch weniger effizient, hat aber den Vorteil, dass es gleichzeitig auch zur Stromerzeugung genutzt werden kann. Ein grosser Vorteil der Stromproduktion durch ein Blockheizkraftwerk - im Vergleich mit Photovoltaik-Anlagen oder dem geplanten Kleinwasserkraftwerk - ergibt sich dadurch, dass die höchste Produktion vor allem im Winter, wenn der Energiebedarf am höchsten ist, verfügbar ist. Der restliche Anteil von Energiesystemen wird individuell eingesetzt. Die Deckung des Strombedarfs erfolgt durch die Installation von gebäudeintegrierten Photovoltaik-Anlagen und das an das Fernwärmenetz angeschlossene Blockheizkraftwerk.



SZENARIO 3 - KENNDATEN

Anzahl neuer Heizsysteme	208
Lokale Produktion (%)	100
CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	- 3
Investitionen (kCHF)	23'238
LCOE* Wärme (CHF/kWh)	0.24

* gemittelte Energieerzeugungskosten



5 Energieflüsse und resultierende Emissionen

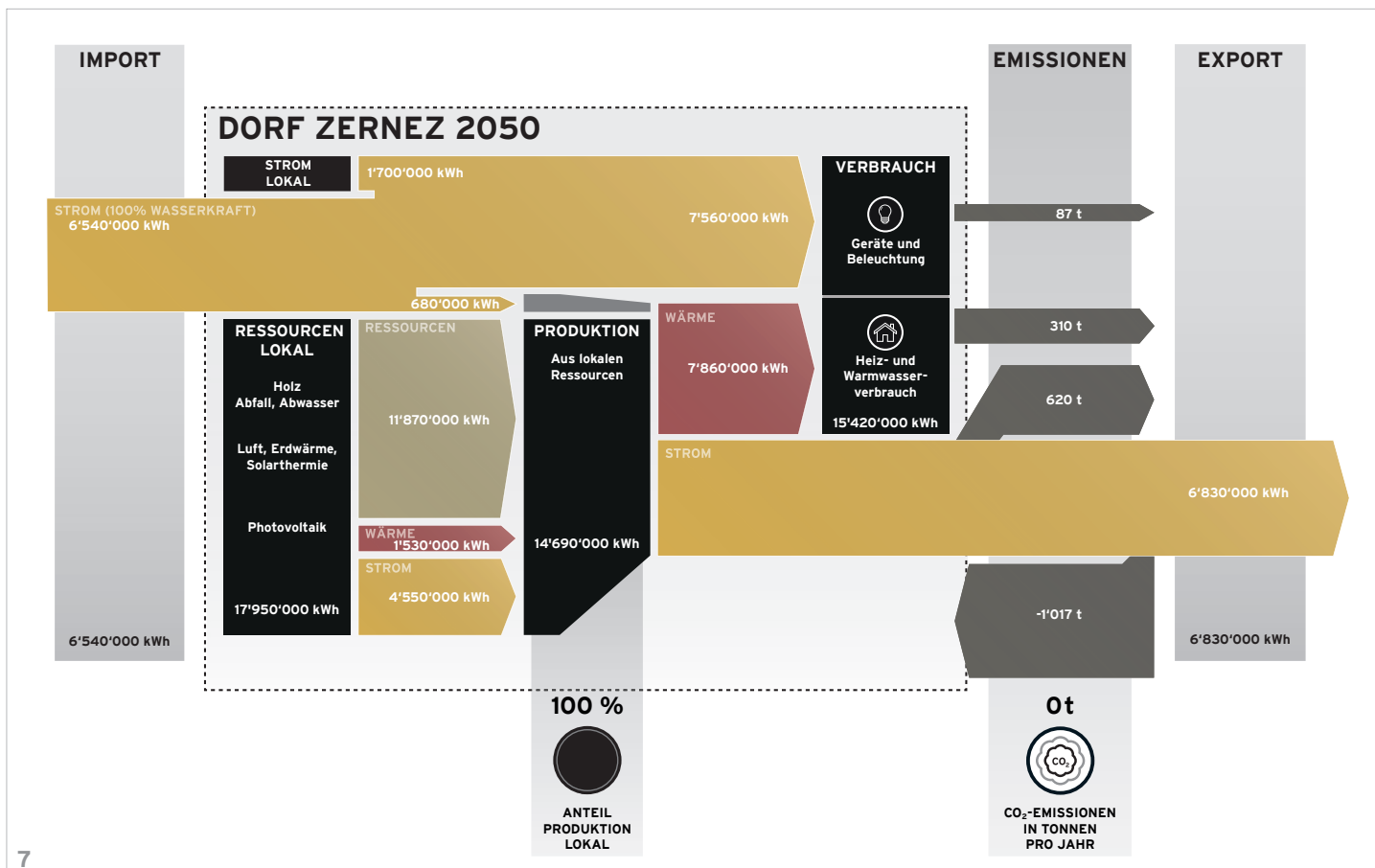
6 Übersicht der Eingriffe

SZENARIO 4

ERWEITERTES FERNWÄRMENETZ
MIT NEUEM BLOCKHEIZKRAFTWERK
UND TEILWEISER SELBSTVERSORGUNG

Ein neues Blockheizkraftwerk ersetzt die bestehende Holzsnitzelheizung und versorgt eine grössere Anzahl von Gebäuden als bisher mit Fernwärme. Die übrigen Gebäude versorgen sich individuell mit Energie aus erneuerbaren Quellen (Holzheizung, Luft- oder Erdsonden-Wärmepumpen). Alle nicht denkmalgeschützten Gebäude werden mit Photovoltaik-Anlagen ausgerüstet. Es wird keine zusätzliche Landfläche für die Installation von freistehenden Photovoltaik-Anlagen benötigt. Um die gesamten CO₂-Emissionen des Gebäudeparks zu kompensieren, werden 100% oder mehr lokale Produktion (Export ≥ Import) erreicht.

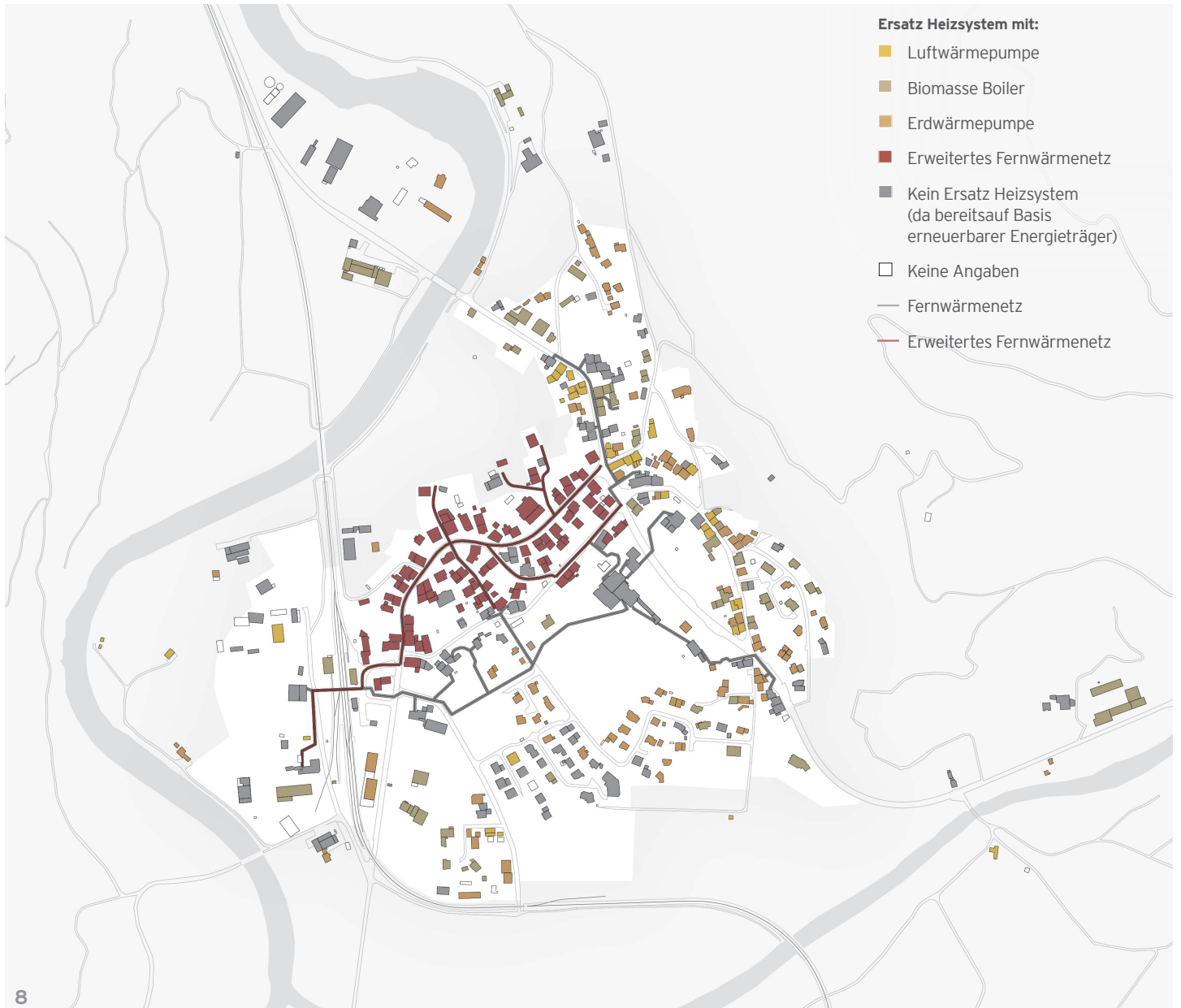
Dieses Szenario baut auf Szenario drei auf. Das bestehende Netz wird erweitert, um die zentrale Dorfzone an das Fernwärmenetz anzuschliessen. Der Vorteil dieser Variante ist, dass ein grosser Anteil bestehender Ölheizungen im Dorfkern durch Fernwärme ersetzt werden kann. Ähnlich zu dem vorhergehenden Szenario werden die restlichen Gebäude, die bereits eine Wärmepumpe oder eine Holzheizung besitzen, nicht verändert. Die Deckung des Strombedarfs erfolgt durch die Installation von gebäudeintegrierten Photovoltaik-Anlagen und das an das Fernwärmenetz angeschlossene Blockheizkraftwerk.



SZENARIO 4 - KENNDATEN

Anzahl neuer Heizsysteme	208
Lokale Produktion (%)	> 100
CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	0
Investitionen (kCHF)	22'309
LCOE* Wärme (CHF/kWh)	0.26

* gemittelte Energieerzeugungskosten

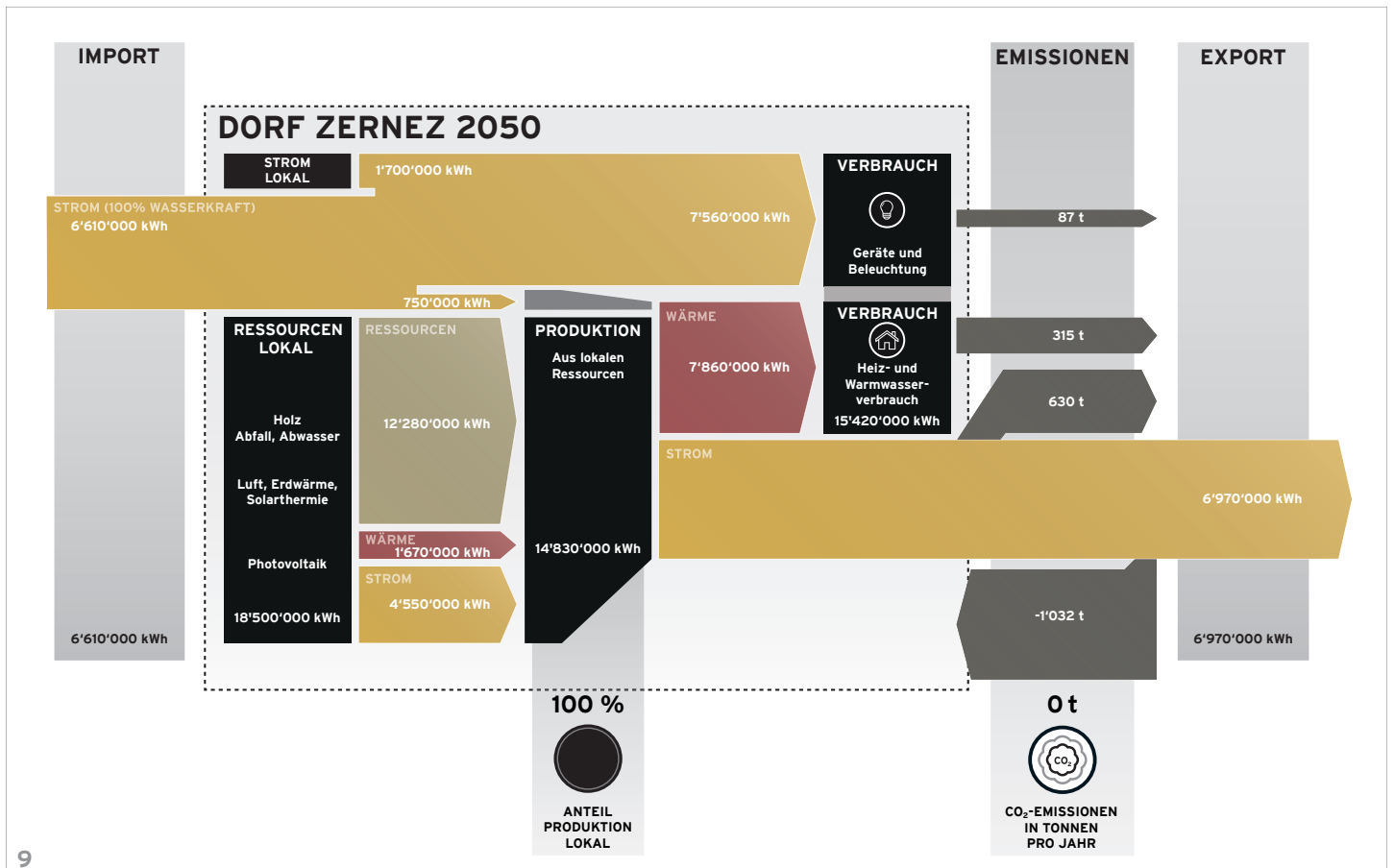


SZENARIO 5

ERWEITERTES FERNWÄRMENETZ MIT
NEUEM BLOCKHEIZKRAFTWERK UND
ZUSÄTZLICHEM NIEDERTEMPERATURNETZ

Zusätzlich zu den im vorhergehenden Szenario vier beschriebenen Massnahmen wird das Fernwärmenetz durch ein lokales Niedertemperaturnetz, das an ein Erdwärmesondenfeld angeschlossen ist, ergänzt. Alle nicht denkmalgeschützten Gebäude werden mit Photovoltaik-Anlagen ausgerüstet. Es wird keine zusätzliche Landfläche für die Installation von freistehenden Photovoltaik-Anlagen benötigt.

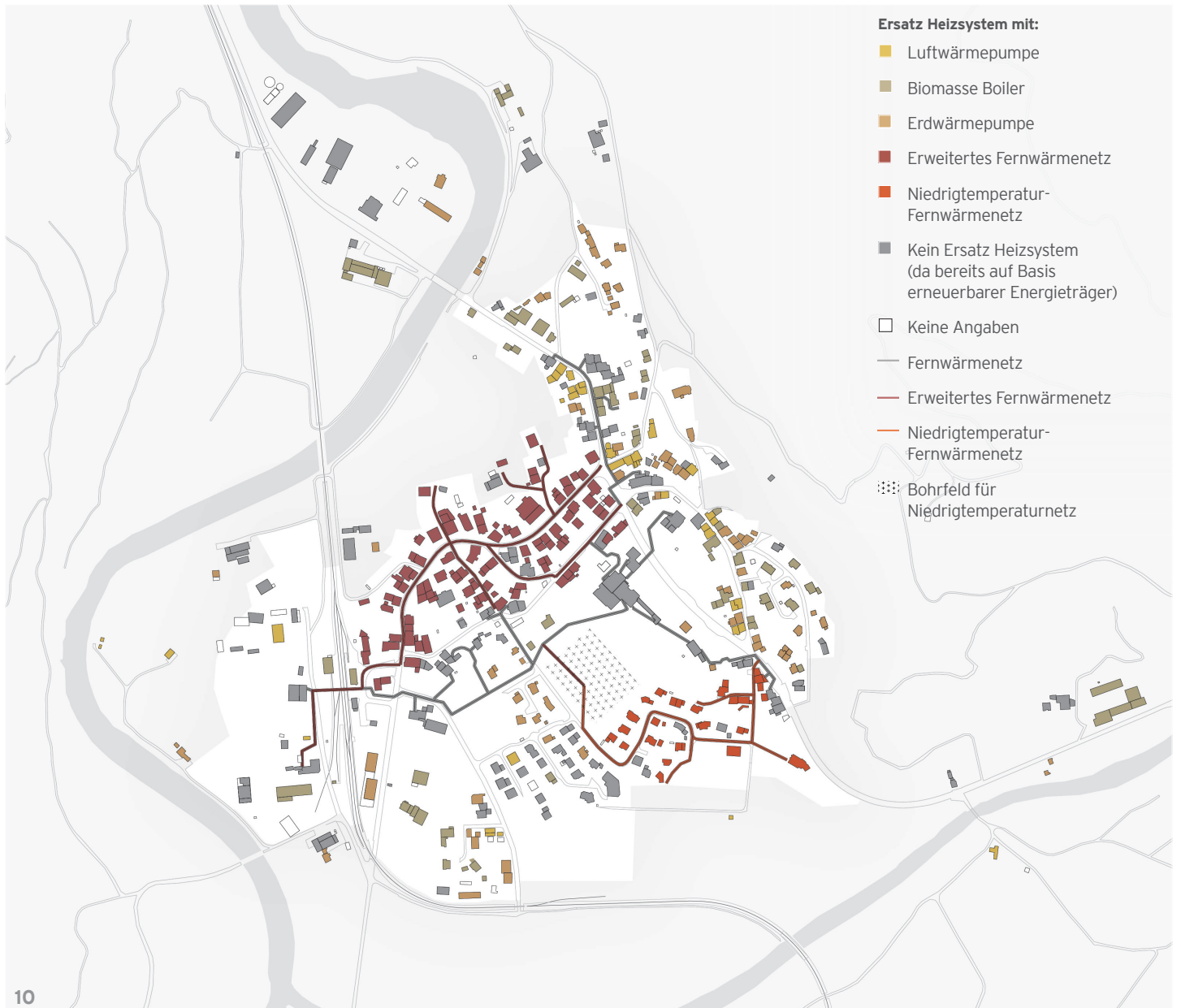
Bei dieser Variante besteht die Möglichkeit, dass das Erdwärmesondenfeld durch Restwärme des Hochtemperaturnetzes im Dorfzentrum gespiesen werden könnte. Die Deckung des Strombedarfs erfolgt durch die Installation von gebäudeintegrierten Photovoltaik-Anlagen und das an das Fernwärmenetz angeschlossene Blockheizkraftwerk.



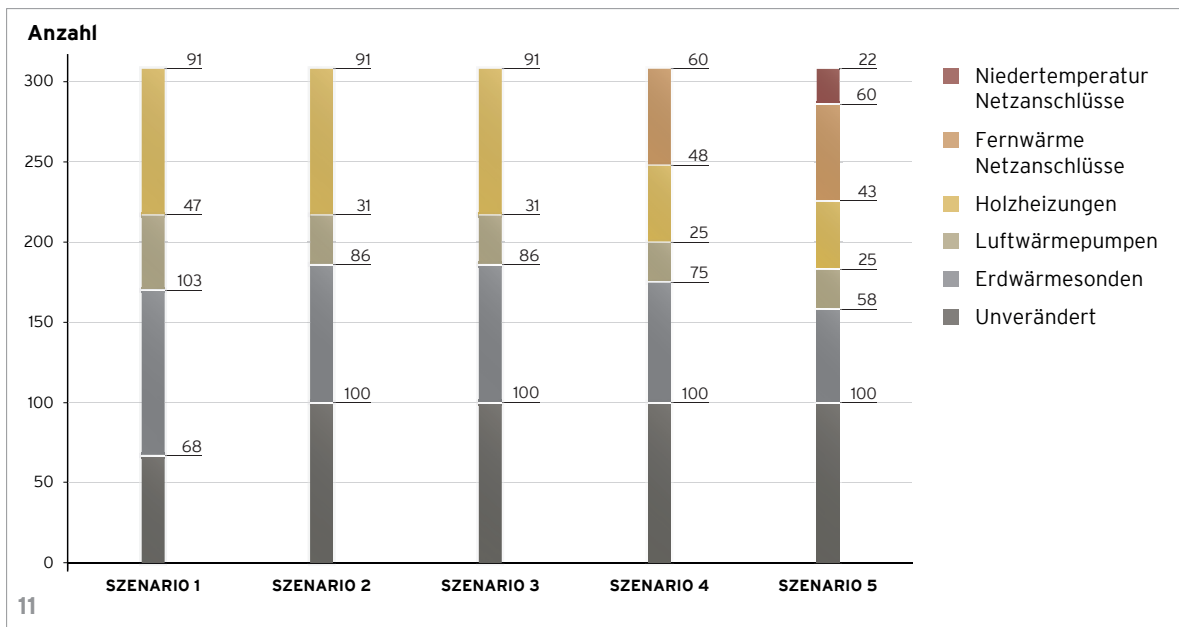
SZENARIO 5 - KENNDATEN

Anzahl neuer Heizsysteme	208
Lokale Produktion (%)	> 100
CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	0
Investitionen (kCHF)	23'661
LCOE* Wärme (CHF/kWh)	0.28

* gemittelte Energieerzeugungskosten



10



11

		Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Installationen	Anzahl neuer Heizsysteme	241	208	208	208	208
	Fläche PV-Module auf Dächern (m²)	25'280	25'280	25'280	20'340	20'020
	Fläche PV-Module zusätzlich (m²)	7'550	5'150	480	-	-
Emissionen und Produktion	Lokale Produktion (%)	100	100	100	>100	>100
	CO ₂ -Emissionen lokal (t CO ₂)	390	387	417	397	402
	CO ₂ -Kompensation - Export (t CO ₂)	-495	-460	-420	-397	402
	CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	-105	-73	-3	0	0
Prognostizierte Kosten	Investitionskosten Heizsysteme (kCHF)	16'030	12'910	15'190	15'500	16'850
	Investitionskosten PV-Module (kCHF)	10'260	9'510	8'050	6'830	6'810
	Investitionskosten Gesamt (kCHF)	26'290	22'420	23'240	22'320	23'660
	Betriebskosten Heizsysteme (kCHF/a)	555	670	790	910	940
	Instandhaltungskosten PV-Module (kCHF/a)	205	190	160	135	136
	LCOE (CHF/kWh)	0,22	0,21	0,24	0,26	0,28

12

AUSWERTUNG UND VERGLEICH DER SZENARIEN

Die entwickelten Szenarien wurden nach den vorgängig definierten Kriterien ausgewertet. Der erforderliche Heiz- und Strombedarf wurde für das Zukunftsszenario 2050 ermittelt. Das beinhaltet die Transformation des Gebäudebestands durch Renovation basierend auf den Resultaten der Teilszenarien zum Energieverbrauch (siehe Seite 61).

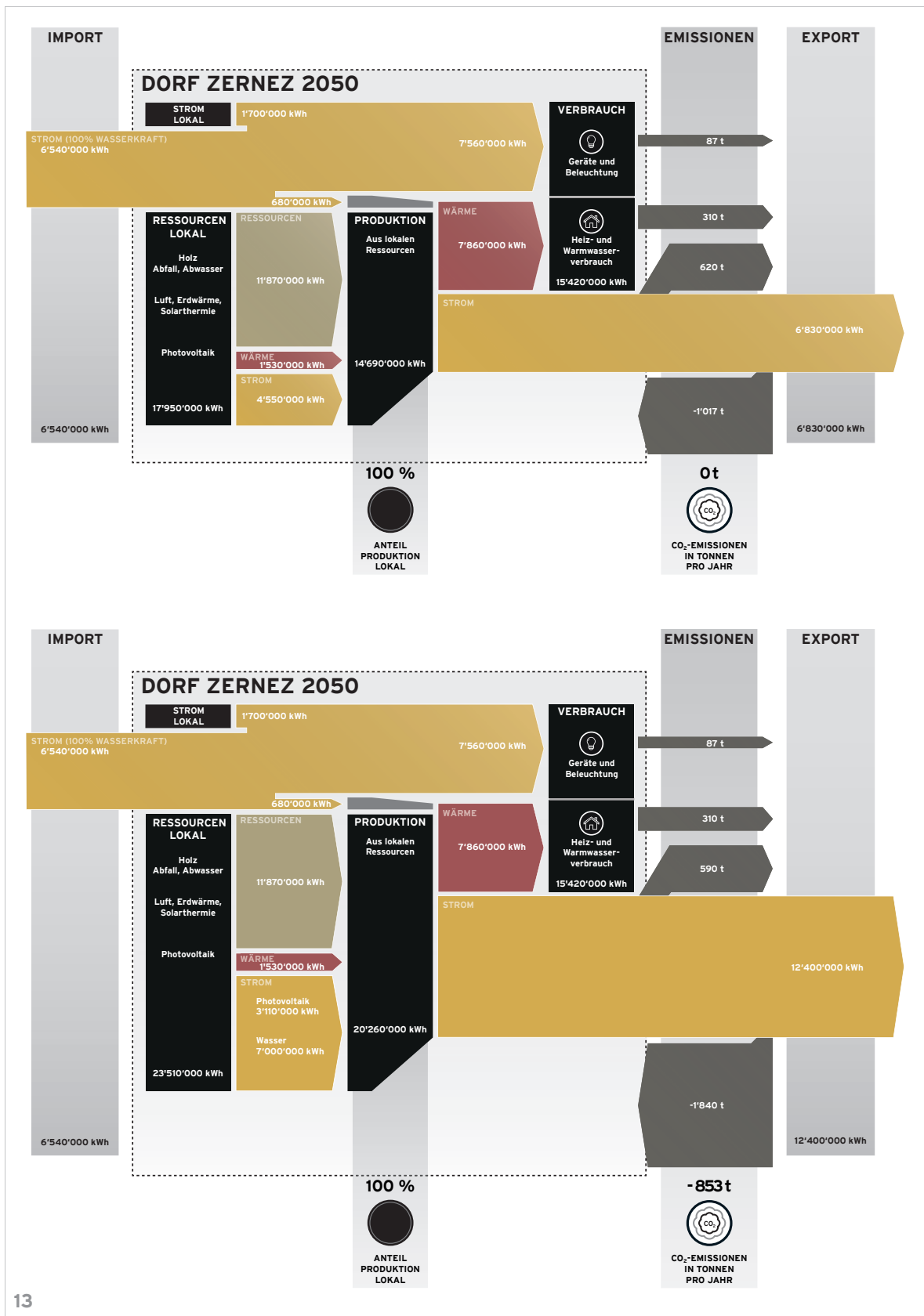
Alle in Betracht gezogenen Werte für die Investitions- und Energiekosten basieren auf typischen Referenzwerten von Industriepartnern, Werte für CO₂-Emissionen basieren auf ecoinvent Version 2.2. Abbildung 11 zeigt die Anzahl installierter Gebäudesysteme für die fünf Szenarien. Die Tabelle 12 fasst die Kennwerte der definierten Kriterien für alle Teilszenarien zusammen.

DISKUSSION DER RESULTATE

Die Resultate wurden der Gemeinde Zernez im Rahmen von Workshops und einer Ausstellung präsentiert und mit Vertretern der Gemeinde diskutiert. Als Favorit wurde das Szenario vier ausgewählt, da es relativ geringe CO₂-Emissionen verursacht und deshalb auch eine geringere Menge an Photovoltaik-Flächen benötigt, um das Ziel der CO₂-Neutralität zu erlangen. Ein weiterer Vorteil ist die zusätzliche Stromgewinnung durch das installierte Blockheizkraftwerk, das Zernez auch im Winter mit Strom versorgen kann, wenn das Solar- und Wasserkraftpotenzial gering ist (siehe schematische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Energiepotenziale während eines Jahres in Abbildung 15). Die erforderliche Menge von Photovoltaik-Anlagen wird kritisch hinterfragt und soll in einem Überarbeitungsschritt möglichst minimiert werden.

ÜBERARBEITUNG UND VARIANTENDEFINITION

Basierend auf Szenario vier werden zwei Teilvarianten für die lokale Stromversorgung definiert. Die erste Variante ist die Ausgangsvariante mit einem grossen Anteil an Photovoltaik-Anlagen, in einer zweiten Teilvariante werden die erforderlichen gebäudeintegrierten Photovoltaik-Anlagen teilweise durch ein Kleinwasserkraftwerk ersetzt (siehe Abbildung 13). Die daraus resultierenden Kosten (siehe Kasten rechts) bewegen sich in einem vergleichbaren Rahmen wie bei Szenario vier mit ausschliesslich Photovoltaik-Anlagen. Die ausgewerteten Teilvarianten dienen als Grundlage für den Aktionsplan der Gemeinde Zernez.



13

SZENARIO PV + WASSER - KENNDATEN

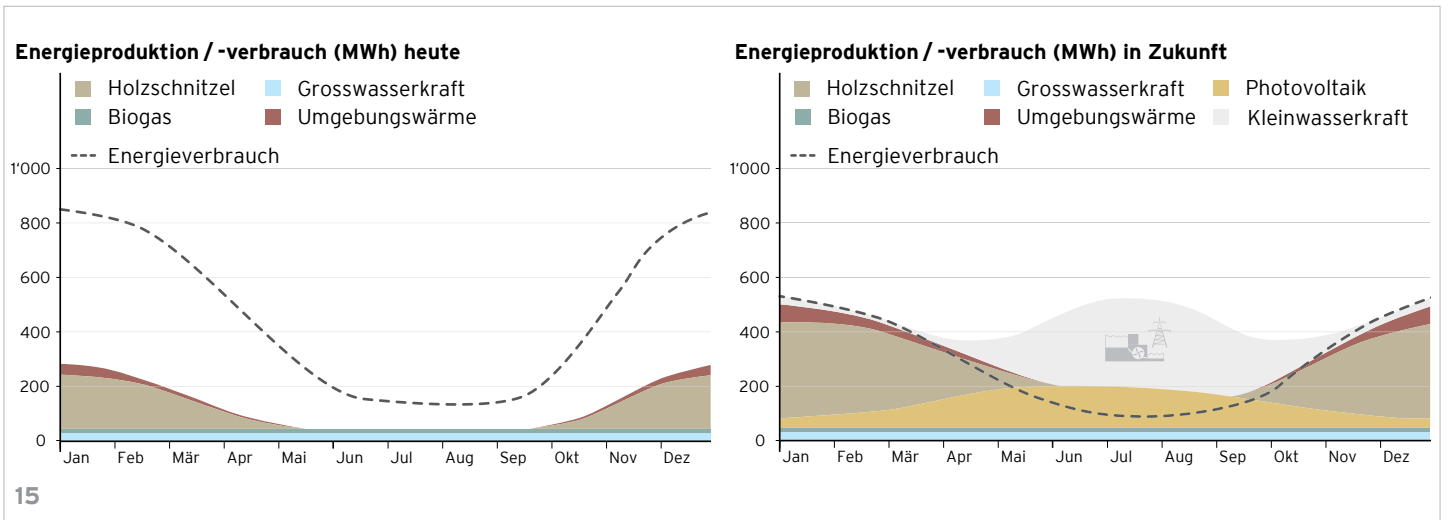
Anzahl neuer Heizsysteme	208
Lokale Produktion (%)	> 100
CO ₂ -Emissionen (t CO ₂)	-853
Installationskosten (kCHF)	23'148
LCOE* (CHF/kWh)	0.26

* gemittelte Energieerzeugungskosten

- 11 Zusammenfassung der Anzahl ersetzter Heizsysteme
- 12 Zusammenfassung der Resultate
- 13 Gegenüberstellung Szenario nur mit Photovoltaik (oben) und Photovoltaik plus Kleinwasserkraft (unten)



14



15

FAZIT

Die untersuchten Energieszenarien beziehen die bestehende Infrastruktur und verschiedene Grade der Vernetzung mit ein. Alle vorgeschlagenen Szenarien erreichen die gesteckten Ziele, manche würden aber zu einer grösseren Veränderung des Ortsbilds führen. In den Diskussionsprozess zu den Energieszenarien wurden Vertreter der Gemeinde Zernez mit einbezogen. Auf einen Teil der relativ grossen erforderlichen Menge an Photovoltaik-Anlagen könnte durch den Bau eines Kleinwasserkraftwerks zwar verzichtet werden. In diesem Fall kann jedoch entweder die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) nicht in Anspruch genommen, beziehungsweise die verbleiben-

den CO₂-Emissionen erst nach dem Ablauf der KEV (aktuell: 20 Jahre) lokal kompensiert werden. Im Jahresverlauf (siehe Abbildung 15) zeigt sich ausserdem, dass der in einem Kleinwasserkraftwerk produzierte Strom vor allem im Sommer anfällt. Die grosse Herausforderung im Fall von Zernez ist aber vor allem die Versorgung des Dorfs mit Wärme und Strom im Winter. Hier wird die Bedeutung des Blockheizkraftwerks offensichtlich.

- 14 Holzsnitzellager des Wärmeverbunds im Gewerbegebiet Cul. Die bestehende Holzsnitzelheizung versorgt aktuell 33 Gebäude im Dorf mit Wärme.
- 15 Schematische Darstellung von Energieverbrauch und lokaler Produktion im Jahresverlauf heute (links) und in Zukunft (rechts). Durch die Kombination der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen kann deren Anteil im Winter signifikant erhöht werden.

RÄUMLICHE ENTWICKLUNG

*Michael Wagner
Christian Weyell
Anne Mikoleit*

Aufgabe der Teilszenarien für die räumliche Entwicklung ist das Identifizieren breit abgestützter Ziele der ortsbaulichen Entwicklung für die darauf folgende Formulierung eines Zukunftsbilds und den dazu gehörigen Massnahmen. Dabei wird die Energieplanung als ein integraler Bestandteil der Ortsentwicklung betrachtet. Zur Förderung des Austauschs zwischen Planern, Verwaltung und der Bevölkerung sollen geeignete Instrumente gefunden und eingesetzt werden.

GRUNDLAGEN

- Analyse der räumlichen Entwicklung
- Trendszenario
- Radikale Zukunftsszenarien

VORGEHENSWEISE

- Partizipatives Workshopverfahren mit Verantwortungsträgern, Stakeholdern und Bürgern: sich wiederholender Zyklus von Grundlagenerarbeitung, Präsentationen, Diskussionen und Überarbeitung
- Umsetzung der projektspezifischen Erkenntnisse in ein Strategiespiel als Arbeitsmittel für den Einbezug der Bevölkerung

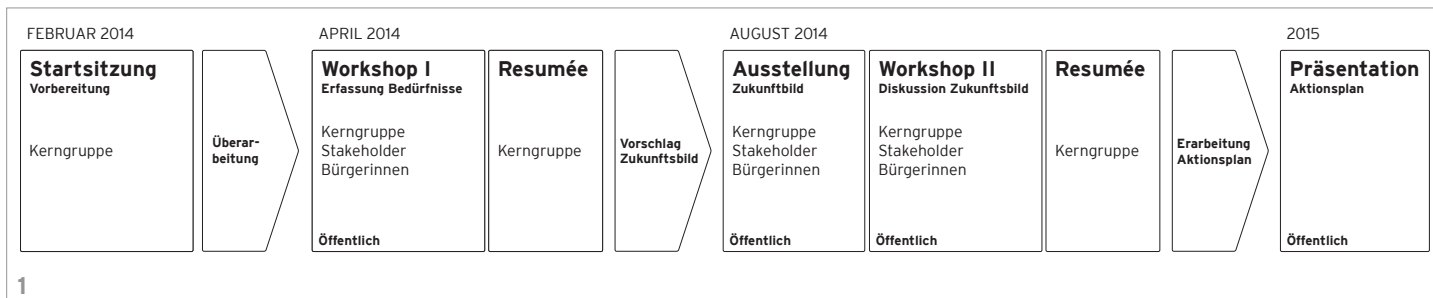
DOKUMENTATION

- Bericht zur Dokumentation des Verfahrens
- Ergebnisse und Erkenntnisse der Workshops
- Kontinuierliche Ergänzung des Zukunftsbilds

FAZIT

Die räumliche Entwicklung lässt sich nicht unabhängig von den Themen Energie und Emissionen betrachten. Ein partizipatives Verfahren ermöglicht direkte Rückmeldungen auf die von den Experten gewonnenen Erkenntnisse und testet diese hinsichtlich ihrer Machbarkeit und politischen Durchsetzbarkeit. So können Bedürfnisse und Wünsche der Bevölkerung und von Entscheidungsträgern direkt in den Prozess integriert, und diese gleichzeitig für die Ziele sensibilisiert werden. Eine grosse Herausforderung besteht darin, die technisch komplexen Inhalte und Zusammenhänge verständlich zu vermitteln, damit keine falschen Rückschlüsse gezogen werden. Deshalb ist die sorgfältige Vorbereitung und Durchführung der Veranstaltungen von grosser Wichtigkeit. Grundvoraussetzung für den Erfolg eines solchen partizipativen Verfahrens ist eine gute Kommunikation zwischen den Verantwortungsträgern vor Ort und den externen Experten. Die Schaffung einer Koordinationsstelle innerhalb der Gemeinde wird deshalb auch über den Projektrahmen hinaus empfohlen.

AM BEISPIEL ZERNEZ



Wie lassen sich ein breit abgestützter Aktionsplan und verlässliche Szenarien für die räumliche Entwicklung einer Gemeinde entwickeln? Die Arbeit des Forschungsteams bewegte sich während des fast zweijährigen Forschungsprojekts an der Schnittstelle zwischen den forschungsorientiert arbeitenden Instituten der ETH Zürich und den pragmatischen Bedürfnissen der Gemeinde. Aus diesem Grund wurde zur Erarbeitung der Szenarien für die räumliche Entwicklung ein partizipatives Verfahren gewählt. Im Rahmen einer Serie von Workshops konnten so die Grundlagen für das darauf aufbauende Entwicklungsleitbild gelegt werden (siehe Abbildung 1). Im folgenden werden das Vorgehen und die Ergebnisse dieses Verfahrens beschrieben, in dem im Zusammenspiel von Experten, Verantwortungsträgern, Stakeholdern und Bürgern der Gemeinde Bedürfnisse und Wünsche formuliert, unterschiedliche Zukunftsbilder und Strategien diskutiert, sowie breit abgestützte Ziele der ortsbaulichen Entwicklung für die Formulierung der Umsetzungsmassnahmen erarbeitet wurden.

Das angewandte partizipative Verfahren bestand aus einem sich wiederholenden Zyklus von Veranstaltungen, während dem Vorschläge und Grundlagen durch das Forschungsteam erarbeitet wurden, in der Diskussion mit lokalen Akteuren und Fachleuten bewertet, und anschliessend wieder in die Projektarbeit integriert und überarbeitet wurden. Das mehrfache Durchlaufen dieses Zyklus führte zu einer kontinuierlichen Überprüfung und Präzisierung der erarbeiteten Inhalte.

STARTSITZUNG

Zu Beginn des Verfahrens wurde mit allen Mitgliedern der Kommission «Zernez Energia 2020» eine Startsitzung durchgeführt. Ziel war es, mögliche Zukunftsbilder für die Ge-

meinde zu bewerten und zu validieren, und dabei gleichzeitig die Mitglieder der Kommission für die zukünftigen energetischen Herausforderungen und Potenziale zu sensibilisieren. Angestrebt wurde eine aktive Teilnahme der Kommissionsmitglieder an der Diskussion zu vier möglichen Zukunftsbildern von Zernez mit einem Zeithorizont bis 2050, welche im Voraus vom Forschungsteam erarbeitet wurden. Darüber hinaus sollte der Diskussionsabend dazu dienen, Feedback zur Realisierbarkeit von nachbarschaftlichen Energieverbänden einzuholen, die grössten relevanten Themenfelder für den folgenden öffentlichen Workshop mit den Dorfbewohnern zu identifizieren, sowie eine Einschätzung zur bisherigen räumlichen Entwicklung von Zernez, den Stärken und Schwächen und den grössten zukünftigen Herausforderungen zu bekommen und nicht zuletzt auch weitere generelle lokale Meinungen, Vorschläge und Anregungen für die weitere Arbeit zu sammeln.

In den radikalen Zukunftsbildern (siehe Abbildungen 2 und 3) wurden vier grundsätzlich unterschiedliche Entwicklungsszenarien für das Dorf dargestellt. Das erste Szenario zeigte weitere Einzonungen und die kontinuierliche Ansiedlung von Einfamilienhäusern am Siedlungsrand (1), das zweite die Überbauung der Allmend in der Dorfmitte (2), das dritte eine innere Verdichtung im Dorfkern (3) und das letzte konzentrierte sich auf Neubauten entlang bestehender Infrastrukturen und landschaftlich prädestinierter Lagen (4).

Aus der Diskussion der vier Vorschläge ging hervor, dass für die Zukunftsbilder mit einem niedrigeren Bevölkerungswachstum zu rechnen sei, und daher ein starkes Wachstum des Siedlungsgebiets wie es vor allem in den Zukunftsbildern 1, 2, und 3 vorgeschlagen wurde, nicht zu erwarten sei. Diese Vermutung wurde durch die später vom Kanton Graubünden



veröffentlichte neue Prognose zur Bevölkerungsentwicklung bestätigt (siehe auch Prognosen zur demografischen Entwicklung, Seite 35). Zweite Schlussfolgerung aus der Diskussion der radikalen Zukunftsbilder war, dass für ein gutes Verständnis in der Öffentlichkeit die Themen der Energieversorgung und des Energieverbrauchs integral mit denen der räumlichen Entwicklung verbunden werden sollten.

WORKSHOP I

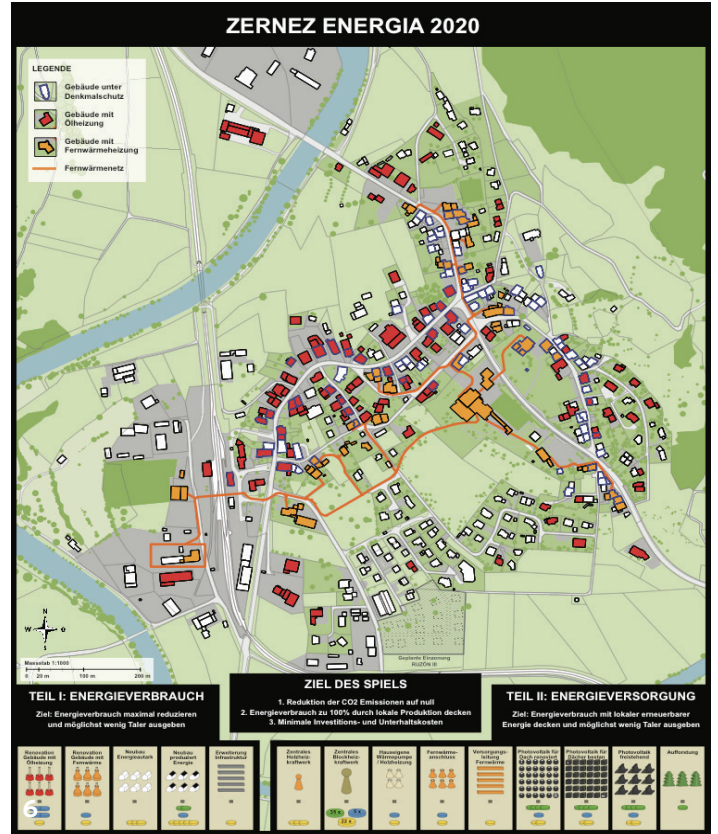
Der erste Workshop wurde mit dem Ziel durchgeführt, zukünftige Entwicklungsszenarien zu evaluieren und ein robustes Basisszenario für den strategischen Rahmenplan zu validieren. Ausserdem sollten die Teilnehmer aktiv an der Formulierung der zukünftigen Energiestrategie beteiligt werden. Der eigentliche Workshop wurde deshalb in eine Infoveranstaltung eingebettet, welche einerseits dazu dienen sollte, die Bevölkerung über den aktuellen Stand und die Ziele des Projekts «Zernez Energia 2020»

zu informieren und sie andererseits über die Grundlagen einer nachhaltigen Ortsplanung und die Potenziale alternativer erneuerbarer Energien in Kenntnis zu setzen. So konnte für die zukünftigen energetischen Herausforderungen und die Reduktionspotenziale von CO₂-Emissionen sensibilisiert werden. Ebenso erschien es wichtig, in der Bevölkerung das Bewusstsein für bestehende Zusammenhänge und Dilemmata zwischen verschiedenen Energietechnologien und -strategien (beispielsweise Blockheizkraftwerk und Photovoltaik-Anlagen) zu erhöhen.

Darüber hinaus sollten lokale Meinungen, Vorschläge und Anregungen für das Projekt und die zukünftigen ortsplanerischen Massnahmen und Energiestrategien gesammelt und lokales Wissen über die aktuellen Heizsysteme einzelner Gebäude erschlossen werden. Um die erklärten Ziele zu erreichen, wurde auf Basis der bisherigen Resultate ein Strategiespiel entwickelt, um gleichzeitig Grundwissen über die Abhängigkeiten zwischen der räumlichen

Entwicklung und den energetischen Zielen zu vermitteln. Insbesondere gibt das Spiel in vereinfachter Form einen Eindruck über die komplexen Verknüpfungen von Energieproduktion und -verbrauch, resultierenden CO₂-Emissionen und Kosten sowie den zu erwartenden Dimensionen der daraus resultierenden Anlagen zur Energiegewinnung. Als Vorbereitung für den Workshop I wurde das Strategiespiel im Vorfeld in der Primar- und Oberstufenschule von Zernez getestet. Mit einer Gruppe von 50 Oberstufenschülern und ihren Lehrern wurden innerhalb von zwei Stunden vier Energieszenarien entwickelt. Als kleiner Nebeneffekt ermöglichte dieser Testlauf, auch die junge Generation von Zernez für die zukünftigen ortsplanerischen, energietechnischen und klimarelevanten Herausforderungen der Gemeinde zu sensibilisieren.

Der eigentliche Workshop wurde als 3,5-stündiger Informationsabend mit integriertem Workshop durchgeführt. Die circa 20 Teilnehmer erhielten einen kurzen Überblick zum



Projekt und Inputs zu den relevanten Themen in den Bereichen Ortsplanung und Energie. In Gruppen aufgeteilt, entwickelten sie anschließend vier verschiedene Energieszenarien für das Dorf Zernez.

Im Rahmen des Workshops I konnten einige wertvolle Erkenntnisse für das Projekt gewonnen werden. Die in den Teams entwickelten Energieszenarien, vor allem aber auch die Diskussionen und die Beobachtungen von Entscheidungsfindungsprozessen während des Spielverlaufs, waren ein wichtiger Baustein für die Formulierung der Umsetzungsmassnahmen von «Zernez Energia 2020». Durch den spielerischen Umgang mit den gesetzten Herausforderungen gelang es im Verlauf des Workshops, die Kommunikation zu intensivieren und die anfängliche Zurückhaltung oder Skepsis einiger Teilnehmer zu reduzieren. Es wurde offen und unbefangen über kritische und sensible Themen diskutiert. Die Teilnehmer innerhalb einer Spielgruppe waren gezwungen, sich früher oder

später auf bestimmte Strategien zu einigen, wodurch im ersten Moment die verschiedenen Ansichten erkennbar wurden, im Verlauf des Spiels aber auch die Kompromissbereitschaft und Akzeptanz gegenüber gewissen Massnahmen erhöht werden konnte. Die begleitenden Experten konnten die Diskussionen der Bewohner untereinander mit einer gewissen Distanz beobachten und somit die relevanten Empfindlichkeiten, Einwände, Prioritäten, Einverständnisse und Widersprüche seitens der Bewohner identifizieren.

Die Spielergebnisse selbst veranschaulichen mögliche Energieszenarien, die von den Teilnehmenden bevorzugt beziehungsweise akzeptiert werden und stellen einen direkten und wertvollen Input für den Aktionsplan von «Zernez Energia 2020» dar. Zu berücksichtigen ist dennoch, dass die vorgegebenen Regeln und Spielsteine von vornherein nur beschränkte Spielergebnisse zulassen und bestimmte Energiestrategien nahe legen. Darüber hinaus war die geringe Anzahl an

- 2 Diagramme radikale Zukunftsbilder 2050
- 3 Zukunftsbild 3
- 4 Probelauf des Strategiespiels mit Schülern der Primar- und Oberstufenschule
- 5 Diskussion der Schüler am Spielplan
- 6 Spielplan des Strategiespiels

Teilnehmern (20) nur bedingt repräsentativ für die gesamte Bevölkerung von Zernez. Auch konnte durch die vereinfachte Darstellung gewisser Massnahmen im Spiel die Komplexität realer Umsetzungsprozesse und Herausforderungen nur beschränkt abgebildet werden, wie beispielsweise die Frage nach der realen Bereitschaft der Eigentümer zur Umsetzung der Massnahmen oder die Frage nach der Steuerbarkeit gewisser Entwicklungsrichtungen durch die Gemeinde. Nicht zuletzt wurde die reale Bereitschaft der Bewohner zur Finanzierung der Projektziele mit dem Spiel deutlicher.

Nach dem Workshop schien es dem begleitenden Forschungsteam besser einschätzbar, wie hoch die Investitionsbereitschaft für individuelle Massnahmen aber auch zentral umzusetzende Massnahmen ist (wie zum Beispiel der Erweiterung des Fernwärmenetzes oder dem Bau eines Blockheizkraftwerks). Darüber hinaus kann die individuelle Investitionsbereitschaft am Interesse für Beratungen, die bei der Koordinationsstelle eingehen, beziehungsweise schliesslich an der Anzahl Anträge für Fördermassnahmen gemessen werden. Die grundsätzliche Investitionsbereitschaft auf Gemeindeebene zeigt sich daran, dass bis anhin alle Abstimmungsvorlagen zu «Zernez Energia 2020» angenommen worden sind. Dadurch konnte bereits der eingangs erwähnte Fonds für Umsetzungsmassnahmen geschaffen und eine erste Fassung des Energiegesetzes verabschiedet werden. Schliesslich arbeiten auch die Initiativen aus der Kommission (zum Beispiel die Suche nach zusätzlichen Fördergeldern, Definition von Regelungen für die Förderung von Sanierungsmassnahmen, etc.) stark und unterstützend in diese Richtung.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich das Workshopverfahren in der Form eines Strategiespiels als ein erfolgreiches partizipatives Instrument erwiesen hat, um seitens der Bewohner die Akzeptanz und Sensibilität für das Projekt zu erhöhen und auf der Seite des Forschungsteams die Umsetzbarkeit bestimmter Massnahmen besser einschätzen zu können.

Während der Beobachtung des Spielverlaufs ergaben sich die meisten Erkenntnisse einerseits durch direktes Feedback an die Experten, andererseits aber auch durch die teilweise

emotionalen Diskussionen der Teilnehmer untereinander. Als besonders aufschlussreich erwiesen sich die folgenden Fragen: Welche Argumente waren die Grundlage für konkrete Entscheidungen? Bei welchen Themen herrschte Uneinigkeit und bei welchen entstand schnell ein Konsens? Auf welche Vorschläge reagierten einzelne Teilnehmer gereizt oder empfindlich und warum?

Es lässt sich festhalten, dass innerhalb der Gruppe von Teilnehmenden nur in seltenen Fällen auf Anhieb ein eindeutiger Konsens vorhanden war. Unterschiedliche Problematikisierungen und Empfindlichkeiten wurden immer wieder offensichtlich: beginnend bei der anfänglichen Skepsis gegenüber dem gesamten Vorhaben, über die eigene Motivation, die vordefinierten Ziele zu erreichen, bis hin zur Interpretation der Spielergebnisse und Einschätzung ihrer Umsetzbarkeit in der Realität. Ein Querschnitt durch die Spielgruppen hat gezeigt, dass insbesondere folgende drei Aspekte kontroverse Ansichten provozierten:

1. Wie und wer finanziert die Massnahmen in einer stagnierenden oder schrumpfenden Wirtschaftslage?
2. Die Installation von Photovoltaik-Anlagen als effizienter Lösungsweg. Hier wurde argumentiert, dass Photovoltaik einen geringeren Wirkungsgrad erreicht als Solarthermie. Zudem sei der Strom nur direkt verwertbar und nicht speicherbar, wie bei der Solarwärme.
3. Die ästhetische Beeinträchtigung des Landschaftsbilds durch grosse freistehende Photovoltaik-Anlagen.

Demgegenüber standen Themen und Massnahmen, über die sich die Teilnehmer sehr schnell einig waren. Dazu gehörten unter anderem:

1. Vereinzelte Fehler in der Datenbank bezüglich der bestehenden Heizsysteme in einzelnen Gebäuden, die anschliessend im Spielplan korrigiert wurden.
2. Ein grosses Bewusstsein für systemrelevante Gebäude, die aufgrund ihres besonders hohen Energieverbrauchs problematisch sind und unbedingt energetisch saniert werden sollten: Schule, Schwimmbad, Gemeindehaus.
3. Eine hohe Akzeptanz für die Renovation von Gebäuden mit bestehenden Ölheizungen.
4. Wenige Einwände und eine hohe Motivation zum Bau eines Blockheizkraftwerks.

5. Entscheidungen zur Positionierung und zur Länge der Erweiterung des Fernwärmenetzes entlang der Hauptstrasse.

6. Eine hohe Akzeptanz für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern von Bestandsgebäuden ausserhalb des Ortszentrums.

7. Die Idee eines Kleinwasserkraftwerks als zusätzliche Energiequelle ohne KEV-Finanzierung als weitere Massnahme zur Erhöhung der lokalen Energieproduktion.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass das ursprüngliche Ziel des Workshops, gemeinsam mit allen Beteiligten zukünftige Energiestrategien für Zernez zu entwickeln, erreicht wurde. Die teilnehmenden Bewohner mussten sich im Spiel den entscheidenden energietechnischen Herausforderungen stellen, haben die wesentlichen Zusammenhänge und Dilemmata erkannt und nutzten intensiv ihre Chance, dem Forschungsteam Feedback zu geben.

WORKSHOP II

Vom 21. Juli bis 12. August 2014 wurden erste Zwischenergebnisse aus dem Forschungsprojekt in Zernez präsentiert. Die Ausstellung konnte an zentraler Lage in dem sich zu diesem Zeitpunkt im Umbau befindlichen ehemaligen Stall des Pilotprojekts I am Röven 8 stattfinden. Dank der freundlichen Unterstützung der Bauherrschaft konnte sich ein Grossteil der Zernezer und Zernezerinnen sowie viele interessierte Gäste während vier Wochen, parallel zu den Feierlichkeiten zum 100jährigen Jubiläum des Schweizerischen Nationalparks, detailliert über den Stand der Arbeit informieren.

Die Ausstellung wurde nicht nur zur Information über das Projekt sondern auch als Veranstaltungsort genutzt, an dem weitergedacht und mitdiskutiert werden konnte. So fanden neben Vernissage und Finissage auch Vorträge, eine Projektpräsentation sowie der zweite Workshop einen Platz im Rahmenprogramm der Ausstellung. Die Überlappung mit den Jubiläumsfeierlichkeiten ermöglichte einem breiten Publikum Einblicke in das Projekt. Nach dem Ende der Ausstellung konnten die aus Schalungstafeln gebauten und für die Zwischennutzung benötigten Ausstellungselemente sowie der neu installierte Boden auf der Baustelle fast komplett wiederverwendet werden, so dass der Materialverbrauch minimal gehalten werden konnte.



- 7 Die Teilnehmer sind während des Workshop I in Arbeitsgruppen aufgeteilt
- 8 Am Spielplan des Strategiespiels Zernez Energia 2020 wird diskutiert
- 9 Eröffnung der Ausstellung Zernez Energia im Stall Röven 8

Neben der Ausgangslage und den in der Analysephase des Forschungsprojekts identifizierten Potenzialen wurden bereits vier detaillierte Energieszenarien und das zuvor entwickelte Strategiespiel als interaktives und multimedial bespieltes Modell ausgestellt. Kernstück der Ausstellung war allerdings das auf einer grossen Tafel ausgestellte Zukunftsbild «Zernez Energia 2020+», in dem ein Zwischenstand der Ergebnisse aller Forschungs- und Umsetzungspartner gemeinsam mit den wichtigsten Empfehlungen gebündelt dargestellt wurde (siehe auch Kapitel Zukunftsbild, Seite 95).

Der im Rahmen der Ausstellung durchgeführte zweite Workshop sollte insbesondere als Vorbereitung für die Erarbeitung des Aktionsplans dienen, der die Grundlage für die Umsetzung des ausgewählten Energieszenarios bildet. Angestrebt wurde eine aktive Teilnahme der Bewohner und Bewohnerinnen an der Diskussion zu möglichen Massnahmen für die Umsetzung des skizzierten Zukunftsbilds. Darüber hinaus sollte die Veranstaltung dazu dienen,

Feedback zu dem vom Forschungsteam vorgeschlagenen Energieszenario einzuholen und weitere lokale Meinungen, Vorschläge und Anregungen für das Projekt zu sammeln. Der Workshop fand direkt in den Räumlichkeiten der Ausstellung statt und startete mit einer zwanzigminütigen Einführung zum Projekt. Anschliessend wurden mögliche Umsetzungsmassnahmen zu den Themenbereichen «Fernwärme und individuelle Heizsysteme», «Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen» sowie «Steuerung der Bautätigkeit» diskutiert.

Auch aus diesem Workshop ergaben sich einige wertvolle Erkenntnisse für das Projekt. Sowohl kritische Einwände und Bemerkungen als auch ergänzende Hinweise und Vorschläge stellen einen wichtigen Baustein für die spätere Formulierung des Aktionsplans dar. Es wurde offen und unbefangen über kritische und sensible Themen diskutiert. Die begleitenden Experten konnten die Diskussionen mit einer gewissen Distanz beobachten und dabei einige relevante Empfindlichkeiten, Einwände,

Prioritäten, Einverständnisse aber auch Widersprüche seitens der Teilnehmenden identifizieren. Es liess sich festhalten, dass innerhalb der Gemeinde zu gewissen Themenbereichen auf Anhieb ein eindeutiger Konsens vorhanden war, wohingegen andere Themen sehr kontrovers diskutiert wurden. Unterschiedliche Problematisierungen und Empfindlichkeiten wurden immer wieder offensichtlich, beginnend bei der anfänglichen Skepsis gegenüber der vorgeschlagenen Systemgrenze, bis hin zur Frage, welche Solarenergietechnologien zu bevorzugen seien. Ein repräsentativer Querschnitt der gesammelten Voten zeigte, dass insbesondere folgende vier Aspekte unterschiedliche Ansichten provozierten:

1. Die Systemgrenze des Forschungsprojekts: Sollte der vom lokalen Grosswasserkraftwerk bezogene Strom als Import oder eigene Produktion betrachtet werden? (siehe dazu auch die abschliessend gemeinsam gewählte Bilanzierungsmethode im Abschnitt «Gemeindeebene: Strom» Seite 56).

2. Die Installation von Photovoltaik-Anlagen als effizienter Lösungsweg: Mit der Argumentation, dass Solarthermie einen höheren Wirkungsgrad erreicht und auch speicherbar wäre.

3. Solarenergie-Zonen: Die ästhetische Beeinträchtigung des Ortsbilds durch Solarenergie-Anlagen im erhaltenswerten Dorfzentrum.

4. Finanzielle Anreize und Förderung: Einerseits sei die finanzielle Unterstützung von Sanierungsmassnahmen zwingend nötig, um Impulse für Investitionen zu setzen. Auf der anderen Seite verfehlen finanzielle Anreize den Grundgedanken des Projekts, aus eigener Überzeugung einen Beitrag für die nächste Generation und die Erde zu leisten.

Zu den Themen und Massnahmen, über die sich die Teilnehmer sehr schnell einig waren, gehörten unter anderem:

1. Die schnelle Erweiterung des Fernwärmenetzes habe oberste Priorität.
2. Die Positionierung und Länge der Erweiterung des Fernwärmenetzes entlang der Hauptstrasse.
3. Die Dringlichkeit des Austauschs bestehender Ölheizungen.
4. Wenige Einwände und eine hohe Motivation zum Bau eines Blockheizkraftwerks.
5. Die städtebauliche Aufwertung des öffentlichen Raums im Dorfzentrum.
6. Freistehende Solarenergie-Anlagen haben letzte Priorität und sollten erst dann installiert werden, wenn keine Alternative mehr möglich sei.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich das Format eines geleiteten Diskussionsabends als ein erfolgreiches partizipatives Instrument erwiesen hat, um seitens der Teilnehmenden sowohl Befindlichkeiten als auch weitere Vorschläge zum Projekt zu äussern und auf der Seite des Forschungsteams die Umsetzbarkeit bestimmter Massnahmen besser einschätzen zu können. Die Teilnehmenden setzten sich in intensiven Diskussionen mit den entscheidenden Themen auseinander, äusserten kritisch ihre Meinung und nutzten intensiv ihre Chance, dem Projektteam Feedback zu geben. Das Ziel des Abends, in einem diskursiven Gespräch gemeinsam die relevanten Themen des Aktionsplans für Zernetz kritisch zu hinterleuchten, wurde erreicht.

FAZIT

Das gewählte partizipative Verfahren ermöglichte den interessierten Teilnehmenden, sich die komplexen Themen inhaltlich anzueignen, provozierte direkte Rückmeldungen auf die im Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse und testete diese im Hinblick auf ihre Machbarkeit und politische Durchsetzbarkeit. So konnten die Bedürfnisse und Wünsche der Bevölkerung und lokaler Entscheidungsträger direkt in den Forschungsprozess integriert und eine hohe Sensibilisierung für das Projekt erreicht werden. Der Einstieg in die Teilszenarien mit radikalen Zukunftsbildern zeigte, dass es notwendig ist, die räumliche Entwicklung eng mit den energetischen Themen und Fragestellungen zu verknüpfen. Diese Zielsetzung konnte mit der Entwicklung des Strategiespiels erfolgreich umgesetzt werden.

SYNTHESE





Die Synthese fügt die verschiedenen Erkenntnisse aus der Analyse und den Teilszenarien zu einem breit abgestützten Zukunftsbild zusammen. Dazu werden die plausibelsten Teilszenarien kombiniert und allgemein verständlich dokumentiert. Das Zukunftsbild wird immer wieder mit Akteuren vor Ort diskutiert und fortlaufend weiterbearbeitet. Ist ein Zukunftsbild gefunden, das breite Unterstützung findet, so können auf dessen Basis detaillierte Massnahmenpakete ausformuliert werden und jeweils verantwortlichen Schlüsselpersonen, Gremien oder Institutionen zugeordnet werden. Ein Fahrplan bringt die Reihenfolge, Abhängigkeiten und Konsequenzen der Umsetzungs-

massnahmen in einen zeitlichen Zusammenhang und ermöglicht eine periodische Übersicht zum Stand der Zielerreichung.

Für diesen iterativen Prozess ist genügend Zeit einzuplanen, denn die sorgfältige und detaillierte Ausarbeitung von Massnahmen und Fahrplan ist ausschlaggebend dafür, ob diese realistisch umgesetzt werden können. Zukunftsbild, Massnahmen und Fahrplan können schliesslich auch kompakt zu einem Aktionsplan zusammengefasst werden, der als Arbeitsgrundlage für die Implementierung dient.

Das Zukunftsbild zeigt die Konsequenzen der angestrebten Ziele in Wort und Bild allgemein verständlich auf und dient während des Prozesses als Diskussionsgrundlage. Die beteiligten Experten, Verantwortungsträger und Laien haben so die Möglichkeit, auf einer gemeinsamen Basis Vor- und Nachteile verschiedener Optionen abzuwägen, Kompromisse auszuhandeln und gemeinsam Entscheidungen zu treffen. Das Zukunftsbild eignet sich deshalb nicht nur als Instrument in einem partizipativen Verfahren sondern ebenso auch später als Kommunikationsinstrument für die Vermittlung der vereinbarten Ziele an weitere Akteure.

GRUNDLAGEN

- Dokumentation der Analyse
- Dokumentation der ausgewählten Teilszenarien

VORGEHENSWEISE

- Erarbeitung verschiedener (radikaler) Zukunftsbilder
- Vorstellung der Zukunftsbilder und Diskussion mit verschiedenen Akteuren
- Dokumentation und Evaluation der Diskussion
- Überarbeitung und Präzisierung der Zukunftsbilder
- Öffentliche Vorstellung und Diskussion
- Erneute Überarbeitung
- Erneute Vorstellung und Diskussion
- Validierung und Dokumentation

DOKUMENTATION

- Allgemein verständliche Darstellung des Zukunftsbilds in Wort und Bild inklusive Beschreibung der ausgewählten Teilszenarien

FAZIT

Erst wenn ein zukünftiger Zustand explizit visuell dargestellt und beschrieben worden ist, kann - auch über die Grenzen von Fachdisziplinen hinaus - darüber diskutiert werden. Die Gegenüberstellung verschiedener Zukunftsbilder ermöglicht spontane Reaktionen der beteiligten Akteure. So können sehr schnell Hinweise auf die inhaltliche Relevanz, die politische Machbarkeit oder auch die Popularität einer Massnahme oder ihre möglichen Folgen in der Zukunft gefunden werden. Eine leicht verständliche und teilweise überzeichnete Darstellung des Zukunftsbilds hilft dabei. Das Zukunftsbild ist immer nur ein Zwischenstand, an dem kontinuierlich weitergearbeitet werden soll.

AM BEISPIEL ZERNEZ



1 Informationsveranstaltung und Workshop im Rahmen der Ausstellung «Zernez Energia 2020»

Unter dem Begriff «Zukunftsbild» wird in diesem Zusammenhang eine einfach verständliche, im Grundriss oder einer perspektivischen Darstellung gezeigte Abbildung verstanden, die den Betrachtungsperimeter in einem zukünftigen Zustand zeigt und mit einfachen Worten beschreibt (siehe Abbildung Seiten 98/99). Sie dient dazu, die im Orts- und Landschaftsbild bis 2050 sichtbaren Auswirkungen und infrastrukturellen Veränderungen der mit dem Projekt in Zusammenhang stehenden und oft abstrakten Massnahmen darzustellen und zu beschreiben.

Das auf den folgenden Seiten abgebildete Zukunftsbild für «Zernez Energia 2020» basiert auf den im vorherigen Kapitel beschriebenen am meisten Erfolg versprechenden Teilszenarien des Forschungsprojekts bezüglich der Reduktion des Energieverbrauchs, dem Ausbau der erneuerbaren Energiesysteme und der strategischen räumlichen Entwicklung für das Dorf Zernez. Es vereint das Sanierungskonzept für den Gebäudepark mit dem Konzept für die zukünftige Energieversorgung und den aus dem partizipativen Prozess gewonnenen Erkenntnissen zur gewünschten Ortsentwicklung.

Dieses Zukunftsbild ist das Ergebnis eines zweijährigen Prozesses, an dem alle im Projekt involvierten Akteure aktiv teilgenommen haben und während dessen sein Inhalt immer wieder angepasst, weiterentwickelt und ver-

vollständig wurde. In dieser Zeit diente es als Kommunikationswerkzeug, mit dem mögliche Umsetzungsmassnahmen und ihre Konsequenzen für alle verständlich dargestellt, getestet und zur Diskussion gestellt wurden.

Ausgangspunkt waren vier extreme Zukunftsbilder, die im Rahmen eines ersten Workshops im Februar 2014 mit den Mitgliedern der Kommission «Zernez Energia 2020» diskutiert wurden. Basierend auf den Ergebnissen dieses Gesprächs entstand aus den vier Varianten ein einziges Zukunftsbild, das fortan den Prozess begleitete.

Während eines weiteren Workshops im Juni, eines Informationsabends im August 2014 (siehe Teilszenarien «Räumliche Entwicklung» Seite 83) und der von Juli bis August 2014 stattfindenden Ausstellung wurde das Zukunftsbild öffentlich zur Diskussion gestellt, Reaktionen gesammelt und daraufhin inhaltlich geschärft und überarbeitet.

Es basiert auf dem Teilszenario zur Reduktion des Energieverbrauchs durch die gezielte Förderung von Sanierungen mit einem besonderen Fokus auf den 90 Gebäuden mit dem höchsten Effizienzpotenzial (siehe Teilszenarien «Energieverbrauch und CO₂-Emissionen» Seite 61). Für die zukünftige Versorgung mit Energie aus erneuerbaren Quellen wurde das weiterentwickelte Szenario vier zu Grunde gelegt (siehe Teilszenarien «Energiesysteme und

CO₂-Emissionen» Seite 67). Dieses sieht beispielsweise vor, bis 2020 das Fernwärmenetz entlang der Hauptstrasse zu ergänzen und die bisherige Holzschneitzelheizung zu einer Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage auszubauen. Durch deren hohe Kapazität kann die benötigte Fläche für Photovoltaik-Anlagen zur zusätzlichen Stromproduktion stark reduziert werden (siehe «Etappenziele» Seite 120/121). Das aktuell vorhandene Energieholzpotenzial wird in Zukunft allerdings nicht ausreichen, um den Bedarf vollständig lokal zu decken. Aus diesem Grund sind in einem nächsten Schritt alle Optionen zu prüfen, um dieses mittelfristig zu erhöhen. Dies kann beispielsweise durch die Ausrüstung der Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage mit den nötigen Filtern für den zusätzlichen Einsatz von Altholz, durch die Verwendung von lokalem Konstruktionsholz oder sinnvollerweise durch eine gezielte Aufforstung erreicht werden. Die entsprechend erforderlichen Schritte sind im folgenden Kapitel detailliert beschrieben. Für eine Versorgung der Ortsteile ohne Anschlussmöglichkeit an das Fernwärmenetz kommen individuelle Systeme oder lokale kleinere Wärmeverbände auf der Basis erneuerbarer Energieträger in Frage. Für deren Koordination steht zukünftig die Koordinationsstelle mit ihrem Fachwissen als Ansprechpartnerin für interessierte Eigentümer zur Verfügung.

Die räumliche Entwicklung wird zukünftig

ZUKUNFTSBILD 2050

Das Zukunftsbild ist das Ergebnis eines fast zwei Jahre dauernden Prozesses, an dem alle im Projekt involvierten Akteure teilgenommen haben. Es zeigt die durch das Entwicklungsleitbild und die davon abgeleiteten Massnahmen entstehenden möglichen Auswirkungen für das Orts- und Landschaftsbild im Jahr 2050 und illustriert die infrastrukturellen Veränderungen wie beispielsweise die Erweiterung des Fernwärmenetzes.

GEBÄUDESANIERUNGEN

Das Förderprogramm zur Gebäudesanierung führt dazu, dass die Gebäudegruppen mit dem höchsten Effizienzpotenzial als erste saniert werden. Im Zusammenspiel mit den erwarteten Erneuerungszyklen kann so die schnellstmögliche Reduktion der CO₂-Emissionen erreicht werden.

- + Effizienzpotenzial
- Sanierung durch Gemeinde

ERWEITERUNG FERNWÄRMENETZ

Das bestehende Fernwärmenetz wird entlang der Hauptstrasse erweitert. Eigentümer von Gebäuden mit Öl- oder Elektroheizung haben jetzt eine gute Alternative und die Renovations-tätigkeit wird angeregt.

- - - Bestand Fernwärmenetz
- - - Erweiterung Fernwärmenetz

PHOTOVOLTAIK-ANLAGEN

Im Rahmen der Arealplanung «Cul» entstehen neben vielen gebäudeintegrierten Anlagen auch einige freistehende Photovoltaik-Anlagen über den ohnehin versiegelten Rangierflächen im Industrie- und Gewerbegebiet. Sie leisten einen wichtigen Anteil zur Deckung des lokalen Stromverbrauchs.

- Photovoltaik-Anlagen

BAU EINER WÄRME-KRAFT-KOPPLUNGS-ANLAGE

Die Gemeinde investiert in den Bau einer neuen, mit Biomasse befeuerten Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage. Sie ersetzt die bestehende Holzsnitzelheizung, versorgt einen Grossteil der Bestandsbauten im Ortszentrum über das ausgebaute Hochtemperatur-Fernwärmenetz und produziert Strom.

INTENSIVIERUNG UND AUSBAU DER FORSTBEWIRTSCHAFTUNG

Der durch die neue Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage gewachsene Bedarf an Holz wird durch die Intensivierung der Forstbewirtschaftung und die Aufforstung sorgfältig ausgewählter Flächen gedeckt. Dies gewährleistet die lokale Energieproduktion auch langfristig.

MASTERPLAN 'DORFMITTE'

Im Rahmen des Pilotprojekts «Dorfmitte» wurde auf Basis des Aktionsplans in einem Studienauftrags-Verfahren ein detaillierter strategischer Masterplan für die nachhaltige Entwicklung der Ortsmitte erarbeitet.

--- Projektperimeter

LOKALE ENERGIEVERBÜNDE

In Ortsteilen, die nicht an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, entstehen Energieverbünde zwischen Gebäuden, die sich in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander befinden und eine gemeinsame Wärmeversorgung auf der Basis lokal erneuerbarer Energiequellen anstreben.

--- lokaler Energieverbund

ENTWICKLUNG NACH INNEN

Die Massnahmen zur Förderung der Innenentwicklung haben zur Belebung des Dorfkerns und der Bebauung auf zentral gelegenen und bereits eingezonten Grundstücken geführt.

Beispiel Bebauungen:

- Volumen
- Grundflächen

SOLARANLAGEN

Die Förderung von Solaranlagen hat dazu geführt, dass viele private Eigentümer gemeinsam dazu beitragen, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der Gemeinde zu senken.

■ Solaranlagen

gezielt ins Dorfzentrum gelenkt, um eine möglichst rasche Sanierung und nachhaltige Nutzung der Bestandsbauten zu gewährleisten, die vorhandene Infrastruktur optimal auszulasten, kurze Wege zu gewährleisten und die Aktivität im Dorfzentrum zu stimulieren. (siehe Teilszenarien «Räumliche Entwicklung» Seite 83).

Solaranlagen werden vor allem auf den nicht denkmalgeschützten Dächern mit hohem Nutzungspotenzial installiert, um das historisch wertvolle Ortsbild nicht zu stark zu beeinträchtigen. Dazu wird von der Koordinationsstelle ein separater Leitfaden für Eigentümer bereitgestellt. Freistehende Solaranlagen sollen nur im Industrie- und Gewerbegebiet «Cul» realisiert werden dürfen, wo auch der Standort für die neue Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage vorgesehen ist.

Die Liegenschaften der Gemeinde sollen als Vorbild für die privaten Eigentümer muster­gültig saniert werden und in Zukunft mehr Energie produzieren als sie selbst benötigen. Im Rahmen des strategischen Masterplans für die nachhaltige Entwicklung des Dorfzentrums (Pilotprojekt «Ortsmitte») sollen ab 2016 dafür die entsprechenden Planungsgrundlagen erarbeitet werden.

Für Neubauten soll das Baugesetz zukünftig vorsehen, dass diese mindestens eine neutrale Energiebilanz aufweisen. Auch wenn auf Basis der aktuellen Prognosen nur mit einem minimalen Wachstum zu rechnen ist, so kann sich dies in Zukunft auch wieder ändern. Deshalb gilt es sicherzustellen, dass allfällige Neubauten weder mit Heizsystemen auf der Basis fossiler Energieträger ausgerüstet werden oder die Gesamtbilanz in anderer Form belasten. Gebäude, die eine positive Energiebilanz aufweisen, könnten zukünftig beispielsweise auch in die Förderung durch die Gemeinde aufgenommen werden.

FAZIT

Das aktuelle Zukunftsbild für Zernez ist und bleibt ein Zwischenstand, an dem die Gemeinde kontinuierlich weiterarbeiten kann. Die einfache Darstellung komplexer Inhalte macht es zu einem wichtigen Kommunikationswerkzeug zwischen Experten, Verantwortungsträgern und der Bevölkerung. Ausgehend von den zu Beginn des Projekts vorgestellten radikalen und einseitigen Zukunftsbildern entwickelte sich nach und nach ein differenziertes Bild, das die anvisierten Ziele mit den lokalen Bedingungen und der politischen Umsetzbarkeit pragmatisch verbindet. Dieser Prozess beinhaltet auch Kompromisse, wie beispielsweise die grösstmögliche Reduktion der visuell stark in Erscheinung tretenden benötigten Solaranlagen. Damit wird eine grösstmögliche Auslegung der geplanten Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage auf der Basis lokaler Biomasse (Holz) nötig. Dies wiederum führt dazu, dass das aktuell verfügbare Energieholz-Potenzial langfristig nicht ausreichen wird und deshalb beispielsweise Aufforstungsmassnahmen nötig sein werden, um den Energiebedarf in Zukunft vollständig aus lokaler erneuerbarer Produktion decken zu können.

MASSNAHMEN

Die Umsetzungsmassnahmen legen im Detail die notwendigen Schritte fest, um die Projektziele entsprechend dem vereinbarten Zukunftsbild umzusetzen. Sie bestehen aus einer Reihe von Massnahmenblättern, die in Paketen zusammengefasst das zukünftige Vorgehen konkret beschreiben, Verantwortlichkeiten zuordnen und entsprechende Meilensteine zeitlich definieren. Zusammen mit dem Fahrplan dienen sie als praktisches Werkzeug für die Implementierung der Projektziele.

MASSNAHMEN

GRUNDLAGEN

- Dokumentation der Analyse
- Dokumentation der ausgewählten Teilszenarien
- Validiertes Zukunftsbild

VORGEHENSWEISE

- Gespräche mit Verantwortlichen vor Ort zu sinnvoll realisierbaren Umsetzungsmöglichkeiten der Projektziele, dem vereinbarten Zukunftsbild entsprechend
- Gliederung der Massnahmen in einzelne inhaltlich zusammenhängende Arbeitsschritte
- Festlegung von Verantwortlichen, Beteiligten und Abhängigkeiten für die Umsetzung
- Validierung der erarbeiteten Massnahmen durch Entscheidungsträger vor Ort
- Zusammenfassung in geeignete thematische Massnahmenpakete für die Implementierung

DOKUMENTATION

- Massnahmenblätter

FAZIT

Die Umsetzungsmassnahmen sind das Resultat einer Reihe von Gesprächen zwischen externen Experten, involvierten Institutionen sowie den verschiedenen Verantwortungsträgern und Beteiligten vor Ort. Sie dienen als Arbeitsgrundlage für die Implementierung der Projektziele und sollen kontinuierlich nachgeführt, weiterentwickelt und ergänzt werden können. So lässt sich auch in Zukunft adäquat auf veränderte Rahmenbedingungen reagieren um die angestrebten Ziele zu erreichen.

Übersicht Umsetzungsmassnahmen «Zernez Energia 2020»

A Integration in die Gemeindepolitik

B Energieplanung

- B1 Anpassung Energiegesetz
- B2 Aktivierung und Umsetzung von Gebäudesanierungen
- B3 Bau Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage & Fernwärmenetz
- B4 Intensivierung und Ausbau Forstbewirtschaftung
- B5 Förderung lokaler Stromproduktion
- B6 Lancierung von Energieverbänden

C Ortsplanung

- C1 Anpassung Baugesetz und Nutzungsplan
- C2 Förderung der Innenentwicklung
- C3 Pflege und Weiterentwicklung Ortsbild

D Erfolgskontrolle

Die Massnahmen von «Zernez Energia 2020» wurden gemeinsam von der Kommission der Gemeinde sowie den Forschungs- und Wirtschaftspartnern erarbeitet.

Sie umfassen eine detaillierte Beschreibung der für die Umsetzung der Projektziele erforderlichen Schritte und sind in drei Massnahmenpakete gegliedert (siehe Liste oben). Die einzelnen Massnahmenblätter (siehe Abbildungen auf den nachfolgenden Seiten) geben Auskunft über Abläufe, Prioritäten, Abhängigkeiten und den Zeithorizont der Umsetzungen. Die Implementierung der Massnahmen

hat bereits während der Ausarbeitung des Aktionsplans im Jahr 2015 begonnen. Um die Projektziele erreichen zu können, sollen alle Meilensteine bis zum Jahr 2020 umgesetzt werden.

Die kontinuierliche Weiterführung des eingeschlagenen Wegs sollte in der Folge gewährleisten, dass die gesetzten Ziele zwischen 2040 und 2050 erreicht werden können.

MASSNAHME A

INTEGRATION VON ZERNEZ ENERGIA 2020 IN DIE GEMEINDEPOLITIK

Zernez und seine Nachbargemeinden Susch und Lavin haben am ersten Januar 2015 fusioniert. Bei den Neuwahlen der politischen Ämter haben sich dabei personelle Wechsel ergeben, die Auswirkungen auf die Verankerung des Projekts «Zernez Energia 2020» im neuen politischen Umfeld haben. Es waren keine Kommissionsmitglieder mehr direkt in das neue politische Umfeld eingebunden und die Herausforderung war, diesen direkten Link wieder herzustellen. Als vorbereitende Massnahme wurde deshalb von der Kommission «Zernez Energia 2020» ein Strategiepapier erarbeitet. Dieses zeigt auf, welche Funktionen in der Kommission vertreten sind, welche Kompetenzen der Kommission zugeschrieben werden sollen, welche Verbindungen es neu zu konstituieren galt, und mit welchen Umsetzungsmassnahmen die Fortsetzung und Zielerreichung des Projekts sichergestellt werden kann. Im Sinne eines nahtlosen Übergangs wurde dem neuen Gemeindepräsidenten noch vor dessen Amtsantritt eine Liste der zeitlich vordringlichsten Aufgaben übergeben. Diese umfasste insbesondere Massnahmen im Zusammenhang mit Gesetzesanpassungen, beziehungsweise mit finanziellen Auswirkungen auf das Gemeindebudget. Der neue Gemeindepräsident der fusionierten Gemeinde Zernez hat die Weiterführung des Projekts bereits vor Amtsantritt aktiv unterstützt, nicht zuletzt durch die Übernahme des Kommissions-Präsidiums.

Ein direkter Bezug zum neuen Gemeindevorstand konnte durch die zusätzliche Wahl eines neu amtierenden Gemeindevorstandsmitglieds in die Kommission «Zernez Energia 2020» gewährleistet werden. Für den Projektperimeter wurde entschieden, dass dieser vorerhand auf das Dorf Zernez beschränkt bleibt. Die strategisch-politischen Entscheide rund um das Projekt werden in Zukunft aber vom neu zusammengesetzten Gemeindevorstand getroffen. So müssen ab 2015 projektrelevante Herausforderungen, wie die anstehende Sanierung und Erweiterung des Schulhauses, die Sanierung und der Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes oder das integrative Zusammenspiel von Raumplanung, Denkmalschutz und Baugesetzgebung von der fusionierten Gemeinde bewältigt werden. Diese Herausforderungen kann und soll die Kommission «Zernez Energia 2020» auch in Zukunft annehmen und beispielsweise aufzeigen, wie neue Baugesetze an die Projektziele geknüpft, die Bautätigkeit mit Schwerpunkt auf das verdichtete Bauen im Bestand gesteuert, oder die Rahmenbedingungen für Um- und Ersatzbauten verbessert werden können. Die Form der Kommission «Zernez Energia 2020» gilt es im Verlauf der Umsetzungsphase zu überdenken. Als mögliche Variante kommt zum Beispiel die Konstituierung als Verein in Frage. Damit die strategische Weiterführung der Umsetzungsmassnahmen sichergestellt werden kann, wird die bereits während des Forschungsprojekts eingerichtete Koordinationsstelle «Zernez Energia 2020» auch nach Abschluss des wissenschaftlichen Teils des Projekts beibehalten. Zur Gewährleistung energiepolitischer Kontinuität in der Gemeinde und zur Vernetzung ist Zernez seit 2014 ausserdem Mitglied des Trägervereins für das Energiestadt-Label.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
A1.1	Übergabe Strategiepapier und Pendenzenliste an Gemeindevorstand Zernez	Kommission ZE2020	Gemeindevorstand	-
A1.2	Bestätigung der Kommission und ihrer Mitglieder (inkl. Vertreter Gemeindevorstand)	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020	-
A1.3	Abstimmung Termine für Gemeindebudget und Gesetzesanpassungen	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020	-
A1.4	Einstieg in Zertifizierungsprozess für Energiestadt-Label (Bestandsaufnahme, Zertifizierung)	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Energiestadt-Berater	D1.1
A1.5	Koordination der vorliegenden Massnahmen	Koordination ZE2020	Kommission ZE2020	-

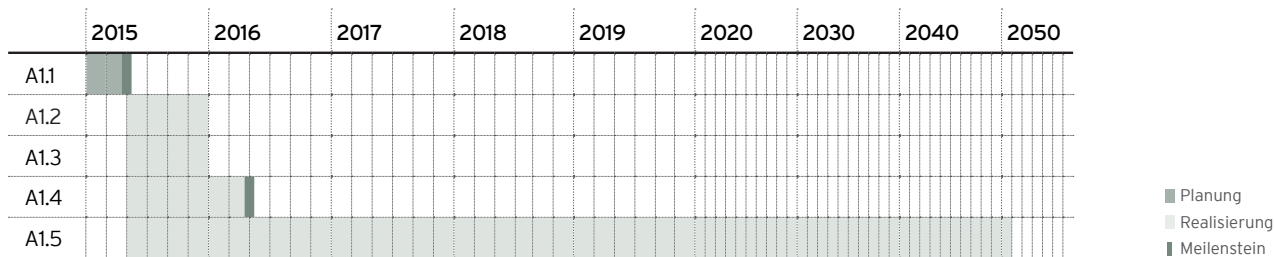


Abbildung aus Aktionsplan 2015

MASSNAHMEN

MASSNAHME B1 ANPASSUNG ENERGIEGESETZ

Damit die im Aktionsplan festgelegten Massnahmen gemäss Fahrplan umgesetzt und eingehalten werden können, ist eine Anpassung des Energiegesetzes notwendig. Der Gemeindevorstand sollte sich dazu mit der Kommission «Zernez Energia 2020» koordinieren. Bisher war der Projektperimeter von «Zernez Energia 2020» auf das Dorf Zernez beschränkt und soll vorderhand auch so beibehalten werden.

Bereits bei der Einführung des Energiegesetzes (080.100) durch den Souverän im April 2013 war vorgesehen, dieses im Sinne der aus dem Forschungsprojekt hervorgehenden Massnahmen 2015 zu überarbeiten.

Das Gesetz regelt einerseits die Modalitäten für die Finanzierung des Fonds «Zernez Energia 2020», der aktuell durch die Abgabe von 1.5 Rappen pro Kilowattstunde Strombezug in der Fraktion Zernez finanziert wird (Entscheidung Zernezer Stimmvolk, April 2013). Andererseits legt es die Vergabekriterien für Fördermittel aus diesem Fonds fest und schafft so wesentliche Anreize zur Zielerreichung von «Zernez Energia 2020». Mit der gezielten Förderung von Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs, zur Senkung der CO₂-Emissionen und zur lokalen Produktion erneuerbarer Energie kann die Entwicklung sinnvoll gesteuert werden. Das angepasste Energiegesetz muss vom Souverän beschlossen werden, damit es in kommunale Rechtskraft treten kann.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
B1.1	Erarbeitung Gesetzesentwurf	Gemeindevorstand (bis Dez. 2015: Kommission ZE2020)	Energiestadt-Berater Kommission ZE2020 Gemeindejurist Ortsplaner	B5 / B6 / C1
B1.2	Auflage, öffentliche Vernehmlassung	Gemeindevorstand		-
B1.3	Beschluss Stimmberechtigte Gemeinde Zernez	Gemeindevorstand	Gemeindeversammlung	-
B1.4	Kommunikation (Flyer, Gesuchsformulare, Bestimmungen, etc.)	Kommission ZE2020	Koordination ZE2020	B2 / B5 / B6 / C1

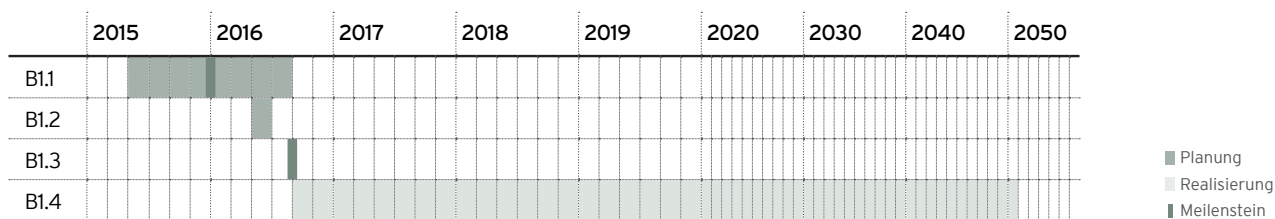


Abbildung aus Aktionsplan 2015

MASSNAHMEN

MASSNAHME B2 AKTIVIERUNG, FÖRDERUNG UND UMSETZUNG VON GEBÄUDESANIERUNGEN

Die im Energiegesetz definierten Fördermassnahmen aus dem Fonds «Zernez Energia 2020» stehen grundsätzlich allen EinwohnerInnen des Dorfs Zernez zu. Im Forschungsprojekt konnten 89 Gebäude identifiziert werden, die zusammen 90% der gebäudebezogenen CO₂-Emissionen verursachen (siehe auch Abbildung Seite 16). Je mehr dieser Gebäude in möglichst kurzer Frist renoviert und mit Heizsystemen ausgestattet werden können, die auf erneuerbaren Energieträgern basieren, desto eher lassen sich die Projektziele erreichen. Es sollte ausserdem darauf hingearbeitet werden, dass bei Sanierungen, Erweiterungsbauten oder allfälligen Neubauten keine Heizsysteme auf der Basis fossiler Energieträger mehr in Betracht gezogen werden, weil sich dadurch die Erreichung der Projektziele stark verzögern würde.

Die Gemeinde Zernez hat im Rahmen des Forschungsprojekts eine Koordinationsstelle als Anlauf- und Kontaktstelle für EinwohnerInnen von Zernez geschaffen. Diese koordiniert die kostenlos angebotenen Energie-Erstberatungen durch unabhängige Fachspezialisten, unterstützt bei der Erstellung von Förderanträgen und bereitet diese für den Entscheid im Gemeindevorstand auf.

Die im Rahmen des Forschungsprojekts erstellte Gebäudedatenbank wird ab Anfang 2015 kontinuierlich durch die Koordinationsstelle «Zernez Energia 2020» ergänzt und nachgeführt, damit diese auch mittel- bis langfristig eine verlässliche Übersicht zum Projektstand gewährleistet. Die Gebäudedatenbank ist Basis für die proaktive Kontaktaufnahme mit den Eigentümern, um die eingangs erwähnten 90% der gebäudebezogenen CO₂-Emissionen in möglichst kurzer Frist um drei Viertel reduzieren zu können.

Ausserdem fasst die Koordinationsstelle grundlegende Informationen zu den Verfahrensabläufen und Fördermöglichkeiten bei Gebäudesanierungen in einer Informationsbroschüre zusammen, die 2015 an alle Haushalte von Zernez verteilt wird. Da die kantonalen und bundesweiten Fördergesetze periodisch angepasst werden und sich die Förderbeiträge der Gemeinde Zernez daran orientieren, ist es wichtig, dass die Informationsbroschüre aktuell gehalten wird. Dies wird durch die Koordinationsstelle sichergestellt.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
B2.1	Erstellung und kontinuierliche Aktualisierung der Informationsbroschüren	Koordination ZE2020	Energiestadt-Berater	B1.4
B2.2	Kontaktaufnahme mit den Eigentümern nach Prioritätsstufen	Koordination ZE2020		B3
B2.3	Beratungsgespräche mit den Eigentümern	Koordination ZE2020	Bauberater Energiestadt-Berater	-
B2.4	Planung, gegebenenfalls Förderung, Ausführung Sanierung	Eigentümer	Koordination ZE2020 Bauamt Unternehmer	-
B2.5	Nachführung Gebäudedatenbank	Koordination ZE2020	Bauamt	D

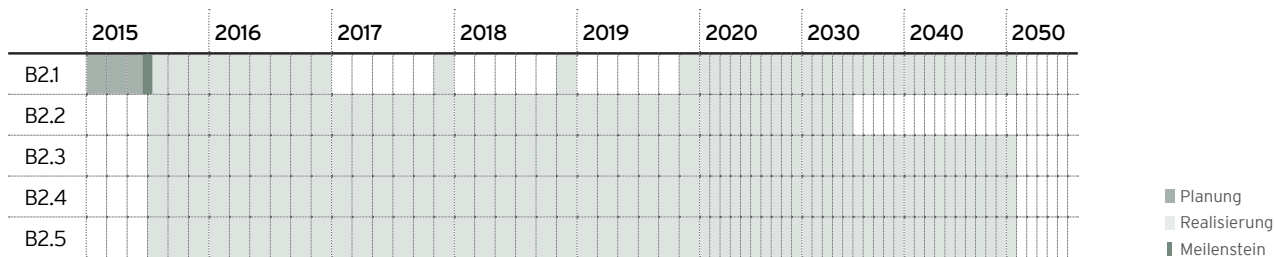


Abbildung aus Aktionsplan 2015

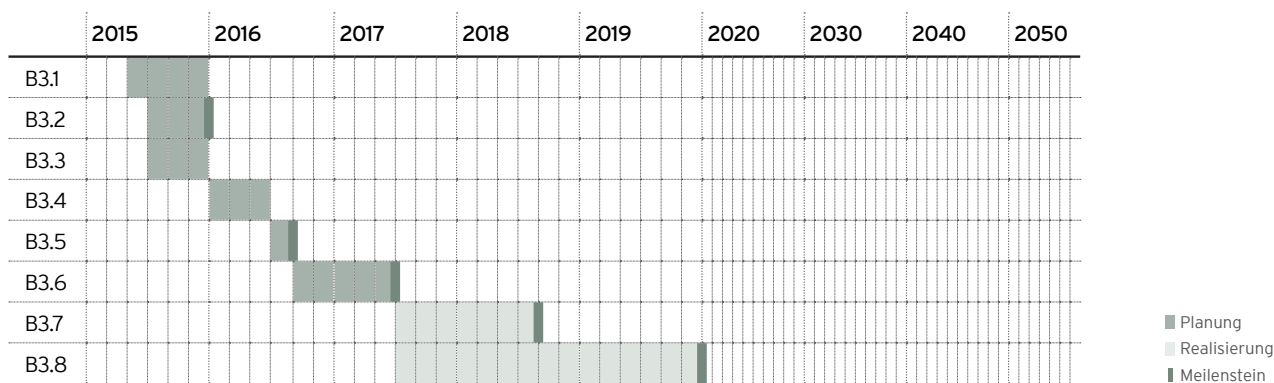
MASSNAHME B3

BAU WÄRME-KRAFT-KOPPLUNGS-ANLAGE UND FERNWÄRMENETZ

Die Holzschnitzelfeuerungen des bestehenden Fernwärmeverbands in Zernez sind altersbedingt bis 2017 zu sanieren. In diesem Rahmen kann die Wärmeversorgung im Dorf Zernez bereits massgeblich auf die Ziele von «Zernez Energia 2020» ausgerichtet werden. Durch den Einsatz einer Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage kann gleichzeitig mit der Wärmeerzeugung auch Strom generiert werden. Dies bietet den Vorteil, dass im Winter, wenn der Strombedarf am höchsten ist, in Zukunft zusätzlicher Strom aus erneuerbaren Ressourcen zur Verfügung steht. Der Ersatz der bestehenden Anlage kann auch modular und ohne Abschluss des Wärmeverbund-Ausbaus geschehen. Aufgrund der ebenfalls anstehenden Sanierung der Hauptstrasse besteht die Chance, im Strassenkörper eine neue Fernwärmeleitung zu verlegen und die dortigen grösstenteils mit Heizöl beheizten Gebäude in Zukunft auch an den Fernwärmeverbund anzuschliessen.

Eine entsprechende Etappierung der Anschlüsse ist noch zu prüfen. Die Bauarbeiten für die Erweiterung des Wärmeverbands können bei Projektierungsbeginn 2015 frühestens auf die Heizsaison 2017/18 abgeschlossen werden. Gemäss aktuellem Finanzplan ist die Strassensanierung aber erst ab 2020 vorgesehen. Diese sollte deshalb möglichst vorgezogen werden. Für die Umsetzung des Heizungsersatzes und des Fernwärmenetzausbaus ist im Anschluss an die Machbarkeitsstudie die geeignete Trägerschaft (Gemeinde / Vertragspartner) zu klären. Im Rahmen der Anschaffung ist ausserdem zu prüfen, ob durch eine Ausrüstung mit entsprechenden Filtern auch Teile des lokalen Altholzaufkommens zur Energieproduktion verwendet werden können.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
B3.1	Varianten- und Machbarkeitsstudie (inkl. Abklärung Anschlussinteresse von Gebäudeeigentümern durch die Gemeinde)	Kommission ZE2020	Gemeindevorstand Ingenieurbüro Ortsplaner	B2.2 / C1.3
B3.2	Planungskredit	Gemeindevorstand	Gemeindeversammlung	-
B3.3	Prüfung der Verwendbarkeit von Teilen des Altholzaufkommens für die neue Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage	Koordination ZE2020	Kommission ZE2020 Bauamt Amt für Natur und Umwelt (Kanton GR)	-
B3.4	Vorprojekt	Kommission ZE2020	Gemeindevorstand Ingenieurbüro	B2.2
B3.5	Investitionsentscheid	Gemeindevorstand	Gemeindeversammlung	-
B3.6	Ausschreibung und Submission	Kommission ZE2020	Ingenieurbüro Unternehmer	-
B3.7	Ersatz Feuerung und Bau Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage	Kommission ZE2020	Gemeindevorstand Bauamt /Ingenieurbüro Unternehmer	-
B3.8	Ausbau Fernwärmenetz (bedingt vorgängig Akquisition zusätzlicher Anschlüsse)	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Bauamt /Ingenieurbüro Unternehmer	B2.2



MASSNAHME B4 INTENSIVIERUNG UND AUSBAU FORSTBEWIRTSCHAFTUNG

In Zukunft soll der Bedarf an Energieholz für die Wärme- und Stromproduktion zu 100% lokal gedeckt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Forstbewirtschaftung konsequent intensiviert und ausgebaut werden.

Gemäss Einschätzung des Kantons Graubünden liesse sich die Menge an Brennholz aus dem Wald von Zernez in Zukunft noch massgeblich steigern: Durch eine konstante Durchforstung des Waldbestands kann im Vergleich zur heutigen Praxis die Energieholzmenge markant erhöht werden. Ausserdem sollte möglichst alles verfügbare Brennholz genutzt werden. Auch abgeholzte Rinde, Astderbholz sowie Astreisig von Stamm- und Energieholz können für die Energieproduktion eingesetzt werden. Insgesamt schätzt der Kanton das Optimierungspotenzial für Brennholz aus dem Wald von Zernez auf zusätzlich etwa 40%.

Zusätzliches Brennholz ergibt sich aus der Abholzung entlang von Weideflächen. Indem die Waldränder gezielt ausgelichtet werden, kann die Ertragsfähigkeit des Bodens verbessert werden. Für diese Massnahmen erhalten die Landwirte Subventionsbeiträge vom Bund. Im Rahmen von «Zernez Energia 2020» sollen sie zu diesen Massnahmen ermuntert werden, damit die Menge Brennholz aus Zernez weiter gesteigert werden kann.

Diese Potenziale reichen mittel- bis langfristig allerdings nicht aus, um den errechneten Bedarf an lokalem Energieholz zu decken: Deshalb sollten weitere Optionen überprüft werden. An den Hängen um Zernez sind Aufforstungsmassnahmen im Sinne zusätzlich neuer Baumbestände aufgrund des grossteils felsigen und humusarmen Bodens nur vereinzelt möglich. Die Freiflächen in der Talebene werden mehrheitlich landwirtschaftlich genutzt. Hier gilt es zu prüfen, ob auf Gewässerschutzstreifen, entlang von Wegen und Strassen oder an Geländekanten zusätzliches Potenzial für Baumpflanzungen besteht. Auch die Aufforstung wenig genutzter landwirtschaftlicher Flächen sollte in Betracht gezogen werden. Dazu ist ein koordiniertes Vorgehen zu empfehlen.

Um genügend Biomasse bzw. Brennholz für die Energieversorgung bereitstellen zu können, sollten alle diese Potenziale möglichst ausgeschöpft werden. Dazu muss die Bewirtschaftung der Forstflächen intensiviert, die Landwirte für Fördermassnahmen sensibilisiert und in Bezug auf Neupflanzungen ein koordiniertes Vorgehen angestrebt werden.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEIT
B4.1	Information der Landwirte und Waldbesitzer zu Meliorationsmassnahmen und Organisation der Brennholzabnahme durch Gemeinde	Koordination ZE2020	Kommission ZE2020 Gemeindevorstand	-
B4.2	Koordination der Landwirte und Waldbesitzer bezüglich Aufforstungsmassnahmen	Koordination ZE2020	Kommission ZE2020 Gemeindevorstand	-
B4.3	Konzept zur Intensivierung der Forstbewirtschaftung und Prüfung des Neupflanzungspotenzials	Gemeindeförster	Kommission ZE2020 Koordination ZE2020 Gemeindevorstand	-

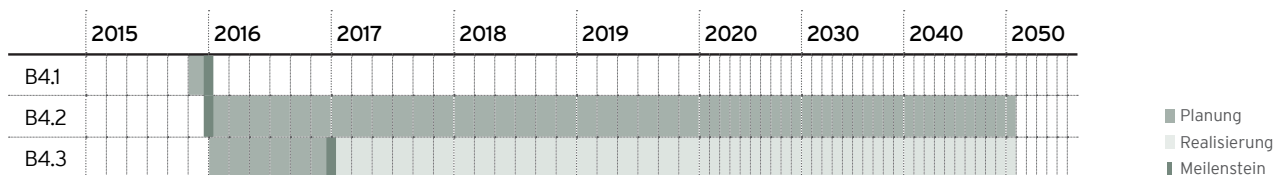


Abbildung aus Aktionsplan 2015

MASSNAHMEN

MASSNAHME B5**FÖRDERUNG LOKALER STROMPRODUKTION MIT PHOTOVOLTAIK-ANLAGEN**

Die lokale Stromproduktion durch Photovoltaik-Anlagen ist einer der drei Grundpfeiler des Aktionsplans, um eine 100% lokale Versorgung zu erreichen.

Zur Zeit werden Photovoltaik-Anlagen vom Bund durch die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) oder eine Einmalvergütung (EIV) finanziell gefördert. Um die verstärkte Inanspruchnahme dieser Fördergelder zu erreichen und damit die lokale erneuerbare Solarstromproduktion zu steigern, sollte die Gemeinde Zernez dazu im Rahmen des allgemeinen Förderprogramms ebenfalls einen Beitrag leisten. Dabei gilt es, den ökologischen Mehrwert in der Gemeinde zu behalten. Dies ist nur mit der Einmalvergütung bzw. nach Ablauf der kostendeckenden Einspeisevergütung möglich.

Deshalb werden folgende Fördermassnahmen empfohlen:

1. Investitionsbeitrag zusätzlich zur EIV als Anreiz für die Realisierung von Photovoltaik-Anlagen (z. B. 200 bis max. 500 CHF pro Kilowatt Nennleistung).
2. Eine gegenüber dem sonst lediglich vergüteten Energiepreis des Stroms auf das Niveau des Konsumentenpreises (inkl. Netz-Anteil) erhöhte Einspeisevergütung (rund 14 Rp./kWh) zur Sicherung des ökologischen Mehrwerts und insbesondere zur Gewährleistung der Wirtschaftlichkeit für Bauherrschaften mit EIV.

Die Förderbeiträge werden nur zugesprochen, wenn die betreffenden Anlagen den in der kommunalen Wegleitung für Solaranlagen definierten Kriterien entsprechen.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
B5.1	Identifizierung der Förderkriterien	Kommission ZE2020	Gemeindevorstand Ortsplaner	B1 / C3
B5.2	Übergabe an die nachfolgenden Instrumente (Energierichtplan, Nutzungsplanung)	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Ortsplaner	-
B5.3	Beschluss für Investitionsbeiträge an Photovoltaik-Anlagen < 30 kW (geknüpft an Bedingung von Zusage für EIV)	Kommission ZE2020	Gemeindevorstand Koordination ZE2020	B1 / C3
B5.4	Vertiefte Abklärungen mit Elektrizitätsversorgern zur zusätzlichen Gewährung einer angemessenen Einspeisevergütung für Photovoltaik-Anlagen ohne Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)	Kommission ZE2020	Koordination ZE2020 Energistadt-Berater Elektrizitätsversorger	-
B5.5	Kommunikation des Fördermodells für Photovoltaik-Anlagen	Kommission ZE2020	Koordination ZE2020 Bauamt	C3

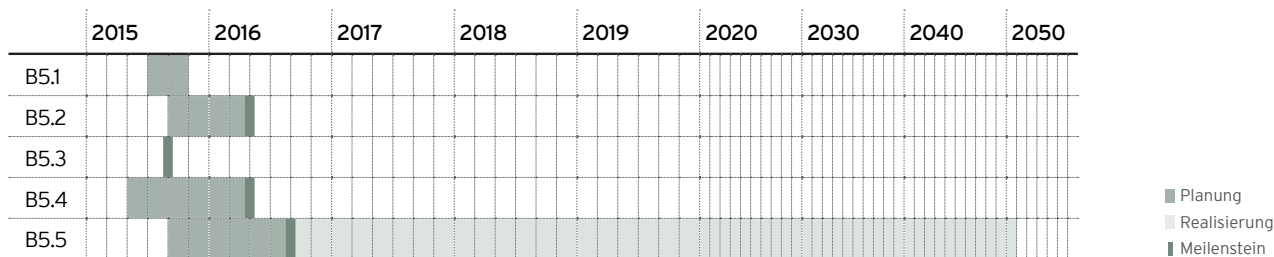


Abbildung aus Aktionsplan 2015

MASSNAHMEN

MASSNAHME B6 LANCIERUNG VON ENERGIEVERBÜNDEN

Die Förderung von Energieverbänden ist aus verschiedenen Gründen sinnvoll: Material- und Installationskosten können auf mehrere Parteien verteilt und für jeden Einzelnen minimiert werden. Ausserdem können jeweils gleich mehrere Gebäude auf eine Energieversorgung aus erneuerbaren Ressourcen umgestellt werden. Allerdings ist für die wirtschaftliche Vernetzung von mehreren Gebäuden ein minimaler Energiebedarf pro Leitungslänge erforderlich.

Für «Zernez Energia 2020» ist die Lancierung solcher Energieverbände deshalb ein wichtiger strategischer Schritt zu einer zeitnahen Erreichung der Projektziele. Bereits während des Forschungsprojekts wurde aus privater Initiative der Energieverbund «Runatsch» initiiert. An diesem Beispiel kann exemplarisch aufgezeigt werden, wie die Umsetzung eines Nahwärmeverbunds in Zernez angegangen werden kann.

Auf Basis der im Teilleitbild «Energieversorgung» identifizierten Gebiete soll die Koordinationstelle «Zernez Energia 2020» aktiv die Entstehung von Energieverbänden initiieren, fördern und begleiten. Sie soll in Zukunft Anlauf- und Vermittlungsstelle für potenziell interessierte Eigentümer sein, entsprechende Kontakte herstellen und bei der Organisation und der Erstellung von Anträgen für Förderbeiträge unterstützen.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
B6.1	Exemplarische Dokumentation Energieverbund «Runatsch»	Koordination ZE2020	Eigentümer Ingenieurbüro	-
B6.2	Identifizierung möglicher Energieverbände innerhalb des Dorfs	Koordination ZE2020	Kommission ZE2020 Gemeindevorstand	B1/C1
B6.3	Evaluierung von Möglichkeiten der Kooperation für die identifizierten Energieverbände	Koordination ZE2020	Energiestadt-Berater Ingenieurbüro	B1
B6.4	Einreichung von Anträgen auf Förderbeiträge	Eigentümer	Koordination ZE2020 Kommission ZE2020 Amt für Energie und Verkehr (Kanton GR)	-
B6.5	Verträge, Planung, Etappierung, Realisierung	Eigentümer	Koordination ZE2020 Ingenieurbüro	-

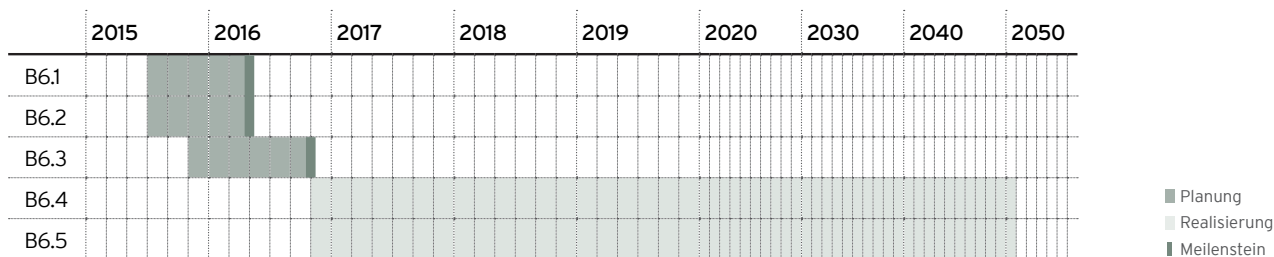


Abbildung aus Aktionsplan 2015

MASSNAHME C1 ANPASSUNG BAUGESETZ UND NUTZUNGSPLAN

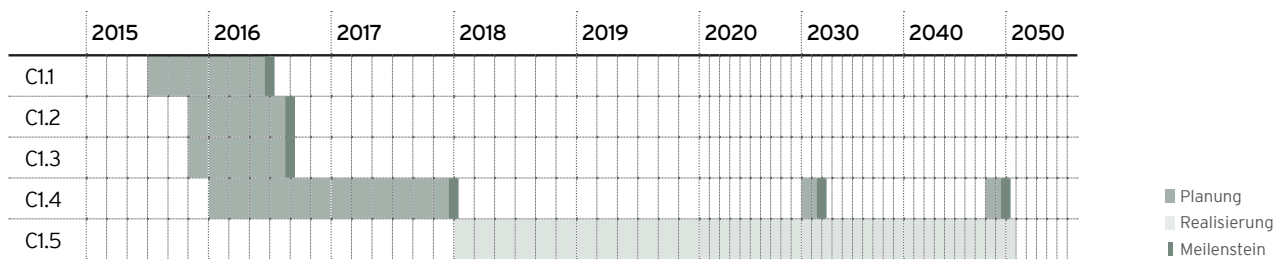
Die Anpassung des Baugesetzes und der Nutzungsplanung wird infolge der Gemeindefusion vordringlich behandelt werden müssen. Dabei ist eine Absprache des Gemeindevorstandes mit der Kommission «Zernez Energia 2020» zwingend notwendig, damit die im Aktionsplan festgelegten Massnahmen und deren Fahrplan umgesetzt und eingehalten werden können. Der Projektperimeter von «Zernez Energia 2020» ist auf das Dorf Zernez beschränkt und kann vorderhand auch so beibehalten werden.

Mit dem Baugesetz und den Nutzungsplänen kann das nötige Regelwerk für die ortsplanerischen Aspekte des Projekts geschaffen werden: Die Lenkung der zukünftigen Entwicklung nach Innen hat dabei oberste Priorität. Dies auch unter Berücksichtigung der schützenswerten Bauten, zu denen in Absprache mit den kantonalen Behörden (Denkmalschutz und Energie) und der kommunalen Baukommission ein separater Leitfaden erstellt wird.

Desweiteren sollte in diesem Rahmen auch geprüft werden, ob und wie die Neuinstallation von Heizsystemen auf der Basis fossiler Energieträger vermieden werden kann.

Grundlage für die Revision der Ortsplanung bilden das Teilleitbild «Räumliche Entwicklung» dieses Aktionsplans, eine daraus abgeleitete kommunale Entwicklungsstrategie und zeitlich gestaffelt ein Siedlungsentwicklungsplan sowie ein Energierichtplan. Der Energierichtplan bezeichnet Prioritätsgebiete für die Wärmeproduktion und -versorgung, Solarenergiezonen, legt Standorte für zentrale Energieerzeugungsanlagen fest und wird dabei auf die vorgeschlagenen Projekte (beispielsweise Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage) und die zur Verfügung stehenden erneuerbaren Ressourcen abgestützt.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
C1.1	Erstellung einer kommunalen Entwicklungsstrategie für die Bereiche Bevölkerung, Energie, Wirtschaft, Tourismus und Verkehr	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Planungskommission Orts- und Fachplaner	-
C1.2	Erarbeitung eines kommunalen Richtplans (Siedlungsentwicklungsplan), der die zukünftige Innenentwicklung beschreibt und die Siedlungsränder festlegt	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Planungskommission Ortsplaner	C2 / C3
C1.3	Erstellung eines Energierichtplans auf der Basis dieses Aktionsplans	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Planungskommission Ortsplaner Energistadt-Berater	B1 / B3.1 / C2 / C3
C1.4	Überarbeitung der Nutzungspläne (Zonenplan, Genereller Gestaltungsplan und Genereller Erschliessungsplan) und des Baugesetzes basierend auf dem Aktionsplan (Verfahren gemäss Art. 47 ff KRG und Art. 12 ff KRVO)	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Planungskommission Ortsplaner Gemeindejurist	C2 / C3
C1.5	Umsetzung der erarbeiteten Nutzungspläne und Anpassung beziehungsweise Anwendung allfälliger betroffener weiterer Rechtsmittel	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Bauamt / Baukommission Dorfbildkommission Orts- und Fachplaner	C2 / C3



MASSNAHMEN

MASSNAHME C2 FÖRDERUNG DER INNENENTWICKLUNG

Angesichts des neu eingezonten und günstig verfügbaren Baulands am Ortsrand (Ruzön 3) ist die Förderung der Innenentwicklung eine Herausforderung auf verschiedenen Ebenen. Die Förderung der Bebauung auf zentral gelegenen und bereits eingezonten Grundstücken sowie die Nutzung der Reserven in ungenutzten oder unternutzten Bauten soll zukünftig im Baugesetz verankert werden. Basierend auf einem Siedlungsentwicklungsplan wird zeitlich gestaffelt eine kommunale Entwicklungsstrategie und anschliessend ein Energierichtplan erstellt. Zur Vermittlung von Liegenschaften wird eine Gebäude- und Baulandbörse eingerichtet. Die Gemeinde betreibt eine aktive Baulandpolitik und richtet eine Plattform ein, auf welcher alle auf dem Immobilienmarkt erhältlichen Objekte (Gebäude und Baulandflächen) verzeichnet sind. Aufgenommen werden auch leerstehende Bauten wie Ställe, Gewerbehallen usw. sowie grössere unrealisierte Nutzungsreserven im Siedlungsgebiet. Suchende Käufer von Immobilien und Bauland können sich auf der Plattform über den Markt informieren und gezielt zu geeigneten Objekten geleitet werden.

Die Gemeinde richtet eine Anlaufstelle für Verkaufs- und Kaufwillige ein, die direkt mit einer Energieberatung kombiniert werden kann. Dem Bevölkerungsrückgang im Dorfkern soll so entgegengewirkt und die Entwicklung eines lebendigen Zentrums gefördert werden. Das Projekt «Dorfkernebebung» soll so schnell wie möglich wieder aufgenommen und vorangetrieben werden. Damit der Entscheid privater Eigentümer und Bauwilliger für den Um-, An- oder Neubau im Dorfkern anstatt am Ortsrand leichter fällt, sind sukzessive alle kommunal möglichen Massnahmen für finanzielle Anreize in diesem Sinne in die Wege zu leiten.

Im Rahmen des Pilotprojekts «Dorfmitte» soll anhand eines Studienauftrags ein detaillierter strategischer Masterplan für die nachhaltige Entwicklung der Ortsmitte erarbeitet werden. In der Verknüpfung von Gebäudeoptimierungen, erneuerbarer Energieproduktion und ortsplanerischen Massnahmen ist dieses Pilotprojekt langfristig angelegt und soll von Seiten der Gemeinde die zukünftige Entwicklung des Dorfs koordiniert mit den Zielen des Projekts «Zernez Energia 2020» verweben.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
C2.1	Sicherstellung einer koordinierten Überbauung der Nutzungsreserven / entsprechende Anpassung im Baugesetz (Etappierungen, Abstimmung auf Ausbau der Wärmeversorgungsnetze, etc.)	Gemeindevorstand	Planungskommission Kommission ZE2020 Ortsplaner	C1
C2.2	Organisation / Inventar Gebäude- und Baulandbörse	Gemeindevorstand	Bauamt / Ortsplaner	C3
C2.3	Betreuung / Pflege Gebäude- und Baulandbörse	Gemeindevorstand	Bauamt	C3
C2.4	Aktivierung Arbeitsgruppe «Dorfkernebebung», Umsetzung der bestehenden Massnahmen zur Attraktivitätssteigerung des Dorfkerns	Arbeitsgruppe 'Dorfkernebebung'	Gemeindevorstand Kommission ZE2020	
C2.5	Schaffung finanzieller Anreize zur Lenkung der Bauaktivität in den Bestand bzw. ins Dorfzentrum	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Bauamt / Ortsplaner	C1
C2.6	Pilotprojekt «Dorfmitte»: Durchführung Studienauftrag zur Erarbeitung eines detaillierten strategischen Masterplans für die Ortsmitte	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Bauamt / Ortsplaner Externe Experten	C1

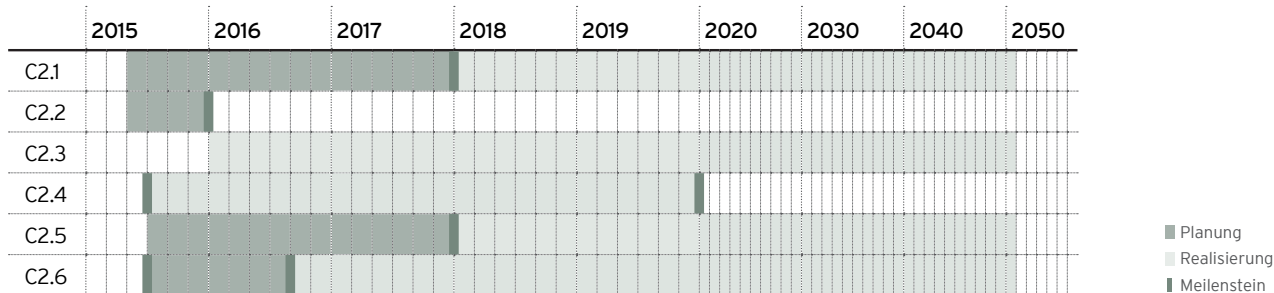


Abbildung aus Aktionsplan 2015

MASSNAHME C3

PFLEGE UND WEITERENTWICKLUNG ORTSBILD

Die Umsetzung des Aktionsplans wird zu einem starken Anstieg von Gebäudesanierungen vor allem auch im Dorfzentrum führen. Um auf diese Entwicklung vorbereitet zu sein und um das historisch bedeutende Ortsbild von Zernez auch in Zukunft für EinwohnerInnen und BesucherInnen in seiner heutigen Qualität zu erhalten, müssen geeignete Massnahmen getroffen werden: Auf Grundlage des Aktionsplans sollen zwei Richtlinien erarbeitet werden, die gewährleisten, dass die energetischen Ziele ohne eine Beeinträchtigung des Ortsbilds umgesetzt werden können. Die Einhaltung dieser Richtlinien ist Voraussetzung für den Erhalt von Fördermitteln aus dem Fonds «Zernez Energia 2020» für Gebäudesanierungen und die Installation von Anlagen zur Produktion erneuerbarer Energie. Zudem muss die Umsetzung dieser Richtlinien durch eine geeignete Instanz geprüft und kontrolliert werden.

1. Erarbeitung einer denkmalpflegerischen Richtlinie zur behutsamen Erneuerung des Dorfkerns, welche in die Überarbeitung des Generellen Gestaltungsplanes einfließen soll. Die Richtlinie ist parallel zur Revision des Generellen Gestaltungsplans zu entwickeln. Eine periodische Überprüfung der Richtlinie ist vorzusehen.
2. Erstellung einer Richtlinie zur Integration von Solaranlagen basierend auf dem Forschungsprojekt «Zernez Energia 2020». Die Richtlinie ist als Planungshilfe für Eigentümer zu konzipieren und soll eine im Hinblick auf das Ortsbild sensible Einbettung der Anlagen gewährleisten.
3. Die Pflege und Weiterentwicklung des Ortsbilds erfordert eine fortlaufende Kontrolle durch die Baukommission, welche in geeigneter Form zusammengesetzt sein und auf Grundlage des Entwicklungsleitbilds und der Richtlinien handeln soll.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
C3.1	Erstellung einer denkmalpflegerischen Richtlinie, welche exemplarisch den Umgang mit schützenswerten Gebäuden aufzeigt	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Team Pilotprojekt I Bauberater /Experten	C2
C3.2	Periodische Überprüfung der denkmalpflegerischen Richtlinie und des Generellen Gestaltungsplans auf Aktualität	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Baukommission Bauberater /Ortsplaner	C1
C3.3	Erstellung einer Wegleitung zur Integration von Solaranlagen in das Ortsbild	Kommission ZE2020	Gemeindevorstand Koordination ZE2020 Baukommission Bauberater /Ortsplaner	B5 /C1
C3.4	Periodische Überprüfung und Überarbeitung der Wegleitung «Integration Solaranlagen»	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Baukommission Bauberater /Ortsplaner Experten	C2
C3.5	Geeignete Zusammensetzung der Baukommission (auch mit externen Experten)	Gemeindevorstand	Kommission ZE2020 Baukommission Ortsplaner	C1

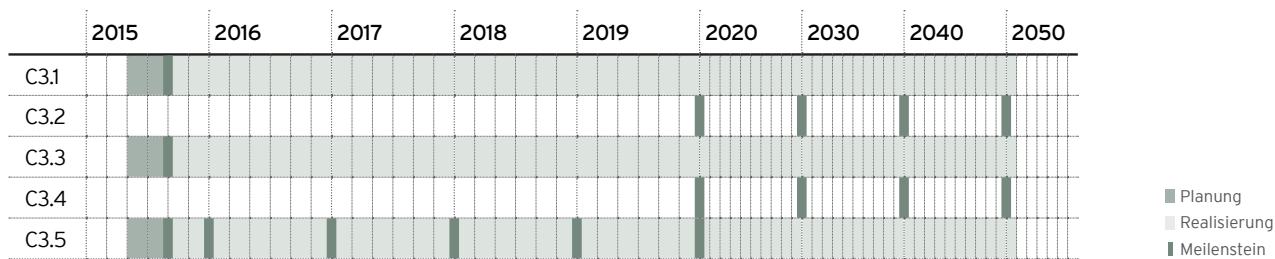


Abbildung aus Aktionsplan 2015

MASSNAHMEN

MASSNAHME D ERFOLGSKONTROLLE

Die Überwachung der Einhaltung des Zielpfads von «Zernez Energia 2020» als Erfolgskontrolle der aus dem Forschungsprojekt abgeleiteten Umsetzungsmassnahmen ist Grundvoraussetzung für eine glaubwürdige Implementierung des Projekts. Dazu ist es wichtig, ein mehrstufiges Monitoring zu betreiben:

Die Gebäudedatenbank sowie weitere einfach zu erhebende Indikatoren sollen durch die Koordinationsstelle «Zernez Energia 2020» ergänzt und kontinuierlich aktualisiert werden (z.B. Anzahl Fernwärme-Anschlüsse oder Quadratmeter Photovoltaik-Anlagen).

Anhand einer jährlichen Erfolgskontrolle kann die Entwicklung energiebezogener Massnahmen der Gemeinde so am besten abgebildet werden.

Im Rhythmus der Legislaturen (vierjährlich) macht es Sinn, eine aggregierte Bilanz zu ziehen. Dazu bestehen diverse Möglichkeiten, wie beispielsweise das vom Bundesamt für Energie bereitgestellte Bilanzierungs-Tool für Gemeinden und Regionen.

	UMSETZUNG	VERANTWORTLICH	BETEILIGT	ABHÄNGIGKEITEN
D1.1	Aktualisierung der Indikatoren im Rahmen des Energiestadt-Prozesses (Gebäudedatenbank und Online-Tool Energiestadt oder Excel-Tool Amstein + Walthert AG)	Koordination ZE2020	Bauamt Energiestadt-Berater	A1.4
D1.2	Aktualisierung Energie- und CO ₂ -Bilanz (Bilanzierungs-Tool für Gemeinden und Regionen)	Koordination ZE2020	Energiestadt-Berater	

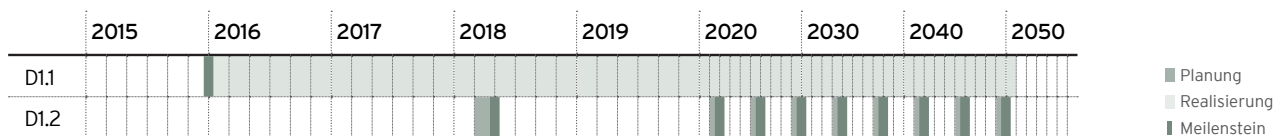


Abbildung aus Aktionsplan 2015

FAHRPLAN

Der Fahrplan bringt die erarbeiteten Umsetzungsmassnahmen in einen zeitlichen Zusammenhang. So können Abhängigkeiten identifiziert und Zwischenbilanzen gezogen werden. Dazu beinhaltet er eine grafische Übersicht der angestrebten Entwicklung, setzt diese in Bezug zu den Umsetzungsmassnahmen und gewährleistet dadurch den periodischen Vergleich zwischen geplanten und effektiv realisierten Etappenzielen. Er dient zusammen mit den Umsetzungsmassnahmen als praktisches Werkzeug für die Implementierung der Projektziele.

GRUNDLAGEN

- Dokumentation der Analyse
- Dokumentation der ausgewählten Teilszenarien
- Validiertes Zukunftsbild

VORGEHENSWEISE

- Definition eines realistischen Zeithorizonts auf Basis der kombinierten Teilszenarien
- Aufzeichnung der angenommenen Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern
- Aufzeichnung der angenommenen Entwicklung der CO₂-Emissionen und -Kompensation
- Prüfung der Abhängigkeiten zwischen den Umsetzungsmassnahmen
- Festlegung von jährlichen Etappenzielen für dezentrale Anlagen
beziehungsweise Umsetzungszeiträume für zentrale Anlagen
- Visualisierung der jährlichen Richtziele zur einfachen Erfolgskontrolle

DOKUMENTATION

- Grafische Darstellung der angestrebten Entwicklung auf einer Zeitachse
- Festlegung von jährlichen Etappenzielen zur Übersicht und für die Erfolgskontrolle

FAZIT

Die grafische Darstellung der angestrebten Entwicklung auf einer Zeitachse und deren Verknüpfung mit den Umsetzungsmassnahmen ermöglicht es, entsprechende Etappenziele festzulegen und trägt zu deren Nachvollziehbarkeit bei. So lassen sich visuell Zusammenhänge leichter verstehen und regelmässige Vergleiche zwischen Soll- und Ist-Zustand ziehen.

AM BEISPIEL ZERNEZ

Der Fahrplan für «Zernez Energia 2020» zeigt auf, wie vorgegangen werden kann, um die Projektziele wie im Zukunftsbild vereinbart zu erreichen. Als Zeithorizont wurde das Jahr 2050 gewählt, weil sich anhand der Teilszenarien zum Energieverbrauch und zur lokalen Produktion erneuerbarer Energie gezeigt hat, dass sich diese ökonomisch am sinnvollsten umsetzen lassen, wenn diese in einem längeren Zeitraum von 25 bis 35 Jahren anstatt bereits bis 2020 umgesetzt werden können. Im ersten Teil des Fahrplans lässt sich über den gewählten Zeithorizont nachvollziehen, welche Veränderungen beim Energieverbrauch und den CO₂-Emissionen auf Basis der detaillierten Umsetzungsmassnahmen erwartet werden können (siehe Abbildung Seite 105/106). Dabei ist im oberen Teil der Grafik der Energieverbrauch für die einzelnen Energieträger einzeln eingetragen. Auf Basis des gewählten Teilszenarios zur Reduktion des Energieverbrauchs und unter Annahme einer Verdopplung der aktuellen Sanierungsrate durch gezielte Fördermassnahmen kann der Gesamtenergieverbrauch durch Sanierungen und Ersatzneubauten kontinuierlich reduziert werden. Es lässt sich ausserdem anschaulich nachvollziehen, wie der Anteil importierter Energie zugunsten lokaler Produktion aus erneuerbaren Quellen nach und nach reduziert werden kann. Dabei wird davon ausgegangen, dass die wenigen zusätzlich zu erwartenden Neubauten auf Basis des überarbeiteten Baugesetzes mindestens ihren Eigenverbrauch decken werden.

Übersteigt die Summe der exportierten Energie aus lokalen erneuerbaren Quellen den Anteil der importierten Energie, ist das Ziel einer 100%ig lokalen Versorgung erreicht. Der Anteil exportierter Energie aus erneuerbaren Quellen wird dazu separat ausgewiesen. Dies ermöglicht - durch die Bilanzierung als Kompensation des durchschnittlichen Schweizerischen Strommix - die Kompensation der auch bei der Produktion erneuerbarer Energie verbleibenden CO₂-Emissionen. Diese sind im

mittleren Teil der Grafik den erwarteten effektiven CO₂-Emissionen gegenübergestellt. Sobald die Kompensation durch den Export erneuerbarer Energie die effektiven Emissionen übersteigt, ist das angestrebte Ziel der CO₂-Neutralität erreicht.

Anhand der im unteren Teil der Grafik eingetragenen Meilensteine für die verschiedenen vorgeschlagenen Massnahmen lassen sich deren Effekte teilweise direkt ablesen. So verursacht beispielsweise die Inbetriebnahme der Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage zunächst einen Anstieg des Gesamtenergieverbrauchs. Dies liegt daran, dass dadurch nicht nur viele Ölheizungssysteme durch einen Fernwärmeanschluss ersetzt werden können, sondern zusätzlich lokal Strom erzeugt werden kann. Mit dieser Massnahme können also gleichzeitig der Anteil lokal produzierter erneuerbarer Energie erhöht und die CO₂-Emissionen deutlich reduziert werden. Grundsätzlich beruht die im Fahrplan dargestellte Entwicklung auf der Annahme, dass die vorgeschlagenen Massnahmen wie geplant umgesetzt und - wo es um Anreizsysteme geht - diese auch wie erwartet von den Gebäudeeigentümern angenommen werden. Eine aktive Rolle der Koordinationsstelle ist dafür unerlässlich.

Im zweiten Teil des Fahrplans wurden analog zu den erwarteten Veränderungen in Energieverbrauch, -produktion und CO₂-Emissionen die dafür notwendigen Etappenziele visuell aufbereitet. So lässt sich auf einen Blick ablesen, ob die aktuelle Entwicklung den Erwartungen entspricht, oder gegebenenfalls zusätzliche Massnahmen ergriffen werden sollten.

FAZIT

Erst durch das Zusammenspiel aller Umsetzungsmassnahmen können die Projektziele erreicht werden. Der Fahrplan gewährleistet nicht nur einen gesamtheitlichen Überblick aller Massnahmen, sondern zeigt neben den langfristigen Zielen auch jährliche Zielwerte auf. So kann kontinuierlich überprüft werden,

ob die Entwicklung wie geplant verläuft oder gegebenenfalls korrigiert werden muss. Wenn bis 2020 alle Meilensteine wie vorgesehen umgesetzt werden, sollte die Entwicklung aus heutiger Sicht in ausreichendem Masse so gelenkt werden können, dass bis spätestens 2050 der gesamte gebäudebezogene Energiebedarf des Dorfs aus eigener erneuerbarer Produktion gedeckt wird und die resultierende CO₂-Bilanz auf Null gesenkt werden konnte. Wird das Kleinwasserkraftwerk im Val Sarsura wie geplant realisiert, könnten die Ziele bereits um 2040 erreicht werden. Grundsätzlich sollte aber auch in diesem Fall gewährleistet bleiben, dass die lokale Produktion auch im Jahresverlauf dem Energieverbrauch entspricht (siehe Grafik 15, Seite 82). Der Fahrplan sollte periodisch überprüft und bei unvorhergesehenen Entwicklungen, Abweichungen oder anderen heute noch nicht absehbaren Ereignissen gegebenenfalls entsprechend angepasst werden. Er ist als Werkzeug zur Steuerung des Entwicklungsprozesses zu verstehen.

FAHRPLAN

FAHRPLAN

ENERGIEVERBRAUCH

Mit der Sanierung des Gebäudebestands kann der Energieverbrauch kontinuierlich reduziert werden. Dabei soll der Anteil importierter Energie bis 2030 auf ein Minimum gesenkt werden. Obwohl anzunehmen ist, dass der allgemeine Stromverbrauch in Zukunft weiter steigt, wird davon ausgegangen, dass dieser durch den Einsatz effizienterer Geräte und Beleuchtung in der Summe im Vergleich zu heute konstant bleibt. Bei der Inbetriebnahme der Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage steigt der Verbrauch kurzfristig an, weil diese auch zur Produktion von Strom für den Export eingesetzt wird. Realisiert die Gemeinde das geplante Kleinwasserkraftwerk im Val Sarsura und behält nach Ablauf der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) den ökologischen Mehrwert des produzierten Stroms, so könnte das Ziel der 100%igen lokalen Versorgung bereits früher erreicht werden.

CO₂-BILANZ

Durch den vollständigen Ersatz der Ölheizungen durch Heizsysteme auf der Basis erneuerbarer Energien bis 2030 kann ein Grossteil der heutigen CO₂-Emissionen vermieden werden. Die verbleibenden Emissionen können durch den Export von Strom aus der Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage und den Photovoltaik-Anlagen mit niedriger CO₂-Intensität kompensiert werden.

MASSNAHMEN

A Integration in die Gemeindepolitik

B Energieplanung

- B1 Anpassung Energiegesetz
- B2 Gebäudesanierungen
- B3 WKK-Anlage und Fernwärmenetz
- B4 Intensivierung & Ausbau Forstwirtschaft
- B5 Förderung lokaler Stromproduktion
- B6 Lancierung von Energieverbänden

C Ortsplanung

- C1 Anpassung Baugesetz und Nutzungsplan
- C2 Förderung der Innenentwicklung
- C3 Pflege und Weiterentwicklung Ortsbild

D Erfolgskontrolle

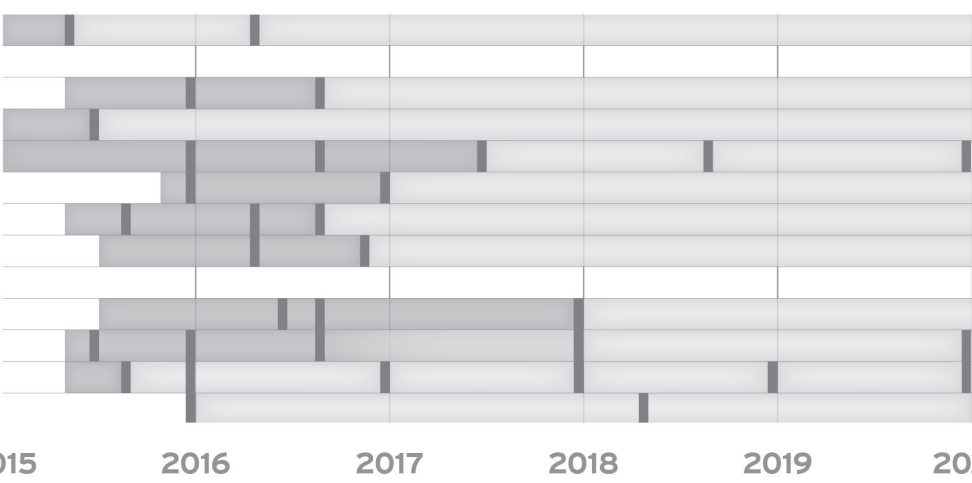
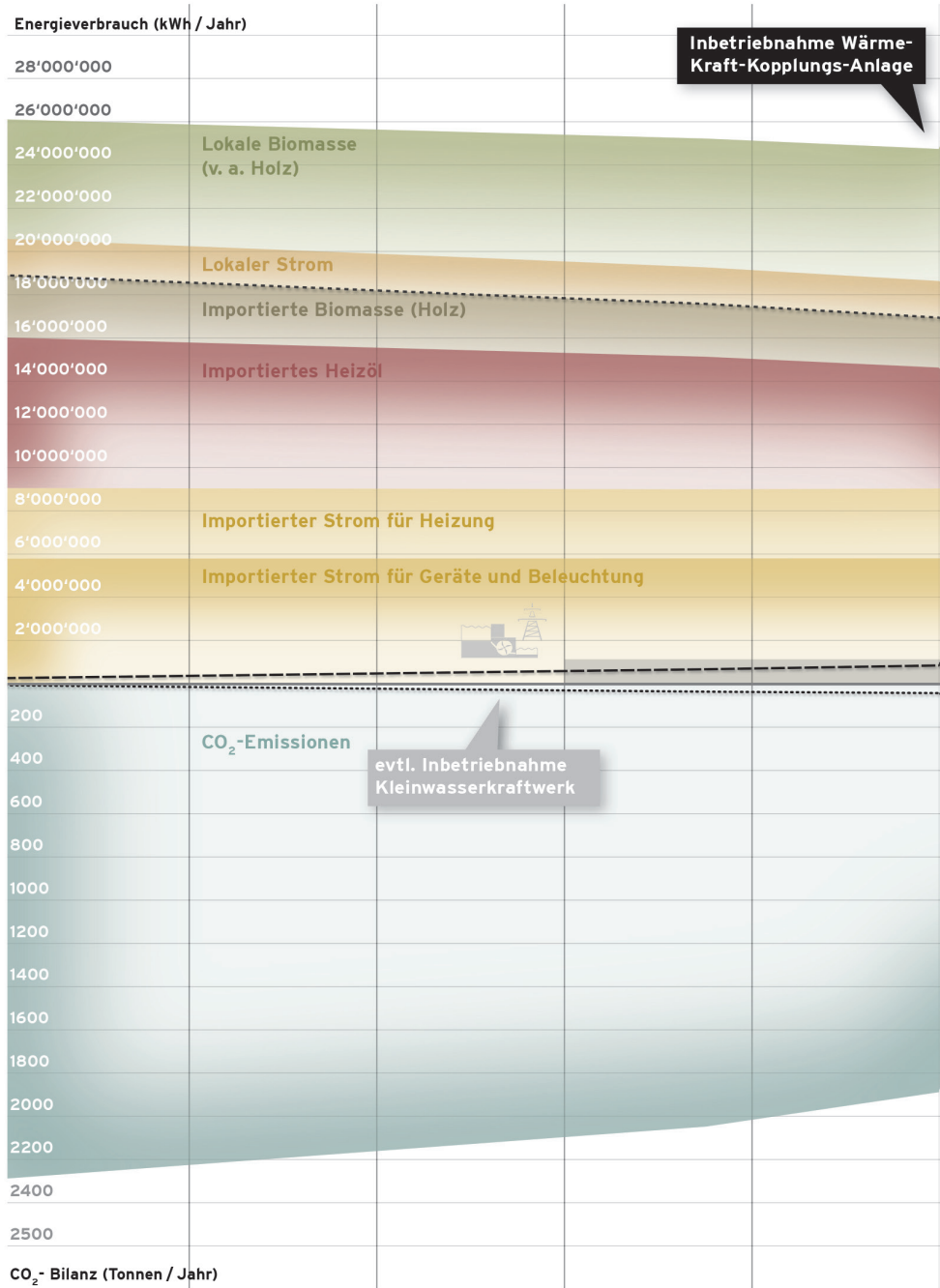
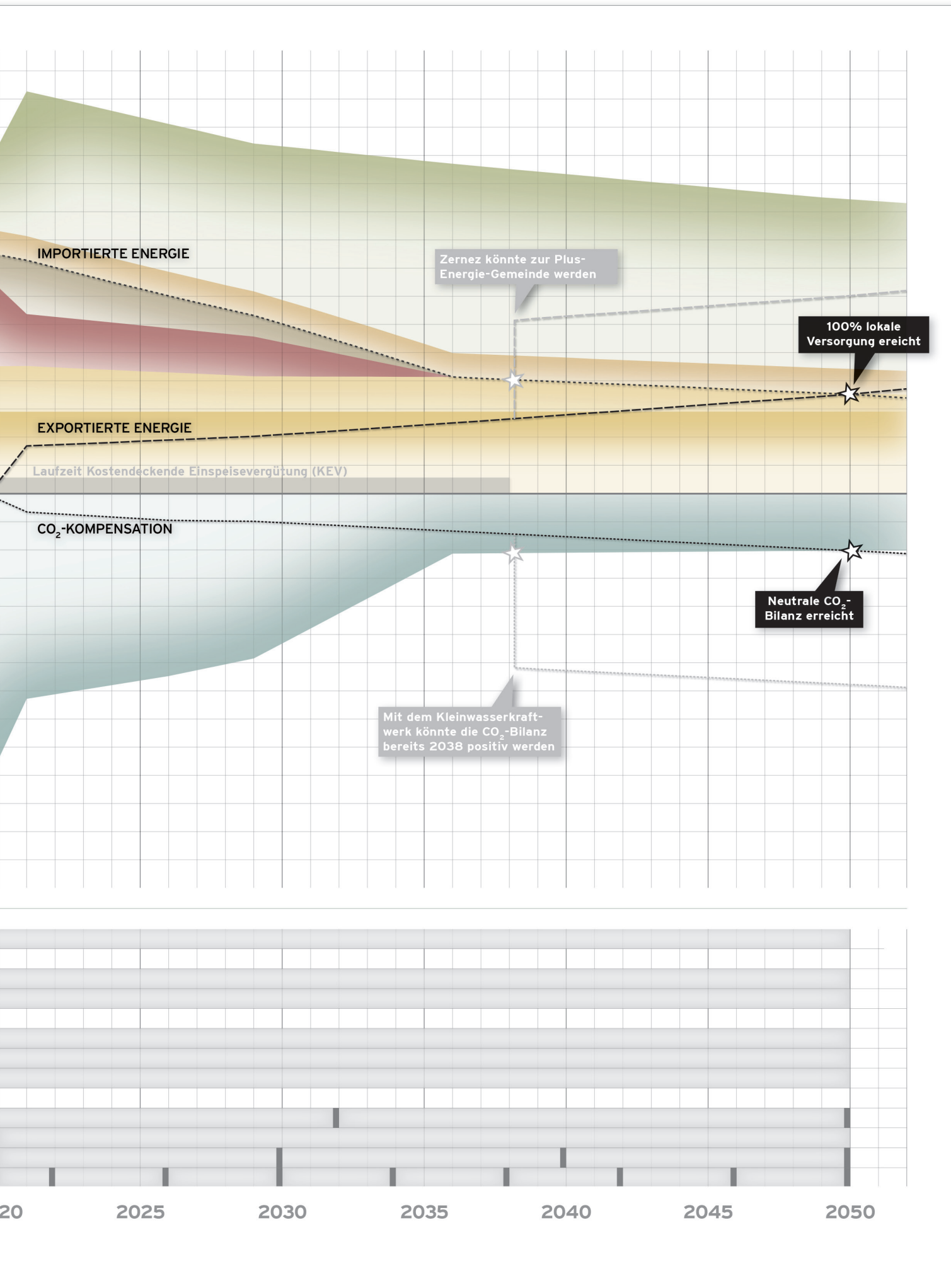


Abbildung aus Aktionsplan 2015



FAHRPLAN

ETAPPENZIELE

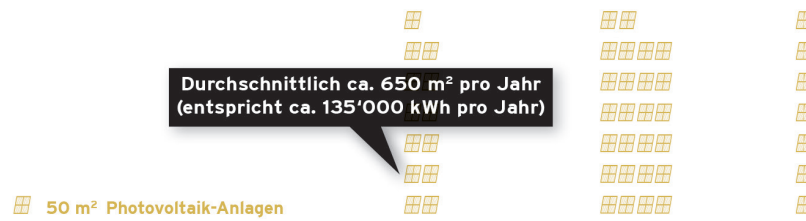
GEBÄUDESANIERUNGEN

- Reduktion des Heizwärmeverbrauchs
- Umstellung der Heizsysteme auf lokale erneuerbare Energieträger
- Reduktion des Stromverbrauchs



LOKALE PRODUKTION ERNEUERBARER ENERGIE

Installation Photovoltaik-Anlagen



Intensivierung und Ausbau Forstbewirtschaftung



Bau Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage
Inbetriebnahme 2017 -2019 (evtl. etappiert)

Erweiterung Fernwärmenetz
Inbetriebnahme 2019 / 2020

evtl. Bau Kleinwasserkraftwerk
mögliche Inbetriebnahme 2018

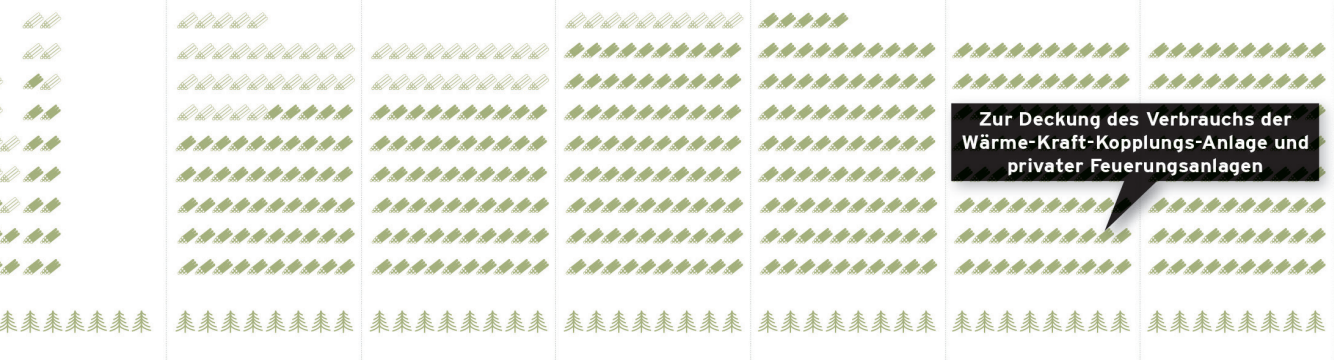
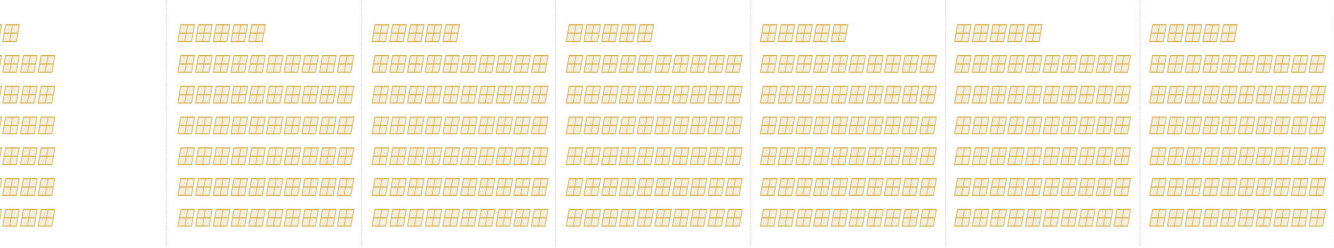


JÄHRLICHE RICHTZIELE*

Importierte Energie (kWh)	18'500'000	18'100'000	17'700'000	17'000'000
Exportierte Energie (kWh)	450'000	580'000	720'000	850'000
Verbrauch Biomasse (kWh)	7'400'000	7'400'000	7'400'000	7'400'000
Verbrauch Biomasse (m³)	2'640	2'640	2'640	2'640
CO ₂ -Emission (Tonnen)	2'215	2'135	2'050	1'890
CO ₂ -Kompensation (Tonnen)	10	20	30	40
	2015	2016	2017	2018

Abbildung aus Aktionsplan 2015

Erhöhung der Sanierungsrate von heute
3 auf zukünftig 7 Gebäude pro Jahr



Zur Deckung des Verbrauchs der
Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage und
privater Feuerungsanlagen



zusätzlich 7 Mio kWh lokale
Stromproduktion pro Jahr

16'500'000	14'000'000	11'400'000	8'300'000	7'900'000	7'500'000	7'000'000
3'400'000	3'300'000	4'300'000	5'000'000	5'700'000	6'400'000	7'000'000
13'100'000	11'800'000	11'400'000	12'400'000	11'900'000	11'400'000	10'900'000
4'700	4'200	4'070	4'430	4'250	4'070	3'900
1'460	1'300	960	420	420	410	400
130	190	220	260	310	360	410
2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050

ERFOLGSKONTROLLE

Im Rahmen der energiepolitischen Prozesse werden in Energiestrategien und -konzepten stets Ziele formuliert. Zu deren Erreichung werden anschliessend konkrete Massnahmen getroffen. Um die Entwicklung auf dem Weg zu den gesetzten Zielen im Auge zu behalten und bei Bedarf Korrekturen an den Massnahmen vornehmen zu können, ist eine periodische Erfolgskontrolle nötig. Nicht zuletzt sind die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen und die Effizienz der eingesetzten Mittel auch ausschlaggebend für deren Glaubwürdigkeit und Akzeptanz bei der Bevölkerung und damit beim Stimmvolk.

ERFOLGSKONTROLLE

GRUNDLAGEN

- Kontinuierlich aktualisierter Gebäudekatalog, beziehungsweise Datenbank des Gebäudebestands (inklusive aktueller Informationen zum Energieverbrauch der Gebäude, revidierter und ersetzter Heizsysteme, erfolgter Sanierungen, etc.)
- Energiestadt-Management-Tool oder Excel-Tool des Energiestadt-Beraters (zur Erfassung von Indikatoren)
- «Bilanzierungs-Tool für Gemeinden und Regionen» des Bundesamts für Energie (BFE)

Da das Energieversorgungssystem komplex ist, können die Kausalitäten der beobachteten Entwicklungen nicht restlos geklärt werden. Grundsätzlich wird deshalb davon ausgegangen, dass diese durch die lokal getroffenen Massnahmen begründet sind. Gleichzeitig müssen aber zusätzliche externe Effekte zumindest qualitativ diskutiert werden.

VORGEHENSWEISE

Es wird im Allgemeinen ein zweistufiges Vorgehen vorgeschlagen und angewendet:

- Definition eines einfach zu erhebenden Indikatorensets zu Energieinfrastruktur und -verbrauch auf Grundlage der verfügbaren Datenquellen und unter Berücksichtigung der zu beobachtenden Massnahmen
- Sicherstellung der Datenverfügbarkeit durch Bewilligungs- oder Meldeverfahren von Sanierungen, Heizsystemwechseln, etc. um die Erfassung zu erleichtern (insbesondere durch das Bauamt)
- Jährliche Nachführung der ausgewählten Indikatoren, auch in Form grafischer Auswertungen, für die Beurteilung und die Weiterentwicklung der energiepolitischen Aktivitäten in den relevanten politischen Gremien
- Vollständige Bilanzierung der Energieflüsse und CO₂-Emissionen im Betrachtungsperimeter mittels umfassenderer Datenerhebung in grösseren Zeitabständen, beispielsweise vierjährlich im Rhythmus der Legislaturen

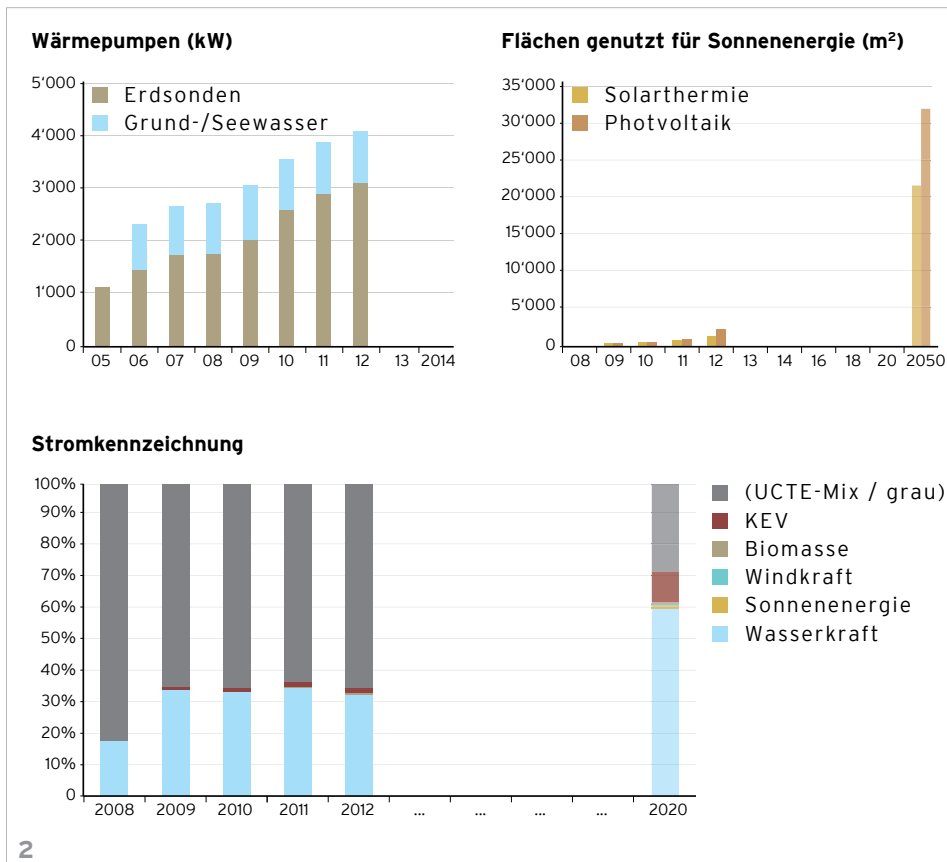
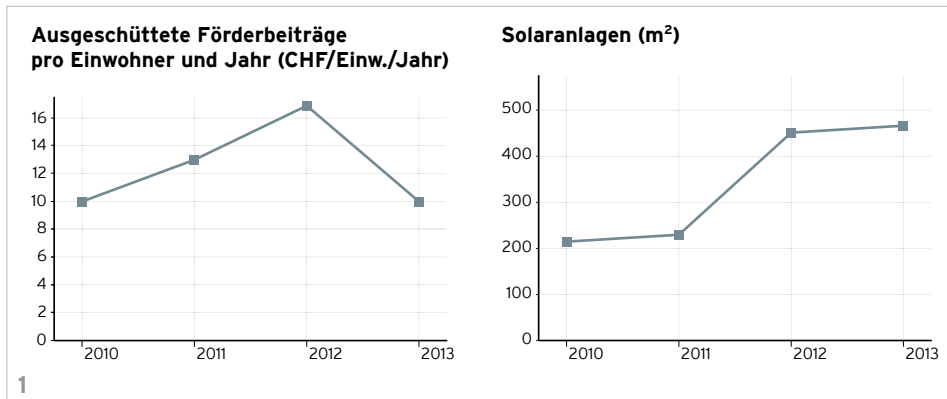
DOKUMENTATION

- Jährliche Berichte zu den Basisindikatoren
- Vierjährliche Bilanz der gesamten Energieflüsse und CO₂-Emissionen

FAZIT

Die vorgeschlagene Vorgehensweise dient zur Nachverfolgung der Entwicklung in Bezug auf die gesetzten übergeordneten Ziele. Eine glaubwürdige und konsequent betriebene Erfolgskontrolle ist zentral für jegliche zielgesteuerte und -gerichtete energiepolitische Aktivität. Der Aufwand dafür kann durch die Verwendung zweier Monitoring-Systeme von unterschiedlichem Detaillierungs- und Aggregationsgrad minimiert werden.

AM BEISPIEL ZERNEZ



1 Beispiele von Indikatoren-Darstellungen im Energiestadt-Management-Tool

2 Beispiele von Indikatoren-Darstellungen im Excel-Tool der Amstein + Walthert AG

Mit dem Projekt «Zernez Energia 2020» hat sich die Gemeinde anspruchsvolle Ziele gesetzt. Gleichzeitig hat sie zu deren Erreichung bereits diverse Massnahmen in die Wege geleitet sowie zu deren Finanzierung einen von Privaten und Unternehmen getragenen Fonds geschaffen. Aus diesen Gründen ist eine Erfolgskontrolle wie oben ausgeführt von zentraler Bedeutung.

Zum Zeitpunkt des Projektabschlusses wurde die Verantwortung für die Erfolgskontrolle in die Hände der Koordinationsstelle «Zernez Energia 2020» gelegt. Die konkrete Umsetzung wird von dieser in Zusammenarbeit

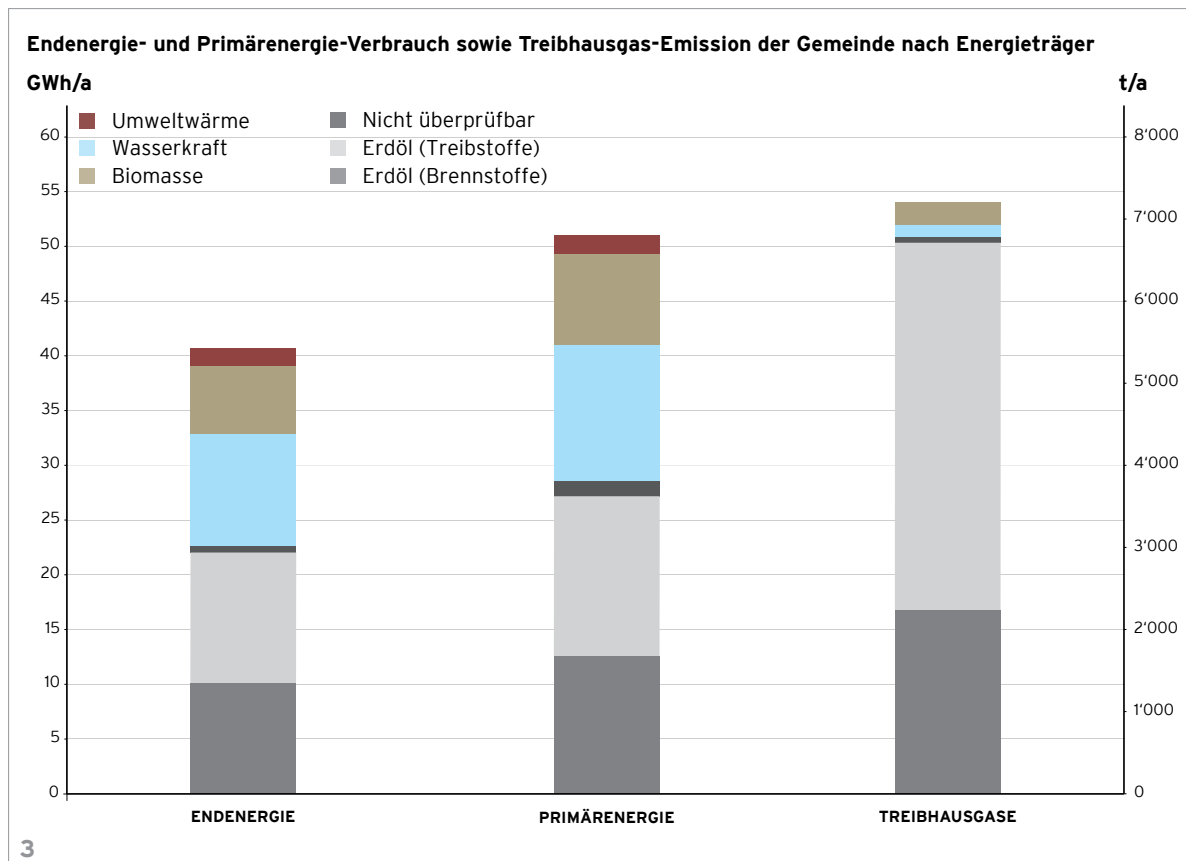
mit der Kommission, dem Bauamt und dem Energiestadt-Berater nun erarbeitet.

INDIKATOREN

Die Definition und Aktualisierung der Indikatoren ist im Rahmen des Energiestadt-Prozesses vorgesehen. Dazu kann entweder auf das Management-Tool von Energiestadt (mit einer sehr grossen Auswahl von 96 verschiedenen erfassbaren Indikatoren) oder auf ein Excel-Tool des Energiestadt-Beraters zurückgegriffen werden (Beispiele siehe Abbildungen 1 und 2). Zudem steht hier die im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeitete Gebäudedaten-

bank mit einigen relevanten Datenfeldern und Möglichkeit zur Erweiterung zur Verfügung (u. a. Wärmeerzeuger Heizung / Brauchwarmwasser, Wärmeabgabesystem, letztes Sanierungsjahr, Solarenergienutzung).

Um die Verfügbarkeit und die Erfassung der gewählten Indikatoren zu maximieren beziehungsweise zu erleichtern, kann bei der Revision der Bau- und Energiereglemente darauf geachtet werden, dass relevante Änderungen in Kenntnis des Bauamts oder der Koordinationsstelle «Zernez Energia 2020» gelangen.



BILANZIERUNG

Die nächste übergeordnete Bilanzierung ist erst 2018 fällig und kann dann vom Energiestadt-Berater als langjährigem Partner für die energiepolitische Arbeit durchgeführt werden. Wichtig ist, dass sie dann in Bezug zur Situation beim Projektstart 2013 gesetzt werden kann. Denkbar ist eine komplexe individuelle Bilanzierung, wie sie von den Forschungspartnern im Rahmen des KTI-Projekts vorgenommen wurde. Aufgrund des grossen dafür betriebenen Aufwands ist jedoch fraglich, ob die Finanzierung für eine erneute solche Bilanzierung gefunden werden kann beziehungsweise ob Kosten und Nutzen dafür in einem vertretbaren Verhältnis stehen würden. Möglich wäre aber auch eine einfachere Bilanzierung mittels dem vom Bundesamt für Energie (BFE) bereitgestellten «Bilanzierungs-Tool für Gemeinden und Regionen» (Beispiel siehe Abbildung 3). Dieses ermöglicht mit einer relativ geringen Anzahl notwendiger Eingabeparameter eine umfassende Bilanzierung, welche zudem aufgrund der schweizweiten Anwendung breit vergleichbar ist und dem Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft entspricht.

3 Beispiel-Abbildung für Zernez (2010) mit dem Bilanzierungs-Tool für Gemeinden und Regionen des BFE

ZUSAMMENFASSUNG

Grundsätzlich hat sich im Projektverlauf herausgestellt, dass die lokalen erneuerbaren Ressourcen in Zernez ausreichen, um den zukünftigen gebäudebezogenen Energiebedarf bei den aktuellen Wachstumsprognosen komplett zu decken. Das ursprünglich anvisierte Ziel der Gemeinde, die Projektziele bereits bis 2020 umgesetzt zu haben, hat sich im Laufe des Forschungsprojekts zwar als technisch machbar, aber für die Gemeinde als ökonomisch nicht verkraftbar erwiesen. Deshalb hat das Forschungsteam einen Aktionsplan für das Dorf Zernez vorgeschlagen, der bei Anpassung der gesetzlichen Rahmenwerke bis 2020 und vollständiger Umsetzung der empfohlenen Massnahmen eine ökonomisch sinnvolle Erreichung der Ziele zwischen 2040 und 2050 möglich macht. Gelingt dies, so ist das Vorhaben auch in dieser Form vorbildlich.

Die formulierten Ziele des Projekts (Deckung des gesamten gebäudebezogenen Energiebedarfs aus eigener erneuerbarer Produktion und Senkung der resultierenden CO₂-Bilanz auf Null) lassen sich dabei durch eine geeignete Kombination verschiedener Massnahmen am günstigsten erreichen. Dies betrifft die Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen durch ein koordiniertes Vorgehen zur Erhöhung der Sanierungsrate, die konsequente Umstellung der Energiesysteme auf erneuerbare Ressourcen und die mit diesen Massnahmen einhergehende ortsverträgliche Integration in die räumliche Entwicklung des Dorfs.

Die heutige Sanierungsrate von einem Prozent des Gebäudebestands entspricht etwa drei gesamtsanierten Gebäuden pro Jahr. Um die Ziele wie geplant zu erreichen, muss diese Zahl in Zukunft durchschnittlich mindestens verdoppelt werden. Der seit 2013 bestehende Fonds gewährt deshalb zusätzlich zu den bereits bestehenden Fördermassnahmen von Bund und Kanton auf kommunaler Ebene Fördergelder für Sanierungen gemäss der im Aktionsplan verankerten Umsetzungsrichtlinien.

Ein Hauptaugenmerk sollte auf der Sanierung der etwa 90 Gebäude liegen, die heute für den Grossteil der CO₂-Emissionen verantwortlich sind. Dabei spielt der Ersatz der bestehenden Ölheizungen durch Heizsysteme auf der Basis erneuerbarer Energie von Sonne, Biomasse und Erdwärme die grösste Rolle. Lässt sich ein schrittweises kommunales Verbot von Ölheizungen nicht durchsetzen, so ist insbesondere darauf zu achten, dass die finanziellen Anreize ausreichend sind, damit möglichst keine Heizsysteme auf der Basis fossiler Energieträger mehr installiert werden und die bestehenden Ölheizungen sukzessive ausgetauscht werden.

Die in den nächsten Jahren anstehenden Sanierungen und Erweiterungen der gemeindeeigenen Liegenschaften sollen im Rahmen des Pilotprojekts «Dorfmitte» koordiniert werden und in Bezug auf den Energieverbrauch und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen als Vorbilder für private Eigentümer realisiert werden. Auf Seiten der Gemeinde sind darüber hinaus vor allem zwei grössere Investitionen nötig, um die Projektziele am ökonomisch sinnvollsten zu erreichen: Bis 2020 sollte das Fernwärmenetz im Dorfzentrum erweitert und die bestehende Holzsnitzelheizung durch eine neue Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage ersetzt werden.

Die momentan angedachte Realisierung eines Kleinwasserkraftwerks in der Val Sarsura würde ausserdem dazu beitragen, die Projektziele bereits früher zu erreichen. Wird der ökologische Mehrwert der daraus resultierenden Stromproduktion nicht veräussert, könnte Zernez bereits 2038 zur Plusenergie-Gemeinde avancieren und würde (bezogen auf den Gebäudepark) sogar eine negative CO₂-Bilanz erreichen.

Anlässlich der Verleihung des Zurich Klimapreis 2014 wurde das Projekt «Zernez Energia 2020» mit dem mit CHF 10'000 dotierten Sonderpreis in der Kategorie «Bauten & Wohnen» ausgezeichnet.



IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Michael Wagner (Leitung), Christian Weyll
Professur für Architektur und Städtebau - Prof. Ir. Kees Christiaanse

FORSCHUNGSPARTNER

Professur für Architektur und Städtebau - Prof. Ir. Kees Christiaanse (Projektleitung)
Team: Dimitri Kron, Anne Mikoleit, Michael Wagner (Koordination), Christian Weyll

Professur für ökologisches Systemdesign - Prof. Dr. Stefanie Hellweg
Team: Andreas Frömelt, Dr. Bernhard Steubing

Professur für Architektur und Gebäudesysteme - Prof. Dr. Arno Schlüter
Team: Prof. Dr. Philipp Geyer, Sasha Cisar

Professur für Bauphysik - Prof. Dr. Jan Carmeliet
Team: Georgios Mavromatidis, Dr. Kristina Orehounig

ETH Energy Science Center
Team: Prof. Dr. Marco Mazzotti, Dr. Christian Schaffner

UMSETZUNGSPARTNER

Gemeinde Zernez
Team: Sandrina Gruber (Koordination), Roland Rodigari

Amstein + Walthert AG
Team: Adrian Altenburger, Christian Del Taglia, Matthias Schlegel

STW AG für Raumplanung
Team: Sebastian Gebauer, Jonas Grubenmann, Réka Imre, Jean Gabriel Werro, Heinz Zaugg

KOMMISSION ZERNEZ ENERGIA 2020

René Hohenegger (Präsident bis Ende 2014), Emil Müller (Präsident seit 2015), Roland Conrad (Finanzen), Jon Duschletta (Öffentlichkeitsarbeit), Marco Fasani, Sandrina Gruber (Koordination), Florian Hew, Jon Andrea Könz, Roland Rodigari (Infrastruktur), Jachen Gaudenz (Gemeindevorstandsmitglied seit 2015)

GRAFIK

Milo Strub, Dominik Thurnherr, Christian Weyll

VISUAL DESIGN

CONFUSED Communications LLC

COPYRIGHT

Zürich, November 2015

KONTAKT

Koordination Zernez Energia 2020
Gemeindehaus, 7530 Zernez
energia2020@zernez.ch
www.zernezenergia2020.ch

MITFINANZIERT DURCH

Kommission für Technologie und Innovation KTI
Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Die Gemeinde Zernez will in Zukunft den gesamten gebäudebezogenen Energiebedarf des Dorfs Zernez aus eigener erneuerbarer Produktion decken und die resultierende CO₂-Bilanz auf Null senken. In der vorliegenden Broschüre ist das dafür nötige Vorgehen dokumentiert. Sie soll auch für andere Gemeinden als Leitfaden zu einem nachhaltigen Gebäudepark mit CO₂-neutraler Energiebilanz dienen.
