

LA 21 - Energieprojekt Trins

Endbericht im Rahmen der Lehrveranstaltung „Integrative Fallstudie“
der Studiengänge Europäische Energiewirtschaft und Facility Management
und Immobilienwirtschaft

Verfasser:

Curcic, Dragan; Dürregger, Alexander; Kiesler, Alexandros; Koller, Hans-Hubert;
Kwiatkowski, Daniel; Meisenecker, Valentin; Neuner, Sophia; Russo, Demian;
Tschurtschenthaler, Martin; Vorwerk, Christine; Wacht, Fabian

Kufstein, 12. August 2010

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VII
1. Einleitung.....	1
2. Derzeitige Verbrauchs- und Aufbringungsstruktur Strom und Wärme	2
2.1. Strom	2
2.2. Wärme	3
2.2.1. Raumwärme.....	3
2.2.2. Warmwasser	5
2.2.3. Zusammenfassung	7
3. Wärmekataster.....	8
3.1. Datengrundlagen	9
3.2. Sondergebiete	14
3.3. Berechnungsmethodik und Ergebnisse	15
3.3.1. Berechnungsmethodik zur Bestimmung des jährlichen Wärmebedarfes ..	15
3.3.2. Besondere Stellung der Gewerbeimmobilien.....	17
3.3.3. Berechnungsmethodik zur Bestimmung der Heizwärmeleistung	17
3.3.4. Gesamtverbrauch der Siedlungsschwerpunkte.....	18
3.4. Zusammenfassung der Ergebnisse	20
3.4.1. Gebäudegruppierung und Auswertung	21
3.5. Visualisierung der Ergebnisse	23
3.5.1. Wärmekataster als Wärmeverbrauch in kWh/m ² a	24
3.5.2. Wärmekataster als Wärmeleistung in kW	26
4. Thermisches Sanierungskonzept 2030.....	29
4.1. Szenario 1: Business as usual (BAU)	29
4.2. Szenario 2: Klimavorbild	30
4.3. Szenario 3: Klimamaximal (KliMax)	31
5. Analyse der und Sanierungskonzept für Gemeindeimmobilien	32
5.1. Datengrundlagen	32
5.2. Berechnungsmethodik.....	34
5.2.1. Vorgehensweise.....	34

5.2.2.	Status quo	36
5.2.3.	Ausnahmen	37
5.2.4.	Mögliche Sanierungsmaßnahmen	37
5.3.	Ergebnisse.....	39
5.3.1.	Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen.....	39
5.3.2.	Szenarioanalyse der durchgeführten Berechnungen im Hinblick auf Förderungen	46
5.3.3.	Fazit.....	47
6.	Potentiale erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet Trins.....	47
6.1.	Potentialbegriffe.....	47
6.2.	Umgebungswärme	49
6.2.1.	Theoretisches Potential	49
6.2.2.	Technisches Angebotspotential.....	50
6.2.3.	Technisches Nachfragepotential.....	51
6.3.	Biomasse.....	53
6.3.1.	Feste Biomasse	53
6.3.2.	Biogas.....	55
6.4.	Solare Wärme- und Stromerzeugung	58
6.4.1.	Solarthermische Wärmeerzeugung	58
6.4.2.	Photovoltaik.....	64
6.5.	Windkraft.....	66
6.5.1.	Theoretisches Potential	67
6.5.2.	Technisches Angebotspotential.....	67
6.5.3.	Technisches Nachfragepotential.....	73
6.6.	Wasserkraft.....	73
6.6.1.	Theoretisches Potential	74
6.6.2.	Technisches Angebotspotential.....	74
6.6.3.	Technisches Nachfragepotential.....	75
6.7.	Ergebnisse der Potentialerhebung	75
7.	Biomassegestütztes Nahwärmenetz für Trins.....	78
8.	Energiestrategie 2030 für Trins	80
8.1.	Elektrische Energie	80
8.2.	Raumwärme und Warmwasser	83
9.	Zusammenfassung.....	90
	LITERATURVERZEICHNIS.....	92

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wärmeerzeugungsmix der Gemeinde Trins	4
Abbildung 2: Warmwassererzeugung der Gemeinde Trins in 2010 mit Beitrag der installierten Solarkollektoren (Quelle: Eigene Darstellung).....	5
Abbildung 3: Entwicklung der installierten Solaranlagen in Trins bis Mai 2010.....	6
Abbildung 4: Struktur der Wärmeerzeugung in Trins nach Energieträgern in 2010	7
Abbildung 5: Siedlungsschwerpunkte.....	13
Abbildung 6: Sondergebiete.....	15
Abbildung 7: Gleichzeitigkeitsfaktor	19
Abbildung 8: Gebäudecluster – Wärmeverbrauch (Quelle. Eigene Darstellung)	22
Abbildung 9: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m ² a – Zentrum	24
Abbildung 10: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m ² a – Siedlung Galtschein (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus http://www.tirol.gv.at/)	25
Abbildung 11: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m ² a – Mittlerer Galtschein - Greitenwiesn	25
Abbildung 12: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m ² a – Gedirn - Bichl	26
Abbildung 13: Gesamtleistung in W/m ² – Zentrum.....	27
Abbildung 14: Gesamtleistung in W/m ² – Gedirn - Bichl.....	27
Abbildung 15: Gesamtleistung in W/m ² – Mittlerer Galtschein–Greitenwiesn (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus http://www.tirol.gv.at/)	28
Abbildung 16: Gesamtleistung in W/m ² – Zentrum.....	28
Abbildung 17: Widum, thermische Hülle	34
Abbildung 18: Altbauteil der Schule Dämmung der obersten Geschossdecke	39
Abbildung 19: Altbauteil der Schule Dämmung der obersten Geschossdecke	39
Abbildung 20: Altbauteil der Schule Außendämmung.....	40
Abbildung 21: Altbauteil der Schule Außendämmung.....	40
Abbildung 22: Widum Dämmung der Kellerdecke.....	41

Abbildung 23: Widum Dämmung der Kellerdecke.....	41
Abbildung 24: Dämmung der obersten Geschossdecke, Widum	42
Abbildung 25: Außendämmung Widum	42
Abbildung 26: Ersetzen der Fenster durch 3-fach-wärmeschutzverglasung, Widum	43
Abbildung 27: Ersetzen der Fenster durch 3-fach-wärmeschutzverglasung, Schule, Altbau	43
Abbildung 28: Dämmung des Daches, Schule, Altbau	44
Abbildung 29: Kerndämmung der Außenhülle, Gemeindehaus	44
Abbildung 30: Außendämmung, Gemeindehaus.....	45
Abbildung 31: Dämmung der obersten Geschossdecke, Gemeindehaus.....	45
Abbildung 32: Beispiel für die Selektierung der Gebäudeflächen	50
Abbildung 33 : Ausschnitte von Google Maps vor und nach der Dachflächenermittlung.....	59
Abbildung 34 : Gemeindegebiete nach Zonen (Quelle: Google Maps)	60
Abbildung 35: Vakuumröhrenkollektoren an Fassade und Balkon.....	61
Abbildung 36: Typische Nachfragestruktur für Heizwärme und Warmwasser eines Haushaltes über ein Referenzjahr mit Solarkollektoren.....	62
Abbildung 37: Topografische Karte zur Lage der Windstation (Quelle: www.lawine.tirol.gv.at)	68
Abbildung 38: Angenommene und gemessene Windstärken im Gschnitztal (Quelle: Alpine Wind Harvest Report Series No. 7-1)	69
Abbildung 39: Bevorzugte Gebiete ohne Berücksichtigung der Landschaftsschutzgebiete	71
Abbildung 40: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten in 12m Höhe (Quelle: Alpine Windharvest Report No. 7 – 7, S. 18)	72
Abbildung 41: Leistungskennlinie einer Enercon E70 (Quelle: www.enercon.com)	72
Abbildung 42: Gegenüberstellung der Potenziale zur Wärmeerzeugung in Trins.....	76
Abbildung 43: Gegenüberstellung der Potentiale zur Stromerzeugung in Trins	77
Abbildung 44: Stromverbrauch der Gemeinde Trins 2010 und 2030 sowie die Potenziale der Photovoltaik, Wasserkraft und Windenergie (Quelle: Eigene Darstellung) ...	82

Abbildung 45: Wärmenachfrage der Gemeinde Trins in 2010 in Gegenüberstellung zu den EE-Potenzialen und den Entwicklungsprognosen der drei Szenarien bis 2030	85
Abbildung 46: Entwicklung der Trinser Wärmeversorgung in dem Szenario <i>BAU</i> und der möglichen Energiestrategie Trins für 2030.....	87
Abbildung 47: Beispiel für eine Pelletieranlage;	88
Abbildung 48: Pelletspreisentwicklung in Österreich zwischen 2000 und 2010	89

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterteilung der Gebäudeklassen	10
Tabelle 2: Beispieltabelle zur Erfassung der Gebäude.....	11
Tabelle 3: Baujahrspezifische Umrechnungstabelle	12
Tabelle 4: Siedlungstypen.....	14
Tabelle 5: Beispiele zur Errechnung des Gesamtwärmebedarfs.....	16
Tabelle 6: Berechnung der Wohnfläche.....	16
Tabelle 7: Beispiele zur Errechnung des kW Bedarfes;.....	18
Tabelle 8: Gebäudecluster mit Gesamtwärmebedarf	21
Tabelle 9: Legende: Einheiten in kWh/m ² a	23
Tabelle 10: Besonderheit der Nutzung Wohn + Scheune	24
Tabelle 11: Ergebnis von Energieszenario 2030.....	31
Tabelle 12: Für Kataster relevante Daten der Gemeindeimmobilien.....	32
Tabelle 13: Flächen der Gemeindeimmobilien	33
Tabelle 14: Ölverbrauch real.....	35
Tabelle 15: Ergebnisse der einzelnen Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Fördergeldern	46
Tabelle 16 : Technisches Angebotspotenzial für Umgebungswärme in Trins	51
Tabelle 17 : Technisches Nachfragepotenzial für Umgebungswärme in Trins	52
Tabelle 18 : Angebotspotenziale der verschiedenen Biomassenutzungsarten	54
Tabelle 19 : Dachflächen der Gemeinde nach Zonen	60
Tabelle 20 : Datenerhebung Windpotentiale Trins	68
Tabelle 21 : Gegenüberstellung der einzelnen Potentiale in Trins in GWh/a.....	76
Tabelle 22: Entwicklung des Stromverbrauchs in Trins bei einem Verbrauchswachstum gemäß Energiestrategie Österreich (1,1% p.a.) ohne und mit Elektromobilität	81

1. Einleitung

Die Gemeinde Trins hat sich im Rahmen des Agenda 21 Programms u. a. das Ziel einer Abkehr von fossilen Energien mit einer Erreichung einer „ausgeglichen“ Energiebilanz auf Basis erneuerbarer Energien gesetzt. Im Sinne einer möglichst nachhaltigen Energieversorgung kommt dabei insbesondere der Nutzung lokaler erneuerbarer Ressourcen ein hoher Stellenwert zu.

Vor diesem Hintergrund wurden die Studiengänge Europäische Energiewirtschaft (EEW) sowie Facility Management und Immobilienwirtschaft (FMI) der FH-Kufstein beauftragt, für das Gemeindegebiet Trins das Potential erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeversorgung sowie die Möglichkeiten für dessen energetische Nutzung zu erheben und darauf aufbauend ein „Zukunftsszenario Trins 2030“ zu entwerfen. Zusätzlich soll für die drei öffentlichen Gebäude Gemeindehaus, Schule und Widum beispielhaft ein thermisches Sanierungskonzept entworfen und eine erste Analyse für eine mögliche Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien durchgeführt werden.

Das Projekt wurde dabei von Studierenden der beiden Studiengänge EEW und FMI im Rahmen der Lehrveranstaltung „Integrative Fallstudien“ im 4. Semester durchgeführt.

Entsprechend den o. a. übergeordneten Ziele wurde das Projekt in die folgenden Punkte gegliedert:

1. Ermittlung des technischen Angebots- und Nachfragepotentials erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet Trins (differenziert nach Energiequellen/-träger).
2. Ableitung eines Zukunftsszenarios 2030 zur Erreichung einer bilanziellen Unabhängigkeit von fossilen Energien im Bereich Wärme und Strom.
3. Analyse der räumlichen Nachfragestrukturen für Raumwärme/Warmwasser (heute und thermisches Sanierungsszenario) sowie Ableitung der Potentiale für Wärmenetze (Nahwärme- bzw. Mikronetze).

4. Aufnahme und Beschreibung des energetischen Ist-Standes der öffentlichen Gebäude Gemeindehaus, Schule und Widum sowie Entwicklung eines thermischen Sanierungskonzeptes unter Berücksichtigung eine biomassebefeuereten Mikronetzes.

Innerhalb des vorliegenden Endberichts wird zuerst ein Überblick über den derzeitigen Stand der Energieversorgung in der Gemeinde gegeben. Nachfolgend wird der Wärmekataster beschrieben und dargestellt. Anschließend werden mögliche Entwicklungsszenarios für den Wärmeverbrauch im Gebäudebestand und der Neubauten bis 2030 entwickelt. Der Gebäudeteil des Projektes schließt mit der wärmetechnischen Analyse der drei Gemeindeimmobilien und der Darstellung eines entsprechenden Sanierungskonzeptes. Danach folgt aufbauend auf einer Potentialermittlung für erneuerbare Energien die Ableitung eines Zukunftsszenarios 2030, das zeigen soll, wie die Energieversorgung der Gemeinde in 20 Jahren vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt werden könnte.

2. Derzeitige Verbrauchs- und Aufbringungsstruktur Strom und Wärme

Die Gemeinde Trins liegt im Bezirk Innsbruck-Land auf einer Höhe von ca. 1233 m ü. NHN und umfasst ein 48,8 km² großes Areal. Die Gemeinde befindet sich im vorderen Teil des Gschnitztal am Fuße des hohen Blasens. Mit etwa 1270 Einwohnern kommt Trins auf eine Einwohnerdichte von 26 Einwohnern pro km². Die Wirtschaftsstruktur der Gemeinde ist hauptsächlich durch landwirtschaftliches Gewerbe geprägt. Zur Bewertung der Möglichkeiten die Energieversorgung der Gemeinde stärker auf Basis Erneuerbarer Energien auszurichten, wird im folgenden Kapitel die derzeitige Struktur des Strom- und Wärmeverbrauchs dargestellt.

2.1. Strom

Im Rahmen dieser Studie konnte zur Ermittlung des Stromverbrauchs im Gemeindegebiet von Trins nicht auf Zählerdaten des Energieversorgers Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG) zurückgegriffen werden. Laut Auskunft von Herrn Bürgermeister

Alois Mair liegt der Strombedarf im Gemeindegebiet bei rd. 4 GWh/a. Bezogen auf eine Einwohnerzahl von rd. 1.300 entspricht dies einem durchschnittlichen Stromverbrauch von ca. 3.100 kWh/a und pro Kopf, was unter Berücksichtigung des Verbrauchs von Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen eine für die Gemeindestruktur nachvollziehbare Größenordnung darstellt.

An Stromerzeugungsanlagen existieren im Gemeindegebiet von Trins ein Wasserkraftwerk am Gschnitzbach sowie mehrere Photovoltaik-Anlagen (PV). Das Wasserkraftwerk erzeugt bei einer installierten Leistung von 600 kW und jährlich durchschnittlich 6.500 Volllaststunden¹ ca. 3,9 GWh/a. Der erzeugte Strom aus dem Wasserkraftwerk wird jedoch nicht explizit für die Gemeinde Trins erzeugt und bereitgestellt, sondern in das Stromnetz der TIWAG-Netz AG eingespeist.

Der Bestand an PV-Anlagen wurde bei einer Begehung der Gemeinde am 15.04.2010 ermittelt. An zwei Standorten ist eine PV-Leistung von kumuliert 75kW_p installiert, die unter zu Grunde Legung der für Trins zu erwartenden jährlichen Volllastbenutzungsstunden von 800 h/a einen Ertrag von rund 60 MWh/a liefern.

2.2. Wärme

Wärmeenergie wird in Trins zur Warmwasserbereitung und als Raumwärme benötigt. Über den Verbrauch liegen dabei keine validen Daten vor, so dass diese im Folgenden differenziert nach Raumwärme und Warmwasser abgeschätzt werden.

2.2.1. Raumwärme

Für die Ermittlung des Raumwärmebedarfs und der aktuellen Erzeugungsstruktur wurden die Daten des über den Wärmekataster ermittelten Gesamtverbrauchs (siehe Kapitel 3.5.1) und die Struktur der Wärmebereitstellung aus der *HTL-Studie*² herangezogen. Letztere wurde zusätzlich über die Gebäude- u. Wohnungszählung der Statistik Austria aus dem Jahre 2001 validiert³. Die Wärmebereitstellung über Wärmepumpen wurde aus dem derzeitigen Bestand von vier Wärmepumpen in Trins (zwei mit Tiefensonden und zwei Luftwärmepumpen mit einer installierten Heizleistung

¹ Strickner Gerhard, Auskunft per E-Mail, 10.06.2010

² Vgl. Studie HTL-Jenbach

³ Vgl. Statistik Austria (b), www.statistik.at

von rund 42 kW) abgeschätzt. Bei einer unterstellten Volllaststundenzahl von 2000 h/a⁴ können mit diesen 84 MWh jährlich an Wärme bereitgestellt werden. Mit diesem Ansatz konnte so näherungsweise die Verteilung der Energieträger ermittelt werden (Abbildung 1).

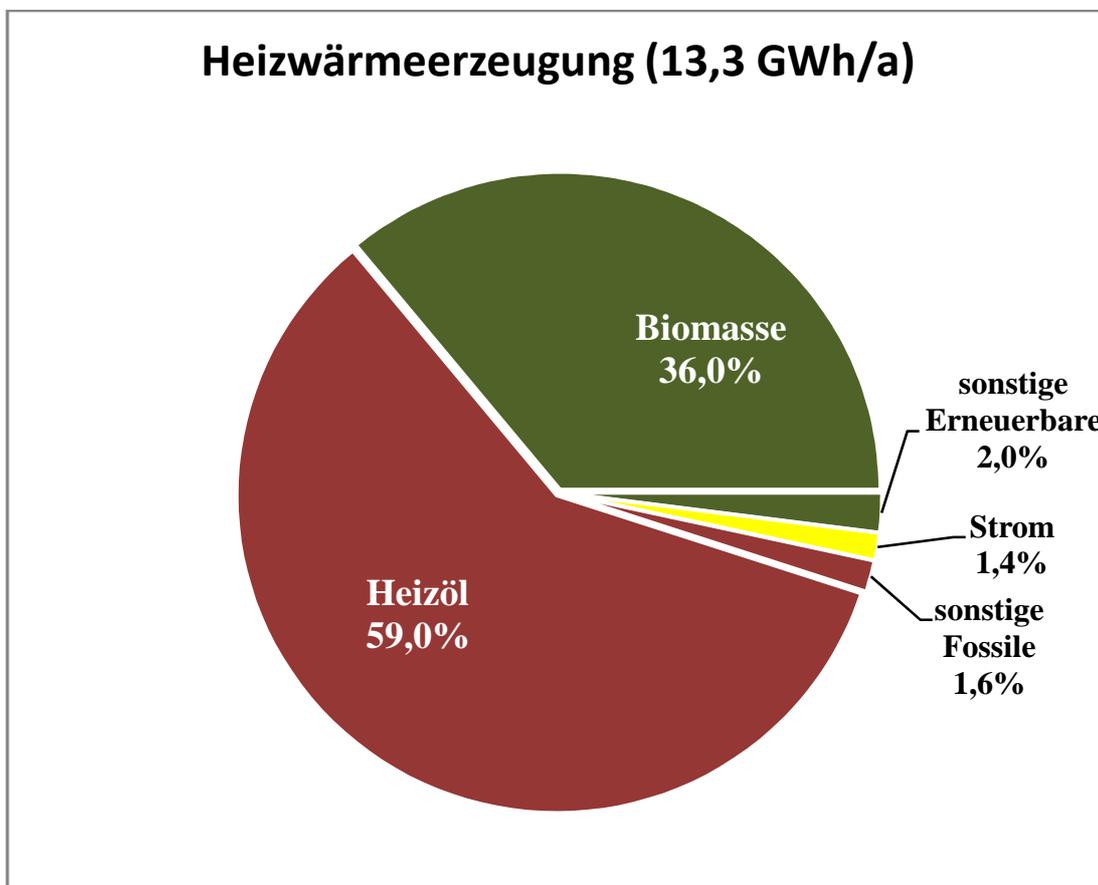


Abbildung 1: Wärmeerzeugungsmix der Gemeinde Trins

(Quelle: Eigene Darstellung nach HTL-Studie und Statistik Austria)

Im Ergebnis deckt die Gemeinde damit bereits knapp 40 % ihres Wärmebedarfs aus Erneuerbaren Energiequellen (Biomasse, Solarthermie & Wärmepumpen). Bei einer Wärmeerzeugung von insgesamt 13,3 GWh/a bedeutet dies, dass etwa 8,5 GWh/a Endenergie aus fossilen Energieträgern stammen und somit durch "Importe" gedeckt werden. Zusätzlich werden allerdings auch rd. 150 MWh/a an Wärme aus Holzpel-

⁴ Vgl. Kaltschmitt M, Streicher, W., 2009, S.279

lets und -briketts gedeckt, die zwar erneuerbar sind, aber nicht aus Trins selbst stammen und damit ebenfalls „importiert“ werden müssen.

2.2.2. Warmwasser

Bei einem angenommenen durchschnittlichen Warmwasserverbrauch von 50 Litern pro Person und Tag sowie einer Warmwassertemperatur von 55° Celsius kann in der Gemeinde Trins mit ihren 1268 Einwohnern von einer jährlichen Nachfrage von etwa 1,2 GWh/a in Haushalten und zusätzlichen 0,3 GWh/a im Gewerbe und den öffentlichen Gebäuden ausgegangen werden. In Summe liegt damit der Warmwasserbedarf (WWB) bei rd. 1,5 GWh/a.

Auf Basis der Bestandsermittlung durch die Informationen der Gemeinde und der *HTL-Studie*⁵ ergab sich für den Warmwasserbedarf der Gemeinde Trins folgende Erzeugungsstruktur (Abbildung 2).

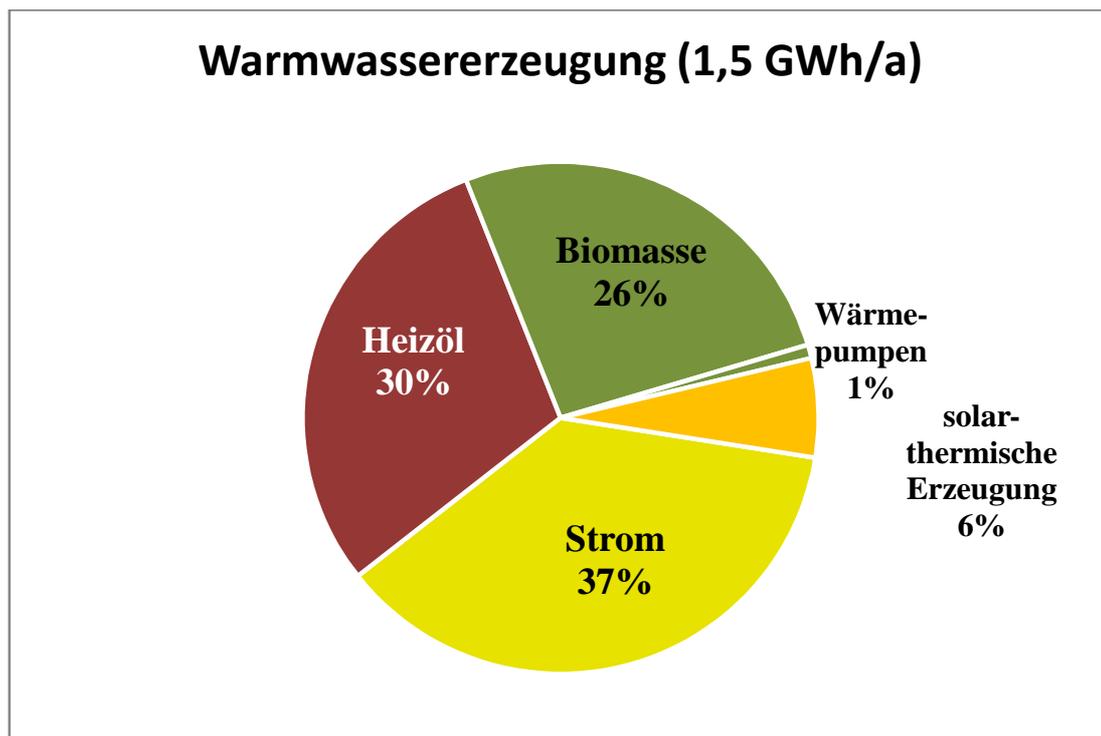


Abbildung 2: Warmwassererzeugung der Gemeinde Trins in 2010 mit Beitrag der installierten Solarkollektoren (Quelle: Eigene Darstellung)

⁵ Vgl. Studie HTL-Jenbach

Jeweils rund 1/3 entfallen hierbei auf die Warmwasserbereitung durch Strom und Heizöl. Weitere 26% des WWB werden mit Biomasse erzeugt und in Summe etwa 7% durch Solarkollektoren und Wärmepumpen gedeckt.

Die solare Brauchwassererwärmung wurde dabei zum einen durch Informationen der Gemeinde Trins⁶ ermittelt, die einen Bestand solarthermischer Anlagen von 52 ergab (Abbildung 3). Zum anderen wurde über eine Analyse der fotografischen Dokumentierung abgeleitet, dass diese Anlagen zu einem Großteil der Warmwasserbereitstellung in Haushalten dienen. Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 3000 kWh/a pro Haushalt und einem unterstellten Deckungsgrad von 60 Prozent ergeben sich rund 94 MWh/a solarthermisch bereitgestellte Wärme zur Warmwassererzeugung in Trins. Nimmt man zusätzlich an, dass etwa 20 Anlagen ebenfalls zur Raumwärmeunterstützung genutzt werden und 25 MWh/a erzeugen, so werden in Trins insgesamt rd. 120 MWh/a an Wärme solarthermisch bereitgestellt.

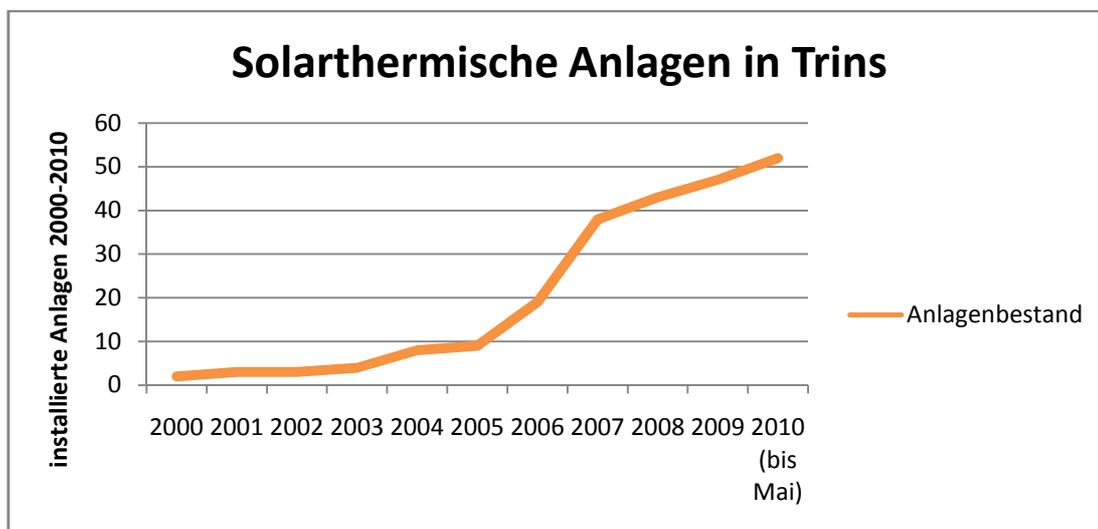


Abbildung 3: Entwicklung der installierten Solaranlagen in Trins bis Mai 2010

Quelle: Gotthard Peer, Amtsleitung der Gemeinde Trins

⁶ Gotthard Peer, Amtsleitung

2.2.3. Zusammenfassung

In Summe ergibt sich für die Gemeinde ein Energiebedarf im Wärmesektor von 14,8 GWh/a. Etwas mehr als 10% werden hierbei zur Warmwassererzeugung benötigt und rund 90% entfallen auf das Heizen. Auf die einzelnen Energieträger bezogen, die zur Erzeugung herangezogen werden, kann somit von folgender Zusammensetzung für den Wärmesektor ausgegangen werden (Abbildung 4).

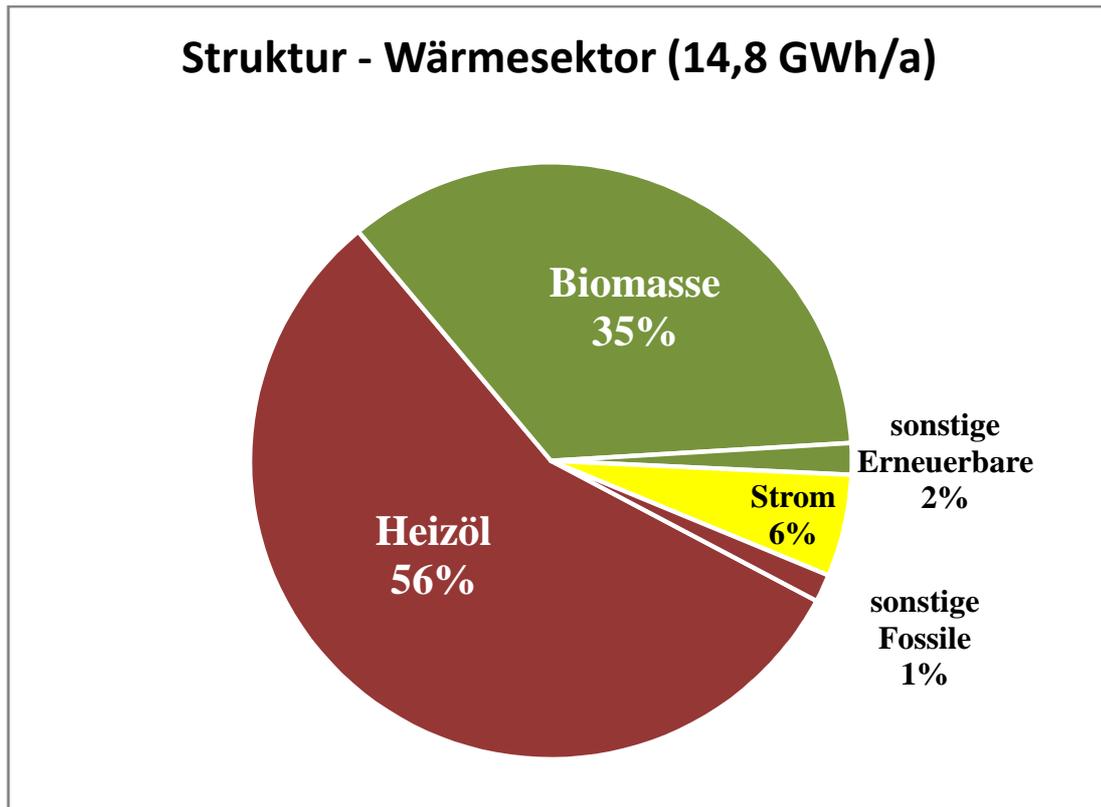


Abbildung 4: Struktur der Wärmeerzeugung in Trins nach Energieträgern in 2010

(Quelle: Eigene Darstellung)

Mit 56% und absolut rd. 7,8 GWh/a ist der Beitrag des Heizöls zur Wärmebereitstellung am Höchsten. Da der Anteil der Biomasse aus den Wäldern des Trinser Gemeindegebietes etwas 5 GWh/a⁷ zur Wärmebereitstellung beiträgt und zusätzlich rd. 0,15 GWh/a an Holzpellets und -brikettes aus anderen Biomassequellen stammen, weichen die im Rahmen dieser Studie ermittelten Zahlen von der *HTL-Studie* ab.

⁷ siehe Kapitel: Biomasse

Innerhalb der *HTL-Studie* wird von einer Wärmeerzeugung aus Biomasse von rd. 7,5 GWh/a ausgegangen.

Der Anteil des Stroms im Wärmemix (6 %) ergibt sich aus der elektrischen Brauchwassererwärmung - bei der Heizwärmeerzeugung spielt Strom als Energieträger jedoch kaum eine Rolle.

3. Wärmekataster

Ein Wärmekataster wurde erstellt, um einen Gesamtüberblick über den Wärmebedarf des Gemeindegebietes zu erhalten. Mit diesen Daten kann die Wärmenachfrage in den einzelnen Siedlungszonen des Gemeindegebietes ermittelt werden.

Die Erstellung eines Wärmekatasters ist vor allem mit einem großen Datenerhebungsaufwand verbunden. Es müssen von jedem Gebäude mehrere Parameter (siehe Kapitel 3.1) erhoben werden, die sich nicht unmittelbar aus Plänen ablesen lassen und bei älteren Gebäuden nicht zentral vorliegen. Entsprechend mussten die erforderlichen Daten über eine umfangreiche Begehung/Befahrung erhoben werden.

Die Hauptaufgabe des Wärmekatasters, ist eine genaue Abbildung der Wärmeverbräuche im Gebäudebestand, mit dem Ziel die Nachfrage nach Heizwärme visuell darzustellen und die Planbarkeit von Nah-/Mikro-Wärmenetzten zu ermöglichen und damit folgende Fragen zu beantworten:

- Wie hoch ist der Gesamtwärmebedarf der Gemeinde, bzw. einzelner Siedlungen oder Siedlungsabschnitte?
- In welchen Teilen des Gemeindegebietes ist ein Wärmenetz sinnvoll?
- Für welche Spitzenlasten müssen Leitungen und Heizwerk ausgelegt sein, um ein Wärmenetz realisieren zu können?

Der Wärmekataster ist dabei aus mehreren einzelnen Kataster aufgebaut, die nach Gemeindeteilen gegliedert sind (siehe Kapitel 3.5 Abbildung 9 bis Abbildung 12). Aus diesen geht jeweils hervor, wie viel kWh pro m² Grundfläche und Jahr ver-

braucht werden. Den Katastern liegen Tabellen zugrunde, über welche die kWh/m²a bzw. die kW-Spitzenbedarf der einzelnen Gebäude zugeordnet werden können, um somit im Weiteren auch die Rentabilität/Machbarkeit eines Mikronetzes feststellen zu können. Alle Parameter die erhoben wurden, wie sie erhoben wurden und wofür sie benutzt werden, sind in Kapitel 3.1 ersichtlich. Im anschließenden Kapitel 3.2 wird auf die Ausnahmen bei der Datenerhebung und Berechnung eingegangen. Kapitel 3.3 zeigt die genaue Vorgehensweise bei der Berechnung der Ergebnisse. Diese werden schließlich in Kapitel 3.4 dargestellt und behandelt.

3.1. Datengrundlagen

Von grundlegender Wichtigkeit ist maßstabgetreues Kartenmaterial. In der folgenden Arbeit verwendete Karten stammen vom Tiroler Raumordnungs-Informationssystem (*TIRIS*, <http://www.tirol.gv.at/tiris>). Aus TIRIS wurde die Grundfläche jedes einzelnen Gebäudes bestimmt und es wurde anhand der TIRIS-Karten die graphische Ausarbeitung des Katasters dargestellt.

Zur Erstellung eines Wärmekatasters sind der Heizwärmebedarf sowie die Spitzenleistung des Kessels jedes einzelnen Gebäudes im Gemeindegebiet zu erheben. Dies kann grundsätzlich über drei Vorgehensweisen umgesetzt werden:

1. Die Erstellung des Katasters aus der Auswertung einer Umfrage der HTL-Jenbach (<http://www.htl-jenbach.at/>)
2. Die Nachfrage bei örtlichen Energieversorgern
3. Gebäudetypologiemethode

Die bereits vorhandenen Daten aus einer Umfrage der HTL-Jenbach sind aufgrund der Anonymisierung der Informationen nicht den einzelnen Haushalten zuordenbar und somit für die Erstellung eines Katasters nicht zu verwenden.

Da es keinen zentralen Anbieter für Heizenergie in Trins gibt und auch der gebäude-spezifische Verbrauch von Stückholz nur durch eine direkte Befragung der Verbraucher ermittelt werden kann, ist auch o. g. Variante 2 nicht umsetzbar.

Entsprechend wird der Heizwärmebedarf der Wohngebäude unter Verwendung der Gebäudetypologiemethode ermittelt. Bei dieser Methode werden im ersten Schritt Gebäudealter und Gebäudetyp (Einfamilien-, Mehrfamilien-, Reihenhaus, usw.) ermittelt. Die für diesen Vorgang nötigen Informationen stammen aus drei Ortsbegehungen im Zuge derer die Anzahl an Vollgeschossen der Gebäude, das Baujahr, die Nutzung, die Lage sowie die Hausnummer festgestellt wurden. Nach diesem ersten Erhebungsschritt ist es möglich den Heizenergiebedarf jeder Wohnimmobilie im Gemeindegebiet abzuschätzen.

Tabelle 3.3: Spezifische Heizwärmebedarfswerte für Wohngebäude in kWh Nutzenergie pro m² Wohnfläche und Jahr

Baualter	Baujahr	EFH DHH	RH	MFH	GMH	HH
		[kWh/(m ² a)]				
A	vor 1918 Fachwerk	210		241		
B	vor 1918	250	204	180	159	
C	1919-1948	194	166	193	164	
D	1949-1957	223	163	211	173	
E	1958-1968	166	135	168	172	119
F	1969-1978	182	159	139	140	103
G	1979-1983	120	129	118	116	
H	1984-1994	140	97	122	82	
I	1995-2001	101	89	94	73	
J	ab 2002	72	70	65	51	

Tabelle 3.4: Spezifische Bedarfswerte für Brauchwarmwasser für Wohngebäude in kWh Nutzenergie pro m² Wohnfläche und Jahr

Baualter	Baujahr	EFH DHH	RH	MFH	GMH	HH
		[kWh/(m ² a)]				
A	vor 1918 Fachwerk	21	18	24	27	k.A., ersatzweise können die Werte für das GMH veranschlagt werden
B	vor 1918	21	18	24	27	
C	1919-1948	20	20	29	33	
D	1949-1957	19	20	25	28	
E	1958-1968	18	20	20	24	
F	1969-1978	16	20	23	18	
G	1979-1983	14	16	20	18	
H	1984-1994	19	21	21	21	
I	1995-2001	19	19	21	24	
J	ab 2002	k.A., ersatzweise können die Werte für das Baualter I veranschlagt werden				

Tabelle 1: Unterteilung der Gebäudeklassen

(Quelle: Institut Wohnen und Umwelt IWU)

Tabelle 1 zeigt die Grundlagen der Gebäudetypologiemethode. Die Darstellung zeigt eine Einteilung von Wohngebäuden nach Gebäudetyp und Baualter. Diese Einteilung in sogenannte Baualterklassen basiert auf baugeschichtlichen Entwicklungen. Gebäude gleichen Typs und mit gleicher Entstehungszeit weisen meist vergleichbare Formen, Konstruktionsarten und Baumaterialien auf. Somit lässt sich jeder Baualterklasse der Heizwärmebedarf und der Brauchwarmwasserbedarf zuordnen. Grundsätzlich funktioniert die Berechnung folgendermaßen:

1. Einteilung der Gebäude in Gebäudeklassen (siehe Tabelle 1)
2. Geschosshzahl multipliziert mit den aus Punkt 1 ermittelten Heizwärmebedarf (HWB) bezogen auf die Grundfläche
3. Geschosshzahl multipliziert mit den aus Punkt 1 ermittelten Warmwasserbedarf (WWB) bezogen auf die Grundfläche
4. WWB und HWB addieren = Gesamtwärmebedarf

Weitere Erläuterungen zu den Berechnungen befinden sich in Kapitel 3.3 Die Gebäude wurden nach den in Tabelle 2 aufgeführten Kriterien aufgenommen.⁸

Lage	Hausnummer	Geschosshzahl	Nutzung	Baujahr	Sanierungen	Wohnfläche
Zentrum	248	1,5	wohn	2003	-	162 m ²
Zentrum	11d	2	wohn	2009	-	219,2 m ²

Tabelle 2: Beispieltabelle zur Erfassung der Gebäude (Quelle: Eigene Darstellung)

Für das weitere Vorgehen, wie beispielsweise die Berechnung der Spitzenlasten der Kessel, sind zusätzliche Informationen nötig, wie die Grundflächen der einzelnen Gebäude, die sich anhand von Tirismaps und einem integrierten Vermessungstool bestimmen lassen. Daraus lässt sich die Wohnfläche rechnerisch bestimmen (siehe Kapitel 3.3) Damit können der gesamte Energiebedarf jedes Gebäudes sowie der Gesamtenergiebedarf der Gemeinde errechnet werden.

Der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude ist stark vom Baujahr abhängig. Bei unsanierten Altbauten geht man beispielsweise von einem wärmespezifischen Bedarf von bis zu 200 W/m² aus. Häuser ab 1995 weisen einen durchschnittlichen Verbrauch von nur noch 50-60 W/m² auf. So genannte Niedrigenergiehäuser können zwischen 15-40 W/m² liegen (Tabelle 3).

⁸ Anm.: Die aufgeführten Kriterien werden im Folgenden erklärt.

Baujahr	Wärmeleistung in W/m ²
Unsanierter Altbau	180 - 220
bis 1977	140 - 160
1977 – 1983	110 - 130
1984 – 1994	70 - 90
ab 1995	50 - 60

Tabelle 3: Baujahrspezifische Umrechnungstabelle (Quelle: <http://www.blz-geotechnik.de>)

Die Erhebung des Baujahres erfolgte durch Schätzungen bzw. in vielen Fällen durch Befragung der Anwohner. Ausnahmen bilden die Hausnummern 36, 104 und 105. Dabei handelt es sich um Gebäude der Gemeinde, hier liegen exakte Baujahre vor. Die erhobenen Nutzungsarten können eine Kombination der Folgenden sein: Wohn, Mehrfamilien, Hotel, Pension, Scheune, Gewerbenutzung wie z.B.: Restaurant, Ski-verleih, Bank, usw.

Des Weiteren treten noch Immobilien auf, die keinen Heizwärmebedarf haben, da sie entweder Scheunen und Lagerräume sind, oder leer stehen. Zusätzlich zur Hausnummer, die unter anderem nötig ist um die Ergebnisse später in der Karte einzeichnen zu können, wurde auch jedem Datensatz die Lage des Gebäudes zugeordnet. Das Gemeindegebiet Trins ist in die folgenden vier Siedlungsschwerpunkte (siehe Abbildung 5) geteilt:

- Greitensiedlung - Mittlerer Galtschein,
- Siedlung Galtschein
- Zentrum
- Gedirn/Bichl

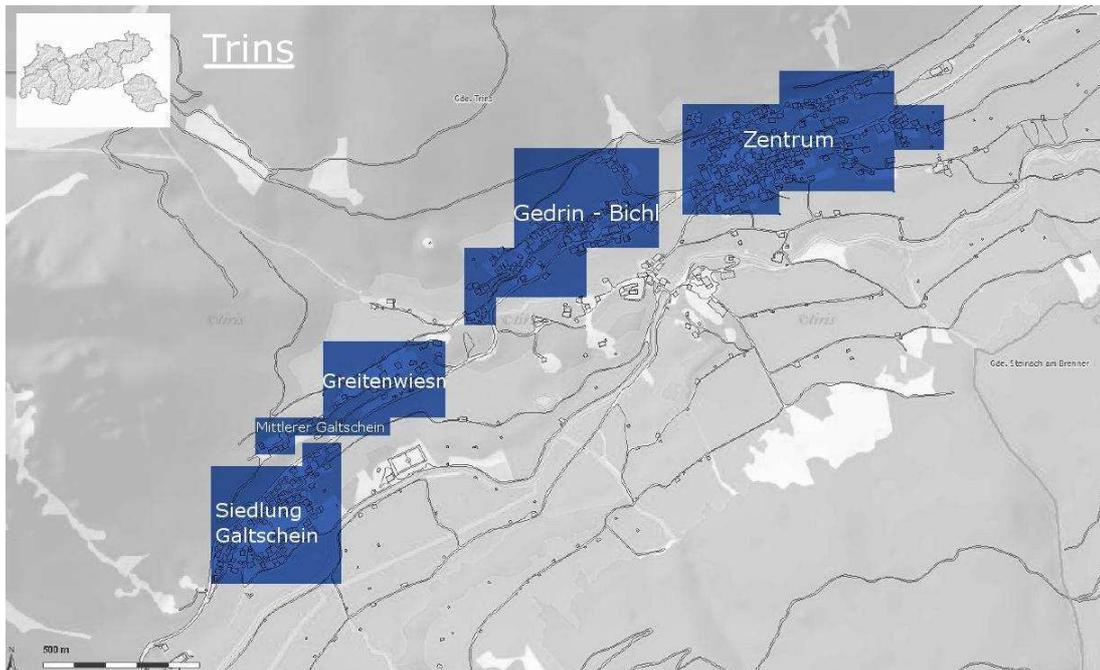


Abbildung 5: Siedlungsschwerpunkte

(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

Bei der Erfassung von Gedirn und Bichl wurden auch kleinere Ansammlungen von Gebäuden (u. a. Annakapelle) aufgrund deren Nähe zur eigentlichen Siedlung miterfasst. Der Hauptgrund dieser Einteilung ist, dass einige Hausnummer mehrmals vergeben wurden, was ein weiteres Merkmal zur Unterscheidung erforderlich macht, außerdem diente es der besseren Orientierung, während der Erstellung, sowie im Umgang mit den Datensätzen.

Des Weiteren müssen die Vollgeschosse berücksichtigt werden, um aus der Grundfläche eine Gesamtfläche errechnen zu können, sowie um den Energieverbrauch pro m^2 Grundfläche zu ermitteln (siehe Kapitel 3.3). Die Geschosszahl gibt die Vollgeschosse an, wobei zum Beispiel die Zahl 2,5 ein Erdgeschoss, einen ersten Stock sowie einen Ausgebauten Dachboden mit stark reduzierter Fläche bedeuten könnte.

Nach der oben genannten Vorgehensweise wurden 306 Datensätze erstellt, die mittels Microsoft Office Excel aufgezeichnet bzw. berechnet wurden und danach mittels eines Grafik-Programms (GIMP 2) in maßstabgetreue Karten der Landesregierung Tirol eingezeichnet wurden. Somit liegt für sämtliche Haushalte in Trins der Heiz-

wärmebedarf, Warmwasserbedarf sowie die notwendige Kesselleistung in Form einer umfassenden Datenbank vor. Dabei muss an dieser Stelle noch einmal explizit darauf hingewiesen werden, dass es sich bei diesen Daten um berechnete Werte handelt. Im Einzelfall kann der tatsächliche Wärmebedarf der Gebäude sowohl nach oben als auch unten abweichen.

3.2. Sondergebiete

Die südwestlich gelegenen Gebiete Rauth, Magdalenenhof, Erlwies und Lahnwiesen wurden nicht aufgenommen. Rauth, Magdalenenhof und Lahnwiesen weisen hauptsächlich moderne Wohnimmobilien mit geringem Wärmebedarf auf. In diesen Gebieten gibt es keine Großverbraucher, für die sich ein Mikronetz lohnen würde. Für diese Gebiete wurde eine vereinfachte Erfassung nach Siedlungstypen vorgenommen. Siedlungstypen geben Richtwerte an, wie hoch der Wärmebedarf eines spezifischen Gebietes ist. Diese Siedlungen fallen unter folgende Einstufung:

- Lockere offene Bebauung (Streusiedlung)
- Bis 255 m² Grundfläche
- Bis zu 2 Geschosse
- Durchschnittlich 7,7 Gebäude pro ha
- →Wärmebedarf von 255 MWh/ha a (siehe Tabelle 4)

Beschreibung	Gebäudegrundfläche	Geschosse	Anzahl Gebäude pro ha	Wärmebedarf [MWh/(ha*a)]
freistehende Einzelgebäude	bis 250 m ²	1 ½ bis 2 ½	0,05	k.A.
Lockere offene Bebauung (Streusiedlung)	bis 255 m ²	2	7,7	255
Einfamilienhaus- und Doppelhausiedlung	bis 230 m ²	1 ½ bis 2 ½	12,6	456
Städtischer Dorfkern	bis 480 m ²	bis zu 8	15,6	525
Ländlicher Dorfkern	bis 480 m ²	1 ½ bis 2	15,6	506

Tabelle 4: Siedlungstypen (Quelle: Institut Wohnen und Umwelt IWU)

Somit liegen die Sondergebiete weit unter dem Wärmebedarf der großen Siedlungsschwerpunkte mit circa 500 MWh/ha*a (siehe Tabelle 4) und können für die Planung eines Wärmenetzes vernachlässigt werden. Lahnwiesen wurde nicht erfasst, da es sich um eine Feriensiedlung mit atypischem Wärmeverbrauch handelt.

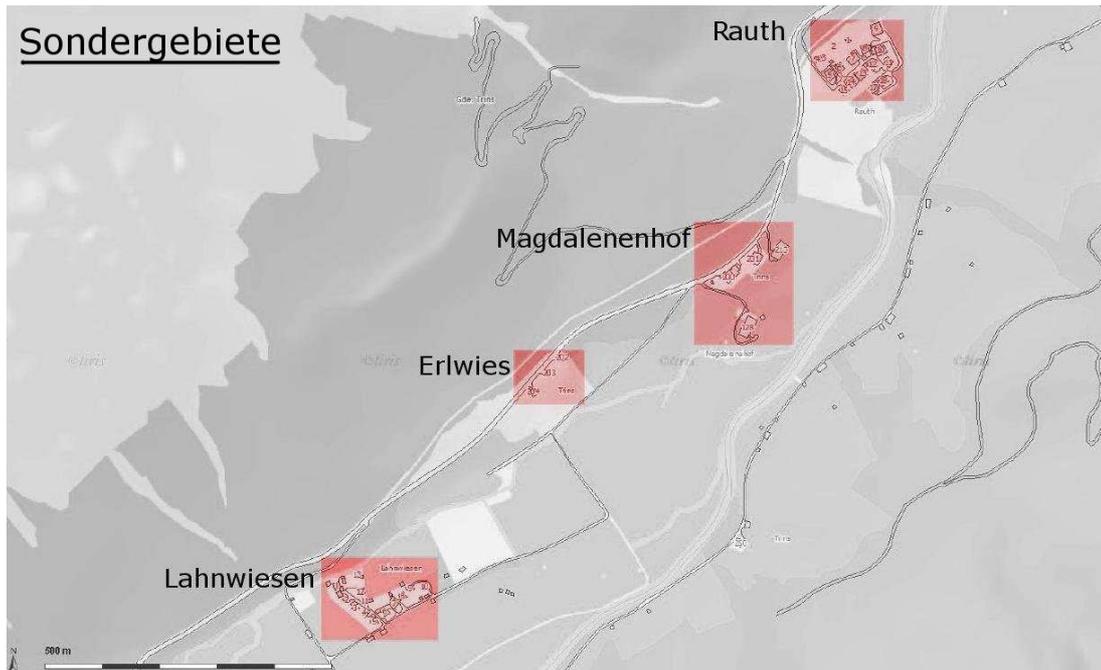


Abbildung 6: Sondergebiete

(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

Da durch die Gebäudetypologiemethode lediglich der Wärmebedarf bei Wohngebäuden bestimmt werden kann, sind Nichtwohngebäude von dieser Erfassung ausgeschlossen. Bei dreien dieser Gebäude, Grundschule, Widum sowie des Gemeindehaus, erfolgte die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfs mittels der Aufzeichnungen des Ölverbrauches der letzten drei Jahre und entsprechender Umrechnung auf kWh/m²a.

3.3. Berechnungsmethodik und Ergebnisse

3.3.1. Berechnungsmethodik zur Bestimmung des jährlichen Wärmebedarfes

Der erste Schritt der Berechnung war die Ermittlung des Heizwärmebedarfes (HWB) sowie des Warmwasserbedarfes (WWB). Ermittelt wurde der Heizwärmebedarf pro Quadratmeter und Jahr (HWB/m²a) und der Warmwasserbedarf pro Quadratmeter und Jahr (WWB/m²a) (siehe Tabelle 5). Anschließend werden die Ergebnisse auf die Grundfläche der Gebäude bezogen, um im weiteren Verlauf die Möglichkeiten für ein Wärme-Mikronetz bewerten zu können.

Hausnummer	Geschosszahl	Baujahr (Schätzung)	HWB in kWh/m ² a	WWB in kWh/m ² a	HWB*Gesch Z in kWh/m ² a	WWB*Gesch Z in kWh/m ² a	HWB+WWB in kWh/m ² a
246	3	2000	94	21	282	63	345
217	3	1980	118	20	354	60	414

Tabelle 5: Beispiele zur Errechnung des Gesamtwärmebedarfs

(Quelle: Eigene Darstellung)

Von großer Relevanz für die Ermittlung der Wärmeleistung der Gebäude und damit implizit der Heizkessel sowie für den Gesamtwärmebedarfs der Gebäude ist die Wohnfläche. Um die Wohnfläche zu ermitteln, wurde die Geschosszahl mit der Grundfläche und dem Faktor 0,8 multipliziert. Der Faktor 0,8 spiegelt dabei den Unterschied zwischen Brutto und Nettogeschossfläche wieder. Die Grundfläche wird um jene 20%, die aus Wänden bestehen reduziert, um die reinen Wohnflächen zu erhalten (siehe Tabelle 6).

Hausnummer	Geschosszahl	Grundfläche	Wohnfläche
246	3	196 m ²	470,4 m ²
217	3	257 m ²	616,8 m ²

Tabelle 6: Berechnung der Wohnfläche

(Quelle: Eigene Darstellung)

Um nun den Gesamtwärmebedarf der Gebäude bestimmt zu können, ist es nötig die Summe des HWB/m²a und des WWB/m²a mit der Wohnfläche zu multiplizieren.

- $(\text{HWB/m}^2\text{a} + \text{WWB/m}^2\text{a}) * \text{Wohnfläche}$

3.3.2. Besondere Stellung der Gewerbeimmobilien

Eine besondere Stellung nehmen die Gewerbeimmobilien der Gemeinde Trins ein. Es handelt sich hierbei vorwiegend um Hotels oder Gastronomiebetriebe - z. T. auch mit paralleler Nutzung als Wohngebäude. Zwar gibt es auch hierfür Benchmarks, womit eine ähnliche Berechnungsmethode wie für Wohngebäude erstellt werden könnte, jedoch wurde hier eine genaue Datenerhebung durchgeführt, da es sich um die größten Energieverbraucher handelt. Im Zuge einer Begehung wurde der durchschnittliche Ölverbrauch der letzten drei Jahre ermittelt und die Leistung der Kessel aufgenommen. Der Wärmebedarf errechnet sich wie im Folgenden an Hausnummer 43, Nutzung: Pizzeria + Wohn und an Hausnummer 107, Hohe Burg, Nutzung: Hotel, beispielhaft dargestellt ist.

Hnr. 43: Pizzeria und Wohngebäude

- Nennleistung Kessel: 46.500 kcal/h bzw. 53 kW
- Bei Unterstellung 1.700 Betriebsstunden ermittelt sich ein Jahreswärmebedarf von 90.100 kWh/a
- Bezogen auf die Nutzfläche von 548m² ergibt sich ein spezifischer Wärmebedarf von 164 kWh/m²a

Das Hotel „Hohe Burg“

- Nennleistung Kessel: 215 kW
- 16.000 Liter HEL (→ 160.000 kWh/a) = Angabe des Gebäudebetreibers
- Bezogen auf die Nutzfläche von 800 m² ergibt sich ein spezifischer Wärmebedarf von 200 kWh/m²a

3.3.3. Berechnungsmethodik zur Bestimmung der Heizwärmeleistung

Zur Ermittlung der Nachfrageleistung wurde für Wohngebäude ein frei verfügbares Rechentool von der Internetseite - „<http://www.blz-geotechnik.de>“ benutzt. Dieses Tool rechnet mit baujahrspezifischen Verbrauchswerten in Abhängigkeit von der

Nutzfläche. Das bedeutet, dass ein modernes Gebäude, bei gleicher Wohnfläche, grundsätzlich eine geringere installierte Leistung als ein Altbau hat. Das Beispiel in Tabelle 7 zeigt, wie gravierend sich 2 Immobilien, die zwar die gleiche Wohnfläche aufweisen, jedoch ein unterschiedliches Baujahr haben, unterscheiden. Haus Nummer 209 (Bj. 1960) hat eine um etwa 300 % höhere Spitzenleistung als Haus 244 (Bj. 2010)

Lage	Hausnummer	Geschosszahl	Nutzung	Baujahr	Grundfläche	Wohnfläche	kW	
Ge- dirn – Bichl	209	1	Wohn	1960	244 m ²	195,2 m ²	31	
Ge- dirn – Bichl	244	2	Wohn	2010	119 m ²	190,4 m ²	11	
						Gesamt:	1244,8	kW
						Bezugsfläche	64000	m ²
						Verbrauch	19,45	W/m ²

Tabelle 7: Beispiele zur Errechnung des kW Bedarfes

(Quelle: Eigene Darstellung)

3.3.4. Gesamtverbrauch der Siedlungsschwerpunkte

Es wird davon ausgegangen, dass nicht alle Verbraucher gleichzeitig ihre maximale Leistung nachfragen. Der Gleichzeitigkeitsfaktor (k) ist ein Maß für den Anteil, den ein Verbraucher zur so genannten Spitzenlast beiträgt. Dieser Wert basiert auf Erfahrungswerten und kann daher nur als Richtwert angegeben werden (siehe Abbildung 7).

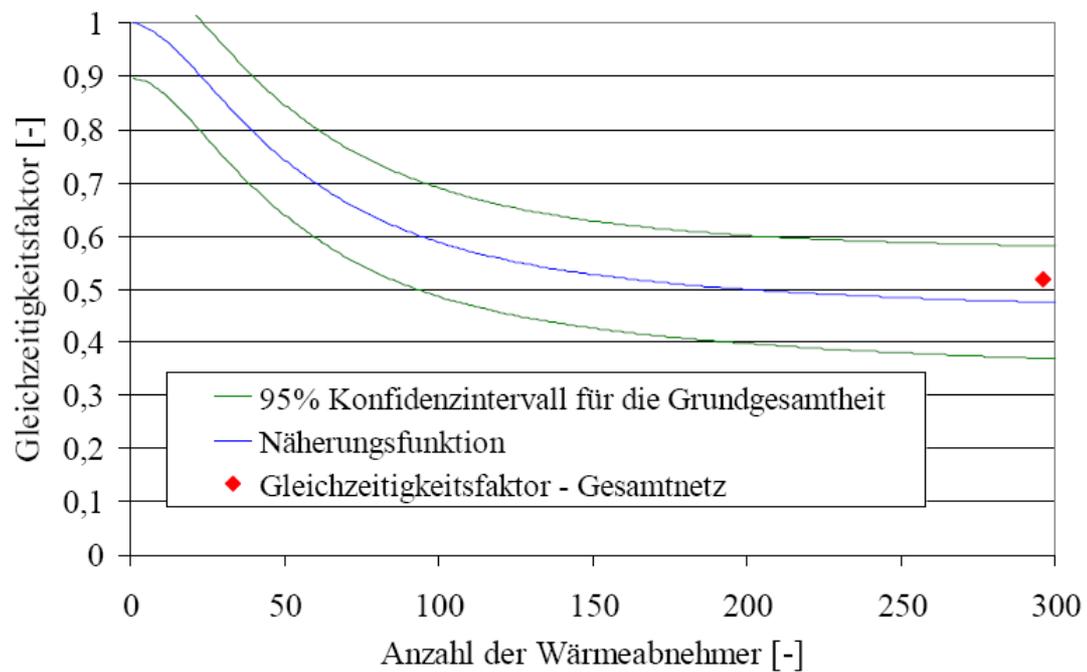


Abbildung 7: Gleichzeitigkeitsfaktor

(Quelle: Daten entnommen aus: <http://www.bios-bioenergy.at>)

Somit ergeben sich folgende Werte, ausgehend von der Näherungsfunktion in Abbildung 7, für die Siedlungsschwerpunkte:

Zentrum:

Gesamtleistung	Gleichzeitigkeitsfaktor	Benötigte Leistung
6.955 kW	0,55	3.825 kW

Gedirn und Bichl:

Gesamtleistung	Gleichzeitigkeitsfaktor	Benötigte Leistung
1.625 kW	0,75	1.220 kW

Greitenwiesn/ Mittlerer Galtschein:

Gesamtleistung	Gleichzeitigkeitsfaktor	Benötigte Leistung
800 kW	0,9	720 kW

3.4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Für das Gemeindegebiet von Trins ergibt sich ein Gesamtwärmeverbrauch aller erfassten Gebäude von rd.11,3 GWh/a. Circa 77 % der Gebäude wurden im Laufe der Begehung aufgenommen. Werden nun die restlichen, nicht aufgenommenen 23% der Gebäude hochgerechnet, ergibt sich ein Gesamtwärmeverbrauch von circa 14,8 GWh/a.

In Summe verbrauchen die Gewerbeimmobilien dabei 636.000 kWh/m²a, wovon-

- 354.000 kWh/a auf das Ortszentrum entfallen und
- 282.000 kWh/a in der Siedlung Gedirn – Bichl verbraucht werden.

Die Gemeindegebäude haben demgegenüber einen Verbrauch von circa 309.500 kWh/a

- Das Gemeindehaus: 92.800 kWh/a und 127 kW Heizlast
- Die Schule: 140.400 kWh/a und 96 kW Heizlast
- Das Widum: 76.300 kWh/a und 35 kW Heizlast

3.4.1. Gebäudegruppierung und Auswertung

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Wärmekatasters nach unterschiedlichen Eigenschaften (spez. Wärmeverbrauch, Alter der Gebäude) sortiert und dargestellt. Durch ein solches Clustern der Gebäude kann festgestellt werden, wie hoch der Sanierungsbedarf ist, und wie viele Gebäude bereits niedrige Verbrauchswerte aufweisen.

In Tabelle 8 werden die Gebäude nach spezifischen Wärmebedarf geclustert und der Gesamtwärmebedarf in Verbindung mit der Gebäudeanzahl angegeben.

Spezifischer Verbrauch in kWh/m ² a	Anzahl der Gebäude	Gesamtverbrauch des Clusters in kWh/a
50 – 75	49	740.800
76 – 120	86	1.882.000
121 – 140	45	1.799.000
141 – 160	3	242.200
161 – 180	26	1.519.000
181 – 200	46	1.278.000
201 – 249	4	173.600
250	29	2.094.000

Tabelle 8: Gebäudecluster mit Gesamtwärmebedarf

(Quelle. Eigene Darstellung)

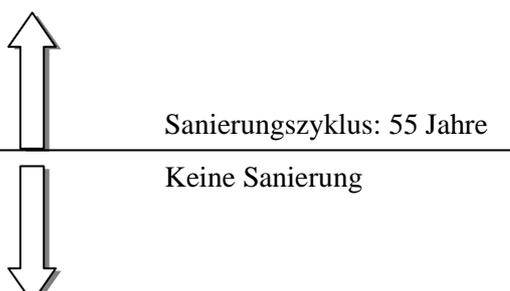
Abbildung 8 veranschaulicht den Gesamtwärmeverbrauch der Gebäudegruppen in Abhängigkeit vom spezifischen Wärmebedarf. Es wird verdeutlicht wie hoch der Verbrauch der 29 Gebäude ist, deren spezifischer Wärmebedarf 250 kWh/m²a beträgt. Diese 29 Gebäude verbrauchen deutlich mehr als beispielsweise 49 Gebäude der Gruppe 50 – 75 kWh/m²a. Dies lässt auf Sanierungspotenzial schließen.



Abbildung 8: Gebäudecluster – Wärmeverbrauch
(Quelle. Eigene Darstellung)

Es wird davon ausgegangen, dass moderne Wohngebäude und Neubauten einen spezifischen Energiebedarf von circa 70 kWh/m² und Jahr aufweisen (siehe Tabelle 1). Um sinnvolle Sanierungskonzepte zu präsentieren, müssen nicht nur die Verbrauchsdaten begutachtet werden, sondern auch die dazugehörigen Baujahre. Da Sanierungszyklen bei Wohngebäuden in der Regel zwischen 45- 65 Jahren liegen, werden circa 131 Gebäude ohnehin in Zukunft saniert. Dabei wird in den meisten Fällen der spezifische Wärmebedarf auf den zum entsprechenden Zeitpunkt gesetzlichen Neubauniveau von maximal 80 kWh/m²*a (www.energieausweis-tirol.at) gesenkt. Zwar wäre es sinnvoll einzelne Bauteile, insbesondere Fenster zwischenzeitlich zu erneuern, jedoch ist dies sehr aufwändig und vor allem ist die reale Sanierung von Fenstern nicht immer an deren Lebenserwartung gekoppelt. Daher erfolgt in der Praxis die Erneuerung der Fenster gemeinsam mit der Außendämmung oder anderen Sanierungsmaßnahmen.

Baujahre geclustert:

• Vor 1900:	64	
• 1901 – 1969:	24	
• 1970 – 1975:	67	
• 1976 – 1985:	29	
• 1986 – 1995:	30	
• 1996 - 2010:	86	

Somit sollten, wenn konservative Sanierungszyklen von circa 55 Jahren eingehalten werden, alle Gebäude die 1975 oder früher gebaut wurden bis 2030 saniert werden. Das sind insgesamt 152 Häuser. Jedoch muss hinzugefügt werden, dass von diesen 152 Häusern bereits 21 kernsaniert wurden.

3.5. Visualisierung der Ergebnisse

Die grafische Darstellung der Ergebnisse wurde mittels der Software GIMP 2 umgesetzt. Die Farbgebung entspricht dabei im Wesentlichen der des Energieausweises, (von hellblau bis dunkelrot). An dieser Stelle sei dabei noch einmal darauf verwiesen, dass Häuser mit einem hohen Anteil unbeheizter Räumlichkeiten (Scheune, Leerstand) einen niedrigen auf den m² Grundfläche bezogenen Energieverbrauch aufweisen. Damit werden diese Türkise eingefärbt, auch wenn der eigentliche Wohnbereich einen sehr hohen Verbrauch aufweist.

Einheit: kWh/m ² *a	
1 - 170	Hellblau
171 – 270	Grün
271 – 370	Gelb
371 – 470	Orange
471 – 570	Rot
571 – 8	Dunkelrot
Leerstand/Scheunen/Lagerräume	Türkis

Tabelle 9: Legende: Einheiten in kWh/m²a (Quelle: Eigene Darstellung)

Lage	Hausnummer	Geschosszahl	Nutzung	Baujahr (Schätzung)	HWB/m ² a	WWB/m ² a
Zentrum	30	3	Wohn + Scheune	vor 1900	90	11
Zentrum	222	3	Wohn	vor 1900	180	11

Tabelle 10: Besonderheit der Nutzung Wohn + Scheune (Quelle: Eigene Darstellung)

3.5.1. Wärmekataster als Wärmeverbrauch in kWh/m²a

Die Farbgebung des Wärmekatasters orientiert sich am österreichischen Energieausweis (siehe Tabelle 9). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass bei Gebäuden mit der Nutzungsart „Wohnung+Scheune“ etwa die Hälfte des Baukörpers aus unbeheizter Scheunenfläche besteht. Da die Trennung der beiden Nutzungsarten im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist, wurde zwar die gesamte Grundfläche als beheiztes Gebäude gekennzeichnet, jedoch nur mit der Hälfte des Heizwärmebedarfes berücksichtigt. (siehe Tabelle 10).

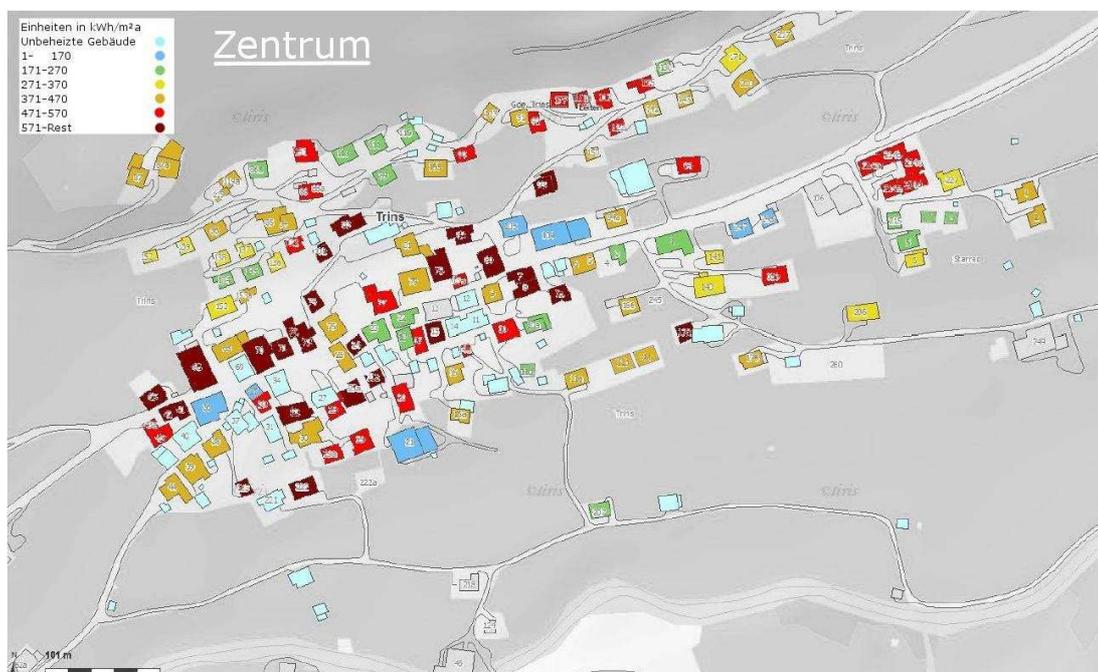


Abbildung 9: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m²a – Zentrum

(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

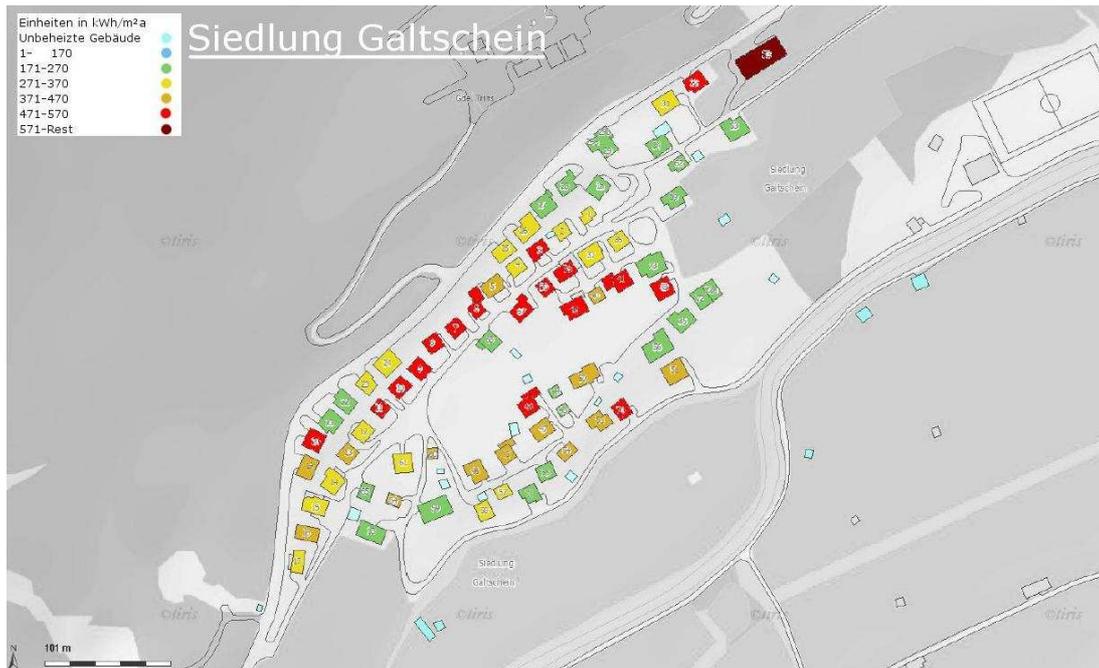


Abbildung 10: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m²a – Siedlung Galtschein
(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

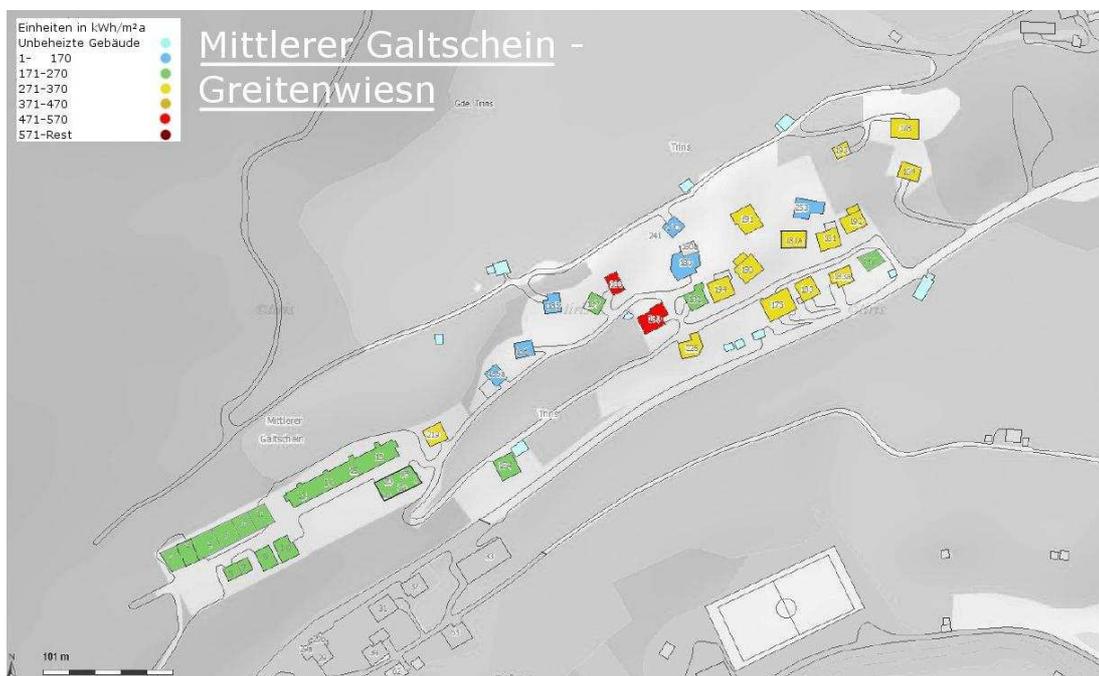


Abbildung 11: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m²a – Mittlerer Galtschein - Greitenwiesn
(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

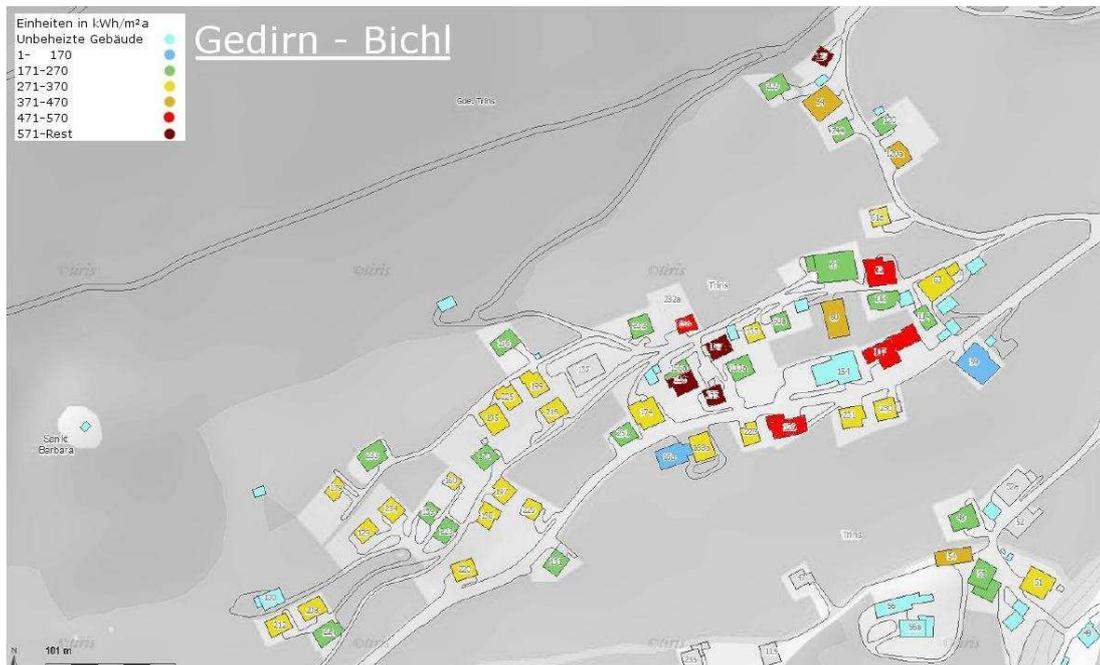


Abbildung 12: Wärmeverbrauchskataster in kWh/m²a – Gedirn - Bichl

(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

3.5.2. Wärmekataster als Wärmeleistung in kW

Auch die Darstellung der nachgefragten Wärmeleistung erfolgt differenziert nach Ortsteilen, wobei hier keine Unterscheidung nach einzelnen Gebäuden getroffen wurde.

Das Ortszentrum hat dabei mit 44 W Spitzenleistung pro m² Grundstücksfläche den höchsten Verbrauch. Die Werte werden auf die Grundstücksflächen bezogen um erkennen zu können, welche Bereiche des Gemeindegebietes einen besonders hohen Energiebedarf aufweisen. Gedirn-Bichl zeigt mit etwa 19 W/m² den geringsten Wert. Dazwischen liegen der Mittlere Galtschein, Greitenwiesen mit 24 W/m² und die Siedlung Galtschein mit 27 W/m².

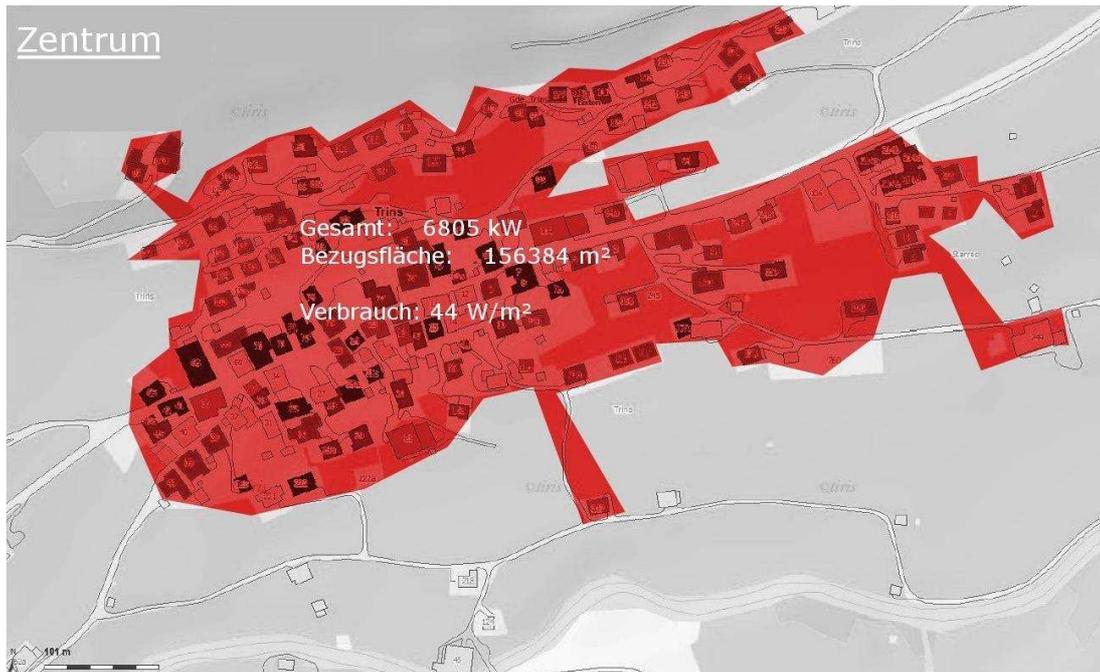


Abbildung 13: Gesamtleistung in W/m²– Zentrum

(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

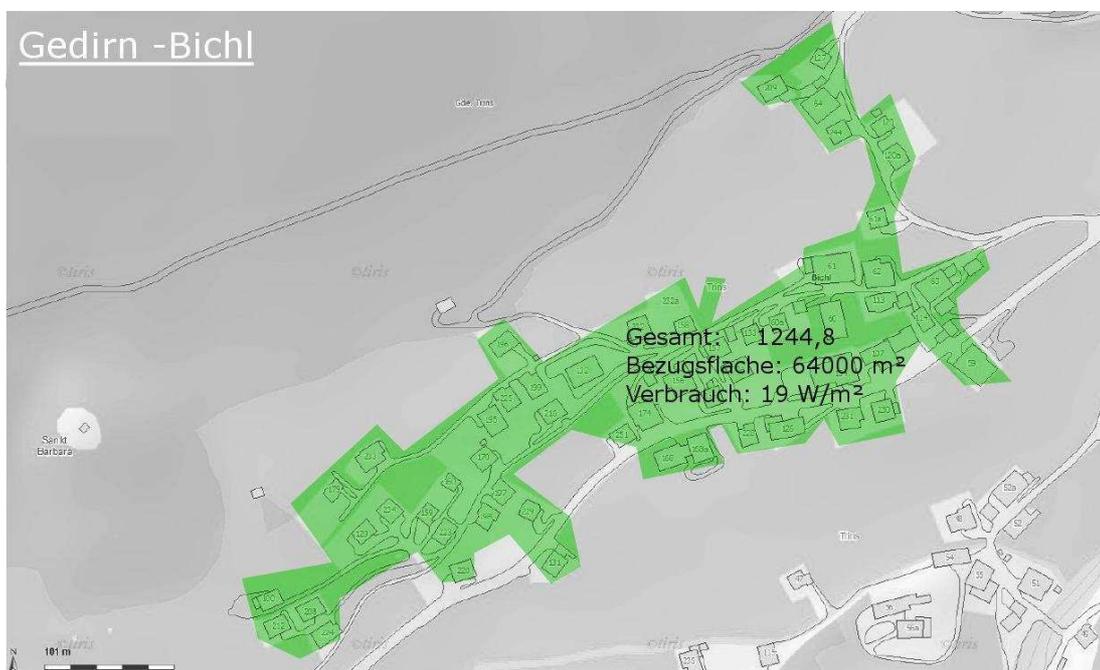


Abbildung 14: Gesamtleistung in W/m²– Gedirn - Bichl

(Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

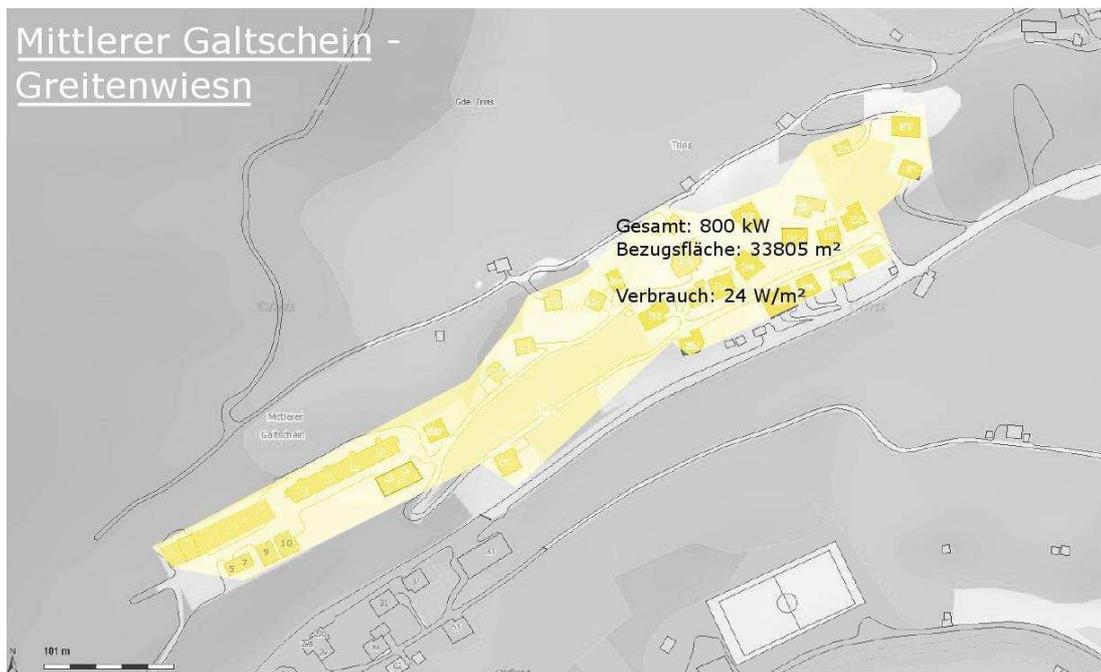


Abbildung 15: Gesamtleistung in W/m²– Mittlerer Galtschein–Greitenwiesn
 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

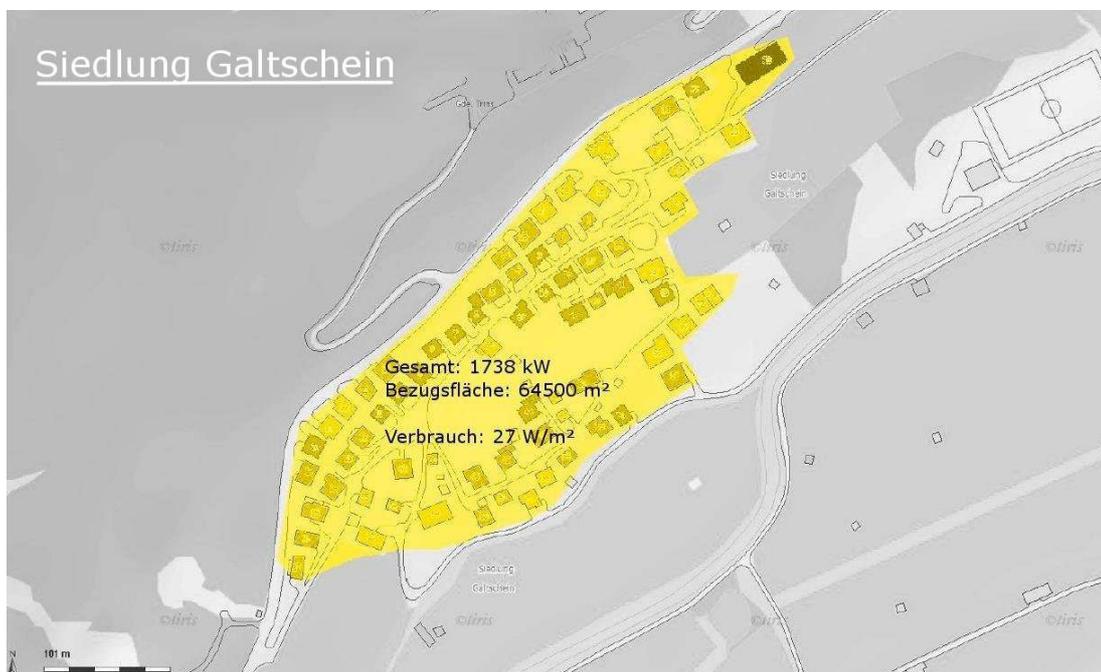


Abbildung 16: Gesamtleistung in W/m²– Zentrum
 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus <http://www.tirol.gv.at/>)

4. Thermisches Sanierungskonzept 2030

Da die Maßnahmen im Rahmen des Agenda 21 Projekts langfristig und nachhaltig geplant sind, ist es notwendig den zukünftigen Wärmebedarf der Gemeinde zu bestimmen. Um den Bedarf an Heizwärme zu ermitteln müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden.

- Sanierungszyklen bei Wohngebäuden liegen durchschnittlich zwischen 45 und 65 Jahren. Es ist von einer Generalsanierung auszugehen, die den Wärmebedarf auf das gesetzlich vorgeschriebene Neubauniveau senkt. Ausnahmen bilden hier nur Denkmäler, die aufwendiger zu sanieren sind.
- Die Demographie des gesamten Gemeindegebietes ist ebenfalls zu berücksichtigen. Dazu zählen: Zuzug/Wegzug, Abriss/Neubau und die Bevölkerungsentwicklung.
- Schließlich ist noch die gesellschaftliche Entwicklung der letzten Jahrzehnte zu beachten. Setzt sich diese genauso fort, ist von einer steigenden Wohnfläche pro Kopf, und somit einem erhöhten Energieverbrauch auszugehen.

Nichtwohngebäude weisen keine typischen Sanierungszyklen auf und werden deshalb gesondert behandelt. Laut Benchmarkgrößen können durch Sanierungskonzepte Gewerbeimmobilien zwischen 25 und 50 % des Wärmebedarfs einsparen.

Im Folgenden werden drei mögliche Szenarios für die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs der Gemeinde Trins definiert und beschrieben (vgl. auch Kapitel 8.2.).

4.1. Szenario 1: Business as usual (BAU)

Das Szenario unterstellt, dass keine besonderen Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmebedarfs unternommen werden. Es besteht weiterhin eine hohe Neubautätigkeit und ein geringes Energiebewußtsein.

- Sanierungszyklen wurden nicht eingehalten
- Schule: Verbrauch bleibt unverändert

- Widum: Verbrauch bleibt unverändert
- Gemeindehaus: Verbrauch bleibt unverändert
- Hotels: Verbrauch bleibt unverändert
- Restaurants: Verbrauch bleibt unverändert
- 7 Neubauten Einfamilienhäuser pro Jahr
- Circa 2,5 % Bevölkerungszuwachs jährlich

Ergebnis: Der Energiebedarf (HWB und WWB) steigt bis 2030 auf ca. 21 GWh/a

4.2. Szenario 2: Klimavorbild

Das Szenario Klimavorbild unterstellt, dass die Sanierungsziele der österreichischen Energiestrategie 2020 vollständig auf Trins runtergebrochen und bis 2030 fortgeschrieben werden. Im Weiteren werden die Neubauaktivitäten im Sinne einer nachhaltigen Flächennutzung kontrolliert.

- Sanierungszyklen von 55 Jahren für Wohngebäude → Energiebedarf nach der Sanierung: 75 kWh/m²a
- Schule: 41 % Einsparung durch Dämmung der obersten Geschossdecke
- Widum: 10 % Einsparung durch Dämmung der obersten Geschossdecke
- Gemeindehaus: Verbrauch bleibt unverändert
- Hotels: 25 % Einsparung
- Restaurants: Verbrauch bleibt unverändert
- 3,5 Neubauten pro Jahr
- Circa 1,1 % Bevölkerungszuwachs jährlich

Ergebnis: Der voraussichtliche Energiebedarf liegt 2030 bei circa 11,2 GWh/a

4.3. Szenario 3: Klimamaximal (KliMax)

Das Szenario geht davon aus, dass besondere Anstrengungen zur Reduzierung des Wärmebedarfs unternommen werden, die deutlich über das Szenario 2 hinausgehen. Hintergrund hierfür könnte das Ziel einer Vorbildwirkung von Trins sein, die neben der deutlichen Reduzierung des Energiebedarfs auch eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Bewirtschaftung der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Flächen vorsieht (d. h. deutliche Beschränkung der Neubauaktivitäten). Folgende Annahmen wurden für das erste Szenario getroffen:

- Alle Wohngebäude werden auf den aktuellsten Stand gebracht und weisen einen Energiebedarf von 50 kWh/m²a auf
- Schule: 41% Einsparung
- Widum: 10 % Einsparung
- Gemeindehaus: Verbrauch bleibt unverändert
- Hotels: Reduktion des Wärmebedarfs um 50 %
- Restaurants: Verbrauch bleibt unverändert
- 1 Neubau Einfamilienhaus pro Jahr
- 0,5 Prozent Bevölkerungszuwachs jährlich

Ergebnis: Der Wärmebedarf (HWB + WWB) kann bis 2030 auf ca. 7,5 GWh/a reduziert werden.

	Szenario 1: BAU	Szenario 2: Klimavorbild	Szenario 3: KliMax
Ergebnisse	21 GWh/a	11,2 GWh/a	7,5 GWh/a

Tabelle 11: Wärmebedarfszenarios 2030 (Quelle: Eigene Darstellung)

5. Analyse der und Sanierungskonzept für Gemeindeimmobilien

Neben der Erstellung eines Wärmekatasters und Ableitung eines Sanierungsszenarios 2030 für die gesamte Gemeinde Trins wurde der energetische Zustand der drei Gemeindeimmobilien Widum, Schule und Gemeindehauses detaillierter analysiert. Aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse wurde ein grobes Sanierungskonzept erarbeitet, um insbesondere auch als Vorbild für die Bürger der Gemeinde in Sachen Energieeffizienz zu dienen.

Die Feststellung des Ist-Zustandes der drei gemeindeeigenen Immobilien erfolgte nach einer Begehung der Objekte und Durchsicht der Pläne mittels einer Software der Firma ETU-Hotgenroth (Gebäudeprofi PLUS). Das Ergebnis dient als Ausgangspunkt für das weiter anschließend dargestellte Sanierungskonzept. Die abschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde mittels eines in die Software integrierten Berechnungstools erstellt.

5.1. Datengrundlagen

In den Wärmekataster wurden folgende Werte der Gemeindegebäude übernommen:

	Widum	Schule	Gemeindehaus
Hausnummer	105	104	36
NGF	480 m ²	920 m ²	868 m ²
Gesamtverbrauch pro Jahr	76.300 kWh/a	140.402 kWh/a	92.800 kWh/a
kWh/m ² a	159 kWh/m ² a	153 kWh/m ² a	107 kWh/m ² a
Kesselgröße in kW	200-216,2 kW		70-125 kW

Tabelle 12: Für Kataster relevante Daten der Gemeindeimmobilien

(Quelle: Eigene Darstellung)

- Hausnummer: Bei Ortsbegehung festgestellt
- NGF: Aus Studie der HTL-Jenbach übernommen
- Gesamtverbrauch pro Jahr: Mittels Software berechnet
- kWh/m²a: Gesamtverbrauch durch NGF dividiert
- Kesselgröße in kW: Bei Gebäudebegehung abgelesen

Wichtigste Informationsquelle waren die Pläne bzw. die Gebäude selbst. Außenmaße des Baukörpers, verwendete Baumaterialien, Wandstärke und Ausrichtung des Gebäudes wurden aus den Plänen abgelesen. Renovierungsmaßnahmen sowie Nutzung der Gebäude wurden im Zuge einer Begehung ermittelt.

Alle, bei der Begehung bzw. aus den Plänen erhobenen, Daten wurden mittels *Gebäudeprofi PLUS* erfasst, wobei aus technischen Gründen die Schule für die Berechnung in zwei Teile aufgeteilt wurde, da 1984 ein Anbau erfolgte, der sich stark von dem Altbauerteil unterscheidet, sowohl in der Nutzung (Turnhalle) als auch im Baustandard (verfügt über Außendämmung).

Die Flächen der Gemeindeimmobilien wurden der Studie der HTL-Jenbach entnommen. (siehe Tabelle 13)

Gebäude:	Gemeindehaus	Schule	Widum
Fläche in m ² :	868	920	480

Tabelle 13: Flächen der Gemeindeimmobilien

(Quelle: Auswertung HTL_Jenbach_TP)

Die Verbräuche wurden mittels der ETU Hotgenroth Software, Gebäudeprofi Plus, errechnet. Alle Werte die nicht erhoben werden konnten, entsprechen den laut der OIB RL-6 erlaubten Standardwerten. (Siehe Abbildung 17)

Standard-U-Werte aus Typologie Österreich						
	Fläche	Gebäude-Typologie		vorhandene Dämmung		Ist-Zustand U-Werte
		U-Werte	Schichtaufbau	Fläche	Dicke WLZ 040	
Dach	252,72 m ²	0,90 W/m ² K		<input type="checkbox"/> Dämmung vorhanden		Achtung: Der Dach-U-Wert ist besser als der U-Wert der OGD !!
Oberste Geschossdecke	207,01 m ²	1,20 W/m ² K		<input type="checkbox"/> Dämmung vorhanden		0,90 W/m ² K
Außenwand	391,80 m ²	2,00 W/m ² K		1. 391,80 m ² 4 cm 2. 0,00 m ² 0 cm		0,67 W/m ² K
Kellerdecke/ Bodenplatte	207,01 m ²	1,20 W/m ² K		<input type="checkbox"/> Dämmung vorhanden		1,20 W/m ² K
Fenster	0,00 m ²	5,00 W/m ² K		Einfachverglasung		5,00 W/m ² K
	136,00 m ²	2,70 W/m ² K		Doppelverglasung		2,70 W/m ² K
	0,00 m ²	1,30 W/m ² K		Wärmeschutzverglasung		1,30 W/m ² K

Abbildung 17: Widum, thermische Hülle

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Zu den verwendeten Standardwerten gehören neben den U-Werten für die thermische Außenhülle auch der Fensteranteil sowie die internen Wärmegewinne, die sich aus der Nutzungsart ergeben. Es wurde auf ein genaues abzählen der Fenster, Glühbirnen und eine einzelne Berechnung der U-Werte aller Außenbauteile verzichtet, da es das Ziel der Softwareeingabe ist eine Zahlengrundlage zu schaffen, mit der ein aussagekräftiges Sanierungskonzept erstellt werden kann. Um eine die Genauigkeit der Ergebnisse sicherzustellen, erfolgte ein Vergleich des errechneten Verbrauches mit dem tatsächlichen Öl-Bedarf (Tabelle 12) zur Plausibilitäts-Prüfung der Ergebnisse.

Alle Kosten für die Sanierungsmaßnahmen wurden von der Firma ETU/Hotgenroth im Zuge einer ausführliche Studie ermittelt, sie sind in der Software eingebettet und daraus werden entnommen.

5.2. Berechnungsmethodik

5.2.1. Vorgehensweise

Der Hauptaufwand bei der Berechnung des Wärmebedarfs war die Ermittlung und Eingabe von Kennzahlen in die Software. Die Berechnung selbst wurde von dieser, gemäß OIB-RL 6, nach ÖNOMR 8110-1 bis 10, ausgeführt.

Um die Aussagekraft der Berechnung des Wärmeverbrauches zu verifizieren, wurde aus den Öl-Verbrauchsaufzeichnungen (siehe Tabelle 14) der Gemeinde der tatsächliche Jahresverbrauch ermittelt.

Jahr	Widum	Schule	Gemeindehaus
2007	3.831 L	7.674 L	4.042 L
2008	8.540 L	17.107 L	13.694 L
2009	7.655 L	15.334 L	8.300 L

Tabelle 14: Ölverbrauch real

(Quelle: Eigene Darstellung)

Der Berechnungsansatz ist im Folgenden am Beispiel Widum erläutert:

Es wurde der Durchschnitt des Ölverbrauchs der letzten drei Jahre gebildet. = 6.675,3 Liter HL. Danach erfolgte die Umrechnung von Liter Öl pro Jahr auf kWh/a mit 10,5 kWh/l (Heizöl leicht)= 70.090 kWh/a.

Dieser Wärmeverbrauch wurde mit den in einer ersten Rechnung ermittelten Ergebnissen der Software verglichen. Worauf eine Anpassung der Berechnung erfolgte, um ein aussagekräftiges Sanierungskonzept erstellen zu können. Die Analyse der anderen beiden Gebäude erfolgte ähnlich jedoch mit folgenden Unterschieden:

Anders als Widum und Schule wird das Gemeindehaus mit extra leichtem Heizöl beheizt, welches einen Energieinhalt von 10,08 kWh pro Liter aufweist.

Für die Schulgebäude erfolgte eine theoretische Trennung des Ist-Verbrauches des Neubaus und des Altbaus. Um den Energiebedarf, der aus dem Ölverbrauch berechnet wurde zwischen Neu- und Altbau aufzuteilen, wurde das Verhältnis der durch die ETU Berechnung entstandenen Werte übertragen (Verhältnis alt zu neu = 2:1). Somit ergibt sich eine Verbrauchsaufteilung von 93.600 kWh/a für den Altbau und 46.800 kWh/a für den Neubau. (errechnet aus dem Gesamtverbrauch von 140.400 kWh/a).

5.2.2. Status quo

Aus dem Vergleich der ersten Ergebnisse der Software ließ sich erkennen, dass der berechnete Wert sehr stark von dem tatsächlichen Heizölbedarf abweicht. Im Falle des Gemeindehauses zum Beispiel, liegt dies an der atypischen Nutzung des Gemeindehauses. Es werden lediglich drei Räume des Gebäudes als Büro genutzt und inklusive des Raumes der Feuerwehr nur wenige Räume durchgehend beheizt. Auch wird, selbst wenn einer der Konferenzräume oder Veranstaltungsräume benutzt wird, dieser kurzfristig über die Klimaanlage temperiert und nach Benutzung wieder unbeheizt gelassen. Sanierungstechnisch ergibt sich somit das Problem, dass eine Sanierung des ganzen Gebäudes bezahlt wird aber nur in einem geringen Teil der Fläche ein Nutzen daraus gezogen werden kann, was sämtliche thermischen Sanierungsversuche unrentabel macht, zumal die Geschossdecke bereits gedämmt ist und die Fenster ebenfalls einen modernen Standard erfüllen.

Die erste Berechnung mittels Software ergab den folgenden EEB (=Endenergie Bedarf):

- Widum: 112.000 kWh/a
- Schule Altbestand: 182.300 kWh/a
- Schule Neubauteil: 90.100 kWh/a
- Gemeindehaus: 312.400 kWh/a

Die Berechnung aus dem Heizölverbrauch:

- Widum: 70.090 kWh/a
- Schule: 140.402 kWh/a
 - Schule alt: 93.601 kWh/a
 - Schule neu: 46.800 kWh/a
- Gemeindehaus: 87.480 kWh/a

Zur Berechnung der Rentabilität herangezogene Verbrauchswerte:

- Gemeindehaus: 92.800 kWh/a
- Widum: 76.300 kWh/a
- Schule Altbestand: 97,200 kWh/a

5.2.3. Ausnahmen

Bei der Erstellung der Sanierungskonzepte nicht betrachtet, werden das Gemeindehaus sowie der Neubau-Teil der Schule. Eine Sanierung des Gemeindehauses ist nicht zielführend, da die untypische Nutzung eine sehr ungünstige Voraussetzung für eine Sanierung darstellt.

Von einem Sanierungskonzept für den Neubauteil wird ebenfalls abgesehen, da das Gebäude bereits Außendämmung aufweist und allgemein den modernsten Baustandart der drei Gebäude aufweist. Sowohl der Altbau-Teil, als auch der Neubau-Teil der Schule, wie auch das Widum werden von derselben Heizanlage mit Wärme versorgt. Für die Ausgabe des Ist-Zustandes muss jedoch eine theoretische Trennung erfolgen, da es einerseits für die Eintragung der Gebäude in den Kataster als auch für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Dämmmaßnahmen nötig ist den Wärmebedarf der Gebäude zu trennen.

Die Effekte der steuerlichen Abschreibung auf die Investitionsrechnung werde nicht berücksichtigt, da es sich um eine Gemeinde handelt und nicht um eine Privatperson.

5.2.4. Mögliche Sanierungsmaßnahmen

Bei jedem der Gebäude wurden folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen:

- Dämmung der thermischen Außenhülle.
 - Innendämmung
 - Außendämmung
 - Kerndämmung

- Ersetzen der Fenster durch Wärmeschutzverglasung
- Dämmung der obersten Geschossdecke
- Dachdämmung

Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit möglicher Sanierungsmaßnahmen erfolgt in einem ersten Schritt eine Einschränkung auf jene Maßnahmen, die – zumindest theoretisch – eine Wirtschaftlichkeit nicht von vornherein ausschließen. Insgesamt wurden dabei die in der Tabelle 15 dargestellten 11 Optionen näher betrachtet.

1. Dämmung der obersten Geschoßdecke der Schule, Altbau
2. Dämmung der Außenwände der Schule, Altbau
3. Dämmung oberste Geschossdecke Gemeindehaus
4. Dämmung der Kellerdecke des Widums
5. Dämmung der obersten Geschoßdecke Widum
6. Außendämmung Gemeindehaus
7. Kerndämmung der Außenhülle Gemeindehaus
8. Dachdämmung Schule, Altbau
9. Fenster Sanieren Schule, Altbau
10. Fenster Sanieren Widum
11. Außendämmung Widum

Die Reihung der Rentabilität der Sanierungsmaßnahmen erfolgt auf Basis der Methode des internen Zinsfußes, der über das beschriebene Berechnungstool ermittelt wird. Als Eingangsdaten in die Berechnung gehen dabei ein Kalkulationszinssatz von 4 %, eine Teuerungsrate des Brennstoffes um 4% pro Jahr sowie eine Lebensdauer der Dämmung von 30 Jahren ein. Ebenfalls betrachtet wurde der Tausch der Fenster gegen 3-fach-Wärmeschutz-Verglasung. Da jedoch alle Immobilien über moderne 2-fach verglaste Scheiben verfügen, wurde nicht davon ausgegangen, dass die Fenster im Zuge der laufenden Instandhaltungstätigkeit in naher Zukunft getauscht werden müssen. Somit wurde im Fall der Fenster Sanierung nicht lediglich die Amortisationszeit des Aufpreises von 2-fach- auf 3-fach-Verglasung berechnet sondern die Ren-

tabilität eines kompletten Fenstertausches. Die Lebensdauer der Fenster wurde ebenfalls auf 30 Jahre festgesetzt.

5.3. Ergebnisse

5.3.1. Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen

Im Folgenden werden die drei „rentabelsten“ Sanierungsmaßnahmen detailliert diskutiert.

Maßnahme 1: Das Ergebnis für den Einbau von 28cm Dämmstoff (mit WLZ 040 z.B.: Mineralwolle) in die oberste Geschossdecke des Altbauteiles der Schule:

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	926 €/Jahr
Brennstoffkosten	9.666 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	10.592 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.157 €/Jahr
Mittlere Einsparung	565 €/Jahr

Abbildung 18: Altbauteil der Schule Dämmung der obersten Geschossdecke

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Kosten der Gesamtinvestition: 16.014 €

Weitere Kenngrößen	
Interner Zinsfuß	7,52%
<i>Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.</i>	
Amortisation	19 Jahre
Preis der eingesparten Kilowattstunde	0,0683 €/kWh

Abbildung 19: Altbauteil der Schule Dämmung der obersten Geschossdecke

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 2: Das Ergebnis für den Einbau von 16cm Dämmstoff (mit WLZ 040 z.B.: Mineralwolle) in die Außenwand des Altbauteiles der Schule:

Im Folgenden Fall (Abbildung 19) wird davon ausgegangen, dass mit dem Einbau der Dämmung gewartet wird bis eine reguläre Erhaltungstätigkeit anfällt wie zum Beispiel Neuverputzen der Außenwand. Die Kosten dafür reduzieren somit die Kosten der Anbringung von Außendämmung da ein Teil der Tätigkeiten ohnehin durchgeführt werden müsste.

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	46.488 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	24.580 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	21.908 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	1.267 €/Jahr
Brennstoffkosten	9.354 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	10.621 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.157 €/Jahr
Mittlere Einsparung	536 €/Jahr

Abbildung 20: Altbauteil der Schule Außendämmung

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Weitere Kenngrößen	
Interner Zinsfuß	6,53%
<i>Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.</i>	
Amortisation	22 Jahre
Preis der eingesparten Kilowattstunde	0,0773 €/kWh

Abbildung 21: Altbauteil der Schule Außendämmung

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 3: Das Ergebnis für den Einbau von 12cm Dämmstoff (mit WLZ 040 z.B.: Mineralwolle) in die Kellerdecke/Bodenplatte des Widums:

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	323 €/Jahr
Brennstoffkosten	8.065 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	8.388 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.459 €/Jahr
Mittlere Einsparung	71 €/Jahr

Abbildung 22: Widum Dämmung der Kellerdecke

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Kosten der Gesamtinvestition: 5.589€

Weitere Kenngrößen	
Interner Zinsfuß	5,37%
<i>Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.</i>	
Amortisation	25 Jahre
Preis der eingesparten Kilowattstunde	0,0900 €/kWh

Abbildung 23: Widum Dämmung der Kellerdecke

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Im Folgenden die unrentablen Ergebnisse:

Maßnahme 4: Dämmung der obersten Geschossdecke, Widum

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	8.280 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	8.280 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	479 €/Jahr
Brennstoffkosten	8.065 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	8.544 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.459 €/Jahr
Keine Einsparung	-85 €/Jahr

Abbildung 24: Dämmung der obersten Geschossdecke, Widum

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 5: Außendämmung, Widum

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	50.831 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	50.831 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	2.940 €/Jahr
Brennstoffkosten	6.909 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	9.849 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.459 €/Jahr
Keine Einsparung	-1.390 €/Jahr

Abbildung 25: Außendämmung Widum

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 6: Ersetzen der Fenster durch 3-fach-wärmeschutzverglasung, Widum

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	51.680 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	51.680 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	2.989 €/Jahr
Brennstoffkosten	6.623 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	9.612 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.459 €/Jahr
Keine Einsparung	-1.153 €/Jahr

Abbildung 26: Ersetzen der Fenster durch 3-fach-wärmeschutzverglasung, Widum

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 7: Ersetzen der Fenster durch 3-fach-wärmeschutzverglasung, Schule, Altbau

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	53.200 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	53.200 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	3.077 €/Jahr
Brennstoffkosten	9.299 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	12.376 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.157 €/Jahr
Keine Einsparung	-1.219 €/Jahr

Abbildung 27: Ersetzen der Fenster durch 3-fach-wärmeschutzverglasung, Schule, Altbau

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 8: Dämmung des Daches, Schule, Altbau

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	63.536 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	63.536 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	3.674 €/Jahr
Brennstoffkosten	9.835 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	13.509 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.157 €/Jahr
Keine Einsparung	-2.352 €/Jahr

Abbildung 28: Dämmung des Daches, Schule, Altbau

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 9: Kerndämmung der Außenhülle, Gemeindehaus

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	28.206 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	28.206 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	1.631 €/Jahr
Brennstoffkosten	9.776 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	11.407 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	10.403 €/Jahr
Keine Einsparung	-1.004 €/Jahr

Abbildung 29: Kerndämmung der Außenhülle, Gemeindehaus

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 10: Außendämmung, Gemeindehaus

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	98.158 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	51.899 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	46.258 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	2.675 €/Jahr
Brennstoffkosten	9.590 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	12.265 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	10.403 €/Jahr
Keine Einsparung	-1.862 €/Jahr

Abbildung 30: Außendämmung, Gemeindehaus

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

Maßnahme 11: Dämmung der obersten Geschossdecke Gemeindehaus

Investitionen	
Gesamt-Investitionskosten	4.026 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €
Kosten der Energiesparmaßnahmen	4.026 €
Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)	
Kapitalkosten	233 €/Jahr
Brennstoffkosten	10.287 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	10.520 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	10.403 €/Jahr
Keine Einsparung	-117 €/Jahr

Abbildung 31: Dämmung der obersten Geschossdecke, Gemeindehaus

(Quelle: Eigene Darstellung, unter Zuhilfenahme der ETU-Gebäudeprofi PLUS Software)

5.3.2. Szenarioanalyse der durchgeführten Berechnungen im Hinblick auf Förderungen

Von den 11 betrachteten Sanierungsoptionen sind auf Basis der unterstellten Eingangsparameter nur 3 wirtschaftlich. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass in diese Berechnungen keine Fördermaßnahmen eingeflossen sind. Deshalb werden in der folgenden, Tabelle 15, die analysierten 11 Optionen zusätzlich mit einem beispielhaften Investitionszuschuss von 20% und 40 % der Investitionskosten analysiert.

		Kosten	Mittlere Einsparung	Einsparung bei 20% Förderung	Einsparung bei 40% Förderung
Altbau-Teil Schule Maßnahme 1	Dämmung der obersten Geschossdecke	16.014€	565€/Jahr	750€/Jahr	935€/Jahr
Altbau-Teil Schule Maßnahme 2	Außendämmung	21.908€	536€/Jahr	1.042€/Jahr	1.443€/Jahr
Widum Maßnahme 3	Dämmung der Kellerdecke	5.589€	71€/Jahr	136€/Jahr	200€/Jahr
Widum Maßnahme 4	Dämmung der obersten Geschossdecke	8.280€	-85€/Jahr	11€/Jahr	107€/Jahr
Widum Maßnahme 5	Außendämmung	50.831€	-1.390€/Jahr	-816€/Jahr	-270€/Jahr
Widum Maßnahme 6	Einbau 3-fach-Wärmeschutz-Verglasung	51.680€	-1.153€/Jahr	-555€/Jahr	42€/Jahr
Altbau-Teil Schule Maßnahme 7	Einbau 3-fach-Wärmeschutz-Verglasung	53.200€	-1.219€/Jahr	-621€/Jahr	12€/Jahr
Altbau-Teil Schule Maßnahme 8	Dämmung des Daches	63.536€	-2.352€/Jahr	-1.617€/Jahr	-883€/Jahr
Gemeindehaus Maßnahme 9	Kerndämmung	28.206€	-1.004€/Jahr	-686€/Jahr	-311€/Jahr
Gemeindehaus Maßnahme 10	Außendämmung	46.258€	-1.862€/Jahr	-748€/Jahr	+396€/Jahr
Gemeindehaus Maßnahme 11	Dämmung der obersten Geschossdecke	4.026€	-117€/Jahr	-70€/Jahr	-24€/Jahr

Tabelle 15: Ergebnisse der einzelnen Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Fördergeldern (Quelle: Eigene Darstellung, Daten aus eigenen Berechnungen)

5.3.3. Fazit

Die rentabelsten 3 Optionen Verglichen anhand des internen Zinsfußes:

Vergleich:	Interner Zinsfuß
Dämmung der obersten Geschossdecke der Schule, Altbau	7,52%
Dämmung der Außenwände der Schule, Altbau	6,53%
Dämmung der Kellerdecke des Widums	5,37%

Zu erkennen ist, dass bei der Sanierung des Altbauteiles der Schule das größte Potential an Einsparmaßnahmen vorhanden ist, doch auch das Widum birgt einigen Raum für Optimierungen.

6. Potentiale erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet Trins

Im folgenden Kapitel werden ausgehend von einer Definition der Begrifflichkeiten die Potentiale erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet von Trins zur Strom- und Wärmeerzeugung dargestellt. Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Kraftstoffbereitstellung wird nicht weiter berücksichtigt. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach Umgebungswärme (Wärmepumpe), Biomasse, Biogas, Solarthermie, Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft.

6.1. Potentialbegriffe

- **Theoretisches Potential**

Das theoretische Potential bestimmt das in einer Region innerhalb eines bestimmten Zeitraums theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot. Es wird allein durch die physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt und markiert damit die Grenze des theoretisch realisierbaren Beitrages zur Energiebereitstellung. Zum Beispiel ist das theoretische Potential der Sonnenenergie naturgemäß

enorm, da die eingestrahlte Sonnenenergie die Menge des gegenwärtigen Energieverbrauchs der Menschheit um ein tausendfaches übertrifft. Aufgrund verschiedener Faktoren und Restriktionen (verfügbare Fläche, Systemwirkungsgrad, Verschattung etc.) ist das tatsächlich realisierbare Potential um ein vielfaches geringer. Deshalb gibt das theoretische Potential wenig Aussage darüber, was mit der jeweiligen Technologie tatsächlich realisiert werden kann.⁹

- **Technisches Angebotspotential**

Das technische Angebotspotential beschreibt den Anteil des theoretischen Potentials, der unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungennutzbar ist. Zusätzlich werden u. a. strukturelle Restriktionen sowie ggf. gesetzliche Vorgaben berücksichtigt, da sie letztlich auch - ähnlich den technisch bedingten Eingrenzungen - "unüberwindbar" sind. Nicht berücksichtigt werden demgegenüber Akzeptanzprobleme (z. B. in der Bevölkerung), die bei der Erschließung regenerativer Energien auftreten können, da diese letztlich keine technische Einschränkung im eigentlichen Sinn darstellen. Beispielsweise stellt das technische Angebotspotential, den im Gemeindegebiet von Trins, unter Berücksichtigung der nutzbaren Flächen, photovoltaisch auch tatsächlich bereitstellbaren Strom dar.¹⁰

- **Technisches Nachfragepotential**

Gegenüber dem technischen Angebotspotential berücksichtigt das technische Nachfragepotential zusätzlich auch nachfrageseitige Restriktionen (z. B. die mit Photovoltaiksystemen bereitstellbare elektrische Energie, die auch im Energiesystem von Trins genutzt werden kann). Diese Unterscheidung kommt immer dann zu tragen, wenn das regenerative Energieangebot die potenzielle Energienachfrage übersteigt.¹¹

⁹ Vgl. Neubarth/Kaltschmitt, 2000, S.22 ff.

¹⁰ Vgl. Neubarth/Kaltschmitt, 2000, S.22 ff

¹¹ Vgl. Neubarth/Kaltschmitt, 2000, S.22 ff

6.2. Umgebungswärme

Unter Umgebungswärme versteht man die Wärmeenergie, die aus oberflächennahen Erdschichten (über Erdkollektoren oder Erdsonden), der oberflächennahen Luftschichten sowie aus Grundwasser gewonnen werden kann. Um diese Wärmeenergie nutzbar zu machen bedarf es einer sog. Wärmepumpe. Diese hebt die Umgebungswärme von einem niedrigen Temperaturniveau, auf eine höheres, das zur Heiz- und Warmwasserbereitung genutzt werden kann. Dieser Vorgang erfordert den Einsatz zusätzlicher Antriebsenergie - üblicherweise elektrischer Energie (Anm.: Gaswärmepumpen werden hier nicht betrachtet).

Von den für eine Nutzung der Umgebungswärme grundsätzlich zur Verfügung stehenden Wärmequellen oberflächennahen Erdschichten, Luft und Grundwasser wird nachfolgend nur Ersteres für eine Potentialanalyse herangezogen, da sich das Potential der Wärmequelle Luft sich nur schwer auf sinnvolle Art bilanzieren lässt. Zum einen halten sich die Luftschicht an keine Grenzen und können daher nicht dem Gemeindegebiet zugeordnet werden. Zum anderen kann eine Abkühlung der bodennahen Luftschicht beliebig oft realisiert werden. Grundwasser eignet sich an sich sehr gut als Wärmequelle, allerdings konnten auch nach umfangreichen Recherchen keine validen Daten für die Gemeinde Trins gefunden werden.

6.2.1. Theoretisches Potential

Das theoretische Potential für Erdwärme leitet sich aus der gesamten Gemeindefläche von 48,8 km² sowie einem mittleren spezifischen Wärmeerträgen von Erdkollektoren und Erdsonden ab. Für Erdkollektoren liegt der Richtwert des spezifischen nutzbaren Wärmefflusses bei ca. 140 MJ/(m²*a)¹², wodurch sich ein theoretisches Wärmepotential von ca. 1.900 GWh pro Jahr ableitet. Für die Ermittlung des theoretischen Potentials von Erdsonden wird unterstellt, dass pro 36 m² eine Sonde mit 100 Metern Tiefe gebohrt werden kann. Mit einem durchschnittlichen Energieertrag von

¹² Kaltschmitt M, Streicher W, 2009, S. 276

rund $360 \text{ MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ¹³ liegt das theoretische Wärmepotential für Erdsonden bei ca. 13.560 GWh/a.

6.2.2. Technisches Angebotspotential

Das technische Angebotspotential berücksichtigt nur jene Fläche, die in der Nähe von potentiellen Verbrauchern liegt. Es werden hier nur die unmittelbar an Wohngebäude grenzende Freiflächen in Betracht weiter berücksichtigt, was in etwa 0,5% der Gemeindefläche entspricht. Dieser Wert wurde dabei über TIRIS abgeschätzt. Als nutzbare Freifläche wurde die Grundstücksfläche abzüglich der Gebäudefläche und eines Verlustfaktors von 25%, welcher u. a. Parkplätze, Scheunen oder Terrassen berücksichtigt, erfasst. Zusätzlich wurde das Potential von Erdsonden um 1/3 verkleinert, da bei zu naher Bohrung an der Grundstücksfläche das Potential des Nachbargebäudes beeinträchtigt wäre und aufgrund geologischer Bedingungen nicht alle Flächen für eine Tiefenbohrungen geeignet sind. Daraus ergeben sich nutzbare Freiflächen von 17,6 ha für Erdkollektoren und 11,7 ha für Erdsonden. In Abbildung 32 ist hierzu ein Beispiel für die Vorgehensweise dargestellt.



Abbildung 32: Beispiel für die Selektierung der Gebäudeflächen

(modifizierte Darstellung aus TIRIS)

¹³ Vgl. Kaltschmitt M, Streicher W, 2009, S. 276

Wird die zur Verfügung stehende Fläche nun mit Erdkollektoren bzw. Erdsonden genutzt, leiten sich die in Tabelle 16 dargestellten Wärmepotentiale ab. Bei einem spezifischen Wärmeertrag von $140 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ bzw. $360 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ermittelt sich ein technisches Angebotspotential von 6,9 bzw. 31,1 GWh/a. Zur Beurteilung der mittels Wärmepumpen bereitstellbaren Wärme muss zusätzlich allerdings auch die elektrische Antriebsenergie berücksichtigt werden. Dabei wird das Verhältnis zwischen Umgebungswärme und elektrischer Antriebsenergie durch die sog. Jahresarbeitszahl (JAZ) beschrieben. Die JAZ gibt das Verhältnis der über das Jahr abgegebenen Heizenergie zur aufgenommenen elektrischen Energie an. Die JAZ 4 bedeutet beispielsweise, dass drei Viertel der bereitgestellten Endenergie aus der Umgebungswärme entnommen werden und ein Viertel über die elektrische Antriebsenergie der Wärmepumpe bereitgestellt wird. Bei einer unterstellten mittleren Jahresarbeitszahl von 4 liegt damit das technische Angebotspotential an Endenergie bei 9,2 (Erdkollektor) bzw. 41,4 GWh/a (Erdsonde).

	Erdkollektor	Erdsonde
Freiflächen (ha)	17,6	11,7
Spezifische Wärmeerträge ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$) bzw. ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$)	140	360
Wärmeentzug (GWh/a)	6,9	31,1
Benötigte elektrische Energie (GWh/a)	2,3	10,3
Technisches Angebotspotential/Endenergie (GWh/a)	9,2	41,4

Tabelle 16: Technisches Angebotspotenzial für Umgebungswärme in Trins
(Quelle: Eigene Darstellung)

6.2.3. Technisches Nachfragepotential

Zur Ermittlung des technischen Nachfragepotentials wurde nicht mehr die maximal verfügbare Wärmeenergie herangezogen, dieses wird vielmehr über die Nachfrage prinzipiell für Wärmepumpen geeigneter Gebäude ermittelt. Deshalb wird folgend nicht mehr zwischen Kollektoren und Sonden unterschieden. Für einen sinnvollen Einsatz von Wärmepumpen eignen sich nur jene Gebäude, die über ein Niedertemperatur-Heizungssystem (z. B. Fußbodenheizung) verfügen und somit einen ausreichend hohen

Wärmedämmstandard besitzen. Anderenfalls können nur niedrige Jahresarbeitszahlen erreicht werden, was unter dem Aspekt Energieeffizienz nicht wünschenswert ist. Der von den Studenten erstellte Gebäudecluster (Vgl. Tabelle 8) zeigt, dass heute 49 Gebäude mit einem spezifischen Wärmebedarf unter 75 kWh/m²a existieren und damit größtenteils unter den Aspekt „Niedrigenergiestandard“ fallen (Der eigentliche Wert für Niedrigenergiegebäude beläuft sich auf Basis von Energie Tirol auf 50 kWh/m²a). Es wird davon ausgegangen, dass jene Gebäude die diese Restriktion erfüllen, grundsätzlich für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe geeignet sind. Der Gesamtbedarf der 49 Gebäude mit ausreichendem Dämmstandard beläuft sich auf 740 MWh pro Jahr. Viele Gebäude in Trins wären jedoch sanierungsbedürftig, und man kann davon ausgehen, dass bis 2030 ein großer Anteil der Gebäude entsprechend renoviert wird. So gäbe es laut den Berechnungen¹⁴ 175 Gebäude mit einem spezifischen Wärmebedarf unter 75 kWh/m²a und einem gesamten Verbrauch von rund 3.800 MWh/a. Es zeigt sich also, dass das technische Nachfragepotential für Umgebungswärme grundsätzlich mit höherem Dämmstandard steigt. Ist es heute noch der Verbrauch von 740 MWh/a der mit Wärmepumpen gedeckt werden kann, so wird sich der Wert bis 2030 bei einer entsprechenden Sanierungsoffensive verfünffachen und auf 3,8 GWh/a steigen. In Tabelle 17 wird die Vorgehensweise zusammenfassend dargestellt. Bei der unterstellt JAZ 4 ergibt sich ein Anteil an Umgebungswärme von 560 MWh/a bzw. 2870 MWh/a bis 2030.

	Potential 2010	Potential 2030
Gebäude mit spezifischen Wärmebedarf ≤ 75 kWh/m ² a	49	175
Wärmebedarf dieser Gebäude (GWh/a)	0,74	3,83
Benötigte elektrische Energie b. JAZ 4 (GWh/a)	0,18	0,96
Wärmeentzug aus dem Boden (GWh/a)	0,56	2,87
Technisches Nachfragepotential an Endenergie (GWh/a)	0,74	3,83

**Tabelle 17: Technisches Nachfragepotenzial für Umgebungswärme in Trins
(Quelle: Eigene Darstellung)**

¹⁴ Eigene Berechnungen auf Basis des Wärmekatasters (Kapitel 3)

6.3. Biomasse

Biomasse (Holz, Gras, etc.) kann in verschiedensten Formen, als feste Biomasse (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) oder als Biogas energetisch genutzt werden. Dabei wird die feste Biomasse, bzw. das Biogas verbrannt um Wärme und/oder elektrische Energie zu erzeugen. Im folgenden Abschnitt werden diese 2 Formen nun getrennt betrachtet und deren Potenziale erhoben.

6.3.1. Feste Biomasse

Laut der österreichischen Energieagentur definiert sich feste Biomasse wie folgt: Forstliche Brennstoffe und halmgutartige Brennstoffe sowie deren Früchte.

- „Forstliche Brennstoffe“ (Holzbrennstoffe, die so produziert werden, dass das Rohmaterial vorher nicht anderweitig verwendet wird, nach einem mechanischen Verfahren direkt aus Waldholz hergestellt) – Waldhackgut aus mechanischer Zerkleinerung von Ernterücklässen oder sonstigen minderwertigen Holzsortimenten.
- Halmgutartige Brennstoffe“ (Biomasse aus Pflanzen mit einem nichtholzartigen Stängel) – Getreidestroh, Miscanthus, etc.¹⁵

6.3.1.1. Theoretisches Potential

Der jährliche Holzzuwachs bildet das theoretische Potenzial für feste Biomasse. Laut Erhebungen der Tiroler Forstinspektion beträgt dieser im Gemeindegebiet von Trins etwa 9000 Festmeter¹⁶. Um den Energieinhalt dieser knapp 9000 Festmeter zu ermitteln, wurde ein Mix aus Fichten und Lärchen unterstellt¹⁷ und ein durchschnittlicher Energieinhalt errechnet (2.160kWh pro Festmeter). Damit bestimmt sich das theoretische Potential für Waldholz in Trins mit rd. 19,44 GWh/a.

¹⁵ Vgl. Österreichische Energieagentur(a) <http://www.uma.or.at/>

¹⁶ Vgl. E-Mail Hr.Saxl 18.6.2010

¹⁷ Vgl. Kaminholz-Wissen, <http://www.kaminholz-wissen.de/>

6.3.1.2. Technisches Angebotspotential

Zur Herleitung des technischen Angebotspotentials, welches technisch genutzt werden kann muss einerseits berücksichtigt werden, dass nur ein Teil der Waldfläche forstwirtschaftlich bewirtschaftet werden kann und diese andererseits in Konkurrenz zur stofflichen Nutzung steht. Laut der Tiroler Forstinspektion könnten pro Jahr etwa 5.000 Festmeter Holz aus dem Wald entnommen werden¹⁸. Dies entspricht auch dem jährlichen Holzzuwachs der Waldflächen mit Nutzfunktion, welcher über Tiris ermittelt wurden. Von diesem nutzbaren jährlichen Holzzuwachs wird heute ein Teil stofflich genutzt (z.B. Bauholz) und kann entsprechend nicht energetisch genutzt werden. Insgesamt werden heute bereits 4000 Festmeter pro Jahr genutzt, davon 1500 Festmeter stofflich und 2500 Festmeter energetisch. Damit stehen für eine zusätzliche energetische Biomassenutzung rd. 1000 Festmeter Holz (2,16 GWh/a) zur Verfügung. Dieses Holz kann nun in unterschiedlicher Form genutzt werden. Folgende Tabelle zeigt die Angebotspotentiale bei unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten in Abhängigkeit der jeweiligen Wirkungsgrade¹⁹:

Art der Nutzung	Wirkungsgrad	Angebotspotential Endenergie pro Jahr
Biomasseheizkraftwerk (ORC-Prozess), nur möglich bei Errichtung Wärmenetz	80% (inkl. Netzverluste)	1,78 GWh
Ofen (Scheitholz)	90% _{thermisch}	1,94 GWh
Pelletsofen	90% _{thermisch} (inkl. 2% Holzverluste bei Herstellung ²⁰)	1,94 GWh
Hackschnitzelheizung	90% _{thermisch} (inkl. 2% Holzverluste bei Herstellung)	1,94 GWh

Tabelle 18 : Angebotspotenziale der verschiedenen Biomassenutzungsarten

(Quelle: Eigene Darstellung)

¹⁸ Vgl. E-Mail Hr.Saxl 18.6.2010

¹⁹ Vgl. Energieberatung IBS, <http://energieberatung.ibs-hlk.de/>

²⁰ Vgl. Licht und Wärme, <http://www.lichtundwaerme.com/>

In Trins kann also von einem Angebotspotential von etwa 1,94 GWh/a in Form von Wärme ausgegangen werden.

6.3.1.3. Technisches Nachfragepotential

Da die Stromerzeugung ein Biomassenahwärmenetz erfordert und dies nicht realisierbar ist (Ergebnisse werden in Kapitel 7 dargestellt), beträgt das technische Nachfragepotential für Strom aus fester Biomasse Null.

Insgesamt können aus den Wäldern im Gemeindegebiet 3500 Festmeter Holz energetisch genutzt werden. 2500 davon werden heute schon dafür verwendet. Die Obergrenze der Biomassenutzung beträgt somit 7,56 GWh/a, diese könnten komplett in die Verbrauchsstruktur eingebracht werden, da die Wärmenachfrage höher ist als das durch die Biomasse bereitstellbare Angebot.

6.3.2. Biogas

Biogas ist ein Gemisch, das in der Regel aus 50 bis 75 Prozent Methan, aus 25 bis 50 Prozent Kohlenstoff-Dioxid sowie aus Wasserdampf, Ammoniak, Sauerstoff und Schwefelwasserstoff besteht.²¹ Das Gas wird unter Luftabschluss in einem Behälter – Fermenter genannt – durch einen natürlichen bakteriellen Prozess erzeugt und kann so aufgefangen und energetisch genutzt werden.

Der Heizwert liegt durchschnittlich etwa bei 5,5kWh pro Normkubikmeter. Für den Betrieb einer Biogasanlage können verschiedenste Substrate zum Einsatz kommen – in Österreich werden überwiegend Maissilage, Gülle und Speisereste eingesetzt. Aufgrund der alpinen Lage ist der Anbau nachwachsender Rohstoffe (NAWAROS), wie Mais, in Trins nicht möglich. Entsprechend beschränkt sich die Analyse der Rohstoffpotenziale für Biogasanlagen auf Grassilage/Wiesengras und Rindergülle. Weitere grundsätzlich mögliche Substrate, wie Speisereste, fallen in Trins nicht in ausreichenden Mengen an und werden hier nicht berücksichtigt.

²¹ Vgl. Geitmann, S., 2005, S. 148

6.3.2.1. Theoretisches Potential

- **Wiesengras und Grünschnitt**

Laut Waldaufseher Peter Mair befinden sich im Gemeindegebiet 2284,9 ha Agrarfläche.²² Davon sind laut Bemessungen über TIRIS etwa 500 ha bewirtschaftetes Grünland. Zusätzlich kann der Grünschnitt der im Gemeindegebiet von Trins durch Mäh- und Kultivierungsarbeiten anfällt in der Biogasanlage verwertet werden.

Nach Abmessung der Hauptstraße über den Tiroler Kartendienst Tiris wird von einem theoretischen Grünschnittertrag entlang der 7,7km langen Straße von etwa 1,07 ha ausgegangen. Dieser berechnet sich, indem auf beiden Seiten der Straße etwa 1 Meter der Grünfläche abgemäht wird. Zusätzlich wird durch den teilweisen Verlauf der Straße durch die Weiler und das Ortsgebiet von Trins von einer Flächenreduktion von etwa 30% ausgegangen.

Des Weiteren können alle weiteren Flächen, die von der Gemeinde bewirtschaftet werden, zum theoretischen Angebotspotential hinzugefügt werden. Diese werden mit einem weiteren Hektar angenommen. Dieser setzt sich aus Grünflächen entlang weiterer Gemeindestraßen und Rund um Kommunalgebäude zusammen.

Aus dem kumulierten Grasertrag zusammengesetzt aus Agrarflächen und dem Grünschnitt, der innerhalb der Gemeinden anfällt, ergibt sich ein Biogaspotential von 408000 m³ Biogas pro Jahr. Der Biogasertrag pro ha Grünschnitt wird mit 800m³ Biogas pro Jahr angenommen²³ anstatt der üblichen 1000m³. Dies ist bedingt durch die erschwerten klimatischen Bedingungen in Trins. Der Grünschnitt und die Agrarflächen ergeben zusammen ein theoretisches Biogas-Potential von 1,8 GWh/a.

²² Telefonat mit Hr. Mair am 04.05.2010.

²³ Oechsner, H., www.biogas-infoboard.de

- **Gülle**

Laut Statistik Austria befindet sich im Gemeindegebiet von Trins ein Viehbestand von 645 Rinder, 1060 Schafe und 44 Pferde.²⁴

Dies entspricht etwa 800 Großvieheinheiten (GVE). Aus der Gülle und dem Mist einer GVE lassen sich dabei etwa 400m³ Biogas/Jahr²⁵ erzeugen. Für Trins ergibt sich so ein theoretisches Biogaspotenzial aus Gülle/Mist von 320.000m³/a bzw. bei einem Biogasertrag von 5kWh pro m³ Biogas 1,6 GWh.

Das theoretische Biogaspotential, zusammengesetzt aus Wiesengras, Grünschnitt und Gülle/Mist summiert sich so auf 3,6 GWh pro Jahr.

6.3.2.2. Technisches Angebotspotential

Das theoretische Grünschnitt- und Wiesengraspotenzial kann nur zum Teil tatsächlich genutzt werden. Zum einen wird hier unterstellt, dass die Futtermittelproduktion Vorrang vor einer energetischen Nutzung hat. Wird angenommen, dass jede GVE etwa 0,6 ha/a Agrarfläche für die Bereitstellung des Winterfutters benötigt, ergibt im Sommer ein Flächenbedarf für die Futtermittelproduktion von etwa 500 ha. Dies entspricht der in Trins zur Verfügung stehenden Grünlandfläche, wodurch keine Grünlandflächen zur Biogaserzeugung technisch zur Verfügung stehen. Demgegenüber kann der kommunale Grünschnitt vollständig genutzt werden. Das technische Angebotspotential des kommunalen Grünschnitts liegt bei 800 m³ pro Jahr oder 4,4 MWh/a. Mist und Gülle können aufgrund der saisonal unterschiedlichen Stallnutzung und der damit einhergehenden eingeschränkten Auffangmöglichkeiten nur zu ca. 50% genutzt werden. Zusätzlich ergeben sich aufgrund der Transportwege der Substrate zur Biogasanlage sowie weiterer technisch unvermeidbarer Verluste Abschläge vom theoretischen Potenzial von 30% innerhalb der Bereitstellungskette. In Summe liegt damit das technisch bereitstellbare Biogaspotential bei 569 MWh/a. Eine tatsächliche Nutzung dieses Potenzials in einer Biogasanlage ist dabei aber praktisch nicht möglich, da Biogasanlagen in dieser Leistungsgröße (entspricht 23,4 kW elektrisch) systemtechnisch nicht sinnvoll zu betreiben sind. Insofern besteht in

²⁴ Vgl. Statistik Austria (a) <http://www.statistik.at/>

²⁵ Vgl. Bürgerinitiative Kleinaitingen, <http://www.bi-kleinaitingen.org/>

Trins kein technisches Angebotspotenzial und somit auch kein technisches Nachfragepotenzial für Biogas.

6.4. Solare Wärme- und Stromerzeugung

Sonnenenergie kann einerseits zur Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung genutzt werden. Andererseits kann über photovoltaische Systeme Strom erzeugt werden. In diesem Kapitel wird dargestellt, welche Potentiale sich durch die jeweilige Umwandlung in Wärme bzw. Strom ergeben.

6.4.1. Solarthermische Wärmeerzeugung

Durch Solarkollektoren lässt sich solare Energie in thermische Energie umwandeln. Hierfür existieren verschiedene Kollektortypen, die sich je nach Anwendungsbereich unterschiedlich zur Wärmeerzeugung eignen. Die gängigsten Typen sind hierbei Flach- und Vakuumröhrenkollektoren, die sowohl zur Warmwassererzeugung als auch zur Heizungsunterstützung geeignet sind.

Für den Wärmebedarf der Gemeinde Trins sind vor allem die Erzeugung von Warmwasser für Haushalt, Gewerbe und öffentliche Gebäude sowie die Unterstützung der Heizwärmeerzeugung relevant. Ein Wärmebedarf auf niedrigem (Schwimmbad) und auf hohem Temperaturniveau (Prozesswärme) konnte bei Ortsbegehungen nicht festgestellt werden. Daher werden diese im Folgenden nicht berücksichtigt.

6.4.1.1. Theoretisches Potential

Die Gemeinde Trins umfasst ein 48,8 km² großes Areal. Die solare Energiedichte (mittlere Globalstrahlung) im Gemeindegebiet beträgt 1080 kWh/m²/a²⁶. Daraus ergibt sich ein theoretisches solares Angebotspotential in der Gemeinde von 52,7 TWh pro Jahr. Dieses energetische Potential kann auf Grund unvermeidlicher Restriktionen aber nur zu einem gewissen Teil auch tatsächlich im Energiesystem Trins genutzt werden, wodurch die technischen Angebots- und Nachfragepotenziale deutlich niedriger sind.

²⁶ Quelle: Österreichische Energieagentur; PV Wirtschaftstool

6.4.1.2. Technisches Angebotspotential

Das Technische Angebotspotential für solare Wärmeenergie ist zum einen durch gesetzliche Rahmenbedingungen, wie etwa Flächennutzungsplänen, und zum anderen durch die technischen Restriktionen begrenzt. Aufgrund der hohen Wirkungsgradverluste bei längeren Transportwegen sollten Wärmeerzeuger und Verbraucher möglichst eng beieinander stehen, so dass grundsätzlich nur die solare Energie auf den Gebäudedächern, der Fassade und den direkt umgebenden Grundstücksflächen genutzt werden kann. Daher wird auf eine Analyse der Freiflächenpotentiale zur solarthermischen Nutzung in dieser Arbeit verzichtet. Auf Grund der besseren Ausrichtung und des geringeren Verschattungsrisikos ist eine Nutzung der Gebäudedächer zu priorisieren.

- **Dachflächen**

Die Dachflächen in Trins wurden mit Hilfe von Google Maps (5.3.2007) und dem Flächenberechnungsprogramm Image²⁷ ermittelt. Hierbei wurde das Gemeindegebiet in 4 Zonen eingeteilt (siehe Abbildung 34), die alle Gebäude umfassen, die einen Wärmebedarf haben, elektrifiziert sind oder sich in der unmittelbaren Nähe von solchen Gebäuden befinden, wie in Abbildung 33 dargestellt.



Abbildung 33 : Ausschnitte von Google Maps vor und nach der Dachflächenermittlung

Die ermittelten Dachflächen wurden stichprobenartig mit dem Kartendienst des Tiroler Landes (tirisMaps) verifiziert, wobei die festgestellten Abweichungen von $\pm 6\%$ die hohe Qualität der ausgewählten Auswertesystematik ableiten lassen. In Tabelle 19 dargestellt sind die vollständigen Dachflächen nach Zonen aufgeteilt.

²⁷ National Institutes of Health (<http://www.nih.gov/>)

Zone	Gebäudeanzahl	Dachflächen [m ²]
A (west)	43	6.814
B (Galtscheinsiedlung)	142	28.365
C (Gemeindekern)	257	81.502
D (Ost)	33	8.519

Tabelle 19 : Dachflächen der Gemeinde nach Zonen
(Quelle: Eigene Darstellung)

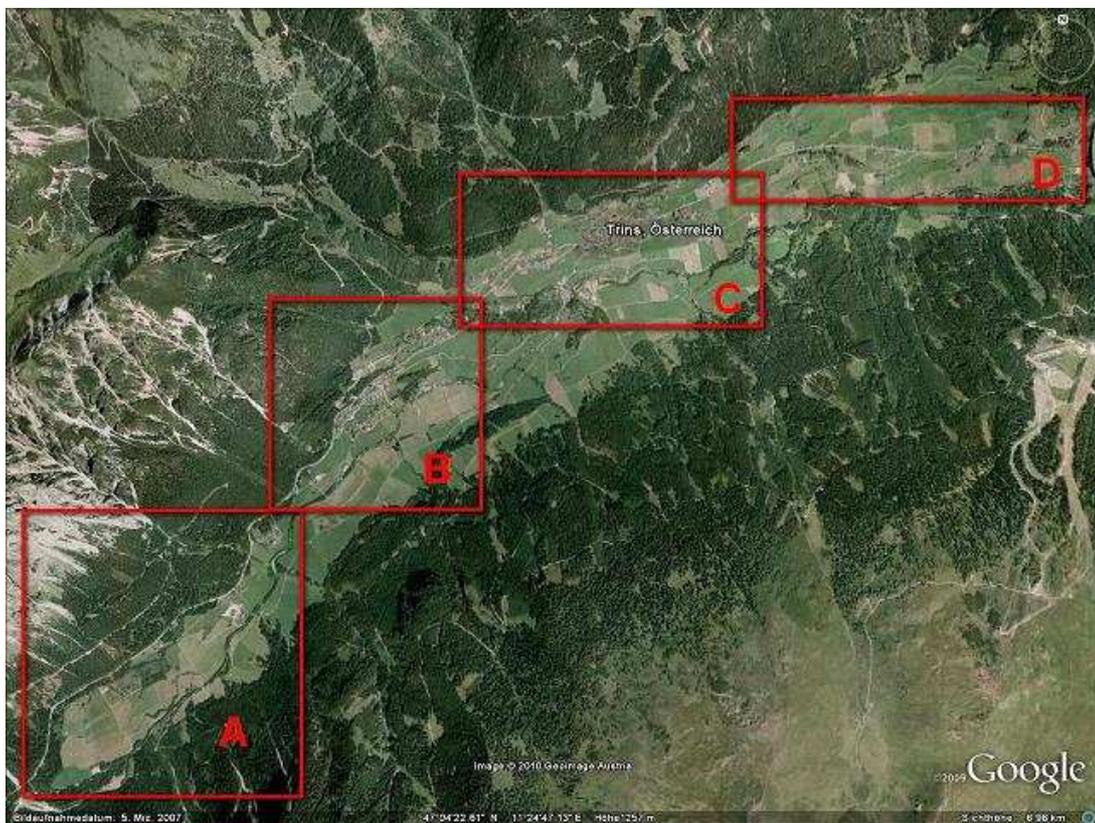


Abbildung 34 : Gemeindegebiete nach Zonen
(Quelle: Google Maps)

In Summe ergibt sich also für die Gemeinde Trins eine Gesamtdachfläche von rd. 125.000 m², die sich auf 475 Gebäude verteilen. 40 Gebäude hiervon haben keinen Wärmebedarf und scheiden daher in Bezug auf eine solarthermische Nutzung aus. Solarthermisch nutzbar sind somit 435 Gebäude mit ca. 115.000 m²

Dachfläche. Bei einem Wirkungsgrad der Kollektoren von 65% und einem Flächennutzungsgrad von 15% ergibt sich ein Technisches Angebotspotential für Dachanlagen von etwa 12 GWh/a. Beim Flächennutzungsgrad wurde berücksichtigt, dass sich nur 15% der Dachfläche für eine sinnvolle Ausrichtung der Kollektoren eignen und nicht durch Schornsteine, Dachfenster und andere Anlagen sowie Stromleitungen verdeckt sind. Des Weiteren mit einbezogen wurden hierbei Restriktionen bzgl. der Dachausrichtung selbst. Geeignet für eine solarthermische Nutzung sind demnach einzig Dachflächen mit einer Süd- oder Westausrichtung.

- **Fassaden**

Neben dem Dachflächenpotential besteht auch die Möglichkeit solarthermische Anlagen auf Fassadenflächen zu installieren, die sowohl in die Fassade integriert als auch mit Neigung zur Sonne an Fassadenteilen angebracht werden können. Hierfür konnten bereits Beispiele in der Gemeinde gefunden werden (vgl. Abbildung 35).



Abbildung 35: Vakuümrohrenkollektoren an Fassade und Balkon

(Quelle: Eigene Darstellung)

Geeignet zur solarthermischen Nutzung sind allerdings nur Fassadenflächen auf der Süd- und Westseite, wobei nach Süden ausgerichtete Anlagen einen höheren Ertrag bringen. Dadurch können in Trins in Summe rd. 2000 m in der Breite an

Fassaden und Balkonen mit west-süd-Orientierung für eine solarthermische Wärmeerzeugung genutzt werden. Bei einer unterstellten Durchschnittshöhe von 8 m, einem maximalen Flächennutzungsgrad von 20% (u.a. Einschränkungen durch Fenster, Türen, Verschattung durch Bäume, etc.) und einer vertikalen Globalstrahlung von 660 kWh/m²/a leitet sich ein Angebotspotential von rd. 1,3 GWh/a ab.

6.4.1.3. Technisches Nachfragepotential

Gerade im Bereich der solarthermischen Wärmeerzeugung führen nachfrageseitige Restriktionen zu hohen Abschlägen bei der Ableitung des technischen Nachfragepotentials aus dem Angebotspotential. Während der Warmwasserbedarf durch Solaranlagen im Sommer nahezu vollständig gedeckt werden kann sinkt dieser Anteil in den Wintermonaten auf z.T. unter 15% ab. Bei der Raumwärmeunterstützung ist auf Grund des ausgeprägten saisonalen Unterschieds zwischen Wärmenachfrage und solarem Angebot diese Limitierung noch ausgeprägter (siehe Abbildung 36).

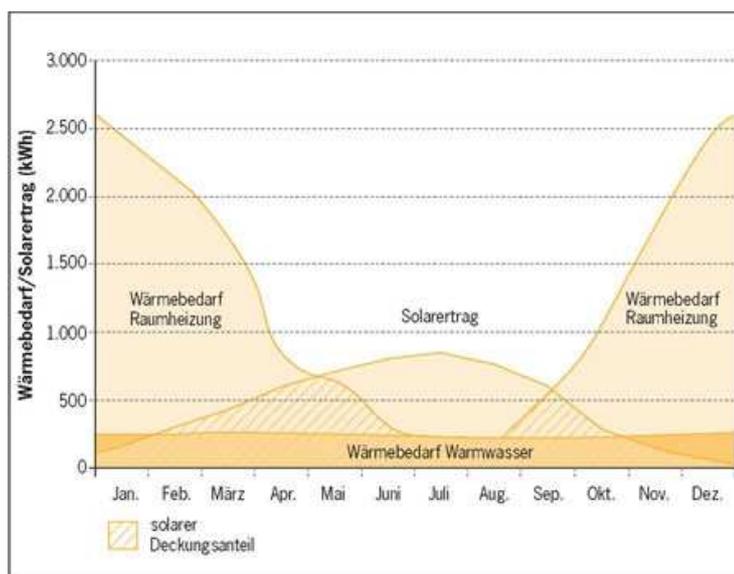


Abbildung 36: Typische Nachfragestruktur für Heizwärme und Warmwasser eines Haushaltes über ein Referenzjahr mit Solarkollektoren

(Quelle: B & R Haustechnik Ltd. & Co. KG, 2010)

- **Warmwassererzeugung**

Der Warmwasserbedarf der Gemeinde Trins beträgt insgesamt 1,5 GWh/a. Da alle Wohngebäude am Südhang liegen, kann angenommen werden, dass jedes Wohngebäude seinen Warmwasserbedarf durch Solarthermie ergänzen kann. Wird unterstellt, dass von den auf die Haushalte entfallenden 1,2 GWh/a, 60% (typische solare Deckungsrate für Warmwasser) durch Solarkollektoren bereitgestellt werden können, ermittelt sich ein solares Nachfragepotential für Warmwasser von 720 MWh/a.

Der Warmwasserverbrauch in öffentlichen Gebäuden und im Gewerbe - 0,3 GWh - ist teilweise stark saisonabhängig und damit nur im Einzelfall für eine solarthermische Nutzung geeignet. Deshalb wird hier auf eine weitergehende Betrachtung dieser Gebäude verzichtet.

- **Raumwärmeunterstützung**

Im Passiv- und Niedrigenergiegebäudebereich können Solarkollektoren bis zu 50 % des jährlichen Raumwärmebedarfs liefern. Für den derzeitigen Gebäudebestand der Gemeinde ohne Sanierungsmaßnahmen wird unterstellt, dass dieser Wert derzeit kumuliert auf alle Wohngebäude bei maximal 15% liegt. Entscheidend für den solarthermischen Beitrag zur Raumwärmeunterstützung sind neben dem Kollektortypen und der Kollektorfläche vor allem die Vorlauf-/Rücklauftemperaturen im Heizsystem und die Größe des Wärmespeichers. Desto niedriger die Vorlauftemperatur ist, desto effizienter lässt sich eine solare Raumwärmeunterstützung umsetzen.

Aus der Studie der HTL-Jenbach haben sich für Trins Vorlauftemperaturen zwischen 40 und 80°C ergeben. Der Studie nach werden 80% der Gebäude mit einer Zentralheizung betrieben. Weitere 10% entfallen jeweils auf Gebäude mit Zentralheizung und Einzelöfen in Kombination sowie auf Gebäude, die nur über Einzelöfen beheizt werden. Aus der *Gebäude und Wohnungszählung vom 15. Mai 2001* der Statistik Austria ergab noch ein Verhältnis von 73% zentralbeheizt zu 27% nicht zentralbeheizt, was die Ergebnisse der *HTL-Studie* unter Berücksichtigung sanierter und neugebauter Gebäude bestätigt. Damit stehen im Wohnge-

bäudebereich für die solarthermische Raumwärmeunterstützung vom aktuellen Gebäudebestand nur 80% zur Verfügung. Ausgehend davon, dass der Heizwärmebedarf (HWB) der Wohngebäude rund 11 GWh/a beträgt, kann unterstellt werden, dass rund 8,5 GWh/a der Trinser HWB-Nachfrage solarthermisch relevant sind. Würden diese zu 15% durch solarthermische Anlagen gedeckt (bei Niedrigenergiehäusern mehr, bei Altbauten weniger) können etwa 1,3 GWh/a solar erzeugte Wärme im Energiesystem Trins integriert werden.

6.4.2. Photovoltaik

Eine weitere technische Möglichkeit zur Nutzung der Sonnenenergie stellt die Photovoltaik dar. Hierbei wird solare Strahlungsenergie durch Solarzellen direkt in elektrische Energie umgewandelt. Der so erzeugte Strom kann entweder innerhalb eines Inselsystems direkt genutzt oder zwischengespeichert werden. Typischerweise werden Photovoltaikanlagen aber netzgekoppelt betrieben und der erzeugte Strom (ggf. abzüglich Eigenbedarf) in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

6.4.2.1. Theoretisches Potenzial

Bei der Herleitung der photovoltaischen Potentiale wird dabei grundsätzlich derselbe Ansatz wie zur Herleitung der solarthermischen Potentiale verfolgt, jedoch muss noch der theoretische maximale Wirkungsgrad berücksichtigt werden. Unter Laborbedingungen beträgt dieser etwa 28%, womit das theoretische Potenzial der Photovoltaik rund 14,8 TWh/a beträgt.

6.4.2.2. Technisches Angebotspotential

Bei der Berechnung der technischen Angebotspotentiale werden sowohl Gebäudeflächen (Dächer und Fassaden) als auch Gebiete von öffentlichen und landwirtschaftlichen Flächen herangezogen.

- **Freiflächen**

In der Gemeinde Trins besteht ein theoretisches Freiflächenpotential von 48,8 km². Solartechnisch nutzbar sind dabei i. Allg. allerdings nur landwirtschaftliche Nutzflächen, die nicht mit der Nahrungsmittelproduktion konkurrieren sowie Brachflächen. Auch aufgrund der Interessen von Tourismus und Landschafts-

schutz wird diese nutzbare Freilandfläche allerdings weiter stark eingeschränkt werden, so dass hier unterstellt wird, dass bis auf „einzelne“ Anlagen keine nennenswerte Errichtung von PV-Freiflächenanlagen in Trins möglich sein wird. Wird beispielsweise unterstellt, dass in Summe fünf 7,5 kW Anlagen von Solon-Hilber (Solon-Mover) mit durchschnittlichen Volllaststunden von 1300 h/a realisiert werden können, so ergibt sich ein technisches Angebotspotential von ca. 50 MWh/a.

- **Dachflächen**

Für die Gemeinde Trins ergab sich eine photovoltaisch nutzbare Dachfläche von rd. 125.000 m², die gegenüber dem Potential der solarthermischen Wärmeerzeugung höher liegt, da hier auch Gebäude ohne Wärmebedarf herangezogen werden können. Unter Berücksichtigung solartechnischer Restriktionen (südliche Ausrichtung, Verschattung) wird unterstellt, dass 15% der Dachflächen auch tatsächlich für eine photovoltaische Stromerzeugung genutzt werden können. Somit ergibt sich ein photovoltaisches Dachflächenpotential von etwa 19.000 m². Bei einer mittleren Globalstrahlung von 1080kWh/m²/a und einem unterstellten photovoltaischen Systemnutzungsgrad der Module von 15% folgt daraus ein solartechnisches Potential von rund 3GWh/a bzw. rd. 3000 kWp.

- **Fassaden**

Für eine photovoltaische Nutzung der Fassade wurde eine theoretische süd- bzw. westseitige Fläche von etwa 10.000 m² ermittelt, wobei unterstellt wird, dass aufgrund unterschiedlicher Restriktionen nur 20% (ca. 2.000 m²) auch genutzt werden können. Bei einem mittleren, vertikalen Strahlungsangebot für Fassadenflächen von ca. 660 kWh/m²/a und einem maximalen photovoltaischen Wirkungsgrad von 20 % lässt sich mit der installierbaren PV-Leistung von 3000 kWp eine Strommenge von rd. 250 MWh/a erzeugen.

In Summe liegt damit das technische Angebotspotential bei etwa 3,3 GWh/a. Dies entspricht einer zu installierenden PV-Leistung von etwa 3.600 kWp.

6.4.2.3. Technisches Nachfragepotential

Das technische Angebotspotential kann im Energiesystem Trins dann umgesetzt werden, wenn der erzeugte Strom aus photovoltaischen Systemen entweder unmittelbar verbraucht, zwischengespeichert oder über das Stromnetz "exportiert" werden kann.

Aus dem jährlichen Stromverbrauch der Gemeinde Trins (etwa 4 GWh) und Daten eines typischen Lastverlaufs in Verteilnetzen konnte die Höchstlast für das Trinser Netz auf 700kW abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Netzpuffers (Faktor 1,3) ergibt sich somit eine Netzkapazität von 900kW. Bei einer zusätzlich angenommenen Mindestlast von 340kW (Sommertage zwischen 12 und 14 Uhr), kann die Aufnahmefähigkeit des Trinser Netzes für Strom aus Photovoltaikanlagen auf 1,24 MW installierter Anlagenleistung abgeschätzt werden.

Bei 1050 Volllaststunden und 1,24 MWp installierter PV-Kapazität ergibt sich somit ein Einspeisepotential von 1,3 GWh/a. Davon kann die Gemeinde Trins jedoch ohne Speichermöglichkeiten nur einen Teil direkt selbst verbrauchen. Vereinfacht wird hier angenommen, dass die Gemeinde 50% des photovoltaisch erzeugten Stroms selbst verbrauchen kann, woraus ein Nachfragepotential der Gemeinde von 650 MWh/a abgeleitet werden kann. Unter Berücksichtigung zusätzlicher Tagesspeicher (z. B. dezentrale Batteriespeicher) könnte die Gemeinde jedoch einen deutlich höheren Anteil nutzen, der abzüglich der Speicherverluste etwa 80% betragen würde.

6.5. Windkraft

Die in den Luftmassen enthaltene kinetische Energie wird von Windkraftanlagen in elektrische Energie umgewandelt.²⁸ Die kinetische Energie kann jedoch nicht gänzlich auf null abgebremst und daher auch nicht vollständig genutzt werden. Dies wird mit dem Betz'schen Wirkungsgrad berücksichtigt.²⁹ In diesem Kapitel werden die Möglichkeiten für die Windnutzung in der Gemeinde von Trins betrachtet.

²⁸ Vgl. Kaltschmitt/Streicher/Wiese, 2006, S. 277.

²⁹ Vgl. Gasch/Twele, 2010, S. 180.

6.5.1. Theoretisches Potential

Das theoretische Potential der Windkraft umfasst die im Wind enthaltene kinetische Energie. Um dieses Potential bestimmen zu können, wird hier von einer durchschnittlichen Windleistung im Gemeindegebiet von Trins im Tal ($9,75 \text{ km}^2$) von 50 W pro m^2 und auf den Bergen mit ($39,05 \text{ km}^2$) von 200 W/m^2 ausgegangen.³⁰ Bei einem unterstellten Abstand zwischen den Windenergieanlagen von 350m in Windrichtung und 210m in Querrichtung könnten somit 126 (Tal) bzw. 558 Anlagen (Berg) unter Ausnutzung der gesamten Trinser Gemeindefläche errichtet werden. Werden die Anlagen bspw. als Enercon E 70 ausgeführt, so haben diese jeweils eine überstrichene Rotorfläche von 3848 m^2 . Unter Berücksichtigung des Betz'schen Leistungsbeiwertes von $0,593$ ³¹ lässt sich der theoretisch maximale Wirkungsgrad der Anlagen ermitteln der $59,3 \%$ ist, über welchen sich das theoretische Stromerzeugungspotential aus Windenergie von rd. 700 GWh/a ergibt.

6.5.2. Technisches Angebotspotential

Das theoretische Windpotenzial kann zum einen auf Grund von Flächenrestriktionen (z. B. steiles Gelände) technisch nicht genutzt werden. Zum anderen setzen windtechnisch sinnvoll nutzbare Flächen Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe von mindestens $5,5 \text{ m/s}$ voraus.³² Entsprechend muss zur Ableitung des technischen Angebotspotentials der Windenergie in Trins das Winddargebot ermittelt werden. Zur entsprechenden Datenerhebung wurden Behörden, Institutionen und Unternehmen kontaktiert, die grundsätzlich Windgeschwindigkeiten messen und die Daten ggf. vorhalten. Angefragt wurden dabei der Lawinenwarndienst, Salzachwind, ZAMG, Asfinag, Firma Leitner Technologies, Feratel, TIWAG und das Skigebiet Nösslachjoch (vgl. Tabelle 20).

³⁰ Herr Dr. Bauer, ZAMG, Auskunft per E-Mail.

³¹ Vgl. Jarass/Obermaier/Voigt, 2009, S. 30.

³² Vgl. Kaltschmitt M., Streicher W., Wiese, A., 2006, S. 339.

Angefragt bei:	Art der Anfrage	Erhaltene Daten
Lawinenwarndienst	E-Mail	Messdaten des letzten Winters
Salzachwind	E-Mail	Windharvest Report No.7-1
TIWAG	E-Mail	Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie
ZAMG	Telefon, E-Mail	Information über Windpotential der umliegenden Berge
Asfinag	Telefon	keine Rückmeldung
Fa. Leitner Technologies	E-Mail	keine Rückmeldung
Skigebiet Nösslachjoch	Telefon	Verweis auf Feratel
Feratel	Telefon	Daten werden nicht gespeichert

Tabelle 20 : Datenerhebung Windpotentiale Trins (Quelle: Eigene Darstellung)

- **Lawinenwarndienst**

Vom Lawinenwarndienst wurden Winddaten im 10-Minutenmittel für den Zeitraum 25.10.2008 bis 19.05.2010 von der Station Gallreideschrofen oberhalb von Gschnitz zur Verfügung gestellt.³³ In folgender Graphik ist lässt sich die Lage der Windstation im Gschnitztal erkennen.

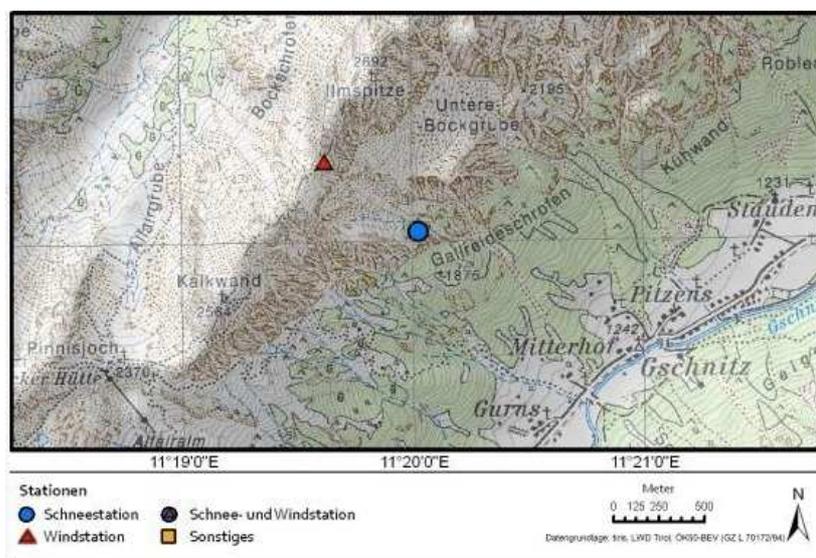


Abbildung 37: Topografische Karte zur Lage der Windstation (Quelle: www.lawine.tirol.gv.at)

³³ Frau Habernig, Lawinenwarndienst, Auskunft per E-Mail.

- **Salzachwind**

Von Salzachwind wurde der Alpine Windharvest Report No. 7 – 9 zur Verfügung gestellt, der auch im Internet downloadbar ist. Der Bericht beschäftigt sich mit der Entwicklung einer Informationsgrundlage bezüglich den Potentialen, den technischen, rechtlichen und sozioökonomischen Voraussetzungen, um Windenergienutzung im Alpenraum im Brennergebiet zu erhöhen. Das obere Wipptal ist dabei eines der im Alpine Windharvest Report No. 7 – 9 dargestellten geografischen Beispielgebiete. Entsprechend liegen für das Gemeindegebiet von Trins vergleichsweise gute Winddaten bzw. Ergebnisse aus wissenschaftlichen Studien vor. Alpine Windharvest geht davon aus, dass in den Kammlagen eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 7,5 m/s herrscht (vgl. Abbildung 38).

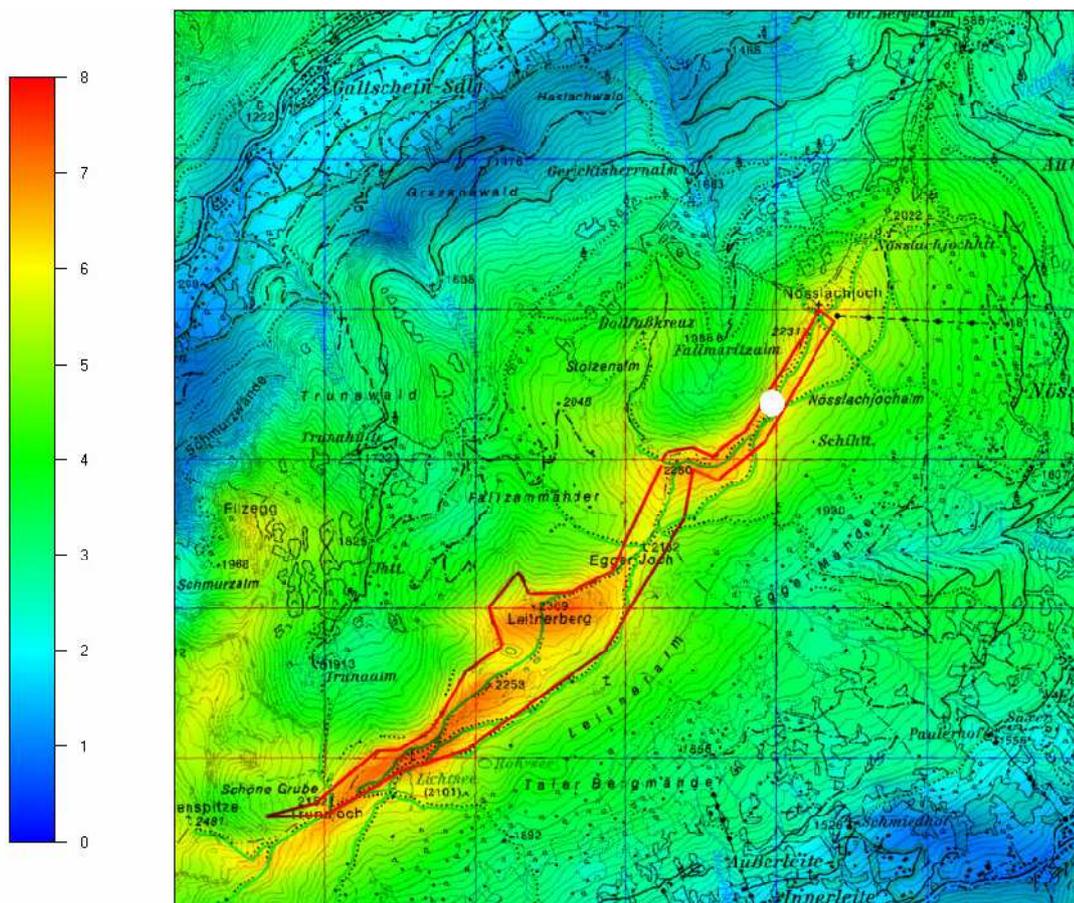


Abbildung 38: Angenommene und gemessene Windstärken im Gschnitztal
(Quelle: Alpine Wind Harvest Report Series No. 7-1)

Abbildung 38 zeigt dabei sehr gut, dass sich die Windgeschwindigkeiten in 50 Metern über dem Grund mit 6 bis 8 m/s auf dem Bergkamm zwischen Nösslajoch und Leitnerberg ein hohes Windpotential versprechen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten führen zu einem Auslastungsgraden der Anlagen von 23 – 25% bzw. 2.000 – 2.200 h/a Volllaststunden.³⁴

- **Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)**

Die ZAMG ist derzeit in ein Projekt zur Ermittlung des österreichischen Windpotentials eingebunden. Laut Dr. Manfred Bauer liegt dabei das Potential in den Kammlagen um Trins zwischen 150 und 300 W/m² in 70 Metern über dem Grund.³⁵ Da diese Aussagen zu unspezifisch für eine weitergehende Abschätzung des Windpotentials in Trins waren, werden diese nicht weiter berücksichtigt.

- **TIWAG**

Im Jahr 2002/2003 hat die TIWAG in Zusammenarbeit mit der Firma FRIEL/Bozen Studien betreffend Windenergienutzung im Wipptal durchgeführt und dabei konkret Projekte am Sattelberg (Grenze zu Italien) und am Nöblajoch verfolgt. Dabei wurden auch Windmessungen am Sattelberg unternommen. Laut Aussagen der Tiwag gibt es in Tirol nur wenige, wirtschaftlich verwertbare Standorte für Windkraftnutzung, zu denen das Wipptal mit seinen oftmals sehr guten Windverhältnissen gehört. Für die Gemeinde Trins im Gschnitztal werden in dem von der TIWAG zur Verfügung gestellten Dokument ebenfalls gute Windverhältnisse für die Region um Trins unterstellt.³⁶

Von den insgesamt zur Verfügung stehenden Informationen eignet sich der Alpine Windharvest Report am besten für eine Quantifizierung des technischen Windangebotspotentials in Trins. Innerhalb des Reports sind dabei die für eine Windenergienutzung prinzipiell geeigneten Flächen ausgewiesen. Unter zu Grunde Legung von typischen Mindestabständen zwischen den Windenergieanlagen (bei Anlagen der 2,3 MW Klasse und einem Rotordurchmesser von 70 Metern ca. 350 Metern in Wind-

³⁴ Vgl. Alpine Windharvest Report 7-1.

³⁵ Herr Dr. Bauer, ZAMG, Auskunft per E-Mail.

³⁶ Herr Pliessnig, TIWAG, Auskunft per E-Mail.

richtung und ca. 210 Metern quer zur Windrichtung³⁷ können im Bereich von Nösslachjoch/Leitnerberg, Blaser und Padasterjoch in Summe rd. 60 Anlagen bzw. 138 MW installiert werden. Dabei nicht berücksichtigt wurde allerdings, dass ggf. nur eingeschränkte technische Möglichkeiten zur netztechnischen Einbindung der Anlagen sowie zum Transport von Anlagen und Kranwagen für die Aufstellung bestehen. Aufgrund der Exposition, der Beschaffenheit des Geländes und der möglichen Zufahrtseinschränkungen wird davon ausgegangen, dass auf der theoretisch nutzbaren Fläche 25 Windkraftanlagen zu je 2,3 MW installiert werden können. In Abbildung 28 sind mögliche Standorte als rote Punkte markiert. Im Bereich Nöblachjoch könnten 20 Anlagen im Gebiet am Blaser könnten in diesem exemplarischen Beispiel 5 Anlagen installiert werden. Dies stimmt mit den Aussagen der TIWAG gut überein, die davon ausgeht, dass allein am Nösslachjoch 10-12 Windkraftanlagen aufgestellt werden könnten.³⁸

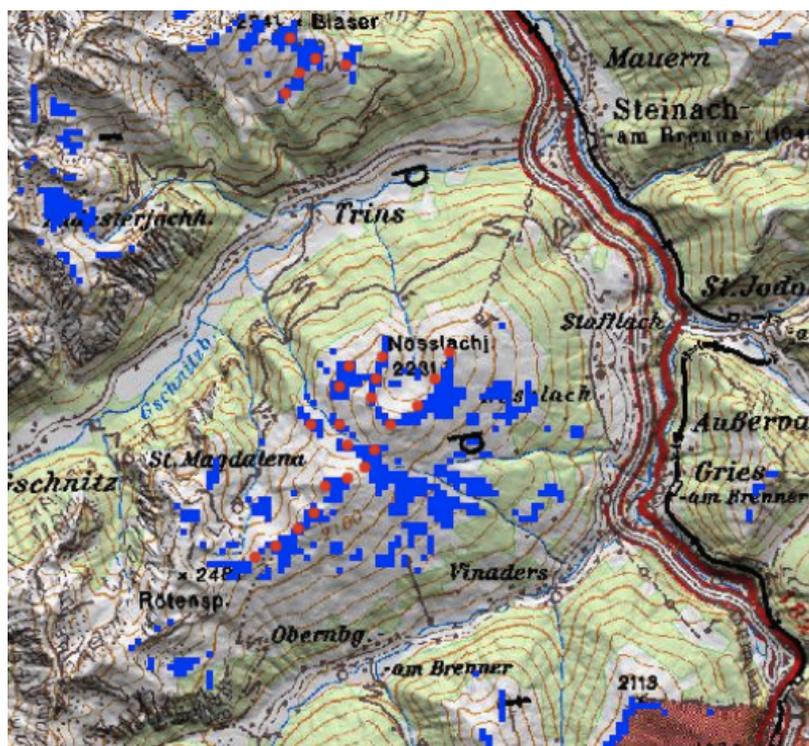


Abbildung 39: Bevorzugte Gebiete ohne Berücksichtigung der Landschaftsschutzgebiete

(Modifiziert nach Windharvest Report No. 7-4)

³⁷ Vgl. BWE, <http://www.wind-energie.de/de/technik/windscherung/parkeffekt/>

³⁸ Herr Pliessnig (Tiwig) per E-Mail.

Zur Ermittlung des jährlichen Stromerzeugungspotentials wird nun die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit in 12 m über Grund für den Standort Nöblachjoch (Abbildung 40) auf eine unterstellte Nabenhöhe von 65 m umgerechnet. Hierfür wird ein Hellmann Exponent von 0,15 angenommen, der – verifiziert mit den von TIWAG herangezogenen Volllaststunden – eine gute Näherung für einen Hochgebirgsstandort darstellt.

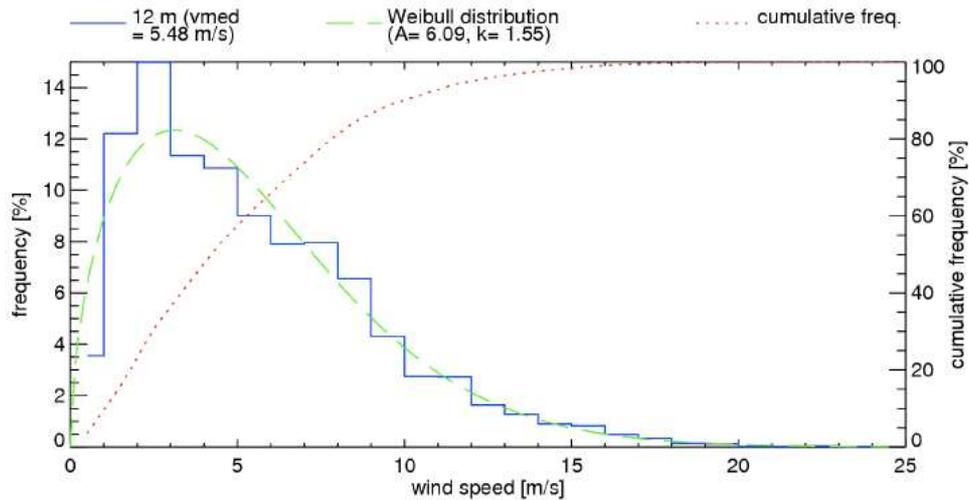


Abbildung 40: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten in 12m Höhe (Quelle: Alpine Windharvest Report No. 7 – 7, S. 18)

Die so ermittelten Windgeschwindigkeiten für 65 m über Grund werden mit der Leistungskennlinie der Enercon E-70 (Abbildung 41) verknüpft.

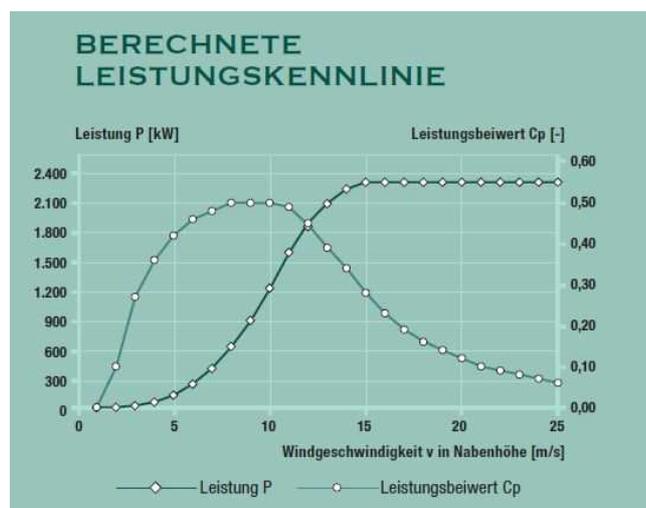


Abbildung 41: Leistungskennlinie einer Enercon E70 (Quelle: www.enercon.com)

Im Ergebnis können damit mit einer Enercon E-70 rd. 2.500 Volllaststunden pro Jahr erreicht werden. Dieser Wert stimmt sehr gut mit den Vergleichswerten aus dem WindharvestReport (2.000 – 2.200 h/a) und der Analyse der TIWAG (2.500 h/a) überein. Damit ermittelt sich ein technisches Angebotspotential von etwa 145 GWh/a.

Als Einschränkung sei hier allerdings erwähnt, dass sich praktisch alle geeigneten Windanlagenstandorte im Gemeindegebiet von Trins innerhalb von Naturschutzgebieten befinden. Um eine Windkraftanlage in einem solchen Gebiet überhaupt errichten zu dürfen, bedarf es laut dem Landesgesetzblatt für Tirol, 44. Verordnung § 2 Abs. 1 (a) einer naturschutzrechtlichen Bewilligung.

6.5.3. Technisches Nachfragepotential

Da das technische Angebotspotenzial die Nachfrage von Trins (4 GWh/a) deutlich übersteigt, wird hier näherungsweise unterstellt, dass die gesamte Stromnachfrage von Trins durch Windstrom gedeckt werden kann. Damit entspricht das technische Nachfragepotential der Stromnachfrage von 4 GWh/a. Nicht berücksichtigt bleibt bei diesem vereinfachenden Ansatz, dass im Falle einer Windflaute oder einem sehr geringen Windangebot die Stromnachfrage nicht gedeckt werden kann. Entsprechend Abbildung 40 ist dies für Einzelanlagen in etwa 30 % der Stunden im Jahr der Fall. Durch Ausgleichseffekte zwischen verschiedenen Standorten von Windkraftanlagen werden die Stunden ohne ausreichende Windstromerzeugung allerdings deutlich reduziert.

6.6. Wasserkraft

In Österreich hat die Nutzung der Wasserkraft eine lange Tradition. Seit dem Anfang des 20. Jahrhunderts wird sie zur Stromerzeugung genutzt. Aufgrund der topografischen Lage hat Österreich enorme Vorteile in der Wasserkraftnutzung. In den vergangenen Jahren gab es wenige Neubauten an Wasserkraftwerken. Nun aber, durch die Förderung des Ökostromgesetzes, durch den Staat, bei Kleinwasserkraftwerken, aber auch bei großen Projekten sind wieder verstärkt Aktivitäten zu erkennen.³⁹

³⁹ Vgl. Kaltschmitt M., Streicher, W., 2009; S. 59.

6.6.1. Theoretisches Potential

Das theoretische Potential der Wasserkraft im Gemeindegebiet von Trins stellt das Abflusslinienpotential der Fließgewässer (abgeleitet aus mittlere Jahreswasserfracht sowie mittlerer Höhendifferenz) unter Berücksichtigung eines technisch maximalen Wirkungsgrades von Wasserkraftanlagen (80 %) dar. Dieses liegt bei rd. 48 GWh/a.

6.6.2. Technisches Angebotspotential

Da im Rahmen dieser Studie keine umfassende Herleitung des technischen Angebotspotentials der Wasserkraft durchgeführt werden konnte, werden hier a) Erfahrungswerte aus anderen Regionen sowie b) geplante bzw. bereits realisierte Projekte in Trins für eine Quantifizierung herangezogen.

- a) Für Gesamtösterreich beträgt das theoretische Angebotspotential 150 TWh/a⁴⁰, das technische Angebotspotential liegt bei 50 TWh/a.⁴¹ Das technische Potential bei Wasserkraft beträgt dabei üblicherweise $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$ des theoretischen Potentials. Übertagen auf Trins (theoretisches Potenzial 48 GWh/a) leitet sich damit ein technisches Angebotspotential von 12– 16 GWh/a ab.
- b) Neben dem sich bereits in Betrieb befindlichen Wasserkraftwerk mit einer Jahreserzeugung von 3,9 GWh sollen nach Aussagen des Bürgermeisters Herrn Alois Mair⁴² ein weiteres Wasserkraftwerk mit einer installierten Leistung von 2 MW und einem Regelarbeitsvermögen von 10 GWh/a gebaut werden. Zusätzlich sollen zwei Trinkwasserkraftwerke errichtet, dessen Leistung hier mit je 50 kW angenommen wird. Diese erzeugen bei unterstellten 4000 Volllaststunden pro Jahr zusammen etwa 0,4 GWh/a.

In Summe leitet sich damit ein technisches Angebotspotential für Trins von 14,3 GWh ab, das sehr gut innerhalb der unter Punkt a) abgeleiteten Bandbreite liegt.

⁴⁰ Vgl. WBGU, www.wbgu.de/wbgu_jg2003_ex03.pdf

⁴¹ Vgl. Regio Energy, <http://www.regioenergy.at/wasserkraft/reduziertes-technisches-potenzial>

⁴² Laut Herrn Mair; Fallstudientreffen Trins am 15.April.2010.

6.6.3. Technisches Nachfragepotential

Da das technische Angebotspotenzial die Nachfrage von Trins (4 GWh/a) deutlich übersteigt und davon ausgegangen werden kann, dass auch im Winter die maximale Stromnachfrage von Trins (700 kW, vgl. Kapitel 6.4.2.3) durch Wasserkraft gedeckt werden könnte, entspricht das technische Nachfragepotential der Stromnachfrage von 4 GWh/a.

6.7. Ergebnisse der Potentialerhebung

Nachfolgende Tabelle und Grafiken zeigen nun die Potentiale der erneuerbaren Energien im Gemeindegebiet von Trins im Vergleich. Es ist zu erkennen, dass Solarthermie und Photovoltaik theoretisch die Größten Potentiale besitzen, das technische Angebotspotential jedoch viel geringer ist. Das größte technische Angebotspotential besitzt die Windkraft. Bei der Wärmeerzeugung liegt das größte Angebotspotential bei der Umgebungswärme, dieses beschränkt sich jedoch sehr stark im Nachfragepotential. Grund dafür ist die geringe Anzahl an Niedrigenergiegebäuden in der Gemeinde, wie in Kapitel 6.2.3 beschrieben ist.

Tabelle 21 zeigt alle ermittelten Potentiale in der Gemeinde Trins. Im Wärmebereich sind neben der Biomasse vor allem Solarwärme und Umgebungswärme von Bedeutung. Biogas besitzt aufgrund des zu geringen Angebotes kein Nachfragepotential. Zur Stromerzeugung ist die Wasserkraft und Windkraft interessant, die Photovoltaik hat dem gegenüber ein vergleichsweise kleines Potential. Nachfolgend finden sich zwei Diagramme, vor allem um die Verhältnisse zum Bedarf noch besser verdeutlichen zu können.

	Theoretisches Potential	Technisches Angebotsp.	Technisches Nachfragep. Strom	Technisches Nachfragep. Wärme	Bedarf
Erdkollektor	1.900	9,2		0,74	
Erdsonde	13.560	41,4			
Biomasse	19,4	1,94		1,94	
Biogas	3,6	0,565		0	
Solarthermie	52.700	13,3		2	
PV	14.800	3,3	0,65		
Windkraft	700	145	4		
Wasserkraft	48	14,3	4		
Strom					4
Wärme					14,8

Tabelle 21 : Gegenüberstellung der einzelnen Potentiale in Trins in GWh/a (Quelle: Eigene Darstellung)

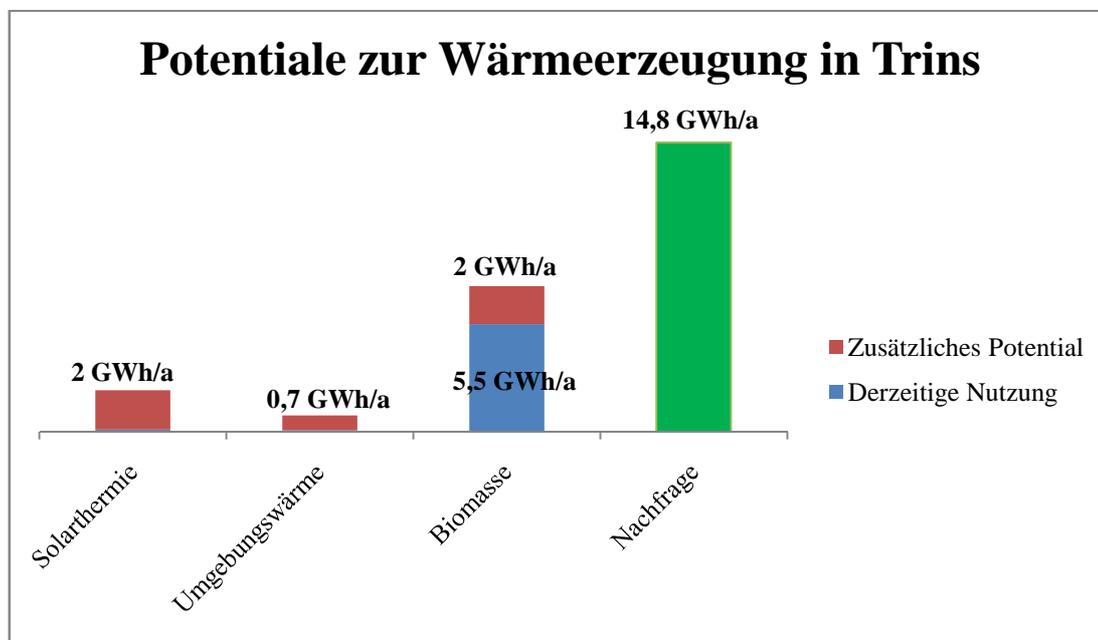


Abbildung 42: Gegenüberstellung der Potentiale zur Wärmeerzeugung in Trins

(Daten aus eigenen Berechnungen)

Im Bereich der Wärmeerzeugung wird schnell deutlich, dass ohne eine dementsprechende Sanierungsmaßnahme keine Möglichkeit besteht, bilanziell autark zu werden. Die Potentiale der erneuerbaren Energieträger sind im Vergleich zum derzeitigen Verbrauch zu gering. Das größte Potential zur Wärmeversorgung liegt bei der Biomasse. Diese kann gut die Hälfte des Verbrauchs decken. Es ist jedoch auch zu erkennen, dass bereits jährlich 5,5 GWh genutzt werden. Solarthermie und Umgebungswärme können zwar einen beachtlichen Teil zur erneuerbaren Wärmeversorgung leisten, es reicht jedoch nicht, um den derzeitigen Bedarf komplett zu decken. Aufgrund des vergleichsweise kleinen Anteils ist in dieser Abbildung nur schlecht zu erkennen, die derzeitige Nutzung der Solarthermie (0,12 GWh/a) und Umgebungswärme (0,74 GWh/a). Wie dennoch eine Autarkie in der Gemeinde Trins bis 2030 erreichbar ist, wird in Kapitel 8 erläutert.

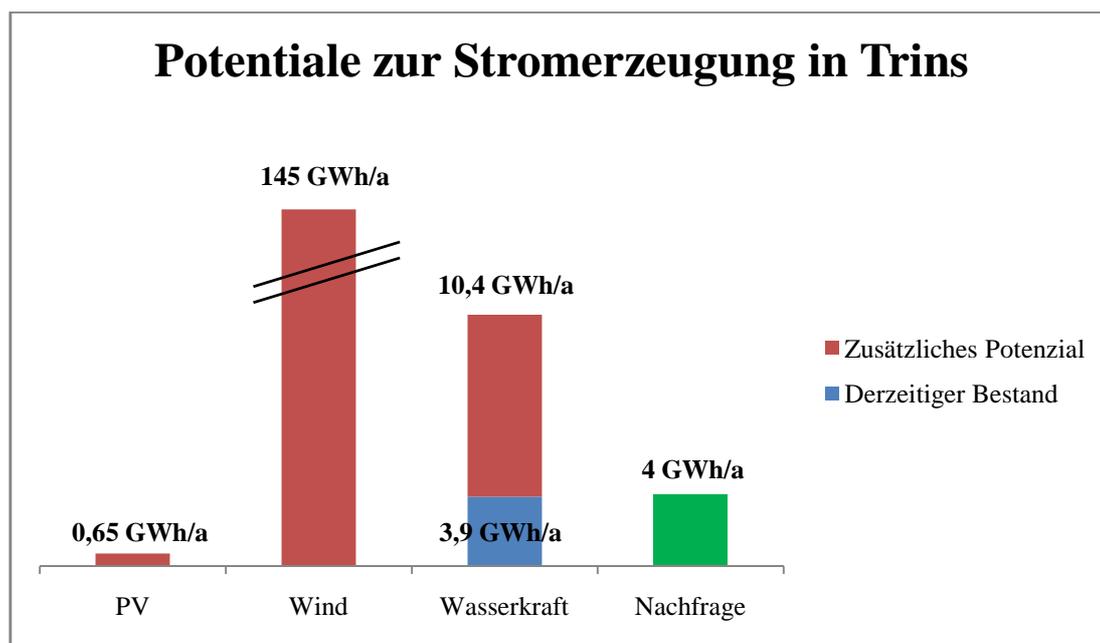


Abbildung 43: Gegenüberstellung der Potentiale zur Stromerzeugung in Trins

(Daten aus eigenen Berechnungen)

Der Strombedarf der Gemeinde ist momentan durch die bestehende Wasserkraft fast vollkommen gedeckt die Photovoltaik leistet einen Beitrag von 0,06 GWh/a (wiederrum wegen des zu kleinen Anteils in der Graphik nicht zu erkennen).

7. Biomassegestütztes Nahwärmenetz für Trins

Als eine Aufgabestellung des Gesamtprojektes wird im folgenden Kapitel analysiert, in wie weit sich in der Gemeinde Trins eine biomassegestütztes Mikro- bzw. Nahwärmenetz sinnvoll realisieren lässt. Hierzu werden die Ergebnisse aus dem Wärmekataster unter Berücksichtigung der Biomassepotentiale herangezogen.

Grundsätzlich bietet ein Wärmenetz die Möglichkeit über eine zentrale Biomasseheizanlage Wärme zu erzeugen und von dort an die Endverbraucher zu verteilen. In Gemeinden, wo auch in den Sommermonaten Wärme in zumindest gewissen Mengen benötigt wird, können Wärmenetze eine wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Möglichkeit darstellen. Aufgrund der höchsten Gebäudedichte und des in Bezug auf die Fläche höchsten Wärmeverbrauchs in der Gemeinde, ist das Zentrum der erste Ansatzpunkt für die Analyse eines möglichen Wärmenetzes. Sollte sich das Zentrum als geeignet für ein solches herausstellen, werden davon ausgehende auch die weiteren Gemeindegebiete näher betrachtet. Wichtig ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass ein mögliches Nahwärmenetz nicht nur unter den heute gegebenen Nachfragestrukturen ökologisch und ökonomisch zielführend sein sollte, sondern diese Eigenschaften insbesondere auch unter Berücksichtigung eines sinkenden Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen aufweisen sollte.

Als „Zentrum“ wurden 53 Gebäude ausgewählt, die im dichteren Ortskern stehen und somit für die Auslegung eines Wärmenetzes relevant sind. Dazu gehören drei Gewerbebetriebe, 45 Wohnhäuser, Kindergarten, Schule und Gemeindeamt, sowie zwei Hotels. Kumuliert ergibt sich laut Kapitel 0 ein Wärmebedarf von 3,5 GWh/a für den ausgewählten Bereich, der etwa eine Fläche von 88.000m² aufweist. Im Sanierungsszenario „Klimavorbild“ (vgl. Kapitel 4.2) sinkt der Wärmebedarf des betrachteten Gebietes bis 2030 um knapp 40% auf 2,1 GWh/a.

Für die Projektierung eines Wärmenetzes ist die Anschlussdichte von wesentlicher Bedeutung. Eine Erstanalyse der potentiellen Installation eines Wärmenetzes wird meist über die Anschlussdichte durchgeführt. Dabei werden in Frage kommende Gebäude bzw. Zonen wärmebedarfsseitig abgeschätzt und eine mögliche Trassenführung geplant. Die jährlich abgesetzte Energiemenge pro Jahr pro Meter Trassenlänge

ergibt die Anschlussdichte in kWh/m*a. Dabei werden Stamm-, Zweig- und Hausanschlussleitungen berücksichtigt. Eine hohe Anschlussdichte weist meist auf eine gute Auslastung des Netzes hin. Jedoch ist zu beachten, dass die nachgefragte Wärmemenge nicht ausschließlich im Winter anfallen sollte, da das Wärmenetz erst über höhere Volllaststunden wirtschaftlich effizient betrieben werden kann. Somit können Wärmenetze mit keinen durchgängigen größeren Verbrauchern nur schwer wirtschaftlich betrieben werden, wie es auch in Trins der Fall ist. Da in Trins in den Sommermonaten viele Haushalte und Gewerbebetriebe ihr Warmwasser über die eigene installierte Solaranlage beziehen, ist die Nachfrage im Sommer äußerst gering.

Für Wärmenetze wird als Zielwert für die Anschlussdichte in der Literatur etwa 1200 kWh/m*a angegeben, wobei dieser Wert laut Hr. Dr. Christian Huber, FH-Kufstein stark abhängig ist von etwaigen Förderungen, den Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit, Preisannahmen für die Zukunft etc.⁴³ Generell kann jedoch davon ausgegangen werden, dass biomassegestützte Wärmenetze unter 1000kWh/m*a ohne entsprechend große Förderungen nicht wirtschaftlich zu betreiben sind. Auch die Förderrichtlinien des Österreichischen Kommunalkredits richten sich nach der Abnahmedichte des Biomasse-Nahwärmenetzes. Diese setzt für das Land Tirol einen Zielwert von > 1000 kWh/m spezifischer Abnahmedichte voraus. Als minimaler Wert gelten 900 kWh/m – Nahwärmenetze mit geringerer spezifischer Abnahmedichte werden nicht gefördert.⁴⁴

Im Nachfolgenden wird beschrieben, wie das Potenzial eines Nahwärmenetzes für das Trinser Zentrum ermittelt wurde. Die mögliche Trassenführung wurde über TIRIS geplant. Die Stammleitung würde laut einer ersten Einschätzung entlang der Hauptstraße gelegt werden. Die weitere Verteilung würde über Zweigleitungen und schließlich Hausanschlüsse erfolgen. Die Stammleitung wäre ca. 1000 Meter lang, die Zweigleitungen sind etwa 3000 Meter lang und die Hausanschlüsse wurden mit 12 Meter pro Haus angegeben und summieren sich auf 636 Meter Länge (Vor- und

⁴³ Vgl. Karl, J. 2006, S. 371

⁴⁴ persönliche Auskunft DI Andreas Moser; Umweltberatung Moser (5.7.12010)

Rücklauf). Somit ergibt sich eine Trassenlänge von insgesamt 4600 Metern mit einer Anschlussdichte von knapp 750kWh/m*a Trassenlänge.

Es ergibt sich also ein Wert, der deutlich unter den angestrebten 1000kWh/m*a liegt. Vor allem die fehlende Abnahme in den Sommermonaten und der insgesamt geringe Wärmeverbrauch im Zentrum von Trins führen zu einem sehr niedrigen Potenzial für ein biomassegestütztes Nahwärmenetz. Zieht man die Werte des Sanierungsszenarios heran, fällt die Anschlussdichte im Jahr 2030 auf knapp unter 500kWh/m*a Trassenlänge, wodurch ein Wärmenetz noch weiter an Attraktivität verlieren würde.

8. Energiestrategie 2030 für Trins

Das gegenwärtige Energiesystem der Gemeinde Trins ist geprägt von einem steigenden Energiebedarf, einer großen Importabhängigkeit durch fossile Energieträger, die vor allem zur Wärmeerzeugung genutzt werden, und damit folglich auch von steigenden Energiepreisen betroffen. Deshalb ist es das erklärte Ziel der Gemeinde den Status der Energieautarkie in den Sektoren Wärme und Strom bis 2030 zu erreichen, um insbesondere die regionale Wertschöpfung zu steigern, eine nachhaltige Energieversorgung sicherstellen und die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern zu erreichen, um den CO₂-Ausstoß zu senken und sich von den Preisentwicklungen der fossilen Energieträger zu entkoppeln.

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Analysen zusammengeführt, um daraus eine Energiestrategie für die Bereiche elektrische Energie und Wärme zu entwickeln. Grundsätzlich werden dazu zwei Optimierungsseiten betrachtet. Zum einen ist dies die Energieverbrauchsseite, wo durch Sanierungen im Gebäudebestand und hohe Energiestandards bei Neubauten der Bedarf insgesamt reduziert werden kann. Zum anderen betrifft dies die Energieerzeugungsseite, wo verstärkt auf erneuerbare Energiequellen zurückgegriffen werden kann.

8.1. Elektrische Energie

Im Strom-Sektor ist die Gemeinde Trins mit dem existierenden Wasserkraftwerk und den vorhandenen Photovoltaikanlagen, die gemeinsam 3,96 GWh/a erzeugen bei

einem Verbrauch von rd. 4 GWh/a derzeit über das Gesamtjahr betrachtet praktisch energieautark. Für die weitere Entwicklung des Stromverbrauchs wird hier unterstellt, dass sich dieser parallel zu den Annahmen der Energiestrategie Österreich um 1,2%⁴⁵ pro Jahr erhöht. Wird dieses Wachstum bis 2030 fortgeschrieben, bedeutet dies eine Steigerung des Stromverbrauchs um 1,1 GWh/a auf 5,1 GWh/a.

Zusätzlich wird eine Variante aufgezeigt, bei der die Elektromobilität zu einem höheren Stromverbrauch der Gemeinde beiträgt (Tabelle 22). Dabei wird von einem durchschnittlichen Verbrauch eines zweispurigen E-Mobils von 3.000 kWh/a ausgegangen, was bei einem Verbrauch von 20 kWh/100 km und einer Fahrleistung von 15.000 km/a einer Fahrzeuganzahl von 50 im Jahr 2020 und 200 im Jahr 2030 entspricht.

Jahr	Verbrauch in MWh/a (ohne Elektromobilität)	Zusätzlicher Verbrauch Elektromobilität in MWh/a
2010	4.000	0
2020	4.506	150
2030	5.077	600

Tabelle 22: Entwicklung des Stromverbrauchs in Trins bei einem Verbrauchswachstum gemäß Energiestrategie Österreich (1,1% p.a.) ohne und mit Elektromobilität

Ohne einen weiteren Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien beträgt damit bis 2030 die "Stromlücke" in Trins rd. 1 bis 1,6 GWh/a. Zur Beibehaltung der bilanziellen Unabhängigkeit im Strombereich müssen also die entsprechenden zusätzlichen Strommengen lokal bereitgestellt werden - andernfalls müssten diese durch "Importe" gedeckt werden. Wird dieser zusätzliche Strombedarf nun den Ergebnissen der Potentialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien gegenüber gestellt, so lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- Zur Deckung der Stromlücke stehen grundsätzlich Ausbauoptionen im Bereich Windenergie, Wasserkraft und Photovoltaik zur Verfügung.
- Die Potentiale der Photovoltaik allein können den zusätzlichen Trinser Strombedarf nicht decken, aber einen wichtigen Beitrag leisten.

⁴⁵ Energiestrategie Österreich; März 2010, Wien; S.114

- Die Potentiale von Wasserkraft und Windenergie übersteigen den zusätzlichen Bedarf um ein Vielfaches.

Derzeit befinden sich drei weitere Wasserkraftwerke in der Gemeinde in Planung die etwa 10,4 GWh/a zusätzlich zur Stromerzeugung beitragen könnten und damit bereits jetzt eine bilanzielle Energieautarkie bis 2030 sichern würden. Darüber hinaus verfügt die Gemeinde aber auch über sehr große Potenziale im Bereich der Windenergie, die zu den größten in ganz Tirol gehören. Wie in Abbildung 44 zu erkennen,

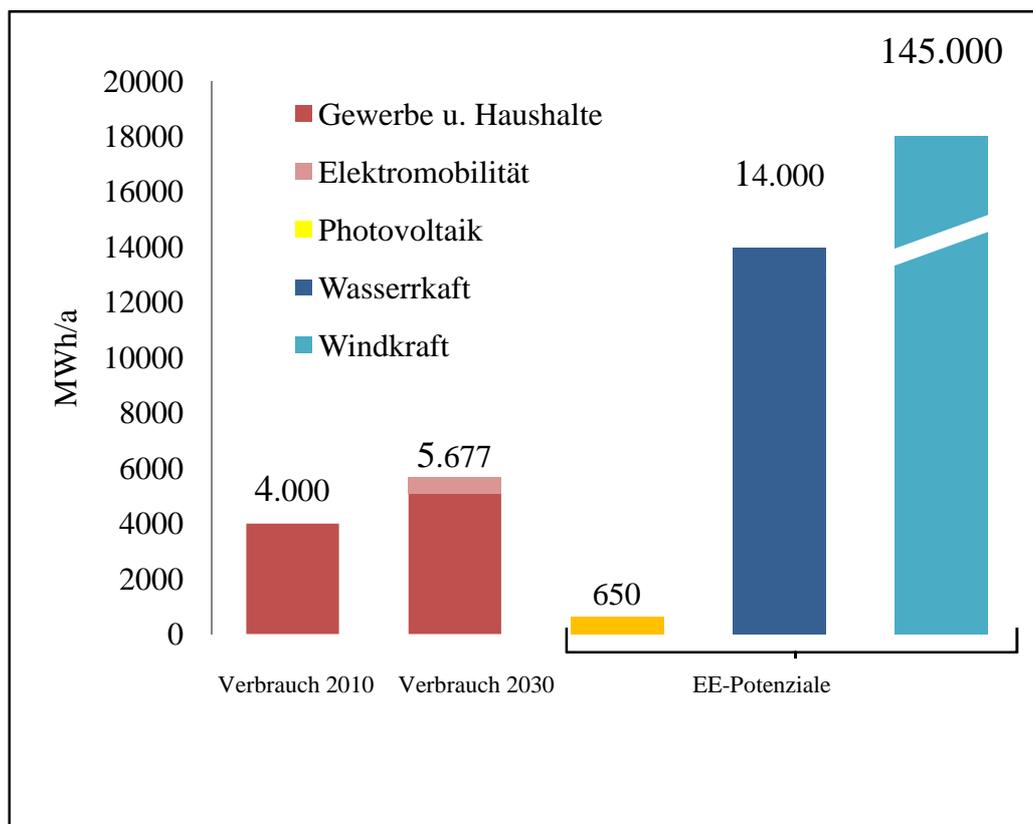


Abbildung 44: Stromverbrauch der Gemeinde Trins 2010 und 2030 sowie die Potentiale der Photovoltaik, Wasserkraft und Windenergie (Quelle: Eigene Darstellung)

wurde auf eine volle Darstellung des Windenergiepotenzials verzichtet, da dieses etwa dem zehnfachen des Wasserkraftpotentials entspricht. Daher sollte die Gemeinde eine zu Nutzung dieser Potentiale andenken und dabei auch ein Bürgerbeteiligungsmodell in Erwägung ziehen, bei dem auch die Einwohner der Gemeinde an den Einnahmen aus der Stromerzeugung entsprechender Windkraftanlagen beteiligt wären.

8.2. Raumwärme und Warmwasser

Der Wärmebedarf der Gemeinde Trins liegt derzeit bei etwa 14,6 GWh/a. Hierzu tragen lokale erneuerbare Energiequellen (Biomasse, Solarthermie, Umgebungswärme) ca. 38% bei. Entsprechend werden heute von der gesamten Wärmenachfrage rd. 8,4 GWh/a durch fossile Energieträger (vor allem Heizöl) gedeckt.

Mit den vorhandenen Potenzialen an erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung können unter Berücksichtigung der bereits genutzten Erneuerbaren nur noch rd. 5 GWh/a zusätzlich bereitgestellt werden. Eine vollständige Deckung des derzeitigen Wärmebedarfs mit lokalen erneuerbaren Ressourcen (d.h. ohne „Import“ von Pellets, Hackschnitzel oder Holzbriketts) ist daher nicht möglich. Da ohne begleitende Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand auf Grund durch das Wachstum der Gemeinde von einer Steigerung des Energieverbrauchs im Wärmesektor auszugehen ist, wird sich diese „Lücke“ noch weiter vergrößern.

Somit wird für ein künftiges Szenario, dass zu einer ausgeglichenen Energiebilanz führen soll, sowohl auf Nachfrage- als auch Angebotsseite eine Anpassung geschehen müssen. Um aufzuzeigen, welche möglichen Entwicklungen sich für die Gemeinde Trins im Wärmesektor ergeben, wurden deshalb in Kapitel 4 drei Szenarios entwickelt. Sie zeigen mögliche Entwicklungspfade für den Wärmeverbrauch bis ins Jahr 2030 und die daraus abzuleitenden Maßnahmen im Gebäudebereich auf und werden hier nochmals vorgestellt (siehe auch Abbildung 45):

- Szenario *business as usual (BAU)*: In diesem Szenario verändert sich das Bewusstsein der Gemeinde für eine umweltschonende und klimafreundliche Energieversorgung nicht. Die Sanierungszyklen führen nicht zu einer Verringerung der Wärmenachfrage. Diese bleibt auch in den öffentlichen Gebäuden und im Gewerbebereich unverändert. Der Bevölkerungszuwachs liegt bei jährlich 2,5%, so dass sich der Gebäudebestand um 7 Neubauten pro Jahr, die lediglich die gesetzlich vorgeschriebenen Energiestandards einhalten, erhöht. Der Wärmebedarf würde sich bei dieser Entwicklung auf 21 GWh/a erhöhen.
- Szenario *Klimavorbild*: In diesem Szenario verfolgt die Gemeinde eine moderate Umstellung zu einem energieeffizienten Energieeinsatz im Wärmebe-

reich. Die Sanierungszyklen liegen bei 55 Jahren und führen zu einem spezifischen Energiebedarf des Gebäudebestands von 75 kWh/m²/a. Ebenfalls verringert sich der Wärmebedarf der öffentlichen Gebäude durch die im Sanierungskonzept vorgeschlagenen Maßnahmen und auch im Gewerbesektor wird der Wärmebedarf gesenkt. Der Bevölkerungszuwachs liegt im *Klimavorbild* um die 1,1% p.a. und führt zu etwa 3,5 Neubauten jährlich. Durch die Sanierungsmaßnahmen verringert sich der Wärmebedarf der Gemeinde jedoch und etwa 10,9 GWh/a an Nutzenergie werden noch für die Wärmeversorgung benötigt.

- Szenario *Klimamaximal (KliMax)*: In diesem Szenario ist das Bewusstsein für Umwelt in der Gemeinde stark ausgeprägt und eine deutliche Verringerung des Wärmebedarfs tritt durch intensive Sanierungsmaßnahmen und den Neubau von Energiesparhäusern ein. Auch hier werden die Vorschläge des Sanierungskonzepts für die öffentlichen Gebäude umgesetzt und der Verbrauch des Gewerbesektors verringert sich massiv. Alle Gebäude werden saniert, wodurch ein mittlerer spezifischer Energiebedarf von 50 kWh/m²/a erzielt wird. Der Bevölkerungszuwachs wird durch die Begrenzung von Bauflächen eingeschränkt, so dass bei einer Wachstumsrate von 0,5% p.a. nur noch ein Neubau pro Jahr errichtet wird. Der Wärmebedarf halbiert sich in diesem Szenario im Vergleich zu 2010 und nur noch 7,5 GWh/a werden zur Wärmeversorgung benötigt.

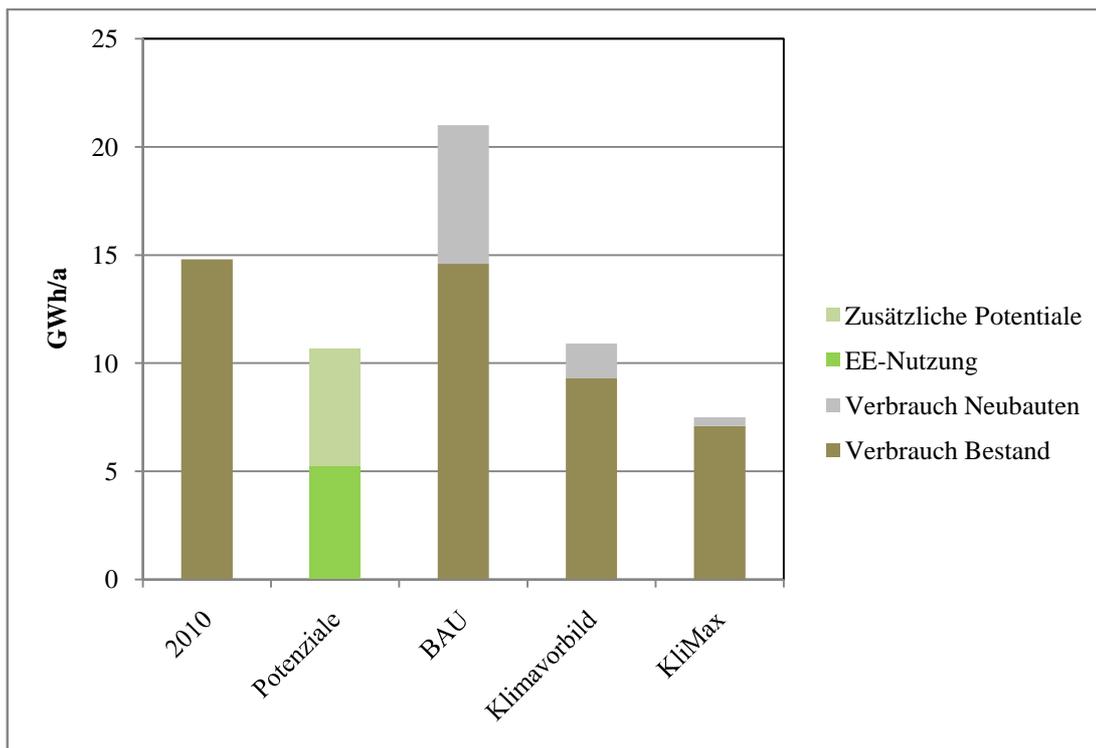


Abbildung 45: Wärmenachfrage der Gemeinde Trins in 2010 in Gegenüberstellung zu den EE-Potenzialen und den Entwicklungsprognosen der drei Szenarien bis 2030

(Quelle: Eigene Darstellung)

Im BAU-Szenario wächst der Wärmebedarf in Trins bis 2030 auf rd. 21 GWh/a. Selbst bei Ausschöpfung aller lokalen Potentiale erneuerbarer Energien könnte dieser Bedarf nur zu etwa 50% aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Im KliMax-Szenario hingegen sinkt der Wärmebedarf auf 7,5 GWh/a, was einen zwar technisch möglichen aber bis 2030 eher nur theoretisch umsetzbaren Weg darstellt. Sowohl das BAU als auch das KliMax-Szenario stehen als Extremszenarios also tendenziell an den jeweiligen Enden der möglichen Entwicklung des Wärmeverbrauchs. Mit dem Klimavorbild-Szenario wird eine Entwicklung aufgezeigt, die zwar ambitioniert, aber umsetzbar erscheint. Sie bildet das Optimum zwischen der Nutzung lokaler Ressourcen und der Energieeinsparungen im Gebäudesektor. Für die Energiestrategie der Gemeinde Trins bis 2030 sollte also das Klimavorbild-Szenario als Leitpfad betrachtet werden.

Die Basis der Wärmeversorgung in Trins wird auch weiterhin die Biomasse bilden. Sie hat mit Abstand das höchste Potential und ist auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu priorisieren. Sie wird bei einem Wärmebedarf von rd. 11 GWh/a rd. 60% des Nutzenergiebedarfs bereitstellen und ist damit die tragende Säule in der energieautarken Wärmeversorgung der Gemeinde. Da aber auch das Biomassepotential auf Grund von Nachhaltigkeitskriterien und der Konkurrenz zur stofflichen Nutzung begrenzt ist, sind zusätzlich auch andere regenerative Quellen zur Wärmeerzeugung erforderlich.

Die verbleibenden 4,4 GWh/a (40%) werden deshalb durch Solarkollektoren und Wärmepumpen bereitgestellt. Voraussetzung hierfür ist, dass bis 2030 jährlich drei Wärmepumpen installiert werden und bis 2030 der Durchdringungsgrad von Solarkollektoren, die sowohl zur Warmwasser- als auch Heizwärmebereitstellung genutzt werden, 75% erreicht. Wärmepumpen würden dann rund 2,5 GWh/a (mit Strom) an Nutzenergie bereitstellen und Solarkollektoren etwa 1,9 GWh/a.

Das Ziel der bilanziellen Unabhängigkeit ist, wie in Abbildung 46 deutlich wird, ambitioniert jedoch unter Nutzung aller Potentiale erneuerbarer Energien im Wärmesektor grundsätzlich möglich. Durch die erforderlichen Sanierungszyklen im Gebäudebestand sowie hohe Wärmedämmstandards im Neubau wird dabei der spezifische Wärmebedarf der Gebäude deutlich abnehmen. Dies bedeutet für die Wärmeversorgung mit Biomasse, dass insbesondere Scheitholzkessel und Einzelöfen künftig eine geringe Rolle spielen werden. Neben der für die Kessel/Öfen zu geringen Heizlasten der Gebäude, sind vor allem biomassebefeuerte Einzelöfen deutlich weniger effizient, als z.B. moderne Pelletskessel/-öfen. Gerade wegen der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Biomasseressourcen in Trins, kommt in Zukunft einer effizienten Nutzung aber ein hoher Stellenwert zu. Allerdings werden Pellets heute überwiegend großindustriell in der Holzverarbeitenden Industrie aus Sägerestholz hergestellt. Damit würde ein steigender Pelletsanteil im Trinser Energiesystem nicht notwendigerweise aus lokalen Holzressourcen gedeckt werden, sondern im ungünstigsten Fall aus importiertem Holz.

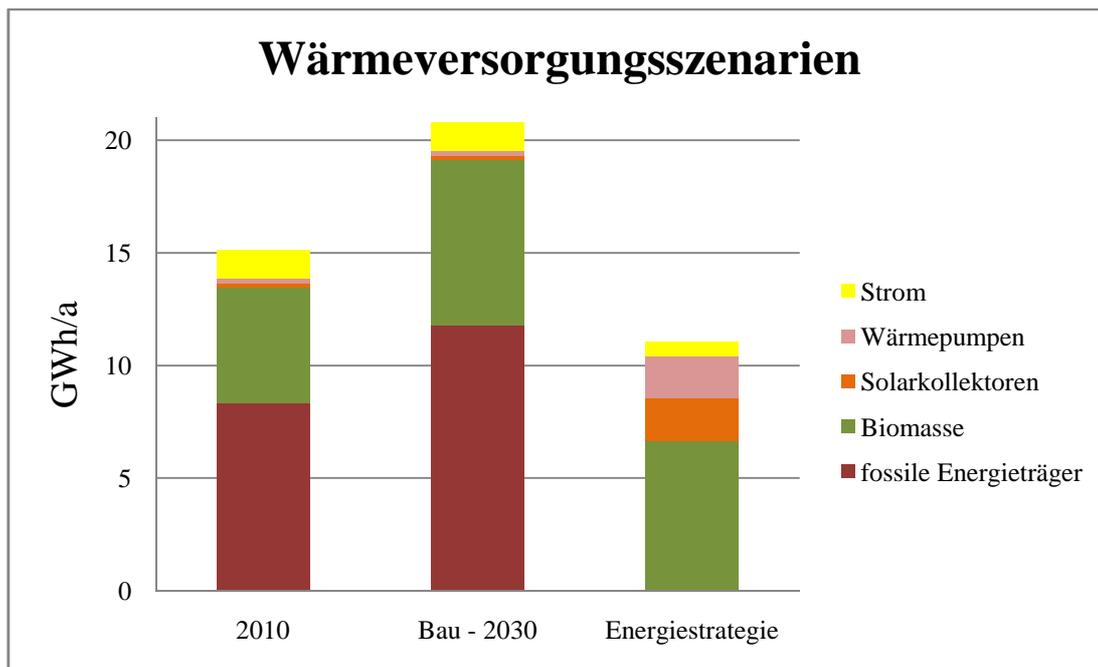


Abbildung 46: Entwicklung der Trinser Wärmeversorgung in dem Szenario *BAU* und der möglichen Energiestrategie Trins für 2030⁴⁶

(Quelle: Eigene Darstellung)

Eine Alternative zur großindustriellen Pelletsproduktion stellt jedoch die dezentrale Pelletserzeugung in Kleinanlagen dar. Eine solche Pelletieranlage könnte dabei das noch verbleibende Holzpotential von 1000 Festmetern/a nutzen. Kleinpelletieranlagen sind heute in unterschiedlichen Leistungsgrößen von Pelletspressen mit 10kW_{el} (200kg/h) oder auch 45kW_{el} (750kg/h) am Markt verfügbar. Eine Pelletieranlage mit 10kW_{el} würde mit den o. a. 1000 fm/a rund 2.500 Benutzungsstunden im Jahr laufen und etwa 500.000 kg Pellets jährlich erzeugen.

Grundsätzlich erfolgt die Pelletserzeugung in Kleinanlagen ähnlich wie in Großanlagen: Zuerst muss die Biomasse an den Ort der Verarbeitung transportiert werden. Dort wird sie bei Bedarf entrindet und in einer Zerspannungsmaschine auf die richtige Körnung (Größe) gebracht. Anschließend muss die Biomasse getrocknet werden, bis sie einen Wasseranteil von etwa 8% erreicht hat. Schon geringe Abweichungen

⁴⁶ Der Stromverbrauch im Szenario der Energiestrategie stellt den durch Wärmepumpen verbrauchten Strom dar und ist durch die Eigenproduktion der Gemeinde als erneuerbarer Energieträger anzusehen

bei der Feuchte des Holzes können hierbei über die Pressfähigkeit des Materials entscheiden. Der eigentliche Prozess des Pelletierens findet in einer Matrize statt, wo die Holzteilchen bei 50° und hohem Druck in die typische Pelletsform gepresst werden. Ihre Stabilität erhalten die Pellets, nicht wie oft vermutet durch einen Klebstoff, sondern durch Lignin, einem harzähnlichen, holzeigenen Stoff oder durch Zugabe von max. 1% Stärke.



Abbildung 47: Beispiel für eine Pelletieranlage;

Quelle: www.neuhauser-pelletstechnik.at

Vorteile der lokalen Pelletsproduktion sind u. a. die lokale Wertschöpfung, die damit in der Gemeinde geschaffen wird, und eine Einsatzmöglichkeit für die bisher ungenutzte Biomasse. Zusätzlich werden so weitere Einkommensquellen für die Landwirtschaft geschaffen. Durch die Nutzung und Erzeugung der Pellets vor Ort verkürzen sich ebenfalls die Transportwege, was zu einer zusätzlichen Ressourcenschonung führt. Des Weiteren würde eine lokale Produktion die Integration der Biomasse im System fördern, da sich für die Anwohner der Gemeinde im Falle der Neuanschaffung einer Heizanlage nun auch ein Pelletskessel als Möglichkeit eröffnen würde.

Ein weiterer entscheidender Faktor ist die Unabhängigkeit von volatilen Energiepreisen, die derzeit noch in der Gemeinde durch den Heizölpreis gegeben ist und sich künftig bei einer stärkeren Marktkopplung von Heizöl- und Pelletspreisen ohne Eigenpelletierung ebenfalls auf die Gemeinde auswirken könnte (siehe Abbildung 48).

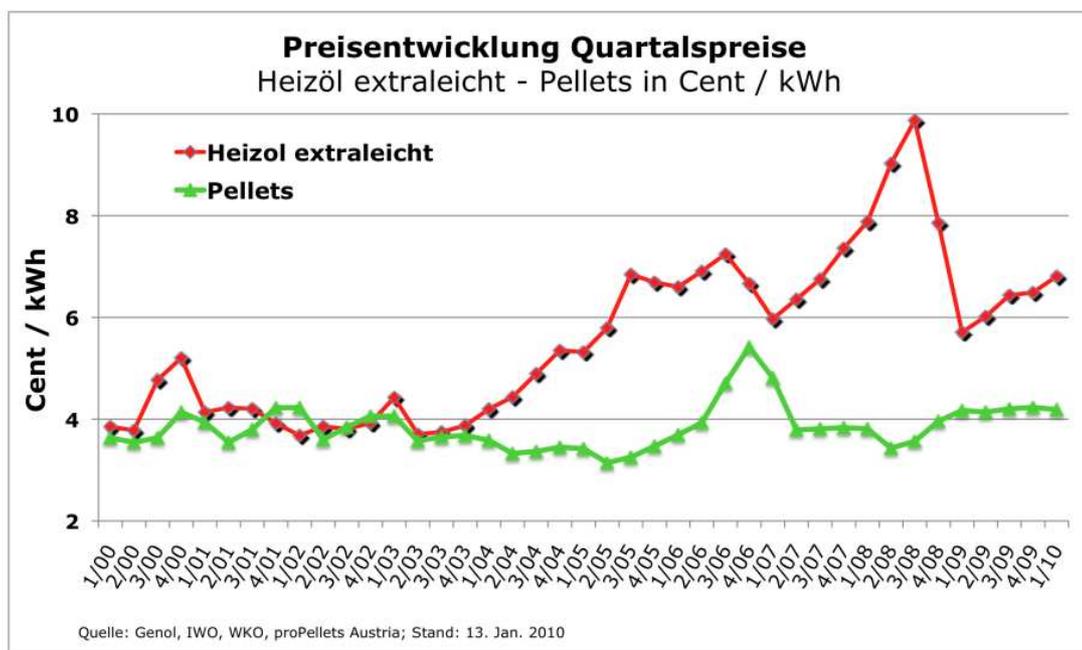


Abbildung 48: Pelletspreisentwicklung in Österreich zwischen 2000 und 2010

Quelle: proPellets Austria

Wesentlicher Nachteil von Kleinpelletieranlagen gegenüber der großindustriellen Pelletsproduktion sind insbesondere die höheren spezifischen Investitionskosten sowie die im Vergleich zu Sägerestholz höheren Kosten der Holzaufbringung aus dem Trinser Wald. Dieser Kostennachteil könnte allerdings kompensiert werden, wenn es zum einen gelingt entsprechende Förderungen zu erhalten. Zum anderen könnte den Trinser Pelletsverbrauchern bei einer langfristigen vertraglichen Bindung an die lokale Pelletserzeugung eine Preisgarantie gegeben werden, was einen heute höheren Pelletspreis durch die Preissicherheit langfristig durchaus attraktiv machen kann.

Für eine abschließende Bewertung der Chancen und Risiken einer Kleinpelletieranlage in Trins sollte in jedem Fall eine detailliertere Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

9. Zusammenfassung

Im Rahmen einer Fallstudie der Studiengänge Europäische Energiewirtschaft sowie Facility Management Immobilienwirtschaft der FH Kufstein wurden für die Gemeinde Trins energiewirtschaftlich relevante Aspekte im Zusammenhang mit dem Agenda 21 Programm analysiert, um insbesondere die Frage beantworten zu können, ob bis 2030 eine Strom- und Wärmeversorgung auf alleiniger Basis von erneuerbaren Energien möglich ist. Die wesentlichen qualitativen Ergebnisse der Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die regenerative Stromerzeugung innerhalb des Gemeindegebietes deckt heute über ein Gesamtjahr betrachtet den Stromverbrauch nahezu vollständig ab. Um diese **bilanzielle Unabhängigkeit** auch bei einem erwarteten Verbrauchszuwachs in den kommenden Jahren erhalten zu können, ist der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erforderlich. Die **Potenziale an Wasser- und Windkraft übersteigen den Ausbaubedarf dabei um ein Vielfaches**. Demgegenüber kann die **Photovoltaik den Verbrauchszuwachs nicht alleine abdecken**.
2. Der Wärmebedarf wird heute zu mehr als 50 % aus fossilen Energieträgern gedeckt. Die **Potenziale an Biomasse, Umgebungswärme und Solarthermie innerhalb des Gemeindegebietes reichen dabei nicht aus**, um den gesamten Wärmebedarf zu decken. In Konsequenz kann ohne eine ambitionierte thermische Sanierungsinitiative für den Gebäudebestand in Trins eine 100 %-ige erneuerbare Wärmeversorgung nicht erreicht werden.
3. Die über das erstellte **Wärmekataster** ermittelte gebäudespezifische Verbrauchsstruktur zeigt ein vergleichsweise **hohes thermisches Sanierungspotenzial** in Trins. Die ebenfalls aus dem Wärmekataster abgeleitete spezifische Wärmeabnahmedichte zeigt allerdings, dass ein **biomassegestütztes Nahwärmenetz in Trins energiewirtschaftlich nicht sinnvoll darstellbar** ist.
4. Als Alternative zu einem Nahwärmenetz wurde die Möglichkeit einer **dezentralen Kleinpelletsanlage** aufgezeigt. Neben der Schaffung regionaler Wertschöpfung können Pellets insbesondere bei einer thermischen Sanierung des Trinser

Gebäudebestandes eine **effiziente Möglichkeit zu Nutzung der noch vorhandenen Biomassepotenziale** in Trins darstellen.

5. Die Analyse der **thermischen Sanierungspotenziale der Gemeindegebäude** Widum, Volksschule Gemeindeamt haben insbesondere unter Berücksichtigung möglicher Förderungen gezeigt, dass wirtschaftlich darstellbare Optionen bestehen. Allerdings sollten diese einzelfallabhängig validiert werden.
6. Mögliche Entwicklungen bis 2030 sowie Randbedingungen für eine **Energiestrategie 2030** wurden anhand von **drei Szenarios** aufgezeigt. Fokus einer Energiestrategie 2030 sollte zum einen ein **thermisches Sanierungsprogramm** für den Gebäudebestand sein. Zum anderen sollte im Wärmebereich ein sukzessiver **Umstieg auf erneuerbare Energien** erfolgen und ein **Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** umgesetzt werden. Dabei sollte auch die Möglichkeit einer direkten Beteiligung der Trinser Bevölkerung über sog. **Bürgerbeteiligungsmodelle** - insbesondere an Wasser- und Windkraftanlagen aber auch an einer möglichen dezentralen Kleinpelletsanlage - geprüft werden.

Fazit: Das Ziel einer vollständigen erneuerbaren Strom- und Wärmeversorgung für die Gemeinde Trins bis 2030 ist realistisch, erfordert aber massive Anstrengungen im Bereich der thermischen Gebäudesanierung sowie den koordinierten Ausbau der Stromerzeugung aus Photovoltaik sowie Wasser- und/oder Windkraft.

LITERATURVERZEICHNIS

Alpine Windharvest Report 7-1

B & R Haustechnik Ltd. & Co. KG, <http://www.br-haustechnik.de/>

BGM Alois Mair, Telefonat am 04.05.2010.

BIOS, Bioenergiesysteme GmbH, <http://www.bios-bioenergy.at>

BLZ Geotechnik Service GmbH, <http://www.blz-geotechnik.de>

Bundesverband WindEnergie e.V. BWE, Windparkeffekt; Verfügbar unter:
<http://www.wind-energie.de/de/technik/windscherung/parkeffekt/>

Bürgerinitiative Kleinaitingen, Basisdaten Biogas Deutschland; Verfügbar unter:
<http://www.bi-kleinaitingen.org/upload/download/biogasanlage/basisdaten-biogas.pdf> (15.05.2010)

Bürgermeister Alois Mair; Persönliches Gespräch in Trins am 15.April. 2010

DI Andreas Moser; Umweltberatung Moser, persönliche Auskunft, am 5.7.2010

E-Mail Hr. Saxl, Tiroler Forstinspektion, E-Mail, am 18.6.2010

Enercon, www.enercon.com

Energieausweis Tirol, www.energieausweis-tirol.at

Energieberatung IBS, Grundlagen Holzheizungen; Verfügbar unter:
<http://energieberatung.ibs-hlk.de/planholz.htm> (12.5.2010)

Energiestrategie Österreich; März 2010, Wien; Verfügbar unter:
<http://www.energiestrategie.at>

Frau Habernig, Lawinenwarndienst, Auskunft per E-Mail.

Gasch R., Twele J., Windkraftanlagen – Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, Wiesbaden, 2010

Geitmann S., Erneuerbare Energien & alternative Kraftstoffe – Mit neuer Energie in die Zukunft, Kremen, 2005,

Google Maps, Verfügbar unter: <http://maps.google.at>

Gotthard Peer, Amtsleitung Gemeinde Trins, Auskunft per E-Mail, (12.05.2010)

Herr Dr. Bauer, ZAMG, Auskunft per E-Mail.

Herr Pliessnig, TIWAG Auskunft per E-Mail.

Institut Wohnen und Umwelt IWU, <http://www.iwu.de>

Jarass L., Obermaier G., Voigt W., Windenergie – Zuverlässige Integration in die Energieversorgung, Springer, Berlin, Heidelberg, 2009,

Kaltschmitt M, Streicher W. Regenerative Energien in Österreich, Wiesbaden, 2009

Kaltschmitt M., Streicher W., Wiese A., Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, Berlin Heidelberg, 2006

Kaminholz-Wissen, Holz-Brennwerttabelle; Verfügbar unter: <http://www.kaminholz-wissen.de/holz-brennwerte.php> (14.5.2010)

Karl, J., Dezentrale Energiesysteme, Neue Technologien im liberalisierten Energiemarkt, Oldenburg, 2006

Land Tirol, tiris Kartendienste; Verfügbar unter: <http://www.tirol.gv.at/>

Lawinenwarndienst Tirol, www.lawine.tirol.gv.at

Licht und Wärme, natürlich, regenerativ, effizient, Glossar; Verfügbar unter: <http://www.lichtundwaerme.com/glossar/allgemein.html> (12.5.2010)

National Institutes of Health, <http://www.nih.gov/>

Neubarth J., Kaltschmitt M., Erneuerbare Energien in Österreich, Springer, Wien, 2000

Neuhauser Pelletstechnik, www.neuhauser-pelletstechnik.at

Oberhuber, Bruno; GF Energie Tirol, persönliches Gespräch

Oechsner, H., Einsatz von Nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen – Gasertrag und Anlagentechnik; Verfügbar unter: <http://www.biogas-infoboard.de/pdf/Oechsner.pdf> (24.05.2010)

Österreichische Energieagentur(a), Das Ökostromgesetz und die TarifVO; Verfügbar unter: http://www.uma.or.at/veranstaltungen/documents/VU_Lechner_Stromversorgung_2006_11_20.pdf

Österreichische Energieagentur(b); PV Wirtschaftstool; Verfügbar unter: <http://www.klimaaktiv.at/article/archive/29333/>

proPellets Austria, Verfügbar unter: <http://www.propellets.at>

Regio Energy, Wasserkraft - Vorläufige Ergebnisse Reduziertes Technisches Potenzial; Verfügbar unter: <http://www.regioenergy.at/wasserkraft/reduziertes-technisches-potenzial>

Statistik Austria(a), Tierbestand nach Gemeinden 2009; Verfügbar unter: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/tierbestand/041132.html (15.05.2010)

Statistik Austria(b): Gebäude- u. Wohnungszählung vom 15. Mai 2001, Gemeinde Trins; Verfügbar unter: <http://www.statistik.at/blickgem/gemDetail.do?gemnr=70359>

Strickner Gerhard, Auskunft per E-Mail, am 10.06.2010

Studie HTL-Jenbach, im Auftrag der Gemeinde Trins, Studie über derzeitige Heizungsanlagen bzw. Sanierungsmaßnahmen auf Basis einer Umfrage; Verfügbar unter http://www.wipptalnetz.at/data/ftp/la21trins/LA21Trins/Projekte/Bilder/Auswertung_Energieumfrage_200dpi.pdf

WBGU, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltveränderungen, Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Burkhard Horlacher, Globale Potenziale der Wasserkraft: Verfügbar unter: www.wbgu.de/wbgu_jg2003_ex03.pdf