

Mailand, 29.07.2025

Studie zu den Perspektiven der Fernwärme in Südtirol – Executive Summary

Wissenschaftliche Leiterin

Prof. Paola Caputo,
Politecnico di Milano
DABC – Abt. für Architektur, Bauwesen und Bauingenieurwesen

Arbeitsgruppe

Paola Caputo, Giulio Ferla, Benedetta Mura
Politecnico di Milano
DABC – Dept. of Architecture, Built Environment and Construction Engineering

Auftraggeber

Autonome Provinz Bozen
Landesamt für Umwelt und Klimaschutz

Executive summary

1. Einleitung und Zielsetzung

Die **Studie zu den Zukunftsperspektiven der Fernwärme in Südtirol** zielt darauf ab, den Stand der Technik sowie mögliche Maßnahmen zur sukzessiven Dekarbonisierung des Sektors zu analysieren. Das Ziel besteht darin, **bis 2030 95 % der Wärme aus erneuerbaren Quellen und aus Abwärme zu erzeugen**. Vor diesem Hintergrund kann die Fernwärme in Südtirol, die bereits einen Beitrag zur Dekarbonisierung des thermischen Bereichs leistet, durch abgestimmte langfristige Strategien weiter unterstützt werden.

Die Studie umfasst die gesetzlichen Rahmenbedingungen, die Beschreibung des Wärmebedarfs, die Analyse des Standes der Technik von Fernwärmesystemen, die Bewertung lokaler Ressourcen (thermische Erneuerbare Energien und Abwärme) und die geeigneten Technologien für deren Nutzung. Italienische und europäische Erfolgsbeispiele werden zudem als Ausgangspunkt für zukünftige Innovationen und Unterstützungsinstrumente beschrieben. Die Ergebnisse zeigen die möglichen umsetzbaren Maßnahmen und die daraus resultierenden wirtschaftlichen, ökologischen und energiepolitischen Auswirkungen im Rahmen der derzeitigen Energiepolitik auf.

2. Stand der Technik in der Fernwärme

Fernwärmesysteme sind in Südtirol weit verbreitet, wo seit den 90er Jahren eine unterstützende Energiepolitik den Aufbau von heute rund 80 Anlagen gefördert hat. Die Fördermechanismen sind auf die Verdichtung der Netze und den Ausbau der Heizanlagen bestehender Anlagen ausgerichtet. Diese werden hauptsächlich mit Holzbiomasse betrieben. Außer zwei Anlagen, die vorwiegend mit Methan in Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden, sowie eine Anlage, die mit der Abwärme einer Abfallverwertungsanlage betrieben wird.

Die Fernwärme in Südtirol wird daher hauptsächlich mit Hackschnitzeln in kleinen bis mittelgroßen Anlagen betrieben, entweder in Kraft-Wärme-Kopplung oder nur zur Wärmeerzeugung. Im Allgemeinen ist die lineare Dichte der Netze (abgegebene Wärme pro Trassenlänge des Netzes) trotz der Klimazone eher gering, was auf die Morphologie der Berglandschaft und die besonderen Umstände zurückzuführen ist, unter denen die Netztrassen entstanden sind und sich im Laufe der Zeit erweitert haben.

Im Vergleich zur fossilen thermischen Erzeugung ermöglicht der Betrieb dieser Anlagen eine Einsparung von etwa 300.000 Tonnen CO₂ pro Jahr, abgesehen von Schwankungen aufgrund der Wintertemperaturen und anderer Rahmenbedingungen.

Die wichtigsten Daten für das Jahr 2023 bilden das aktuelle Szenario, das in dieser Studie betrachtet wird, und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Heizleistung: 1.408 GWh, davon:
 - 663 GWh produziert in Anlagen, die zu mindestens 95 % aus erneuerbaren Quellen betrieben werden, etwa 65 Kleinanlagen
 - 745 GWh produziert in Anlagen, die mit weniger als 95 % aus erneuerbaren Quellen betrieben werden, 14 größere Anlagen
 - aus erneuerbaren Quellen: 1.047 GWh (davon holzartige Biomasse 959 GWh);
 - aus fossilen Quellen: 361 GWh;

- Einspeisung von Wärme ins Netz: 1326 GWh (Verlustleistung ca. 6%);
- Verkaufte Wärme: 1.072 GWh (Verluste ca. 19%);
- Angeschlossene Wärmeübergabestationen: 22.546;
- Länge der Netze: 1.176 km;
- Lineare Dichte 1.128 kWh/m, bezogen auf die ins Netz eingespeiste Wärme.

3. Dekarbonisierungsziel – 95%

Aufgrund der verfügbaren Informationen wird fast 3/4 der Wärme aus Südtiroler Fernwärme aus erneuerbaren Quellen erzeugt (74 % im Jahr 2023, die neuesten analysierten Daten). Diese Technologie ist daher nützlich für die Dekarbonisierung der thermischen Nutzung, wenn man bedenkt, dass der Wärmesektor der Provinzen einen Gesamtanteil erneuerbarer Energien von etwa 40 % hat.

Die analysierten Daten ermöglichen es uns, **14 Anlagen zu identifizieren**, die weniger als 95 % der Wärme aus nicht-fossilen Quellen produzieren. Das Erreichen des 95-Prozent-Ziels bis 2030 in jedem der 14 Werke würde bedeuten, dass rund 318 GWh/Jahr mehr Wärme aus erneuerbaren Quellen und Abwärme produziert werden müssen. Wenn man alle Anlagen der Provinz insgesamt betrachtet und nicht nur die 14, die dekarbonisiert werden sollen, würde dieser Wert auf etwa 290 GWh/Jahr sinken, was einer weiteren Reduzierung der CO₂-Emissionen um etwa 70.000 Tonnen/Jahr entspricht.

Zu diesem Zweck müssen verschiedene synergetische Maßnahmen geplant und eingeführt werden, die darauf abzielen:

- Zu einem effizienteren Betrieb durch die Integration von Wärmespeichersystemen, die Einführung optimierter und digitaler Managementsysteme, die Kaskadennutzung von Wärme mit der daraus resultierenden Absenkung der Rücklauftemperaturen in den Netzen, die Verringerung der Wärmeverluste und, wo möglich, der Verluste entlang des Netzes;
- Der Ersatz fossiler Brennstoffe (hauptsächlich Erdgas) durch lokale erneuerbare Quellen und Abwärme, wobei die Installation von Großwärmepumpen vorzusehen ist, die mit erneuerbarem Strom betrieben werden.

4. Thermische Erneuerbare Energien und Abwärme: Zusätzliches Potenzial für die Dekarbonisierung 95 %

Die Erfassung des Potenzials, das für lokale erneuerbare Energien und Abwärme zur Verfügung steht, erfolgte über verschiedene offizielle Quellen, um eine möglichst vollständige und zuverlässige Darstellung zu gewährleisten. Als territoriale Grenze wurde die der Autonomen Provinz Bozen angenommen¹, mit besonderem Augenmerk auf die Gebiete, in denen sich die bestehenden Fernheizwerke befinden, und vor allem auf die 14 Werke, die als vorrangig für Dekarbonisierungsprozesse identifiziert wurden.

¹ Bei Biomasse, einer programmierbaren, transportablen und speicherbaren erneuerbaren Energiequelle, wurde auch auf ein größeres territoriales Einzugsgebiet verwiesen, das mit einem Radius von 80 Kilometern in Bezug auf eine baryzentrische Position auf dem Provinzgebiet definiert ist, in dem sich die Fernheizwerke befinden. Dieser Ansatz, der auf einem Kriterium der Nachhaltigkeit und Angemessenheit basiert, hat es ermöglicht, die Analyse auch auf benachbarte Gebiete außerhalb des Bundeslandes (d.h. die Provinzen Trient und Belluno) und außerhalb des Landes (d.h. Südösterreich) auszudehnen, wobei gleichzeitig versucht wird, eine ausgewogene Nutzung von forstwirtschaftlichen Nebenprodukten zu gewährleisten und die Transportkosten und Umweltauswirkungen zu begrenzen.

Die Verfügbarkeit von Biomasse wurde detailliert analysiert, indem verschiedene verfügbare Datenbanken verglichen wurden. Als wichtigste alternative Wärmequellen wurden ebenfalls die Umgebungswärme (Luft, Oberflächen- und Grundwasser sowie oberflächennaher Untergrund), Geothermie, Solarthermie und Abwärme analysiert.

Die Bewertung der Umgebungswärme wurde qualitativ durchgeführt, mit dem Ziel, das Vorhandensein günstiger Bedingungen für den Einsatz von Wärmepumpen zu überprüfen, unter Berücksichtigung der wichtigsten Einschränkungen und Möglichkeiten.

Für die Geothermie wurde ein thermischer potenzieller Wert aufgrund von nationaler und europäischer Ebene verfügbaren Daten ermittelt.

Für die Solarthermie wurde der GeoBrowser der Provinz Bozen verwendet und mittels eines durchschnittlichen Umwandlungswirkungsgrads ein nützliches theoretisches Potenzial berechnet, das dann zur Abschätzung der für die Kollektoren benötigten Fläche verwendet wurde, um aufzuzeigen, in welchen Fällen diese Technologie im städtischen Bereich und den technisch verfügbaren Flächen kompatibel sein könnte.

Was schließlich die Abwärme betrifft, so wurde auf die aktuelle Studie von *Eurac Research* Bezug genommen, aus der nützliche Daten über potenzielle Produktionsstandorte und die Verfügbarkeit von Abwärme verwendet werden.

Für alle angegebenen Ressourcen stellen die gesammelten und analysierten Daten das theoretische Potenzial dar, das zur Verfügung steht: Es handelt sich also um Maximalwerte, die unter idealen Bedingungen erzielt werden können, wobei praktische, ökologische, technische, genehmigungsrechtliche oder wirtschaftliche Aspekte noch nicht berücksichtigt worden sind, die in späteren Analysen bewertet werden müssen.

5. Wichtigste Ergebnisse zum verfügbaren Potenzial zur Dekarbonisierung

Tabelle 1 bietet eine Zusammenfassung der Verfügbarkeit von Biomasse auf der Grundlage der verschiedenen verwendeten Quellen und einen Vergleich mit dem Wärmebedarf.

Tabelle 1. Biomasse: Synthese und Vergleich der mit den verschiedenen verwendeten Instrumenten erzielten Ergebnisse

Schätzung m ³ Rundholz /Jahr	Schätzung kt/Jahr	Schätzung GWh/Jahr	Bezugsgebiet	Quellen/Anmerkungen
809.880	327	1080	Südtirol	Aktueller Hiebsatz - Land- und Forstwirtschaftsbericht 2023 (40% Hiebsatz)
1.300.448 (+490.568)	525	1733	Südtirol	Geschätzte Verfügbarkeit (Hypothese mit einem Hiebsatz von 65% auf Zuwachs) ²
1.151.211	465	1534	Südtirol	Verfügbarkeitsschätzung - Bioraise
1.248.050 (+ 96.840)	504	1663	Gebiet mit einem Umkreis von 80 km	Verfügbarkeitsschätzung - Bioraise
961.212	388	1281	Nicht-italienische Nachbarregionen	Schätzung der Verfügbarkeit - Peta 4.3

² Nach einer konservativeren und realistischeren Schätzung könnte sich die Gesamtgewinnung in den kommenden Jahren bei etwa 700.000 – 800.000 Kubikmetern pro Jahr einpendeln.

Theoretisch entspräche eine Steigerung der Entnahme um bis zu **65 %³** des natürlichen Wachstums einer Verfügbarkeit von etwa 1.300.000 Kubikmetern pro Jahr, also etwa 525.000 Tonnen und 1.733 GWh Primärenergie. Nach einer konservativeren und realistischeren Schätzung könnte sich die Gesamtgewinnung in den kommenden Jahren bei etwa 700.000 – 800.000 Kubikmetern pro Jahr einpendeln.

Das zusätzlich notwendige Potenzial, wenn das 95%-Dekarbonisierungsziel bis 2030 nur durch den verstärkten Einsatz lokaler Waldhackschnitzel erreicht werden würde, würde bei rund 280.626 m³ Rundholz liegen. Bei einem PCI von 3,3 kWh/kg, einer Dichte von ca. 404 kg/m³ Rundholz und einem durchschnittlichen thermischen Umwandlungswirkungsgrad von 85 % entspricht dies ca. 374 GWh/Jahr an zusätzlicher Primärenergie. Letztlich müsste die örtliche Entnahme von ca. 40 % auf 55 % gesteigert werden, also insgesamt 1.090.506 m³ Rundholz.

In Bezug zu den anderen Quellen kann folgendes zusammengefasst werden:

- Vorhandensein von Flüssen, Bächen und natürlichen oder künstlichen Seen;
- Wasserkraftwerke, die Wasser stromabwärts ablassen, das aus den Turbinen austritt und Restwärme liefern könnte, die mit Wärmetauschern genutzt werden kann;
- Das reichlich vorhandene Grundwasser könnte theoretisch mit Filterbrunnen zur Versorgung zentraler Wärmepumpen genutzt werden;
- in 10 der 14 Werke (alle außer Bruneck-Gais-Percha und vor allem Bozen, Brixen und Meran) sind für eine weitere Dekarbonisierung solare Sonneneinstrahlungsflächen erforderlich; es sind weitere technisch-wirtschaftliche Machbarkeitsprüfungen notwendig, einschließlich saisonaler Speichersysteme;
- konkrete Verfügbarkeit von 30 % der gesamten Abwärme (274 GWh/Jahr, davon 64 GWh/Jahr mit ausreichender Temperatur für die direkte Rückgewinnung und 210 GWh/Jahr mit Wärmepumpenrückgewinnung), wie aus der aktuellen Studie von Eurac Research hervorgeht.

6. Eigenschaften der 14 Anlagen, die einer weiteren Dekarbonisierung unterzogen werden sollen, und mögliche Eingriffe

In Tabelle 3 sind die Merkmale der 14 Anlagen aufgeführt, für die koordinierte Lösungen zur Effizienzsteigerung und Integration von erneuerbaren Energien und Abwärme geplant werden sollen, wobei die Kombinationen vor Ort von Fall zu Fall zu prüfen sind. Generell könnten die Strategien bis 2030 wie folgt ausgerichtet werden:

- **Reduzierung der zu erzeugenden Wärme um 25 %** bei gleichem Wärmebedarf dank Eingriffen zur Optimierung der aktuellen Betriebsbedingungen (Optimierung der Verwaltung und Steuerung, Einbau oder Erweiterung von Wärmespeichersystemen, Maximierung der durch die Verbrennung von Biomasse erzeugten Wärme).
- **Ersatz von 50 % der fossilen Wärmeherzeugung durch Erzeugung aus** lokal verfügbaren erneuerbaren Quellen, d. h. Holzbiomasse (40 %) und Solarthermie (10 %). Dies würde bedeuten, dass etwa 45.000 t/Jahr mehr Holz als derzeit verwendet werden müssten und etwa 41.000 m² für thermische Solaranlagen vorgesehen werden müssten.

³ Dieser Wert entspricht dem europäischen Durchschnitt laut dem Bericht Forest Europe, State of Europe's Forests 2020.

- **Ersatz von 25 % der fossilen Wärmeherzeugung durch** Hochtemperatur-Abwärme und andere thermische Energie, die von Wärmepumpen erzeugt wird, die mit Niedertemperatur-Abwärme und/oder Umgebungswärme betrieben werden⁴.

Diese Annahmen sind als rein indikativ zu betrachten und **müssen durch punktuelle Bewertungen untermauert werden, die von Fall zu Fall vorzunehmen sind**⁵.

⁴ Diese Option könnte insbesondere für den Fall von Bozen geprüft werden, dessen Gebiet auf der Grundlage der von *Eurac Research durchgeführten Studie* das Gebiet mit dem reichsten an Abwärme wäre und den Einsatz von etwa 20-30 GWh/Jahr an in Südtirol erzeugtem erneuerbarem Strom erfordern würde.

⁵ Mögliche Synergien mit der thermischen Abfallbehandlung, der Abwasserbehandlung sowie Biogas- und Biomethanherzeugungsanlagen könnten Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Tabelle 3. Hauptmerkmale von Fernheizkraftwerken, die untersucht werden, da sie durch einen Anteil an Wärme aus erneuerbaren Quellen < 95 % gekennzeichnet sind

#	Anlagen	Länge des Netzes	Netzverluste	Erzeugte Wärme	Verkaufte Wärme	Lineare Dichte (bei verkaufter Wärme)	Wärme aus erneuerbaren Energien	Anteil fossiler KWK	Anteil der Abwärme	Anteil der Wärme aus erneuerbaren Energien	Anteil der Wärme, der dekarbonisiert werden soll	Anteil der Wärme, der dekarbonisiert werden soll (95% EISEN)
		km	%	MWh	MWh	kWh/m	MWh	%	%	%	%	MWh
1	Klausen	13,60	21%	16.582	12.939	951	11.857	26%	0%	72%	23%	3.896
2	Naturns	1,00	18%	3.483	2.864	2.864	210	0%	0%	6%	89%	3.099
3	Terlan	2,90	21%	3.462	2.727	940	2.691	18%	0%	78%	17%	598
4	Sarnthein	17,77	29%	15.380	10.609	597	7.592	0%	51%	49%	46%	7.019
5	Bruneck	142,50	17%	172.025	141.817	995	136.508	14%	0%	79%	16%	26.916
6	Schlanders	30,70	22%	34.086	26.444	861	22.613	21%	0%	66%	29%	9.769
7	Vahrn	28,48	25%	51.592	18.734	658	45.366	7%	0%	88%	7%	3.646
8	Brenner	1,40	10%	7.057	6.357	4.541	6.260	0%	0%	89%	6%	444
9	Bozen	56,84	14%	130.466	109.172	1.921	52.746	55%	0%	40%	55%	71.197
10	Meran	57,85	10%	118.489	100.222	1.732	9.043	64%	0%	8%	87%	103.521
11	Brixen	117,89	18%	104.074	107.162	909	14.253	44%	0%	14%	81%	84.617
12	Kardaun	2,00	20%	1.571	1.259	630	0	0%	0%	0%	95%	1.492
13	Lajen	7,10	25%	6.145	4.623	651	5.789	0%	0%	94%	1%	49
14	Sterzing	58,88	17%	80.597	60.714	1.031	74.940	0%	0%	93%	2%	1.627
	Gesamt/ Durchschnitt	538,9	19%	745.009	605.643	1.124	389.868	36%	1%	52%	43%	317.890

7. Abschätzung der wirtschaftlichen, energetischen- und ökologischen Auswirkungen

Die **wirtschaftlichen Auswirkungen** wurden grob geschätzt, ohne Berücksichtigung der Verwaltungskosten und anderer wirtschaftlicher und finanzieller Parameter. Die hypothetischen Investitionen entsprechen rund 145 Millionen Euro; Bei Annahme einer einfachen Amortisationszeit der Gesamtinvestition von 15 Jahren wäre dies eine jährliche Rate von etwa 10 Millionen Euro. Basierend auf den Randbedingungen und Marktentwicklungen könnten diese Maßnahmen zu Einsparungen bei den Betriebskosten zwischen -4 (das ungünstigste Szenario und nur auf zusätzlicher Biomasse basierend) und 29 Mio. EUR pro Jahr (das realistischste Szenario auf der Grundlage mehrerer erneuerbarer Energien und Abwärme) führen, wenn man die aktuellen Bedingungen mit den für 2030 angenommenen Bedingungen vergleicht.

Ebenso könnte die Bewertung der potenziellen **Energie- und Umweltvorteile** aufgrund der Dekarbonisierung der 14 Anlagen zu einer Einsparung von etwa 60.000 bis 80.000 tCO₂/Jahr an klimaschädlichen Emissionen und etwa 300 bis 400 GWh/Jahr an fossiler Primärenergie führen (je nach Annahmen).

Diese Ergebnisse gewährleisten auch die **Einhaltung der Rechtsvorschriften**, da die nichtfossile Quote und der CO₂-Emissionsfaktor derzeit und bis 2030 die vollständige Einhaltung der in der Richtlinie 2023/1791 festgelegten Grenzwerte ermöglichen würden.

Darüber hinaus gäbe es **weitere Auswirkungen**, die vertiefend bewertet werden müssten, und zwar in Bezug auf:

- Emissionen gasförmiger Makro- und Mikroverunreinigungen aus der Verbrennung (Staub, NO_x usw.);
- Veränderung der städtischen und nichtstädtischen Landschaft im Zusammenhang mit den vorgeschlagenen Eingriffen;
- Förderung der technologischen Innovation, der Entwicklung und Konsolidierung der lokalen Wirtschaft;
- Gesundheit, Lebensqualität und Gemeinschaftsgefühl der lokalen Bevölkerung.

8. Schlussfolgerung

Südtirol zeichnet sich seit jeher durch eine nachhaltige Energiepolitik aus, und daraus hat sich die Fernwärme entwickelt. Biomasse wurde in den Mittelpunkt des Energiesystems des Landes gestellt, was zu interessanten und positiven Synergien mit den jeweiligen Wirtschafts- und Sozialsystemen sowie zu einer bedeutenden Steigerung der Nutzung erneuerbarer Wärmequellen führt. Die Verbreitung, vor allem kleiner Fernwärmeanlagen ist ein Zeichen für die nachhaltige Nutzung lokal vorhandener Ressourcen und der Stärkung des lokalen Gemeinschaftsgefühls.

Die technologische Entwicklung könnte die Effizienz der Verteilungsnetze und Speichersysteme unterstützen, die Öffnung für neue Energieparadigmen, die in der Lage sind, alle vor Ort verfügbaren Energieressourcen zu integrieren, und gegebenenfalls auch DHC-Systeme (District Heating and Cooling) in städtischen Gebieten vorschlagen, um einen möglichen Bedarf an Sommerklimatisierung zu decken. In diesem Zusammenhang ist die Interaktion der Systeme mit den Nutzern von besonderer Bedeutung, um das Bedarfsmanagement zu optimieren, insbesondere in Hinblick auf die Kontrolle der Raumtemperatur in den Gebäuden.

Es ist anzustreben, dass das Ziel von 95 % bis 2030 zunächst durch die Umsetzung einer Reihe von Maßnahmen zur Verdichtung und Effizienzsteigerung sowie durch die Ermittlung eines

ausgewogenen Mix aus erneuerbaren Energien und verfügbarer Abwärme verfolgt wird, um eine überhöhte Biomasseentnahme aus den Südtiroler Wäldern zu vermeiden.

Bei der Festlegung der Fördermechanismen, die entsprechend den lokalen Besonderheiten anzupassen sind, müssen nicht nur die offensichtlichen technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen berücksichtigt werden, sondern auch die Bestimmung des konkret verfügbaren Potenzials, die Marktbedingungen, die Verfügbarkeit von Daten, der Rechtsrahmen und die Schaffung von Netzwerken strategischer Akteure.