

Energieversorgung KEM Vorderland-Feldkirch

Potenziale erneuerbarer Energien

17.10.24



Aufgabenstellung und umgesetzter Leistungsumfang

Auf Basis mehrerer Studien und Erhebungen sollen die Potenziale nicht fossiler Energiequellen zusammengefasst dargestellt und die sinnvolle Verwendung dieser Quellen erarbeitet werden. Dabei soll bzgl. Energiebedarf sowohl der Status quo, als auch ein Zukunftsszenario (2040) betrachtet werden.

Die Potenziale der erneuerbaren Energien wurden teilweise bereits erhoben, teilweise mussten sie noch erhoben bzw. abgeschätzt werden.

Der Status quo wurde in einem Energieflussdiagramm dargestellt, um auf dieser Basis die zukünftige, gesamthaft sinnvolle Verwendung der Erneuerbaren einzubauen.

Dabei wurde auch – ergänzend zum vereinbarten Auftragsumfang – die Mobilität berücksichtigt.

Datengrundlagen

Zugrundgelegte Studien und Untersuchungen:

- Brennholzstrategie Vorarlberg
- Abwärmepotenzialstudie Vorarlberg
- Potenzialanalyse Abwasserwärme Stadt Feldkirch
- Potenzialstudie Abwasser ARA Meiningen
- Vorstudie Tiefen-Geothermie Land Vorarlberg
- Studie Windenergiepotenzial Vorarlberg
- Grobstudie Kleinwasserkraft Frödisch-Enge
- Technische Beschreibung Trinkwasser-Kraftwerk Sulz
- Datenerhebung zur Nutzung Mühlbach

GIS-basierte Auswertungen:

- Wärmebedarfe
- PV-Potenzial auf Gebäuden
- Waldflächen und -vorrat

Weitere Daten- und Informationsquellen:

- Energieflussdiagramm Vorarlberg, 2021
- Interview Hansjörg Mathis (Windkraft Feldkirch)
- INVEKOS-Datenbank (Biogas Landwirtschaft)
- Website Stadtwerke Feldkirch, Kraftwerkspark
- ARA Jahresbericht 2022

Angewandter Schlüssel Vorderland / Vorarlberg:

16,9% (69.400/410.000)

Interpretation der Studien und Untersuchungen

- Brennholzstrategie Vorarlberg, Waldflächen und -vorrat (GIS-basiert)
 - Verwendung von Brennholz in Einzelfeuerungen soll tendenziell sinken:
 - von derzeit 500 GWh (Primärenergie) auf ca. 400 GWh
 - das entspricht einem Einsatz von 68 GWh im Vorderland
 - Verwendung von Brennholz in Heizwerken kann noch ausgebaut werden:
 - von derzeit 400 GWh (Primärenergie) auf ca. 530 GWh
 - das entspricht einem Einsatz von 90 GWh im Vorderland
 - der derzeitige Bedarf in den Heizwerken des Vorderlands wird mit rund 40 GWh Primärenergie abgeschätzt
 - Bei lokaler Betrachtung stünde der Region deutlich weniger Wald zur Verfügung:
 - auf einer bestockten Waldfläche von 5238 ha (Vorarlberg: 63000 ha) befinden sich 3,08 Mio Vorratsfestmeter (Vorarlberg: 25,9 Mio Vfm), also 11,9%
 - gegenüber dem Landesdurchschnitt (411 Vfm/ha) ist der Wald im Vorderland mit knapp 600 Vfm/ha aber überdurchschnittlich bestockt; mehr als die Hälfte des Vorrats befindet sich in Gebieten mit >750 Vfm/ha
 - speziell in diesen Gebieten wäre eine Verjüngung und somit ein Vorratsabbau sinnvoll
 - aufgrund der überregionalen Wertschöpfungskette und der damit verbundenen Holzströme scheint die lokale Betrachtung aber dennoch nicht angebracht
- Bei gleichzeitiger Zurückdrängung von Einzelfeuerungen ist der Ausbau von Biomasse-Heizwerken bis zu einem Volumen von maximal 90 GWh Primärenergie vertretbar
- Die gemäß Landesstrategie zu forcierende Kraft-Wärme-Kopplung bietet sich aufgrund von Größe und Alter der Heizwerke nur in Rankweil (Letze) an → Ausbau von derzeit 10 GWh_{th} auf ca. 8 GWh_{el} und 10 GWh_{th}

Interpretation der Studien und Untersuchungen

- **Abwärmepotenzialstudie Vorarlberg**
 - Gemäß Studie liegt das gesamte Potenzial an wirtschaftlich nutzbarer, industrieller Abwärme bei 437 GWh
 - bevölkerungsaliquot würde das einer Menge 74 GWh entsprechen
 - allerdings ist die Industrie im Vorderland generell unterrepräsentiert: gemäß Mitarbeiteranzahl der Top-100-Betriebe befinden sich ca. 8% der Industrie-Betriebsleistung im Vorderland
 - alleine hierdurch ergibt sich eine Halbierung des Potenzials (ca. 35 GWh)
 - außerdem sind potenzielle Abwärmelieferanten (mit hohem Prozesswärmebedarf) regional sehr ungleich verteilt (Großteil im Walgau)
 - Auf Basis einiger einzelner Unternehmensinformationen und weiteren Abschätzungen wird das Potenzial hier mit 15 GWh limitiert
 - Allerdings liegt es nahe, die Abwärme von Betrieben in der unmittelbaren Nachbarschaft (Frastanz) zu nutzen, da diese großen Abwärmemengen lokal nicht benötigt werden können. Die Lieferung nach Feldkirch ist sogar Voraussetzung für die wirtschaftliche Umsetzung der Abwärmennutzung. Abgeschätzt wird eine nutzbare Wärmemenge von 40 GWh
- **Potenzialanalyse Abwasserwärme Stadt Feldkirch**
 - Innerhalb des Stadtgebiets kann Abwasserwärme sinnvoll an 2-3 Stellen genutzt werden
 - Das Leistungsangebot fluktuiert mit rund 500 bis 2000 kW relativ stark, sodass die Nutzbarkeit in hohem Maße von der Einbindung in das Wärmenetz abhängt: je größer das Wärmenetz, umso größer der nutzbare Anteil
 - Als effektiv nutzbare Wärme aus diesen Quellen wird vorsichtig 5 GWh angesetzt

Interpretation der Studien und Untersuchungen

- Potenzialstudie Abwasser ARA Meiningen
 - Die Bandbreite für die zur Verfügung stehende Leistung liegt bei 4-7 MW
 - Das theoretische Potenzial beträgt damit 35-60 GWh
 - Durch wirtschaftliche Optimierung der Wärmepumpe und Abschläge für nicht nutzbare Sommerwärme reduziert sich das Potenzial auf min. 20 GWh
- Potenzial Abwasser ARA Vorderland
 - Hierzu liegt keine Studie vor
 - Abschätzung auf Basis der durchschnittlichen Abwassermenge in Relation zur ARA Meiningen (20%): ca. 5 GWh
- Vorstudie Tiefen-Geothermie Land Vorarlberg
 - Quantitativ wird hier auf eine Vorstudie aus Liechtenstein referenziert
 - Das Wärmepotenzial wird mit 70 GWh/a beziffert
 - Wieviel davon in der Region Vorderland genutzt werden könnte, ist unklar
 - Außerdem gilt das Potenzial als nicht gesichert; aufwändige (kostspielige) Voruntersuchungen sind erforderlich
 - Aus diesem Grund wird ein Potenzial 55 GWh/a nur in einer Variante dargestellt

Interpretation der Studien und Untersuchungen

- Studie Windenergiepotenzial Vorarlberg
 - Landesstudie weist im Raum Feldkirch potenzielle Standorte aus
 - Stadtwerke Feldkirch führen seit 8 Monaten Messungen an zwei Standorten aus; finale Ergebnisse stehen noch aus
 - Lt. vorläufiger Einschätzung Hansjörg Mathis kommt der Standort „Vorderälpele“ nicht in Frage; Standort „Illspitz“ könnte interessant sein
 - Potenzial wird mit 10 GWh abgeschätzt
- Grobstudie Kleinwasserkraft Frödisch-Enge
 - Das Potenzial wird mit 0,8 bis 0,9 GWh ausgewiesen
- Technische Beschreibung Trinkwasser-Kraftwerk Sulz
 - Wurde bereits realisiert (Jahreserzeugung 0,3 GWh)
- Datenerhebung zur Nutzung Mühlbach
 - ca. 0,8 GWh werden bereits erzeugt; an zwei weiteren Standorten wird ein Potenzial von insgesamt 0,7 GWh ausgewiesen
- PV-Potenzial auf Gebäuden
 - alle Dächer $>15 \text{ m}^2$ / Strahlungseintrag $> 700 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - Dachflächenabschlag von 40%
 - Moduleffizienz 15%
 - Gesamtpotenzial 422 GWh

Abschätzung weiterer Potenziale

- Biogas
 - Die (Gesamt-)Potenziale aus den einzelnen Bereichen werden wie folgt abgeschätzt:
 - Landwirtschaft 17 GWh
 - Lebensmittelindustrie 5 GWh
 - ARA Meiningen 13 GWh (derzeit: BHKW mit 630 kW_{el}; ca. 6000 Betriebsstunden)
 - Gesamtpotenzial also 35 GWh
- PV außerhalb von Gebäuden
 - Weitere Potenziale sind auf Infrastrukturbauten (z.B. Parkplätze, Schätzung 20 GWh) und in Form von Agri-PV (Schätzung 15 GWh) zu finden
- Saisonale Wärmespeicherung in Baggerseen
 - Drei Seen mit einem Volumen von jeweils 2 bis 3 Mio. m³ wurden benannt
 - Nutzbarkeit als Wärmespeicher zweifelhaft (tlw. noch in Nutzung, tlw. Badeseen)
 - Funktionalität als Wärmespeicher ebenfalls unklar, bzw. zu untersuchen (Abdichtungen, Dämmungen, etc.) *Klärung folgt.*
 - Um die restliche sommerliche Abwärme (Industrie, ARA) zu speichern, würde ein Volumen von 600.000 bis 800.000 m³ ausreichen
 - Aufgrund der Unwägbarkeiten wird die saisonale Speicherung in den Szenarien aber nicht abgebildet

Limitierungen: Wärme aus Erneuerbaren

- Die Potenziale der Abwärme, der Tiefengeothermie und der Biomasse-Wärme aus Heiz(kraft)werken müssen in Wärmenetzen genutzt werden
- Für die Ausrollung von Wärmenetzen sollte die Wärmebedarfsdichte (heute) bei mindestens 300 MWh/ha liegen, um einen wirtschaftlichen Betrieb – der noch von weiteren Faktoren abhängt – zu ermöglichen. Dies ist in vielen Kommunen des Vorderlands der Fall:

Kommune	Wärmebedarf heute (GWh)	Abschätzung Wärmenetztauglichkeit (>300 MWh/ha) / Anschlussgrad	Potenzielle Wärmelieferung heute (GWh)	Potenzielle Wärmelieferung Zukunft
Feldkirch	285	40% / 80%	91	78
Rankweil	140	40% / 80%	45	38
Meiningen	26	35% / 80%	7	6
Sulz	32	40% / 80%	10	9
Röthis	30	40% / 80%	10	8
Klaus	43	35% / 80%	12	10
Summen	556		175	149

Der zukünftige Wärmebedarf wurde gegenüber heute um 15% niedriger eingeschätzt.

- Sanierungstätigkeit und globale Erwärmung führen zur Reduktion (~ -25%)
- Zusätzliches Volumen von 20% (Neubaurate ca. 1,5%/Jahr) mit besserem thermischem Niveau aufweist (~ +10%)

Limitierungen: Wärme aus Erneuerbaren

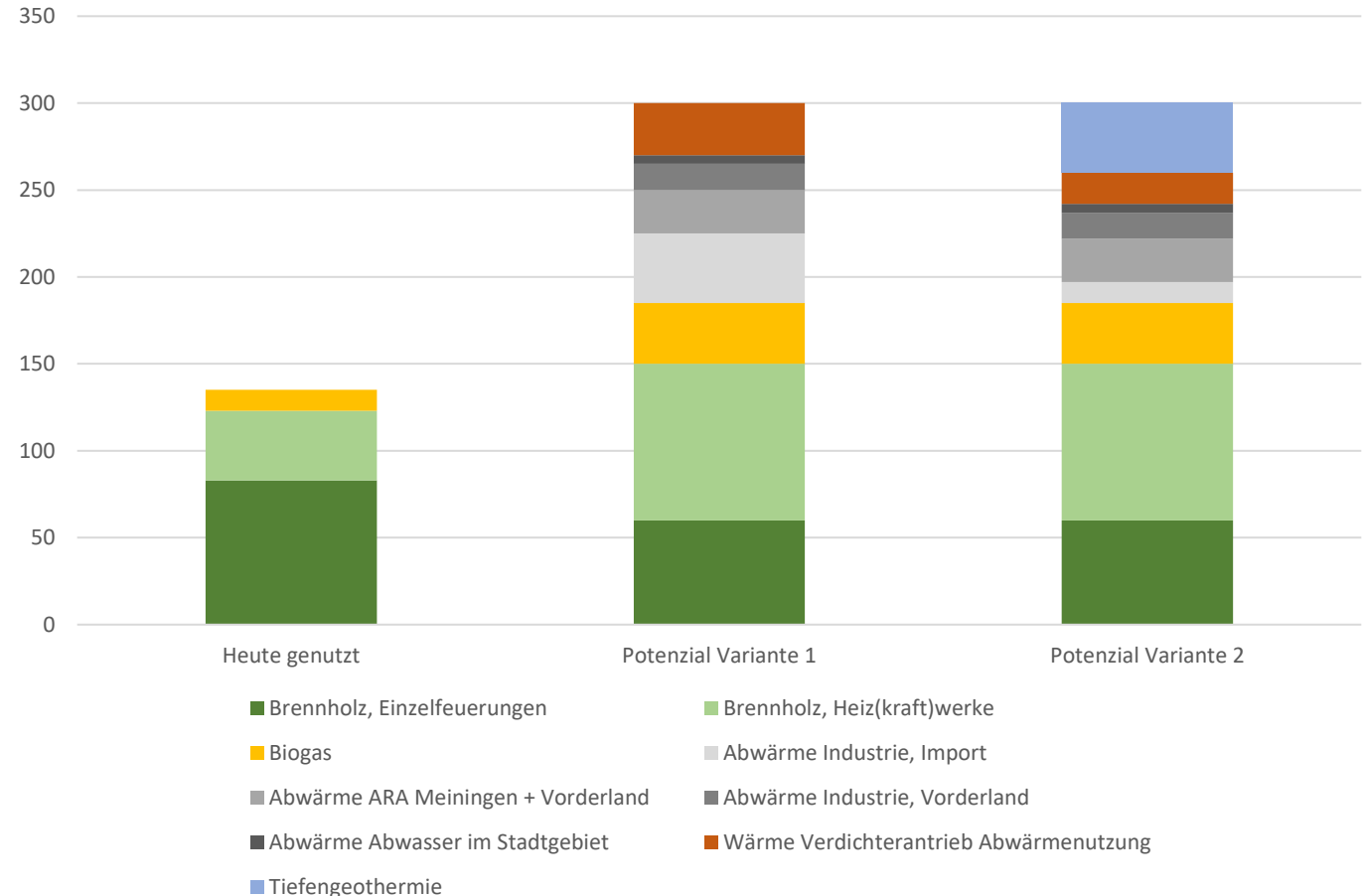
- Tiefengeothermie steht ganzjährig, Abwärme leicht sommerlastig zur Verfügung; im Winter auch mit Unterbrechungen (Industrie)
- Um diese Potenziale möglichst optimal nutzen zu können, sollte im Winter Brennholz als Ergänzung und Biogas als Spitzenlast eingesetzt werden
- Wenn der Anteil an Abwärme, bzw. Tiefengeothermie bei insgesamt 50 bis 60% des Jahresbedarfs liegt, können die Potenziale zu ca. 70-80% genutzt werden. Die restlichen 40 bis 50% werden durch Brennholz und zu einem kleinen Teil (5%) Biogas abgedeckt.
- Das erfordert neben einer moderaten Steigerung des Brennholzeinsatzes auch eine gewisse Verlagerung des gegenwärtigen Verbrauchs weg von Einzelfeuerungen hin zu Heizwerken.

- Insgesamt sind die Potenziale von Abwärme (Industrie, ARA, städtischer Abwasserkanal) und Tiefengeothermie deutlich größer als 60% des Bedarfs in den Wärmenetzen. Die Tiefengeothermie wird deshalb als Variante zur teilweisen Abwärmennutzung dargestellt.
- Um möglichst viel dieses Wärmepotenzials nutzen zu können, sollte der Ausrollung von Wärmenetzen hohe Priorität eingeräumt werden.
- Die erforderliche Wärmeplanung ist unbedingt gemeindeübergreifend in Angriff zu nehmen, um das Wärmenetz wirtschaftlich, multimodal und dadurch auch redundant zu gestalten.

Zusammenfassung Potenziale: Wärme

- Gesamthaft könnte die Menge an nicht fossiler Wärme von 135 auf 300 GWh ausgebaut werden.
- Der größte Teil davon wird in Wärmenetzen genutzt.
- Für Einzelfeuerungen bleiben 68 GWh.
- Biogas wird nur zu einem Teil für die Spitzenlast in den Wärmenetzen benötigt (10 GWh).
- Ein weiterer Teil wird noch in der Industrie für Hochtemperatur-Prozesswärme benötigt (ca. 10 GWh); der Rest kann exportiert werden.

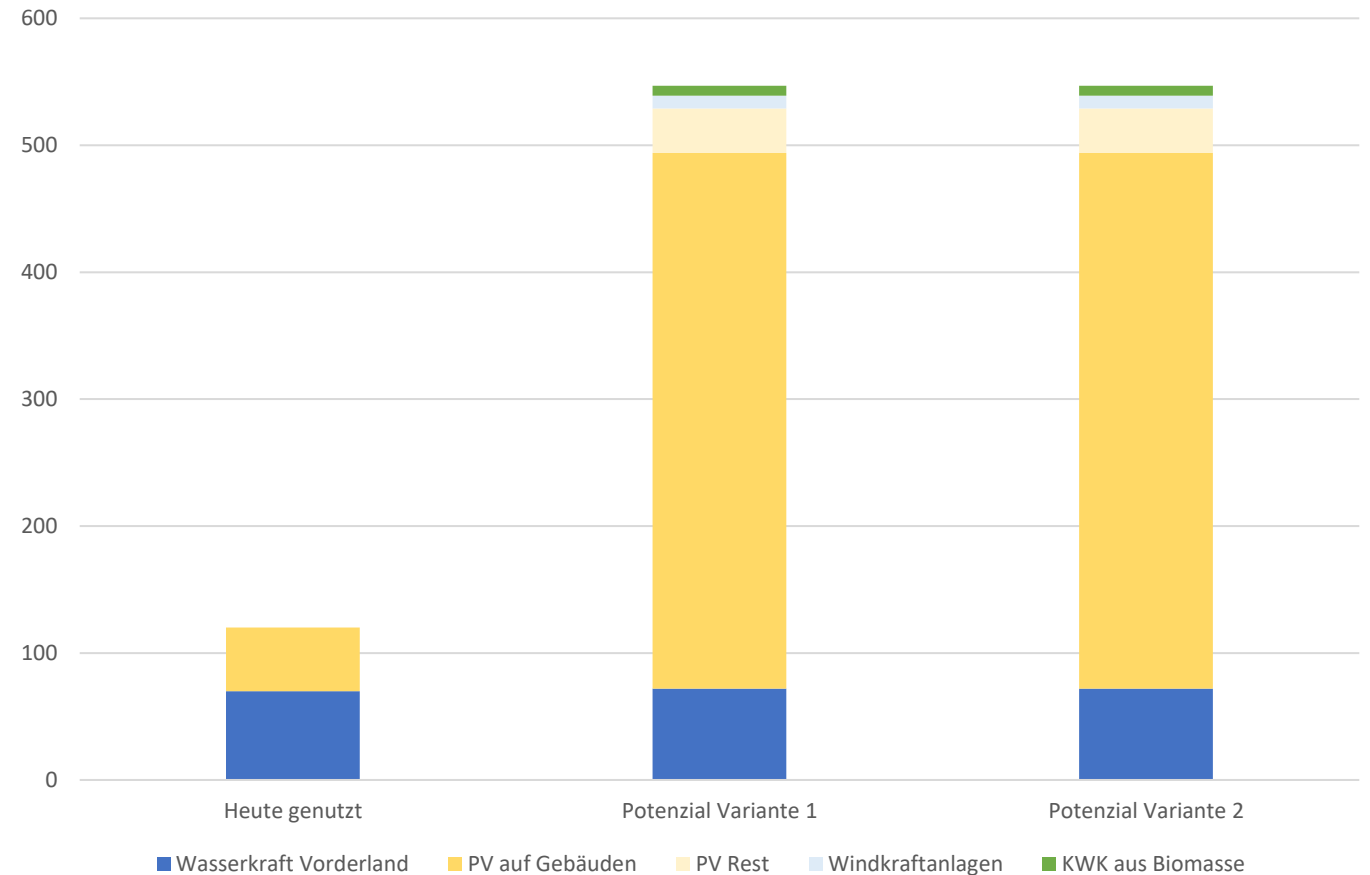
Erneuerbare für Wärme: Derzeitige Nutzung und Potenziale (GWh)



Zusammenfassung Potenziale: Strom

- Die Dominanz der PV ist klar ersichtlich:
- 95% des neu zu erschließenden Potenzials sind der PV (größtenteils auf Gebäuden) zuzuordnen
- Sowohl die Mengen aus Windkraft (10 GWh) als auch aus Biomasse-KWK (8 GWh) sind vergleichsweise niedrig – trotzdem ist der Ausbau sinnvoll, weil es sich um wertvollen Winterstrom handelt
- Das Potenzial an (sommerlastiger) Kleinwasserkraft ist mit <2 GWh hingegen vernachlässigbar.
- In den Szenarien genügt die Ausschöpfung von 75% des PV-Potenzials für bilanzielle Energieautonomie.

Erneuerbare für Strom: Derzeitige Nutzung und Potenziale



Wasserkraft „Heute genutzt“: Lauf-KW Illspitz (29 GWh), KW Mühletorplatz (12), KW Hochwuh (17), TW-KW Samina (1), ehem. Spinnerei / Hämmerle (10)



Glücksfall PV: Größtes Potenzial / niedrigste Kosten

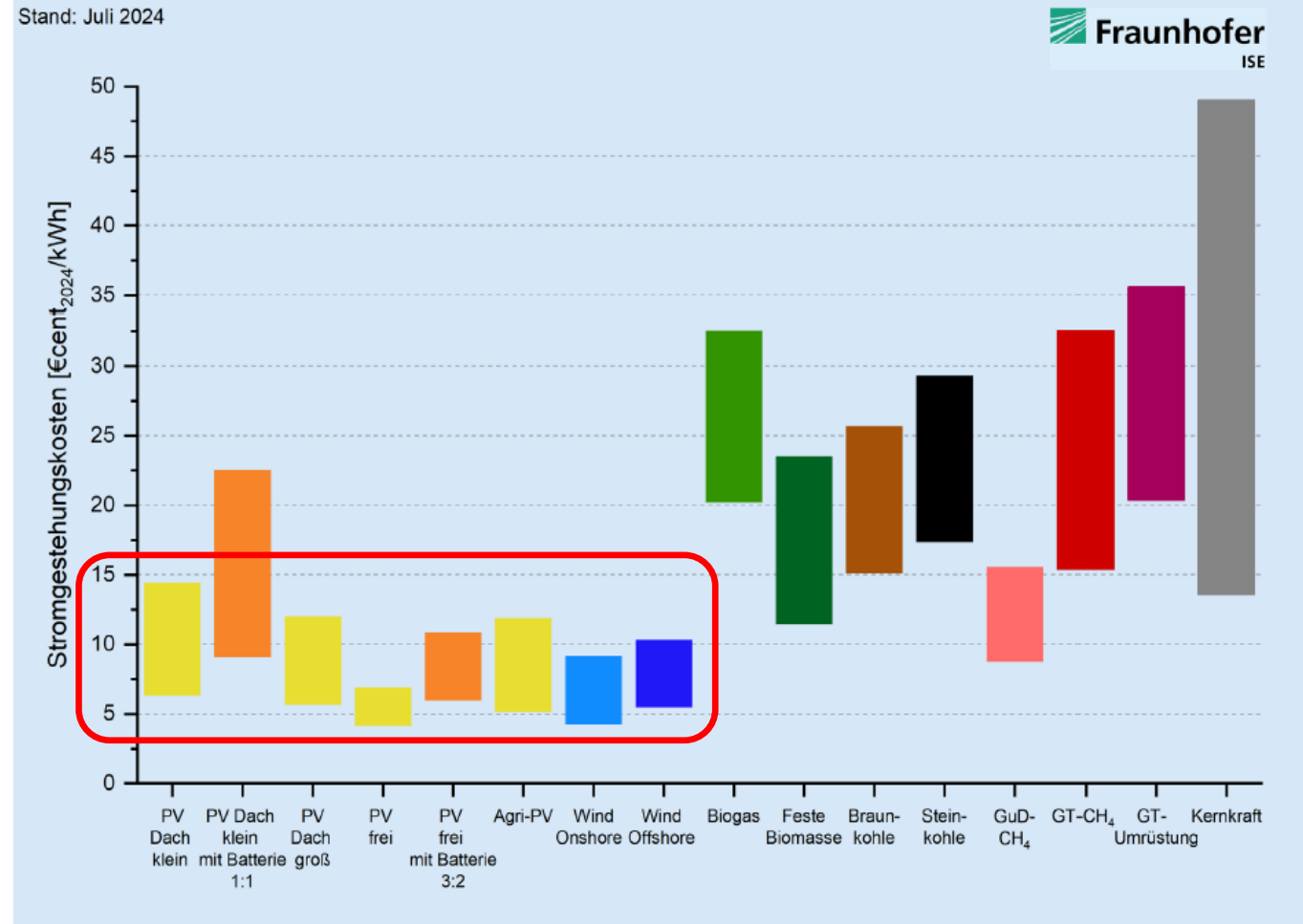


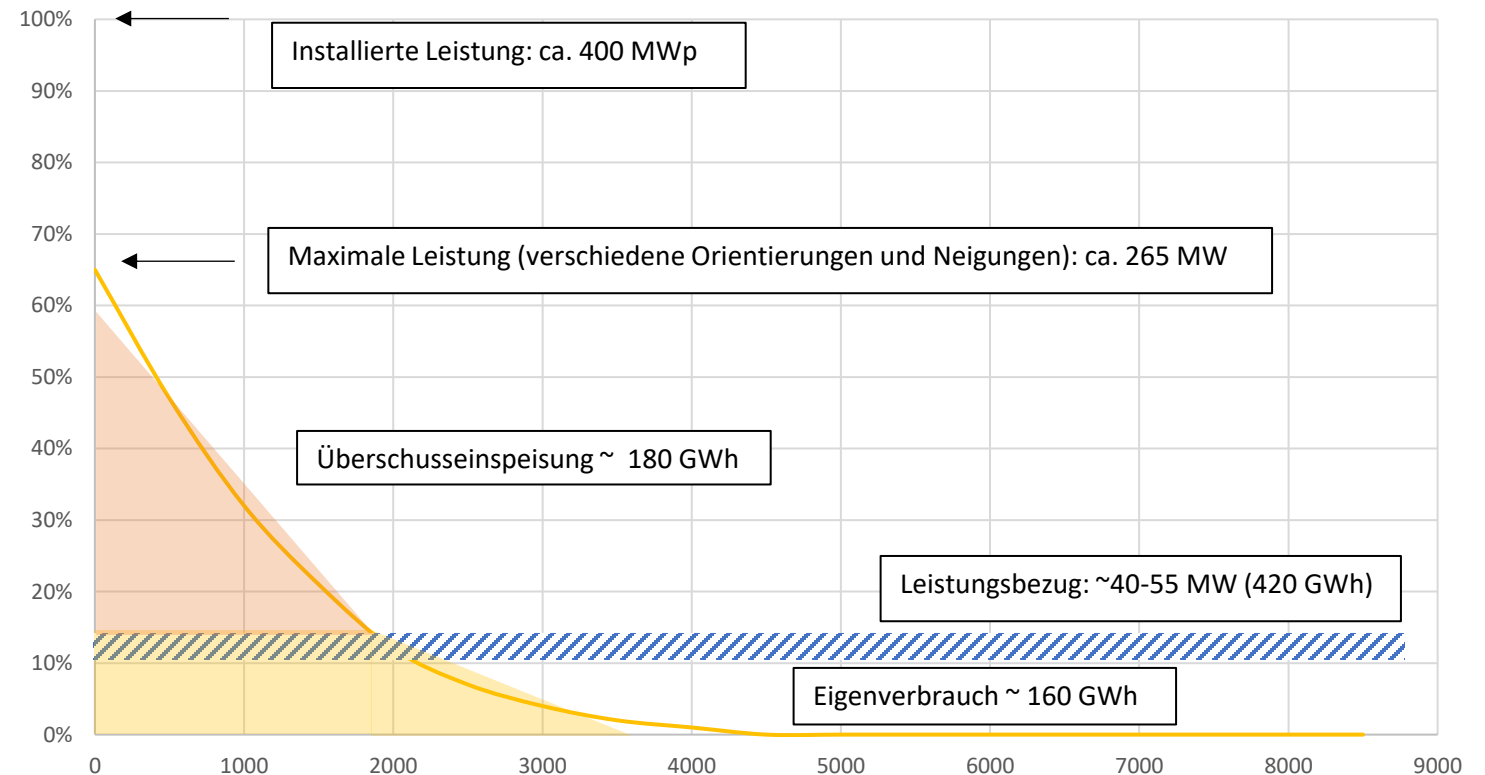
Abbildung 1: Stromgestehungskosten für Erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke an Standorten in Deutschland im Jahr 2024. Spezifische Stromgestehungskosten sind mit einem minimalen und einem maximalen Wert je Technologie berücksichtigt.

Quelle: Christoph Kost et al., Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien, 2024 (Fraunhofer ISE)

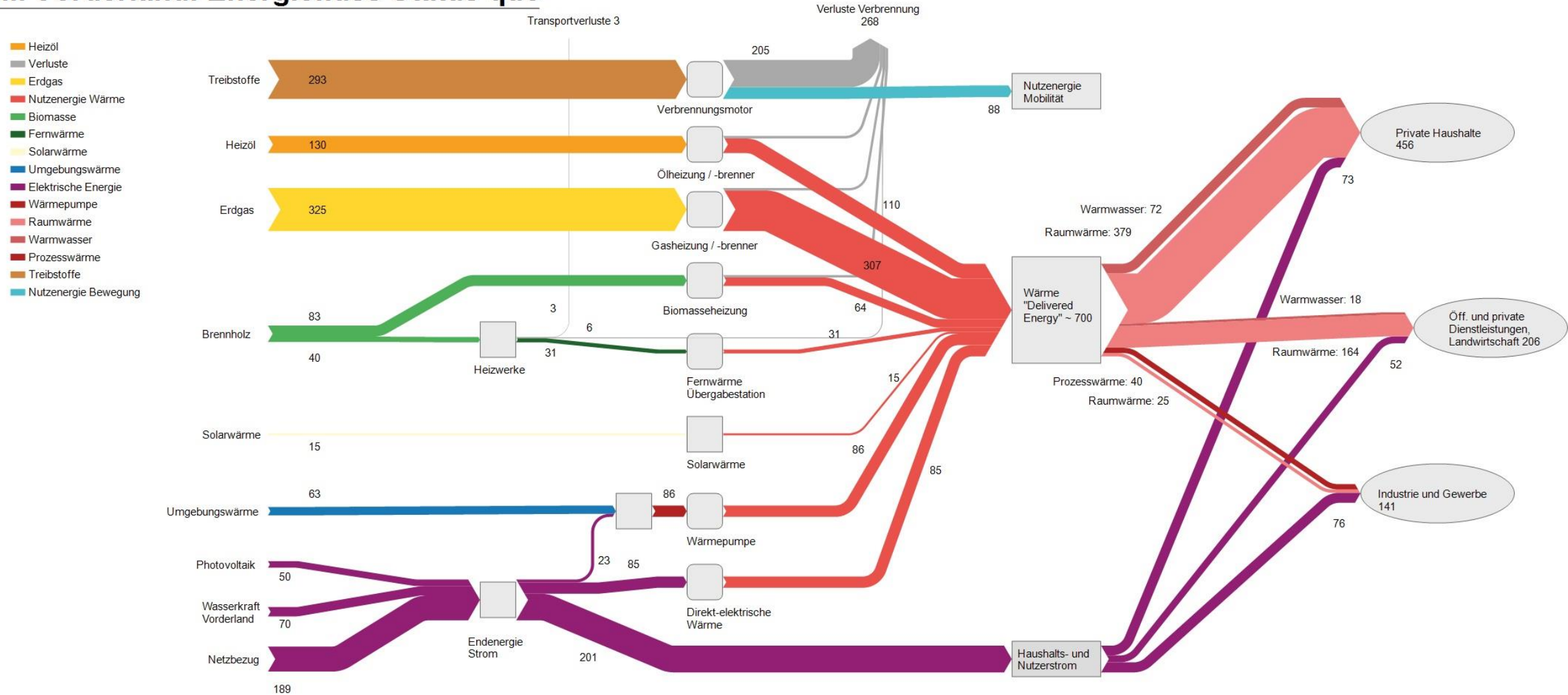
„Wie autark“ wird Vorderland-Feldkirch?

- Knapp die Hälfte der PV-Produktion könnte direkt (in der Region) verbraucht werden
- Mit Hilfe von Lastmanagement (insbesondere bei der E-Mobilität) und Batteriespeichersystemen kann die Eigennutzung um rund 50% erhöht werden
- Die Einspeisung des restlichen Überschusses dürfte allerdings problematisch werden, da der massive Ausbau auch über die Grenzen hinaus stattfindet
- Ob und in welcher Form sich Speichersysteme (H₂ mit Rückverstromung, theoretisch auch saisonale Wärmespeicher) regional etablieren werden, ist noch unklar.

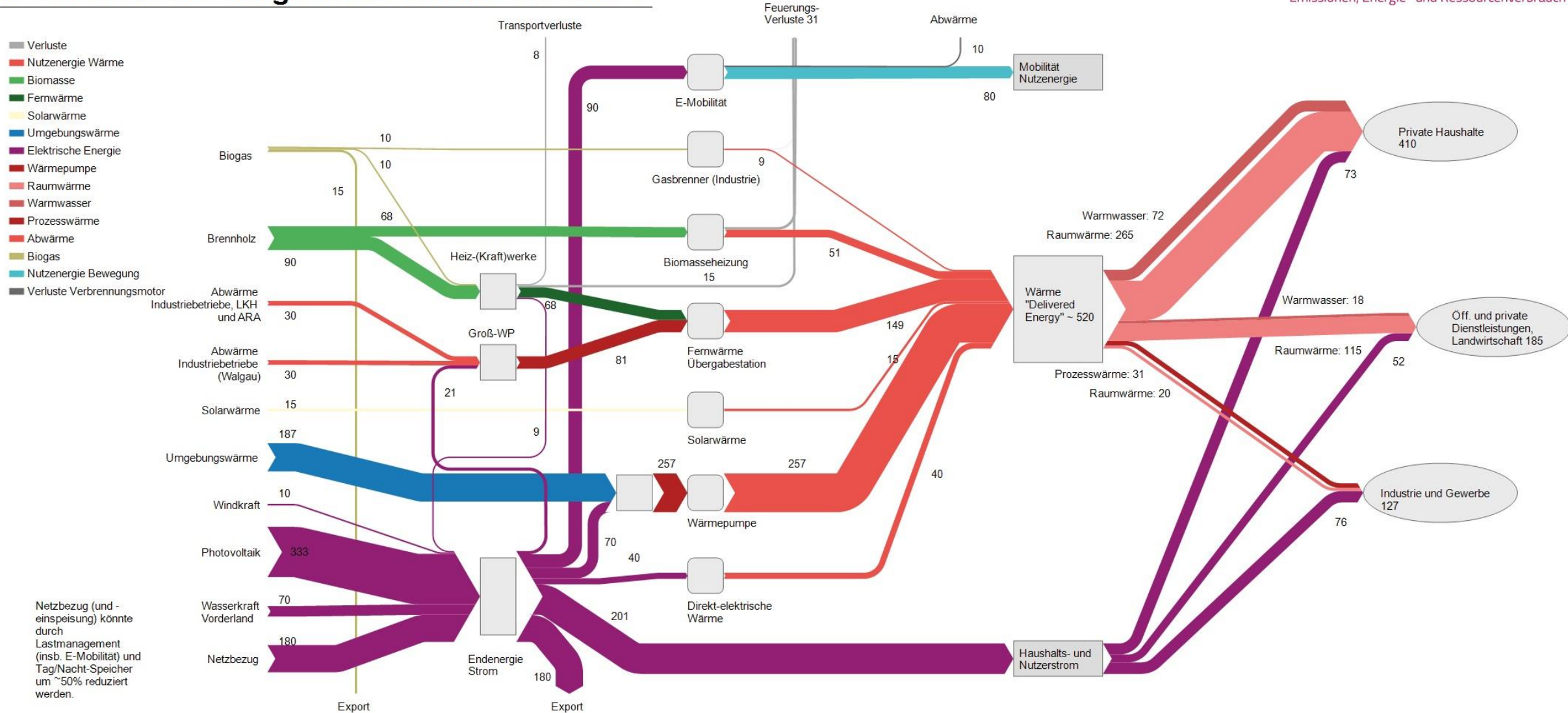
Eigenverbrauch, Export und Fremdbezug KEM Vorderland auf Basis einer Standard-Dauerlinie PV



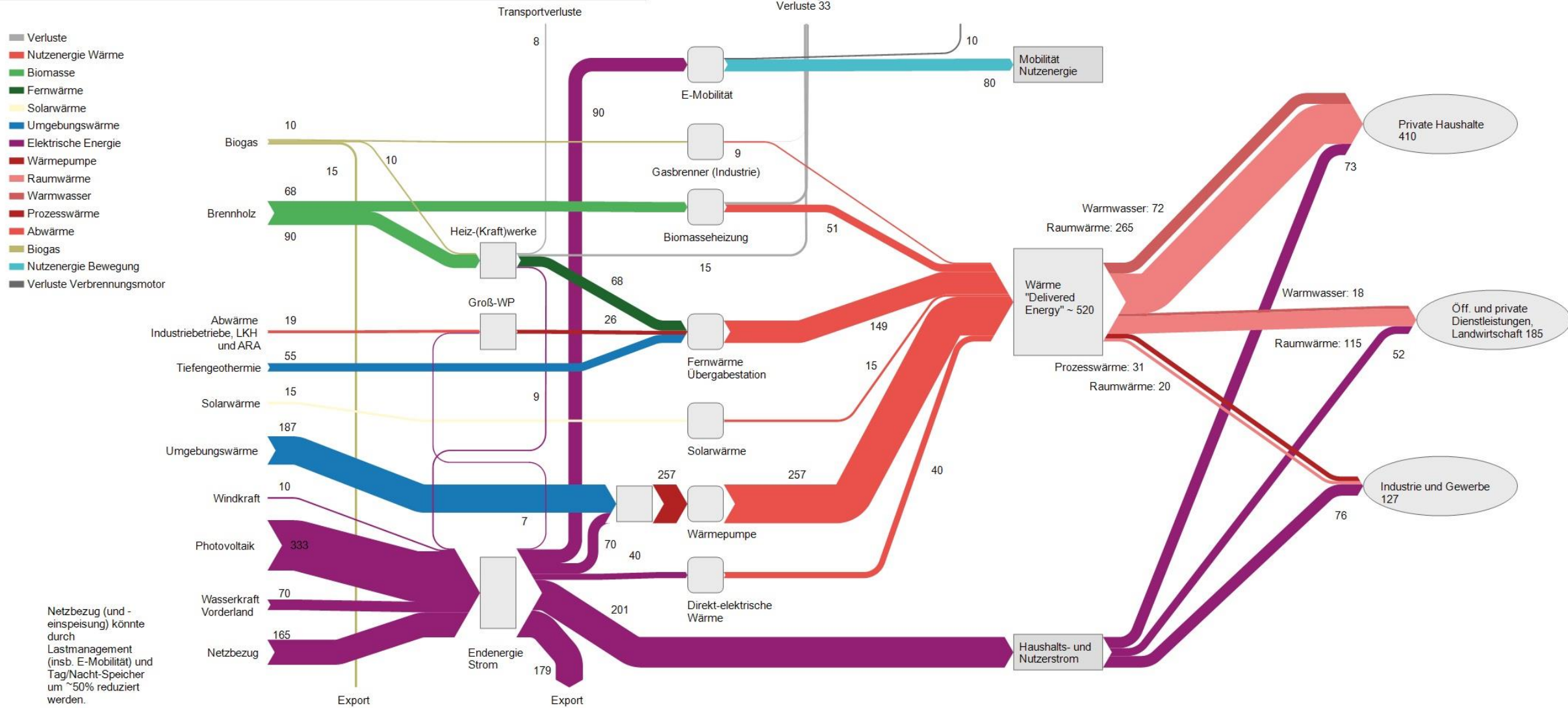
KEM Vorderland: Energiefluss Status quo



KEM Vorderland: Energiefluss Zukunft Variante 1



KEM Vorderland: Energiefluss Zukunft Variante 2



Wichtigste Empfehlungen

- **Brennholz:**
 - Zubau von Einzelfeuerungen eindämmen / nicht forcieren
 - Neue und bestehende große Heizwerke als Heizkraftwerke ausführen
- **Wärmenetze:**
 - Regionale Wärmeplanung forcieren, bzw. auf Landesebene einfordern
 - Nur so können die großen Potenziale (betriebliche Abwärme, ARAs, evtl. Tiefengeothermie) genutzt werden
- **Biogas:**
 - Wertvollster Energieträger – forcieren!
 - für Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen und Hochtemperatur-Prozesswärme („Export“)
- **Elektrische Energie:**
 - potenzielle Standorte für Windenergie weiterverfolgen
 - Klein-Wasserkraft eher vernachlässigbar
 - Riesiges PV-Potenzial nach und nach forcieren (EEG, Aktionen, Kampagnen, ...)
 - mittelfristig regionale Möglichkeiten im Bereich Lastmanagement und Speicher evaluieren

drexelreduziert.

Denkwerkstatt für weniger:
Emissionen, Energie- und Ressourcenverbrauch

Energieversorgung KEM Vorderland-Feldkirch



**Klima- und Energie-
Modellregionen**
Wir gestalten die Energiewende

