Schlussbericht, 14. Juli 2025

Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz

Ausgabe 2024

energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

Autorin

Dr. Katharina Link, Geo-Future GmbH

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

Adresse
EnergieSchweiz**,** Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern
Infoline 0848 444 444. www.energieschweiz.ch/beratung
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Zusammenfassung

Jährlich erstellt Geothermie-Schweiz im Auftrag von EnergieSchweiz eine Statistik zur geothermischen Energieproduktion in der Schweiz. Sie ist Bestandteil der Statistik der Erneuerbaren Energien, die das Bundesamt für Energie herausgibt.

Die vorliegende Statistik beruht auf Betriebsdaten, die von Anlagenbetreibern geliefert werden, und der Elektrowärmepumpen-Statistik des Bundesamtes für Energie, welche ihrerseits auf den Verkaufszahlen der Wärmepumpenlieferanten basiert.

Das Jahr 2024 war etwas kälter als das Vorjahr, was sich in der Anzahl von 2'859 Heizgradtagen (HGT) widerspiegelt. Der Durchschnitt der letzten 20 Jahre liegt bei 3’140 HGT.

Die gesamte Heizleistung aller geothermischen Anlagen in der Schweiz betrug im Jahr 2024 2'855.7 MW. Hiervon entfielen 2'407.1 MW (84.3 %) auf Erdwärmesonden. Zur schweizweiten Heizleistung mit Geothermie trugen ausserdem bei: Oberflächennahes Grundwasser 372.3 MW (13.0 %), Geostrukturen 39.3 MW (1.4 %), Tiefe Aquifere 6.1 MW (0.2 %), Tunnelwasser-Nutzungen 4.2 MW (0.1 %), Thermalbäder 20.8 MW (0.7 %), Direktnutzungen Tiefer Aquifere 4.9 MW (0.2 %) sowie direkte Tunnelwassernutzungen (k. A.). Im Vergleich zum Vorjahr stieg die Heizleistung 2024 um 2.9 %.

Die produzierte Heizenergie aus geothermischen Anlagen betrug 2024 4’715.8 GWh, wobei der Anteil der geothermischen und somit erneuerbaren Energie bei 3‘565.3 GWh (75.6 %) lag. Der andere Teil der produzierten Heizenergie stellt den Stromanteil der Wärmepumpen-Systeme dar.

Die produzierte Heizenergie stammte mit einem Anteil von 96.0 % (4‘529.2 GWh) hauptsächlich aus Systemen mit Wärmepumpen (WP). Davon entfielen wiederum 85.3 % auf Erdwärmesonden (3‘863.9 GWh). Die weiteren geothermischen WP-Nutzungen teilten sich auf in Oberflächennahes Grundwasser (12.2 %, 550.6 GWh), Geostrukturen (1.8 %, 81.5 GWh), Tiefe Aquifer-Nutzungen (0.5˚%, 24.2 GWh), Tunnelwasser (0.1 %, 6.5 GWh) und Tiefe Erdwärmesonden (0.1 %, 2.7°GWh).

Mit direkten Geothermie-Nutzungen ohne Wärmepumpen wurden 2024 insgesamt 186.6 GWh produziert, dies entspricht 4.0 % der gesamthaft produzierten Heizenergie. Der grösste Teil der direkten Nutzung erfolgte über Thermalbäder (173.3 GWh). Daneben lieferten auch die Anlagen Riehen und Schattingen als Tiefe Aquifere einen Teil der Direktnutzungen ohne Wärmepumpe (11.3 GWh). Beim Lötschbergbasistunnel wurde ein grosser Teil der geothermischen Wärme direkt ohne Wärmepumpe für die Fischzucht verwendet (2.0 GWh). Für die anderen Tunnelwasser-Direktnutzungen stehen keine Abschätzungen zur Wärmenutzung zur Verfügung.

Résumé

Chaque année, Géothermie-Suisse est mandatée par SuisseEnergie pour compiler des statistiques sur la production d'énergie géothermique en Suisse. Elles font partie de la statistique des énergies renouvelables publiée par l'Office fédéral de l'énergie.

Ces statistiques sont basées sur les données d'exploitation fournies par les exploitants d'installations ainsi que sur les statistiques des pompes à chaleur électriques fournies par l'Office fédéral de l'énergie, qui sont elles-mêmes basées sur les chiffres de vente des fournisseurs de pompes à chaleur.

L'année 2024 a été légèrement plus froide que l'année précédente, ce qui se reflète avec 2'859 degrés-jours de chauffage. La moyenne des 20 dernières années est de 3’140 degrés-jours.

La capacité totale de chauffage de tous les systèmes géothermiques en Suisse était de 2'855.7 MW en 2024. Sur ce total, les sondes géothermiques représentaient 2'407.1 MW (84.3 %). Les autres contributions à la puissance de chauffage par géothermie au niveau national sont les suivantes : eaux superficielles 372.3 MW (13.0 %), géostructures énergétiques 39.3 MW (1.4 %), aquifères profonds 6.1 MW (0.2 %), utilisation d’eau des tunnels 4.2 MW (0.1 %), bains thermaux 20.8 MW (0.7 %), utilisation directe des aquifères profonds 4.9 MW (0.2 %) et utilisation directe de l'eau du tunnel (pas de données). Par rapport à l'année précédente, la capacité de chauffage a augmenté de 2.9 % en 2024.

L'énergie thermique produite par les systèmes géothermiques était de 4’715.8 GWh en 2024, dont 3‘565.3 GWh (75.6 %) de chaleur renouvelable de l’environnement. Le solde de l'énergie thermique produite représente la part de l'électricité des pompes à chaleur.

Avec 96.0 % (4‘529.2 GWh), l’énergie provenait principalement de systèmes géothermiques avec des pompes à chaleur (PAC). De ce total, les sondes géothermiques représentaient 85.3 % (3‘863.9°GWh). Les autres usages de la géothermie avec des PAC se répartissaient entre les eaux superficielles (12.2 %, 550.6 GWh), les géostructures énergétiques (1.8 %, 81.5 GWh), les aquifères profonds (0.5°%, 24.2 GWh), l’eau des tunnels (0.1 %, 6.5 GWh) et les sondes géothermiques profondes (0.1 %, 2.7 GWh).

Les utilisations directes de la géothermie (sans PAC) ont fourni un total de 186.6°GWh en 2024, soit 4.0 % de l'énergie thermique totale produite. Ce sont principalement les bains thermaux (173.3 GWh) qui utilisent directement l’énergie géothermique. En outre, les centrales de Riehen et de Schlattingen exploitent également une partie des aquifères profonds directement sans PAC (11.3 GWh). Dans le tunnel de base du Lötschberg, la majeure partie de la chaleur géothermique est utilisée directement pour la pisciculture sans PAC (2.0 GWh). Pour les autres utilisations directes de l'eau du tunnel, aucune estimation de l'utilisation de la chaleur n'est disponible.

Abstract

Every year, Geothermie-Schweiz compiles statistics on geothermal energy production in Switzerland on behalf of SwissEnergy. It is part of the renewable energy statistics published by the Swiss Federal Office of Energy.

The present statistics are based on operating data supplied by system operators and on the electric heat pump statistics of the Swiss Federal Office of Energy, which in turn are based on the sales figures of heat pump suppliers.

The year 2024 was slightly colder than the previous year, which is reflected in the number of 2'859 heating degree days. The average for the last 20 years is 3’140 heating degree days.

The total heating capacity of all geothermal systems in Switzerland in 2024 was 2'855.7 MW. Of this total, 2'407.1 MW (84.3 %) was attributable to geothermal probes. Also contributing to Switzerland's geothermal heating capacity: Near-surface groundwater 372.3 MW (13.0 %), geostructures 39.3 MW (1.4 %), deep aquifers 6.1 MW (0.2 %), tunnel water uses 4.2 MW (0.1 %) thermal baths 20.8 MW (0.8 %), direct uses of deep aquifers 4.9 MW (0.2 %) and direct tunnel water uses (n/a). Compared to the previous year, the heating capacity in 2024 increased by 2.9 %.

The heating energy produced by geothermal systems amounted to 4’715.8 GWh in 2024, with a share of geothermal and thus renewable energy of 3‘565.3 GWh (75.6 %). The other part of the heating energy produced represents the electricity share of the heat pump systems.

The heating energy produced came mainly from heat pump systems with a share of 96.0°% (4‘529.2 GWh). Of this, 85.3 % was accounted for by geothermal probes (3‘863.9 GWh). The other geothermal heat pump uses were divided into near-surface groundwater (12.2 %, 550.6 GWh), geostructures (1.8 %, 81.5 GWh), deep aquifer use (0.5 %, 24.2 GWh), tunnel water (0.1°%, 6.5°GWh) and deep geothermal probes (0.1 %, 2.7 GWh).

With direct geothermal uses without heat pumps, a total of 186.6 GWh was produced in 2024, corresponding to 4.0 % of the total heating energy produced. Most of the direct use was via thermal baths (173.3 GWh). In addition, the heating systems of the deep aquifers Riehen and Schlattingen also supplied part of the direct use without a heat pump (11.3 GWh). At the Lötschberg base tunnel, a large part of the geothermal heat was used directly for fish farming without a heat pump (2.0 GWh). The majority of tunnel water direct utilisation is not monitored by meters and is therefore not included in the statistics. No estimates of heat utilisation are available for the other tunnel water direct uses.

Inhalt

1 Einleitung 10
1.1 Ausgangslage 10
1.2 Geothermische Nutzungstypen 10
2 Vorgehen 12
3 Geothermische Anlagetypen 13
3.1 Wärmepumpen-Anlagen – Allgemein 13
3.2 Sole/Wasser Wärmepumpen-Anlagen 17
3.2.1 Vorgehen 17
3.2.2 Tiefe Erdwärmesonden (TEWS) 18
3.2.3 Geostrukturen (Energiepfahlsysteme) 19
3.2.4 Erdwärmesonden (inkl. Erdregister und Erdwärmekörbe) 20
3.3 Wasser/Wasser Wärmepumpen-Anlagen 21
3.3.1 Vorgehen 21
3.3.2 Oberflächennahes Grundwasser 21
3.3.3 Tunnelwasser 22
3.3.4 Tiefer Aquifer – Nutzung über Wärmepumpen 24
3.4 Direktnutzung (Nicht-Wärmepumpennutzung) 25
3.4.1 Tunnelwassernutzung – Direktnutzung 25
3.4.2 Tiefer Aquifer – Direktnutzung 25
3.4.3 Thermalbäder 26
3.5 Geothermisches Kühlen 27
4 Überblick Geothermie Nutzung in der Schweiz 28
5 Schlussfolgerungen und Ausblick 37
6 Literaturverzeichnis 39
7 Beilagen 41

Figuren

Figur 1: Geothermische Nutzungsmöglichkeiten des Untergrundes in der Schweiz in unterschiedlichen Tiefen- und Temperaturbereichen (modifiziert nach CREGE, 2008). 11

Figur 2: Entwicklung des Wärmepumpenbestandes für die SW-WP- und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen. 15

Figur 3: Entwicklung der installierten Heizleistung für die SW-WP- und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen. 16

Figur 4: Entwicklung der produzierten Heizenergie für die SW-WP- und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen. 16

Figur 5: Entwicklung der geförderten geothermischen (erneuerbaren) Energie für die SW-WP und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen. 17

Figur 6: Diagramm mit Anteilen der installierten Heizleistung (nur Wärmepumpen-Anlagen, ohne Direktnutzung) aufgeschlüsselt für WP-Systeme im Jahr 2024. 30

Figur 7: Diagramm mit Anteilen der Heizenergie aller geothermischen Systeme im Jahr 2024. 32

Figur 8: Diagramm mit Anteilen der geförderten geothermischen (erneuerbaren) Energie aller geothermischen Systeme im Jahr 2023. 34

Figur 9: Heizenergie (Wärmeproduktion) aller geothermischen Systeme seit 1990, basierend auf den Daten der Elektro-Wärmepumpen-Statistik und auf Angaben von Anlagebetreibern. 35

Figur 10 Geothermische (erneuerbare) Energie (vor der WP) aller geothermischen Systeme seit 1990, basierend auf den Daten der Elektro-Wärmepumpen-Statistik und auf Angaben von Anlagebetreibern. 36

Tabellen

Tabelle 1: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch Tiefe Erdwärmesonden für 2024 gemäss Betreiberangaben. 19

Tabelle 2: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch Geostrukturen für 2024, aktualisiert anhand von ausgerüsteten Pfahlmetern. 20

Tabelle 3: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch EWS (inkl. Erdwärmekörbe und Erdregister, aber ohne TEWS) für das Jahr 2024. 20

Tabelle 4: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch Oberflächennahe Grundwasseranlagen für 2024. 22

Tabelle 5: Kennzahlen der geothermischen Tunnelwasser-Nutzung mit Wärmepumpen für 2024 (basierend auf Février und Rybach, 2007; aktualisiert gemäss Betreiberangaben). 23

Tabelle 6: Kennzahlen der geothermischen Nutzung aus Tiefen Aquiferen für 2024, gemäss Betreiberangaben. 25

Tabelle 7: Kennzahlen der geothermischen Direktnutzung ohne WP aus Tiefen Aquiferen für 2024, gemäss Betreiberangaben. 26

Tabelle 8: Kennzahlen der geothermischen Nutzung der Thermalbäder für 2024. 27

Tabelle 9: Total installierte Heizleistung [MW] (nur Wärmepumpen-Anlagen, ohne Direktnutzung), aufgeschlüsselt nach WP-Systemen für die Jahre 2014 bis 2024. 29

Tabelle 10: Heizenergie [GWh], aufgeschlüsselt nach geothermischen Systemen für die Jahre 2014 bis 2024. 31

Tabelle 11: Geförderte geothermische (erneuerbare) Energie [GWh], aufgeschlüsselt nach geothermischen Systemen für die Jahre 2014 bis 2024. 33

Beilagen

Beilage 1: Kennzahlen der Sole-Wasser-Wärmepumpen, Jahre 2014–2024 41

Beilage 2: Kennzahlen der Wasser-Wasser-Wärmepumpen, Jahre 2014–2024 42

Beilage 3: Kennzahlen der Nutzung mit Tiefen Erdwärmesonden, Jahre 2014–2024 43

Beilage 4: Kennzahlen der Nutzung mit Geostrukturen, Jahre 2014–2024 44

Beilage 5: Kennzahlen der Nutzung mit Erdwärmesonden (EWS), inkl. Erdwärmekörbe und Erdregister, Jahre 2014–2024 45

Beilage 6: Kennzahlen der WP-Nutzung von Oberflächennahem Grundwasser, Jahre 2014–2024 46

Beilage 7: Kennzahlen der Tunnelwasser-Nutzung, Jahre 2014–2024 47

Beilage 8: Kennzahlen der Nutzung von Tiefen Aquiferen, Jahre 2014–2024 48

Beilage 9: Kennzahlen der Direktnutzung von Tiefen Aquiferen durch die Anlagen Riehen und Schlattingen, Jahre 2014–2024 49

Beilage 10: Kennzahlen der Thermalbad-Nutzung im Jahr 2024 50

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Jährlich erhebt Geothermie-Schweiz statistische Daten über die geothermische Nutzung in der Schweiz. In diesem Bericht sind die Produktionsdaten für das Jahr 2024 zusammengestellt.

1.2 Geothermische Nutzungstypen

Als Geothermie wird allgemein der Wärmeentzug aus dem Untergrund bezeichnet. Für die geothermische Energienutzung steht eine breite Palette von Technologien zur Verfügung (Figur 1). Deren Einsetzbarkeit richtet sich vor allem nach dem Temperaturniveau der Wärmequelle im Untergrund. Da die Temperatur mit der Tiefe generell zunimmt, erfolgt die Unterteilung der Nutzungsbereiche in:

- Untiefe oder Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

Die Tiefenabgrenzung wird bei 400 m unter Terrain angenommen.

In der Oberflächennahen Geothermie gibt es folgende Nutzungstypen:

- Oberflächennahes Grundwasser
- Erdwärmesonden (EWS), als Einzelsysteme und EWS-Felder
- Erdregister
- Energiekörbe
- Geostrukturen – Energiepfahlsysteme

Weitere Nutzungen:

- Tiefe Erdwärmesonden (TEWS)
- Tunnelwasser

Um das benötigte Temperaturniveau für Heizzwecke zu erreichen, sind diese Systeme meist an eine Wärmepumpe (WP) gekoppelt. Der oberflächennahe Untergrund dient aber nicht nur als Wärmequelle für WP-Anlagen, sondern auch als saisonaler Wärme- und Kältespeicher. Je nach

Verbrauchsprofil kann der gesamte Kühlbedarf ohne Einsatz der WP direkt über den Untergrund gedeckt werden (Geocooling oder direkte Kühlung). Ist der Kühlbedarf zu gross oder sind tiefe Kühltemperaturen nötig, werden WP zum Kühlen eingesetzt (Forced Cooling oder Aktive Kühlung). In der Schweiz sind hauptsächlich zwei Anlagentypen als Geothermie-Speicher im Einsatz: EWS-Felder und Geostrukturen (Energiepfähle).

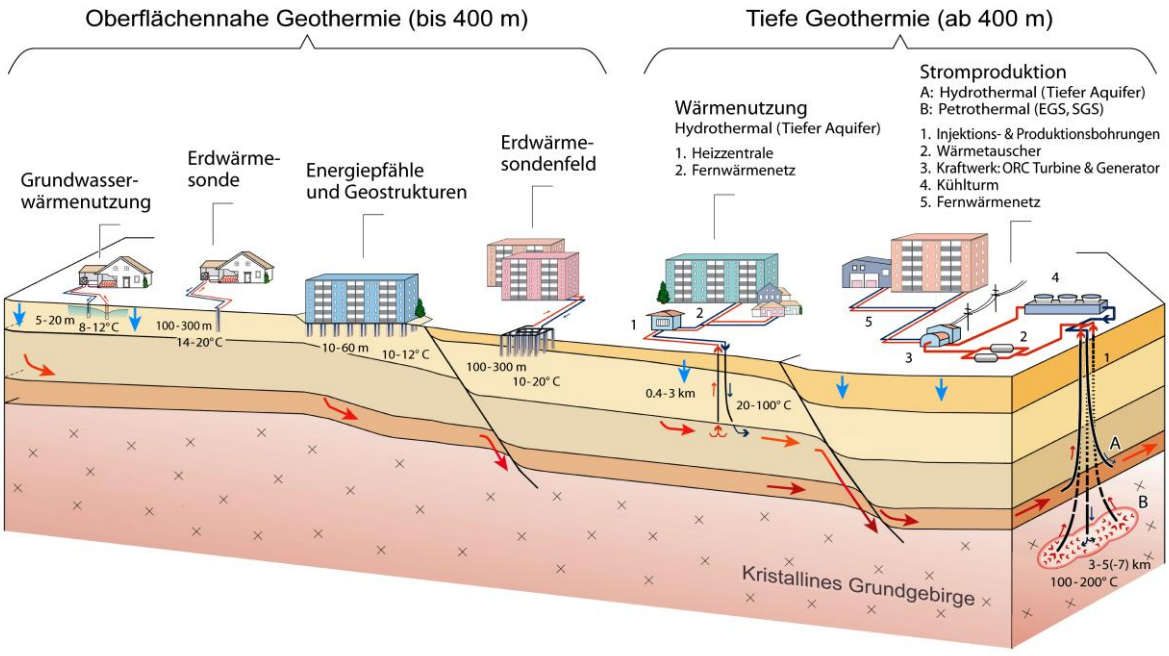
Der jährlich grösser werdende Beitrag, den die Geothermie an den benötigten Kühlbedarf in der Schweiz liefert, kann bis anhin noch nicht erfasst werden.

In der Tiefen Geothermie gibt es folgende Nutzungskategorien:

- Tiefe Aquifere
- Thermalbäder
- Enhanced Geothermal System (EGS)

Bisher sind in der Schweiz die Geothermie-Anlagen fast ausschliesslich an WP gekoppelt.

Ausnahmen sind Thermalbäder, die Anlage Schlattingen und ein Teil in der Anlage Riehen bei den Tiefen Aquiferen und verschiedene Tunnelwassernutzungen (insbesondere Fischzuchten; z.B. beim Tropenhaus Frutigen).



Figur 1: Geothermische Nutzungsmöglichkeiten des Untergrundes in der Schweiz in unterschiedlichen Tiefen- und Temperaturbereichen (modifiziert nach CREGE, 2008).

2 Vorgehen

Das Vorgehen zur Bestimmung der geothermischen Nutzung in der Schweiz sieht eine Aufschlüsselung der geothermischen Anlagen in geothermische WP- und Nicht-WP-Nutzungen vor. Die WP-Anlagen werden zusätzlich in Sole/Wasser und Wasser/Wasser-Anlagen unterteilt. Die Aufteilung gliedert sich in folgende Systeme:

Wärmepumpennutzung Sole/Wasser (SW):

- EWS inkl. Erdwärmekörbe und Erdregister
- Tiefe Erdwärmesonden (TEWS)
- Geostrukturen (Energiepfähle)

Wärmepumpennutzung Wasser/Wasser (WW):

- Oberflächennahes Grundwasser
- Tunnelwasser
- Tiefe Aquifere mit WP-Nutzung

Direktnutzung (Nicht-Wärmepumpennutzung):

- Tunnelwasser-Direktnutzung
- Tiefe Aquifere-Direktnutzung
- Thermalbäder

Diese Statistik erfasst folgende Kennzahlen:

- **Installierte Heizleistung:** [Einheit MW].
- **Heizenergie:** Totale Wärmeproduktion über den Zeitraum eines Jahres, die bei WP-Systemen der Energie nach der Wärmepumpe entspricht und somit auch den Stromanteil beinhaltet [Einheit GWh].
- **Geförderte, geothermische (erneuerbare) Energie:** Reine geothermische Energie (= produzierte Erdwärme vor der WP) über den Zeitraum eines Jahres, die bei WP-Systemen unter der Heizenergie liegt. Bei der Nutzung ohne WP entspricht die geothermische Energie der Heizenergie [Einheit GWh].

Die Bestimmung der Kennzahlen zur geothermischen WP-Nutzung in der Schweiz beruht auf Betriebsdaten, die von Anlagenbetreibern geliefert werden, und der Elektrowärmepumpen-Statistik, welche auf den Verkaufszahlen der Wärmepumpenlieferanten basiert (siehe Kapitel 3.1 bis 3.3). Die Verkaufszahlen werden durch die Arbeitsgemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (AWP) und die Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS) erhoben. Das in der Elektrowärmepumpen-Statistik verwendete Berechnungsschema ist in Basics (2007) detailliert beschrieben und wird in Kapitel 3.1 zusammengefasst. Die direkte geothermische Nutzung ohne Wärmepumpen aus Thermalbädern, Tiefen Aquiferen und Tunnelwasser wird aus Betriebsdaten zusammengestellt (siehe Kapitel 3.4).

3 Geothermische Anlagetypen

3.1 Wärmepumpen-Anlagen – Allgemein

Das Berechnungsschema aus der Elektrowärmepumpen-Statistik zur Bestimmung der WP-Nutzung erfuhr wiederholt Veränderungen. Die aktuelle Version stammt von 2007 (Basics, 2007). Diese unterscheidet nach Wärmequellen bzw. Wärmepumpentypen (Sole/Wasser (SW), Wasser/Wasser (WW), Luft/Wasser (LW) und Luft/Luft (LL)), wodurch die ausgewiesenen Bestands-, Leistungs- und Produktionszahlen direkt für die Geothermie-Statistik übernommen werden können. So kann eine mit der Elektrowärmepumpen-Statistik kompatible Statistik erstellt und jährlich nachgeführt werden. Beide Statistiken sind einzeln Bestandteil der Statistik der Erneuerbaren Energien des Bundesamtes für Energie.

Um eine Kompatibilität zu erreichen, wurden 2007 die geothermischen Produktionszahlen rückwirkend bis 1990 neu berechnet (Signorelli et al., 2007). Dies führt dazu, dass sich die ausgewiesenen Kennzahlen von denen in den vorhergehenden Geothermie-Statistiken (Signorelli et al., 2004, Kohl et al., 2003, Rybach et al., 2000) unterscheiden können. In den nachfolgenden Figuren sind deshalb jeweils die ursprünglichen und die korrigierten Werte dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der resultierenden Unterschiede ist in Signorelli et al. (2007) zu finden.

Das verwendete Berechnungsschema sieht die Eingabe der WP-Verkaufszahlen in eine Excel-Maske vor, eingeteilt in verschiedene Leistungskategorien. Die WP sind in Kleinanlagen mit drei Einzelkategorien (<5 kW, 5–13 kW, 13–20 kW), in mittlere Anlagen mit zwei Kategorien (20–50 kW, 50–100 kW) und in grosse WP-Anlagen mit ebenfalls zwei Kategorien (100–350 kW, > 350 kW) unterteilt. Dabei wird nach Wärmequellen bzw. WP-Typen (SW, WW, LW, LL) unterschieden. Die WP-Verkaufszahlen reichen bis 1970 zurück, wobei die frühen Jahre auf Schätzungen basieren. Über die Verkaufszahlen wird von Jahr zu Jahr mit Hilfe von typischen Ausfallverläufen die Zahl der effektiv betriebenen WP berechnet. Die durchschnittliche WP-Lebensdauer wurde anhand neuer Erkenntnisse bestimmt und beträgt aktuell 16.6 Jahre (Basics, 2007). Wie die Studie «Langzeiterfahrung mit Erdwärmesonden-Systemen in der Schweiz» (Geowatt, 2010)

zeigt, ist allgemein von einer höheren Lebensdauer auszugehen. Die hier getroffenen Annahmen sind entsprechend als konservativ zu betrachten.

Für jede Leistungskategorie wurden aufgrund einer detaillierten Analyse in Basics (2007) die mittlere Leistung, typische Normlaufzeiten und die Verbesserung der JAZ über die Jahre bestimmt. Bei den SW-WP der Kategorie «13–20 kW» beträgt z.B. die mittlere Leistung 15.5 kW. Für die JAZ wird eine Steigerung von 1990 bis 2015 von 3.0 auf 3.8 angenommen. Bei den WW-WP beträgt die mittlere Leistung 15.5 kW. Die Steigerung der JAZ wird von 2.8 auf 3.7 angenommen.

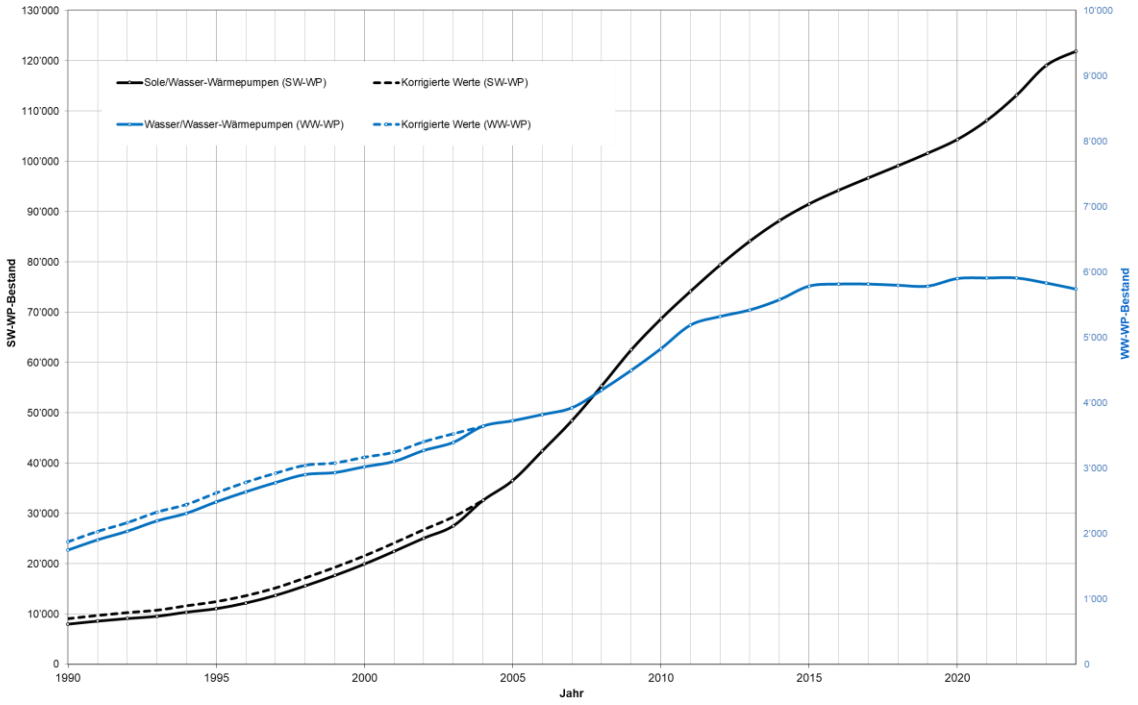
Basierend auf diesen Anlageparametern erfolgt die Berechnung der installierten Heizleistung, der Heizenergie und der geothermischen (erneuerbaren) Energie. Dabei werden die jahreszeitlich bedingten Einflüsse auf die JAZ der WP-Anlagen über die Heizgradtage berücksichtigt. Dies kann dazu führen, dass es von Jahr zu Jahr Schwankungen in der Produktion aufgrund der unterschiedlich kalten Winter gibt.

Die hier veröffentlichten Daten sind als effektive Betriebsdaten zu verstehen. Sie sind nicht klimanormiert und somit nicht auf ein durchschnittliches Jahr genormt.

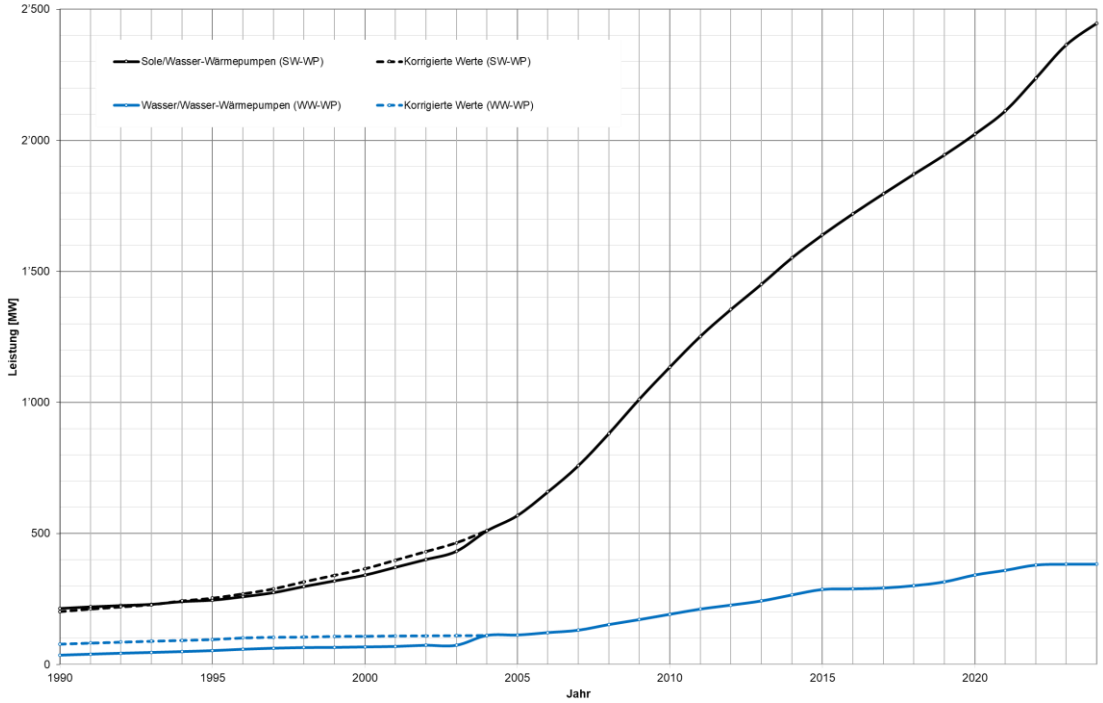
Die in der Elektrowärmepumpen-Statistik angewendete Unterscheidung nach SW- und WW-WP-Anlagen erlaubt keine einfache Aufteilung in die verschiedenen geothermischen Nutzungstypen. Deshalb müssen für die Bestimmung der geothermischen Nutzung in der Schweiz bestimmte Annahmen getroffen werden, die in den jeweiligen Kapiteln beschrieben sind. So wird aus den Angaben zu SW-WP in der aktuellen Elektrowärmepumpen-Statistik der EWS-Anteil durch Erhebung der Betriebsdaten der anderen SW-Nutzungstypen Tiefe Erdwärmesonden und Geostrukturen (Energiepfähle) bestimmt (siehe Kapitel 3.1). Auch die Nutzung des Oberflächennahen Grundwassers ist nicht direkt aus den Angaben über WW-WP ableitbar. Da nicht alle Anlagen dieses Typs die Wärme aus geothermischen Quellen beziehen (z.B. Seewasser, Abwasser), muss der Anteil der Grundwasser-WP abgeschätzt werden (80% aller WW-WP, siehe Kapitel 3.3). Für die anderen WW-Nutzungstypen stehen Betriebsdaten zur Verfügung.

Figur 2 bis Figur 5 zeigen den Anstieg des geothermisch relevanten Wärmepumpenbestandes, der installierten Heizleistung, der Heizenergie und der produzierten geothermischen Energie seit 1990. In den Figuren sind auch die rückwirkend berechneten Werte aufgrund der 2007 erfolgten Umstellung des Berechnungssystems dargestellt (siehe Kapitel 2). Der Bestand an SW-WP hat sich seit 1990 um mehr als das Dreizehnfache erhöht, derjenige von geothermisch relevanten WW-WP um das Dreifache. Für 2024 wird die Anzahl der SW-Anlagen auf 121'883 und die der WW-Anlagen auf 5‘738 geschätzt (siehe Beilage 1 und Beilage 2). Während die SW-WP-Anzahl seit 2000 zunächst jährlich um durchschnittlich 10% anstieg, lag der Wert 2024 bei 2.4 %. Im Vorjahr lag das Jahreswachstum bei 5.2 %. Bei den geothermischen WW-WPs lag der jährliche Zuwachs seit 2000 zuerst bei etwa bei 4%, seit zwei Jahren ist erstmals ein leichter Rückgang bei der Anlagenanzahl (-1.6 %). Entsprechend dem Bestandzuwachs zeigen die SW-WP-Anlagen einen Zuwachs bei der Heizleistung. 2024 war mit 2‘859 Heizgradtagen im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 20 Jahre (3‘140 Heizgradtage) ein warmes Heizjahr. Die Heizenergie der SW-

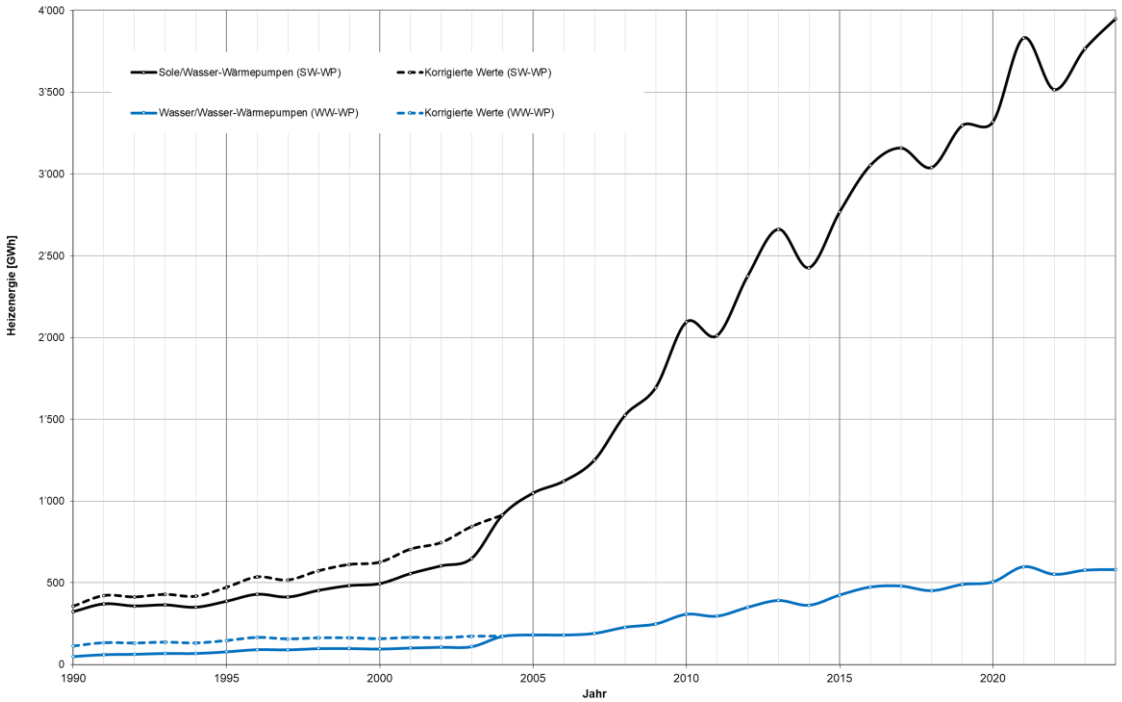
WP-Anlagen betrug 2024 ca. 3'948.0 GWh, diejenige der WW-WP-Anlagen etwa 581.2 GWh. Eine detaillierte Zusammenstellung aller Kennzahlen seit 2014 ist in Beilage 1 und Beilage 2 zu finden.



Figur 2: **Entwicklung des Wärmepumpenbestandes für die SW-WP- und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen.**
Details siehe Text. Die gestrichelten Linien beschreiben die rückwirkend neuberechneten Werte aufgrund der Umstellung des Berechnungssystems ab 2004 (siehe Kapitel 2). Der Bestand an SW-WP hat sich seit 1990 um mehr als das Dreizehnfache erhöht, derjenige von geothermisch relevanten WW-WP um gut das Dreifache.

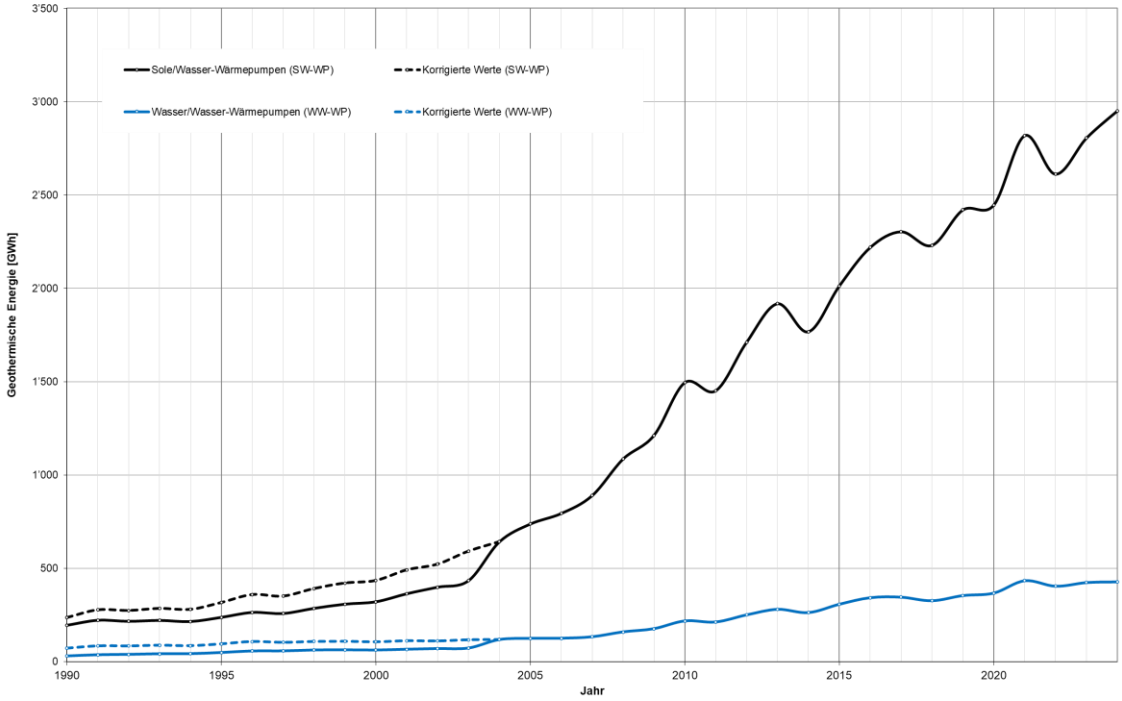


Figur 3: **Entwicklung der installierten Heizleistung für die SW-WP- und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen**.
Die gestrichelten Linien beschreiben die rückwirkend neuberechneten Werte aufgrund der Umstellung des Berechnungssystems ab 2004 (siehe Kapitel 2).



Figur 4: **Entwicklung der produzierten Heizenergie für die SW-WP- und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen**.

Die Schwankungen in der Heizenergie sind auf die unterschiedlichen Heizgradtage pro Jahr zurückzuführen. Die gestrichelten Linien beschreiben die rückwirkend neuberechneten Werte aufgrund der Umstellung des Berechnungssystems ab 2004 (siehe Kapitel 2).



Figur 5: **Entwicklung der geförderten geothermischen (erneuerbaren) Energie für die SW-WP und für die auf geothermischer Nutzung basierenden WW-WP-Anlagen**.
Die Schwankungen in der geothermischen Energie sind auf die unterschiedlichen Heizgradtage pro Jahr zurückzuführen (siehe Text). Die gestrichelten Linien beschreiben die rückwirkend neuberechneten Werte aufgrund der Umstellung des Berechnungssystems ab 2004 (siehe Kapitel 2).

3.2 Sole/Wasser Wärmepumpen-Anlagen

3.2.1 Vorgehen

Bei SW-WP-Anlagen geht man zu 100% von einer geothermischen Nutzung aus. Es sind Anlagen, die über EWS, Erdwärmekörbe, Erdregister, Geostrukturen und Tiefe Erdwärmesonden dem Boden Energie entziehen bzw. über Kühlung Wärme in den Untergrund eintragen.

Seit längerem sind keine grösseren Verlegarbeiten von Erdregistersystemen bekannt. Erdwärmekörbe befinden sich seit 2001 auf dem Markt und sind nach wie vor ein Nischenprodukt. Der Beitrag dieser beiden Systeme zur geothermischen Heizenergie wird als marginal betrachtet. Diese Nutzungstypen werden daher bei den EWS-Anlagen mitgeführt.

Als erstes werden die Betriebsdaten von Geostrukturen und Tiefen Erdwärmesonden zusammengestellt. Aus der Differenz zwischen installierter Heizleistung, Heizenergie sowie geothermischer

Energie aller SW-WP Anlagen (Kapitel 3.1) und den erfassten Zahlen für Tiefe Erdwärmesonden (Kapiteln 3.2.2) und Geostrukturen (Energiepfähle) (Kapitel 3.2.3) wird der Anteil der EWS-Systeme berechnet.

Es gilt:

⇒ EWS (inkl. Erdwärmekörbe und Erdregister) = Total SW-WP – TEWS – Geostrukturen

3.2.2 Tiefe Erdwärmesonden (TEWS)

Tiefe Erdwärmesonden (TEWS) stellen einen Spezialfall von konventionellen EWS-Systemen dar. In der Regel handelt es sich um nicht-fündige Thermalwasserbohrungen, die mit einer Koaxial-Sonde energetisch genutzt werden. Aufgrund der grösseren Tiefe und entsprechend höheren Gesteinstemperaturen ist die mittlere Entzugsleistung höher als bei konventionellen EWS-Systemen (Kohl et al, 2002).

In der Schweiz gibt es vier solcher Systeme mit einer Tiefe grösser 1'000 m: Weggis, Weissbad, Triemli (Zürich) und Pontresina. Momentan werden die Betriebsdaten der Anlage Weggis nicht mehr systematisch aufgezeichnet. Die Anlage Weggis wurde bis 2003 durch ein Messprogramm des Bundesamtes für Energie begleitet (Eugster und Füglister, 2003). An die Anlage wurden in mehreren Etappen neue Wärmeabnehmer angeschlossen. Seit 2001 ist der Ausbau der Anlage abgeschlossen. Für die Jahre nach Beendigung der Messkampagne im Jahr 2003 werden die Betriebsdaten anhand der letzten Messwerte abgeschätzt. Die Anlage in Weissbad (Hotel Hof Weissbad) ist, nach der Revision im Jahr 2011, seit 2012 wieder in Betrieb. Daten für die tiefe EWS «Sonnengarten» im Triemli-Quartier in Zürich sind seit 2011 vorhanden. Die TEWS in Pontresina (Hotel Saratz) wurde im Verlauf des Jahres 2015 in Betrieb genommen und wird seit 2016 in der Statistik erfasst. Im Jahr 2023 wurde in Triemli das Betriebsregime angepasst und es wird neu mit einem höheren Temperaturniveau ein grösserer Teil der Heizenergie mit der TEWS abgedeckt. Zudem befindet sich eine fünfte TEWS im Ausbau. In der Tiefbohrung Thônex (GE) erfolgte die Installation einer TEWS, welche sich aktuell noch im Testbetrieb befindet.

Die Zusammenstellung der Kennzahlen seit 2014 ist in der Beilage 3 zu finden. Seit 2001 und der Beendigung des Ausbaus der Anlage Weggis hat sich die Heizenergie bis 2011 kaum verändert. Leichte Schwankungen waren auf die unterschiedlich strengen Winter zurückzuführen. Mit dem Bau der Anlage im Triemli ist die Heizenergie aus tiefen Erdwärmesonden gestiegen. Die Heizenergie der vier Anlagen lag 2024 bei 2.7 GWh, bei einer geförderten geothermischen Energie von 1.8 GWh (Tabelle 1).

	Installierte Heizleistung [MW]	Heiz-energie [GWh]	Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	Jahresar-beitszahl (JAZ)
Weggis (LU) [1)]	0.10	0.54	0.41	76 %	4.2
Weissbad (AI) [2)]	0.08	0.10	0.04	38 %	1.6
Triemli (ZH) [3)]	0.60	1.08	0.74	68 %	3.2
Pontresina (GR) [4)]	0.30	0.99	0.57	58 %	2.4
GESAMT	**1.08**	**2.71**	**1.76**	**65 %**	**2.8**

[1)] pers. Mitteilung: Polydynamics Zürich
[2)] pers. Mitteilung: Hotel Hof Weissbad
[3)] pers. Mitteilung: EWZ
[4)] pers. Mitteilung: Hotel Saratz

Tabelle 1: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch **Tiefe Erdwärmesonden** für 2024 gemäss Betreiberangaben.

3.2.3 Geostrukturen (Energiepfahlsysteme)

Da neue Geostrukturprojekte nicht zentral erfasst werden und eine unübersichtliche Anzahl von Firmen in diesem Gebiet tätig ist, ist eine Bestimmung der Heizenergie durch Geostrukturanlagen schwierig. Grundlage zur Ermittlung der geothermischen Energienutzung durch Geostrukturen (Energiepfahlsysteme, erdberührte Betonteile) bildet hauptsächlich eine 1998 durchgeführte Erhebung von Geothermie-Schweiz (Rybach et al., 2000). In den nachfolgenden Jahren wurden Planungsbüros bezüglich neuer grosser Anlagen kontaktiert und die erhaltenen Angaben in die Erhebung einbezogen. Seit 2004 werden für das Update der Statistik für die Erfassung der Energiepfahl-Anlagen zwei Marktleader (Rohrhersteller Haka Gerodur und Energiepfahlplaner enercret) nach ausgerüsteten Bohrmetern befragt. Es wird angenommen, dass sie zusammen 60 % des Marktes abdecken. Damit können jedoch nur Energiepfahlsysteme erfasst werden. Hinsichtlich der Heizenergie über erdberührte Betonteile können keine Angaben gemacht werden. Der Anteil dieser Systeme an der Gesamtproduktion wird jedoch als vernachlässigbar eingestuft. Die aktuelle Erfassungsart lässt zudem auch keine Aussagen über die Anzahl der Anlagen zu. Aus dem Vergleich der Leistungszahlen mit denen der EWS in Kapitel 3.2.4, ist davon auszugehen, dass die Anzahl Anlagen verhältnismässig gering ist.

Mit einer durchschnittlichen Leistung (48 Wm^{-1}), einer Normlaufzeit (1800 h) und einem mittleren Wirkungsgrad (JAZ= 3) wird anhand der ausgerüsteten Pfahlmeter der jährliche Zuwachs bei der Heizenergie berechnet und die Daten aufaddiert.

Die Heizenergie beträgt für 2024 81.45 GWh, bei einer Heizleistung von 39.27 MW. Der Anteil der geothermischen (erneuerbaren) Energie liegt bei 54.7 GWh (Tabelle 2, Beilage 4).

Geostrukturanlagen werden auch zu Kühlzwecken eingesetzt. Bis ins Jahr 2003 wurden die Anlagen noch einzeln erfasst, dadurch konnte auch die produzierte Kühlenergie bestimmt werden. Sie betrug 2003 etwa 2.0 GWh. Durch die neue Erfassung über die geothermisch ausgerüsteten Pfahlmeter kann diese Grösse nicht mehr abgeschätzt werden.

Total 2024

Installierte Heizleistung [MW]	39.3
Heizenergie [GWh]	81.5
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	54.7
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil [%]	67
Jahresarbeitszahl JAZ (Mittelwert für alle betriebenen Anlagen)	3.0

Tabelle 2: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch **Geostrukturen** für 2024, aktualisiert anhand von ausgerüsteten Pfahlmetern.

3.2.4 Erdwärmesonden (inkl. Erdregister und Erdwärmekörbe)

Aus der Differenz der installierten Heizleistung, der Heizenergie und der geothermischen Energie für SW-WP (siehe auch Beilage 1) und den in den Kapiteln 3.2.2 und 3.2.3 erfassten Zahlen für Tiefe Erdwärmesonden und Geostrukturen werden die Kennwerte für die EWS-Systeme (inkl. Erdwärmekörbe und Erdregister) abgeschätzt. Das Vorgehen ist in Kapitel 3.2.1 beschrieben.

Die Anzahl der EWS-Systeme hat gegenüber dem Vorjahr um etwa 2.4 % zugenommen. 2024 waren 121‘879 Anlagen mit einer Heizleistung von total 2'407.1 MW in Betrieb (Tabelle 3). Die Heizenergie betrug 2024 ca. 3‘863.9 GWh. Der Anteil der geothermischen Energie (ohne Strom) an der Energieproduktion liegt bei 74.9 % und betrug 2024 2‘894.5 GWh. Da die Anzahl der Geostruktur-Anlagen nicht bekannt ist (siehe Kapitel 3.2.3), kann die Anzahl der EWS-Anlagen nur geschätzt werden. Aufgrund der geringen Anzahl von Geostruktur-Anlagen und Tiefen Erdwärmesonden kann davon ausgegangen werden, dass der überwiegende Teil der SW-WP mit Erdwärmesonden betrieben wird (Anzahl siehe Beilage 1).

Total 2024

Anzahl Wärmepumpen	121‘879
Installierte Heizleistung [MW]	2'407.1
Heizenergie [GWh]	3‘863.9
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	2‘894.5
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil [%]	74.9
Jahresarbeitszahl JAZ (Mittelwert für alle betriebenen Anlagen)	4.0

Tabelle 3: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch **EWS** (inkl. Erdwärmekörbe und Erdregister, aber ohne TEWS) für das Jahr 2024.

3.3 Wasser/Wasser Wärmepumpen-Anlagen

3.3.1 Vorgehen

Die WW-WP lassen sich nicht so einfach in geothermische Nutzungstypen einteilen, wie das bei den SW-WP möglich ist. WW-WP werden nicht nur zur Energiegewinnung aus geothermischen Quellen eingesetzt, sondern beziehen die Energie zum Beispiel auch aus Abwassersystemen, Seen oder Flüssen. Mangels klarer Abgrenzung müssen Annahmen getroffen werden.

Eine 2008 im Auftrag von Geothermie-Schweiz durchgeführte Umfrage bei den Kantonen zu geothermischen Grossanlagen zeigt, dass mindestens 80 % der in der Elektrowärmepumpen-Statistik erfassten WW-WP Anlagen aller Leistungskategorien Grundwasseranlagen sind. Seit 2008 wird deshalb angenommen, dass 80 % aller WW-WP Anlagen Grundwasserwärmepumpen sind, was bereits für die Kleinanlagen < 100 kW galt (vergleiche auch Signorelli et al., 2009). Für die Jahre vor 2008 wird für Grossanlagen ein linearer Zuwachs von 0 % im Jahr 1970 bis auf 80 % im Jahr 2008 angenommen. Die restlichen 20% sind Anlagen mit anderen Wärmequellen. Ebenfalls wird die Wärmerückgewinnung komplett nicht-geothermischen Quellen zugeschrieben. Es wird weiter angenommen, dass die Anlagen der Kategorien Tunnelwasser und Tiefe Aquifere bekannt sind und einzeln erhoben werden können. Zusammengefasst erfolgt die Bestimmung der Kennzahlen für die jeweiligen WW-Anlagentypen nach folgendem Vorgehen, wobei wiederum das Berechnungsschema aus der Elektrowärmepumpen-Statistik (Basics, 2007) verwendet wird:

- Oberflächennahes Grundwasser: 80% WW-WP Anlagen werden den Grundwasserwärmepumpen zugeschrieben.
- Tunnelwasser: Es gibt 6 Anlagen, die separat erhoben werden. Die Betriebsdaten sind zum Teil nur als Mittelwert für mehrere Jahre vorhanden.
- Tiefe Aquifere: Es gibt 6 Anlagen, die aktuell mit einer WP in Betrieb sind. Sie werden separat erhoben. Die Betriebsdaten sind teilweise ebenfalls nur als Durchschnitt über mehrere Jahre vorhanden.

3.3.2 Oberflächennahes Grundwasser

Die Nutzung des Oberflächennahen Grundwassers erfolgt mit WW-WP. Wie in Kapitel 2 beschrieben, werden die WW-WP in der Elektrowärmepumpen-Statistik (Basics, 2007) separat ausgewiesen. 80 % der dort ausgewiesenen WW-WP werden dem Nutzungstyp Oberflächennahes Grundwasser zugeordnet (siehe auch Kapitel 3.3.1).

Tabelle 4 listet die Anzahl der WP, die installierte Heizleistung, die Heizenergie und die geothermische Energie für 2024 auf. Eine detaillierte Zusammenstellung der Kennzahlen zur Kategorie Oberflächennahes Grundwasser seit 2014 ist in Beilage 6 zusammengestellt. Die Produktionswerte sind effektive Betriebsdaten (vgl. Kapitel 3.1), die in Abhängigkeit der Heizgradtage berechnet werden, was zu Schwankungen in der geförderten Wärme von Jahr zu Jahr führen kann (siehe

Beilage 1). Die Anzahl Wärmepumpen liegt bei rund 5‘727 Stück. Die Heizleistung sank gegenüber 2023 um 0.1 MW auf 372.3 MW. Die Heizenergie betrug 550.6 GWh. Dabei liegt der Anteil der geothermischen Energie bei 73.5 % und beträgt 405.5 GWh.

Total 2023

Anzahl Wärmepumpen	5‘727
Installierte Heizleistung [MW]	372.3
Heizenergie [GWh]	550.6
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	405.5
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	73.5
Jahresarbeitszahl JAZ (Mittelwert für alle betriebenen Anlagen)	3.8

Tabelle 4: Kennzahlen der geothermischen Nutzung durch **Oberflächennahe Grundwasseranlagen** für 2024.
Die Heizenergie wird basierend auf den Heizgradtagen pro Jahr berechnet. Dies kann zu Schwankungen von Jahr zu Jahr führen.

3.3.3 Tunnelwasser

Tunnelwasser-Nutzung bezeichnet die energetische Nutzung von Bergwasser, welches aus einem Tunnel fliesst. In der Schweiz wird Wasser aus 6 Tunneln genutzt. Im Jahr 2024 war davon jedoch die Anlage am Hauenstein ausser Betrieb. Hier wird die Anlagentechnik ausgetauscht und eine Erweiterung der Tunnelwassernutzung angedacht. Hinzu kommt der Tunnel des Grossen St. Bernhards, bei welchem heisse Tunnelluft als Energiequelle dient (siehe Tabelle 5). Aufgrund der relativ niedrigen Ausflusstemperaturen (< 20°C) erfolgt die thermische Tunnelwassernutzung, abgesehen von den Direktnutzungen für die Fischzucht, über eine WP.

Die zusammengestellten Betriebsdaten basieren hauptsächlich auf einer von Geothermie-Schweiz beauftragten Studie zum Potenzial von Tunnelwasser-Nutzungen in der Schweiz (Février und Rybach, 2007; Tabelle 5). Allgemein wurde dabei festgestellt, dass oft die Energiezähler fehlen. Basierend auf den verfügbaren Daten wurden deshalb «wahrscheinliche Energiebilanzen» aufgestellt. Dabei handelt es sich jeweils um die mittleren Energiewerte seit Inbetriebnahme der Anlagen. Beim Ricken-Bahntunnel in Kaltbrunn sowie beim Grossen St. Bernhard-Strassentunnel in Bourg St. Pierre sind neue Messanlagen in Aussicht gestellt worden, so dass hier in Zukunft möglicherweise aktuellere Werte zur Verfügung stehen. Bei den meisten Anlagen wird keine oder keine nennenswerte elektrische Antriebsenergie für eine Umwälzpumpe benötigt, da das vorhandene Gefälle im Tunnel genutzt wird.

Für die vorliegende Statistik wurden die Betreiber der Anlagen kontaktiert und dadurch die Produktionsdaten, wo möglich, für 2024 aktualisiert. Die Heizenergie lag 2024 bei rund 6.46 GWh, bei einem Anteil an geothermischer Energie von rund 4.63 GWh. Die Produktionsdaten seit 2014 sind in Beilage 7 zusammengestellt. Die Angaben zur totalen Schüttung und genutzter Schüttung in Ta-

belle 5 zeigen, dass durch die bestehenden Anlagen noch lange nicht das ganze vorhandene geothermische Potenzial genutzt wird. Die Anlage am Furka in Oberwald (Gemeinde Obergoms) wird stetig ausgebaut und erreicht im Jahr 2024 erstmalig über 2 MW Leistung.

	Schüttung [l/min]	**Fördertemperatur [°C]**	**Installierte Heizleistung [MW]**	**Heizenergie [GWh]**	**Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]**
Furka Eisenbahntunnel Oberwald (VS)	4200	16	2.05	4.48	3.31
Gotthard Strassentunnel Airolo (TI)	6670 (genutzt 2000 – 2400)	12 – 17	0.72	0.86	0.65
Ricken Bahntunnel Kaltbrunn (SG)	690	12.3	0.16	0.25	0.17
Nahwärmeverbund Lötschbergbasistunnel, Nordportal	678.6	16 - 18	1.08	0.70	0.40
Hauenstein Basis-Bahntunnel Trimbach (SO)	2500 (genutzt 1300)	19	2024 ausser Betrieb		
Grosser St-Bernard Strassentunnel Bourg St Pierre (VS)*)	(Tunnelluft)	8	0.06	0.10	0.07
Mappo Morettina, Strassentunnel Minusio/Tenero (TI)	250	16 - 18	0.09	0.08	0.03
Total			**4.16**	**6.46**	**4.63**

*) Nutzung der warmen Tunnelluft (Luft-Wasser WP)

Tabelle 5: Kennzahlen der geothermischen **Tunnelwasser-Nutzung** mit Wärmepumpen für 2024 (basierend auf Février und Rybach, 2007; aktualisiert gemäss Betreiberangaben).
Rundungsabweichungen beim Total durch Berücksichtigung weiterer Nachkommastellen.

Beim Mappo Morettina-Tunnel und dem Grossen St. Bernard-Tunnel ist die Produktion bis 2010 etwa gleich geblieben. Seit dem Jahr 2011 wurde neu der Nahwärmeverbund beim Lötschbergbasistunnel in Frutigen (Nordportal) in die vorliegende Statistik aufgenommen. Der Tunnel wurde im Herbst 2010 vollständig in Betrieb genommen.

Zwei Tunnelwasser-Anlagen dienen auch zur Kühlung. So wird beim Gotthardstrassentunnel im Sommer zur Rückkühlung der Gebäude eine Energie von 1'440 MWh umgesetzt. Beim Tunnel Mappo Morettina werden im Kühlbetrieb dem Gebäude 250 MWh pro Jahr durch Tunnelwasser entzogen.

3.3.4 Tiefer Aquifer – Nutzung über Wärmepumpen

In diesem Kapitel wird die geothermische Nutzung der Tiefen Aquifere über WP zusammengestellt. Wegen der höheren Temperatur aus tief liegenden Aquiferen wäre die direkte Nutzung oftmals möglich. In der Schweiz wird die geförderte Energie in den meisten Fällen jedoch über eine WP zusätzlich aufgewertet, da die hier aufgeführten Aquifere, mit der Ausnahme der Anlage Riehen, in max. 500 m Tiefe liegen. Bei der Anlage Riehen findet, aufgrund der grösseren Tiefenlage und damit höheren Temperaturen, neben einer WP-Nutzung auch eine Direktnutzung der geothermischen Energie statt (siehe Kapitel 3.4.2).

Die Anlage Itingen hat 2014 neu den Betrieb wieder aufgenommen. Die Anlage in Kreuzlingen wird seit 2015 unter den Thermalbädern geführt, nachdem sie zuvor als Tiefer Aquifer in die Statistik eingeflossen ist. Am 25. November 2020 erfolgte in Davos die definitive Inbetriebnahme der tiefengeothermischen Anlage des Wärmeverbundes Davos Arkaden. Damit sind 6 Anlagen mit WP in der Schweiz in Betrieb (Tabelle 6). Seit 2022 wird die tiefengeothermische Anlage in Schlattingen (TG) in der Statistik erfasst, da diese im Januar 2022 mit dem Erhalt der Konzession offiziell in Betrieb genommen wurde. Sie nutzt die Wärme direkt (ohne WP), sodass sie als einzige Tiefe Aquifer-Anlage nur unter den Direktnutzungen geführt wird (Kapitel 3.4.2). 2024 wurde mit Tiefen Aquifer-Systemen mit WP eine Heizenergie von rund 24.16 GWh produziert. Der geothermische Anteil liegt dabei bei 17.60 GWh.

	Installierte Heizleistung [MW]	**Heizenergie [GWh]**	**Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]**
Bassersdorf (ZH)	0.24	0.47	0.24
Davos Arkaden (GR)	0.88	5.70	3.82
Itingen (BL)	0.08	0.18	0.13
Kloten (ZH)	0.24	0.30	0.13
Riehen (BS)	3.50	15.45	11.97
Seon (AG)	1.20	2.06	1.32

Total 2024

Installierte Heizleistung [MW]	6.14
Heizenergie [GWh]	24.16
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	17.60
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil [%]	73
Jahresarbeitszahl JAZ	3.7

Tabelle 6: Kennzahlen der geothermischen Nutzung aus **Tiefen Aquiferen** für 2024, gemäss Betreiberangaben.
Rundungsabweichungen beim Total durch Berücksichtigung weiterer Nachkommastellen.

3.4 Direktnutzung (Nicht-Wärmepumpennutzung)

3.4.1 Tunnelwassernutzung – Direktnutzung

Seit dem Jahr 2011 wurde neu der Nahwärmeverbund beim Lötschbergbasistunnel in Frutigen (Nordportal) in der vorliegenden Statistik aufgenommen, der im Herbst 2010 vollständig in Betrieb genommen wurde. Ein grosser Teil (2 GWh) der geothermischen Wärme beim Lötschbergbasistunnel wird jährlich direkt ohne Wärmepumpe für die Fischzucht verwendet. Weitere direkte Nutzungen (Fischzuchten) sind am Südportal des Lötschbergbasistunnels in Raron sowie am Nordportal des Gotthardbasistunnels in Erstfeld zu finden. Hier erfolgt jedoch ebenfalls keine Erfassung der direkten energetischen Tunnelwassernutzung.

3.4.2 Tiefer Aquifer – Direktnutzung

Bei genügend hoher Fördertemperatur ist eine geothermische Direktnutzung möglich. Die Anlage in Riehen fördert seit 1994 aus dem Muschelkalk Wasser mit einer Temperatur von ca. 67 °C. Dies erlaubt eine Direktnutzung ohne WP. Seit 2022 ist die Anlage Schlattingen offiziell in Betrieb, welche ebenfalls Thermalwasser aus dem Muschelkalk fördert. Im Jahr 2023 war die Anlage in Schlattingen bis in den Herbst 2023 ausser Betrieb: Die Umbaumassnahmen in der Aufbereitungsanlage dauerten länger als geplant und es mussten Anlagenteile ausgetauscht werden. Im Jahr 2024 waren beide tiefengeothermischen Anlagen in Betrieb.

2024 betrug die direkt genutzte Heizenergie durch Tiefe Aquifere 11.32 GWh (siehe Tabelle 7 und Beilage 9).

Total 2024

	Installierte Heizleistung [MW]	Heizenergie = geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]
Riehen (BS)	1.50	5.77
Schlattingen (TG)	3.36	5.54
Total	**4.86**	**11.32**

Tabelle 7: Kennzahlen der geothermischen Direktnutzung ohne WP aus **Tiefen Aquiferen** für 2024, gemäss Betreiberangaben.

3.4.3 Thermalbäder

Die Energienutzung von Thermalbädern wird nach der folgenden Formel abgeschätzt:

$$E = Q \cdot \Delta T \cdot \rho c_P \cdot t_{1JAHR} \cdot f$$

mit E= Heizenergie [Wh], Q= Schüttungsrate [$m^3\ s^{-1}$], ΔT = Temperaturdifferenz vor und nach der Nutzung (Temperatur Quelle minus Vorfluter) [K], ρc_P = Wärmekapazität von Wasser [i.d.R. $4.2 \cdot 10^6$ J $m^{-3}K^{-1}$], t = Zeit [1 Jahr = 8760 h], f= Betriebsfaktor [i. d. R. 95 %]. Für die Berechnung werden die Betriebspausen auf 5 % geschätzt. In Kreuzlingen ist die Fördermenge per kantonaler Konzession begrenzt, in diesem Fall wird die vom Betreiber geförderte Wassermenge erfasst und für die statistischen Berechnungen genutzt.

Allgemein erfolgt bei zu geringer Thermentemperatur eine zusätzliche Aufheizung des Badewassers. Bei zu hoher Temperatur wird mit zusätzlichem kaltem Wasser auf die Badetemperatur herunter gekühlt. Häufig wird zudem das «abgebadete» Thermalwasser einer weiteren energetischen Nutzung zugeführt (z. B. Heizzwecke mittels WP).

Für die Bestimmung der geothermischen Heizenergie wird in dieser Statistik angenommen, dass man die Quellentemperatur soweit abkühlt, bis das Wasser in einen oberflächennahen Vorfluter geleitet werden kann. Dazu wird jeweils die Temperaturdifferenz zwischen Therme und Vorfluter (= 10°C) verwendet.

In der Kategorie Thermalbäder wird nur die Heizenergie der Therme betrachtet. Tabelle 8 fasst die Heizenergie und die geothermische Leistung der Thermalbäder zusammen. Die Zusammenstellung der Schüttungen und der Referenzen ist in Beilage 10 zu finden.

Ende 2019 ist das Thermalbad Val d'Illiez bis auf Weiteres geschlossen worden. Leider ist auch 2024 noch kein Käufer gefunden worden, sodass diese ergiebige Thermalquelle weiterhin ungenutzt ist. Wichtig bei den Angaben zu Leukerbad ist, dass sich die unten angegebenen Werte nicht nur speziell auf die Leukerbad-Therme beziehen, sondern auf alle geothermischen Nutzungen in diesem Ort. Dazu gehören zahlreiche Thermal-Hotels, die Therme 51, die Walliser Alpentherme

und andere. Die grösste Therme ist die Leukerbad-Therme, welche rund 1'000 der insgesamt ca. 2'769 l/min bezieht. Zudem wird das Thermalwasser in den Thermen und Hotels sowie einer Schule für Heizwecke benutzt, allerdings sind diesbezüglich keine Betriebszahlen bekannt.

Thermalbad	Leistung [MW]*)	Heizenergie [GWh]*)
Andeer (GR)	0.03	0.21
Baden (AG)	1.91	15.94
Bad Ragaz (SG)	2.65	22.01
Bad Schinznach S3 (AG)	1.20	9.96
Brigerbad (VS)	2.22	18.51
Kreuzlingen	0.09	0.72
Lavey-les-Bains (VD)	3.56	29.48
Leukerbad (VS)	7.17	59.64
Ovronnaz (VS)	0.16	1.30
Saillon (VS)	0.24	2.00
Stabio (TI)	0.07	0.56
Val d'Illiez (VS)	Geschlossen	
Vals (GR)	0.54	4.45
Yverdon-les-Bains (VD)	0.23	1.89
Bad Zurzach (AG)	0.78	6.45
Total	**20.8**	**173.3**

*) Bei Abkühlung auf 10°C

Tabelle 8: Kennzahlen der geothermischen Nutzung der **Thermalbäder** für 2024.

3.5 Geothermisches Kühlen

Dank seiner geeigneten physikalischen Eigenschaften kann der Untergrund (Gesteine und Wasser) als saisonaler Wärme-/Kältespeicher dienen. Je nach Verbrauchsprofil wird der Geothermiespeicher so gebaut, dass der gesamte Kühlbedarf direkt über den Untergrund abgedeckt werden kann. Damit lassen sich Kühlungssysteme mit sehr hohen COPs realisieren. Diese Art des Kühlens wird als Geocooling bezeichnet. Wenn der Kühlbedarf gross oder eine tiefe Kühltemperatur notwendig ist (z. B.: Entfeuchtung), muss eine WP zum Kühlen eingesetzt werden («Forced Cooling»).

Im Bereich Geothermie gibt es in der Schweiz hauptsächlich zwei Anlagetypen, die man für Kühlzwecke verwendet: EWS-Felder und Geostrukturen. Kühlleistungen und Kühlenergie können bis jetzt nicht erfasst werden. Diese Anwendung liefert jedoch von Jahr zu Jahr einen grösseren Beitrag zur geothermischen Energieproduktion. Es wird empfohlen, dass sie zukünftig separat ausgewiesen wird. Die Kühlenergie, welche mittels «Forced Cooling» über WP erfolgt, könnte über

die Kennzahlen der WP-Lieferanten abgeschätzt werden. Der Beitrag des Geocoolings zur Kälteproduktion wird schwieriger abzuschätzen sein.

4 Überblick Geothermie Nutzung in der Schweiz

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die installierten Heizleistungen von WP-Systemen sowie die produzierte Heizenergie und geothermische Energie aller Geothermie-Systeme. Tabelle 9 fasst die installierte Heizleistung für die WP-Systeme zusammen.

Figur 6 zeigt die installierte Heizleistung und die prozentuale Verteilung für das Jahr 2024. Sie beträgt neu 2'830.0 MW für die WP-Anlagen und 2'855.7 MW inklusive der Thermalbäder und der Direktnutzungen Tiefer Aquifere und Tunnelwasser. Der Anstieg bei der installierten Heizleistung geht im Jahr 2024 auf einen Zuwachs bei den EWS-Anlagen (+ 3.5 %), bei den Geostrukturen (+ 4.4 %) und den Tunnelwassernutzungen (+ 2.0 %) zurück.

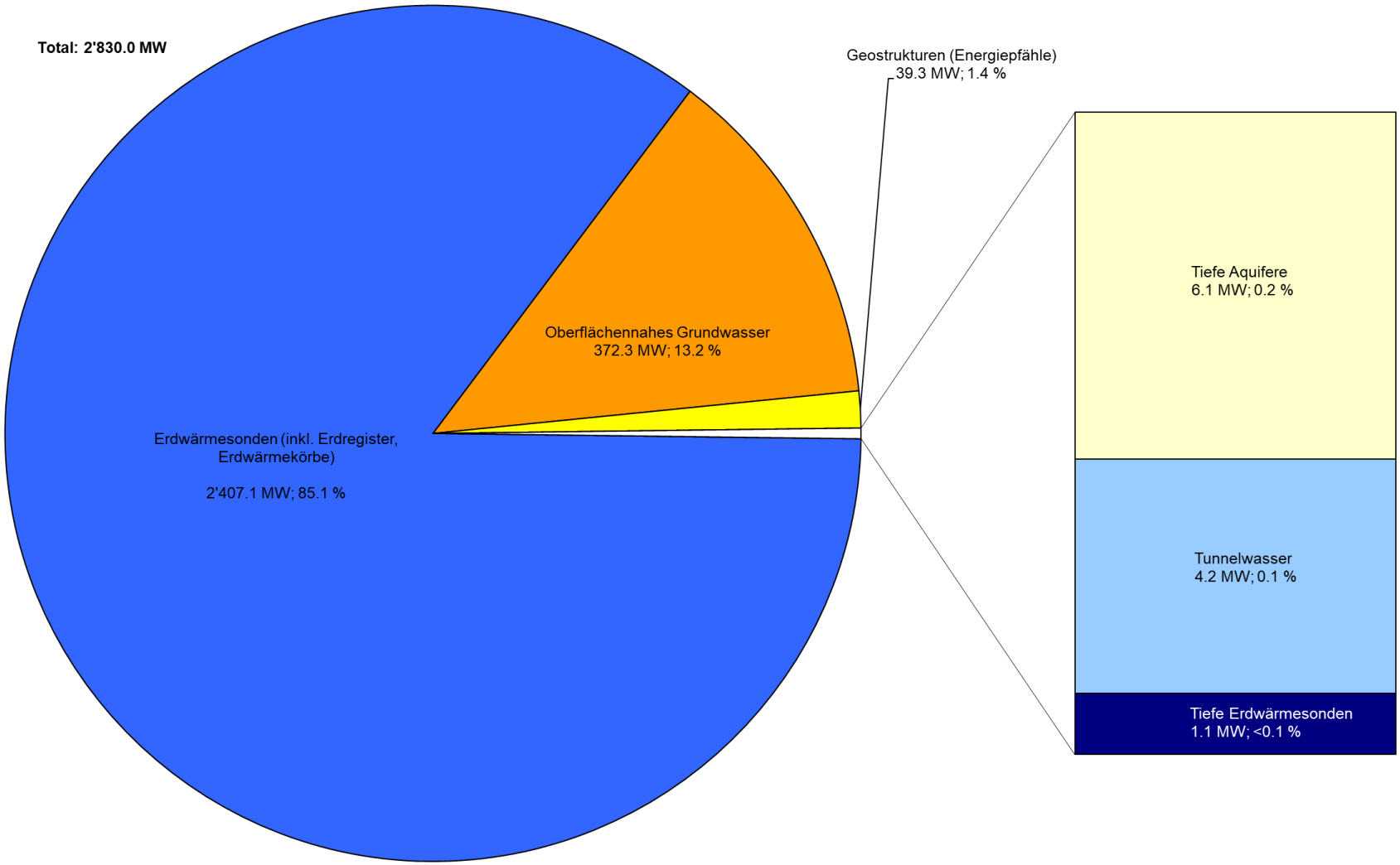
Die produzierte Heizenergie betrug 2024 4'715.8 GWh (Tabelle 10, Figur 7). Die gesamte Produktion hat sich seit 2010 knapp verdoppelt und seit 2000 mehr als vervierfacht. Der mit Abstand grösste Anteil entfällt mit 81.9 % auf EWS-Anlagen (3'863.9 GWh). Gefolgt werden die EWS-Anlagen von den Oberflächennahen Grundwasser-Nutzungen mit 11.7 % (550.6 GWh) und den Thermalbädern mit 3.7 % (173.3 GWh). Die Produktion der restlichen Quellen liegt bei 2.7 %, wobei die Geostrukturen mit 1.7 % (81.5 GWh) und die Nutzung der Tiefen Aquifere (direkt und mittels WP) mit 0.7 % (35.5 GWh) am meisten beitragen. Analoges ist für die geförderte geothermische und somit die erneuerbare Energie zusammengestellt (Tabelle 11, Figur 8).

Bei der in der vorliegenden Statistik dargestellten Heizenergie sowie auch dem geothermisch geförderten Anteil handelt es sich um effektive Betriebsdaten. Dies bedeutet, dass die hier dargestellte Heizenergie und auch deren Entwicklung seit 1990 von den jeweiligen Heizgradtagen eines Jahres abhängen. So ist zum Beispiel der Einbruch der Wärmeproduktion im Jahr 2014 bzw. auch im Jahr 2022 auf die sehr milden Wintermonate zurückzuführen. Figur 9 und Figur 10 zeigen die Entwicklung der Heizenergie und der geförderten geothermischen Energie seit 1990. Für die Übersichtlichkeit werden in den Diagrammen die Kategorien Tiefe Erdwärmesonden (TEWS), Geostrukturen, Tiefe Aquifere und Tunnelwasser zur Kategorie «Restliche geothermische Systeme» zusammengefasst.

Die Heizleistung und die Anzahl an Anlagen behalten auch in 2024 ihre positive Entwicklungstendenz bei. Beim jährlichen Zuwachs war seit 2020 eine deutliche Steigerung von Jahr zu Jahr zu verzeichnen, welcher sich jedoch wieder abgeflacht hat. Sowohl bei der Heizleistung als auch bei der Heizenergie haben die EWS-Anlagen in 2024 ihren prozentualen Anteil gegenüber den anderen Systemen gehalten.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**%-Anteil 2024**
Erdwärmesonden (inkl. Erdregis-ter, Erdwärmekörbe)	1‘531.7	1‘618.2	1'694.2	1'770.2	1’843.8	**1’914.9**	1’993.4	2’080.3	2’201.4	2’326.4	2’407.1	85.1%
Oberflächennahes Grundwasser	256.5	277.0	279.3	282.4	291.5	**306.0**	331.4	349.73	369.6	372.4	372.3	13.2%
Geostrukturen (Energiepfähle)	19.0	20.3	24.9	25.2	26.3	**28.4**	29.6	31.55	35.1	37.6	39.3	1.4%
Tiefe Aquifer	5.0	5.4	5.4	5.4	5.4	**5.4**	6.3	6.14	6.1	6.1	6.1	0.2%
Tunnelwasser	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	**3.9**	3.9	3.54	3.8	4.1	4.2	0.1%
Tiefe Erdwärmesonden	0.8	0.8	0.8	1.1	1.1	**1.1**	1.1	1.08	1.1	1.1	1.1	<0.1 %
Total	**1‘816.8**	**1‘925.5**	**2'008.6**	**2'088.2**	**2'172.0**	**2'259.7**	**2’365.7**	**2’472.3**	**2'617.1**	**2'747.6**	**2'830.0**	

Tabelle 9: **Total installierte Heizleistung [MW]** (nur Wärmepumpen-Anlagen, ohne Direktnutzung), aufgeschlüsselt nach WP-Systemen für die Jahre 2014 bis 2024.

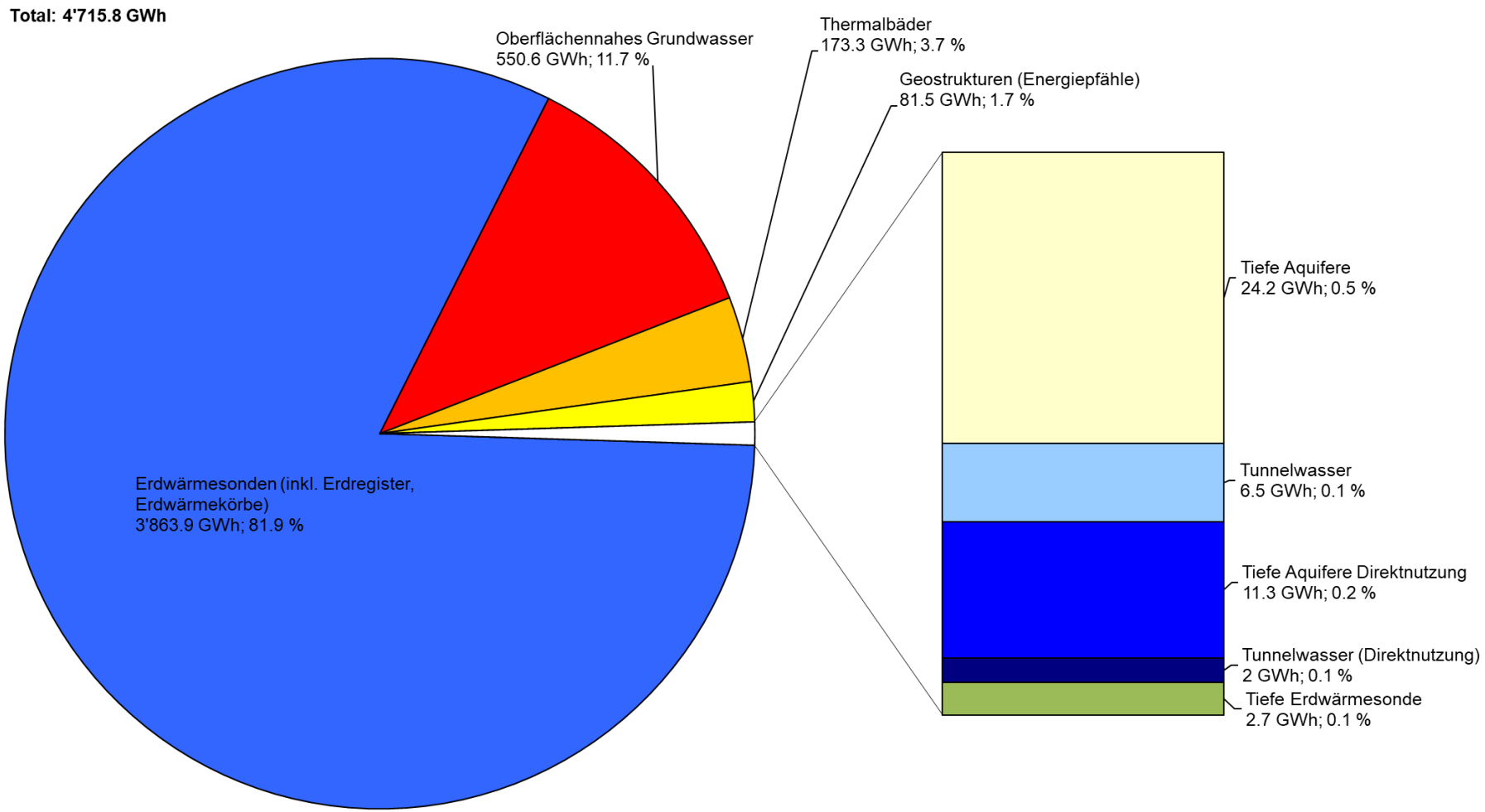


Figur 6: Diagramm mit Anteilen der **installierten Heizleistung** (nur Wärmepumpen-Anlagen, ohne Direktnutzung) aufgeschlüsselt für WP-Systeme im Jahr 2024.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**%-Anteil gesamt 2024**	***%-Anteil nur WP 2024***
Erdwärmesonden (inkl. Erdregister, Erdwärmekörbe)*)	2‘385.3	2‘723.0	2'997.6	3'103.5	2'981.6	3’234.5	3’253.7	3’763.3	3’440.2	3’683.8	3863.9	81.9%	85.3%
Oberflächennahe Grundwassernutzung*)	344.3	405.9	450.2	454.6	425.9	467.5	482.7	580.9	536.8	547.8	550.6	11.7%	12.2%
Thermalbäder	242.1	209.7	192.9	192.8	193.8	215.8	185.3	163.1	165.2	181.2	173.3	3.7%	
Geostrukturen (Energiepfähle)*)	39.5	42.2	51.7	52.3	54.5	58.9	61.5	65.4	72.7	78.0	81.5	1.7%	1.8%
Tiefe Aquifere*)	13.5	13.9	17.9	19.8	20.1	16.5	17.5	12.2	9.7	22.7	24.2	0.5%	0.5%
Tunnelwasser	5.8	5.8	6.5	6.5	6.5	6.4	5.9	5.6	5.7	6.8	6.5	0.1%	0.1%
Tiefe Aquifere (Direktnutzung)	3.1	4.2	5.2	4.8	5.2	4.9	4.8	1.7	3.8	5.8	11.3	0.2%	
Tunnelwasser (Direktnutzung)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0%	
Tiefe Erdwärmesonden*)	1.7	1.5	2.1	2.6	2.5	2.4	2.3	2.7	2.4	2.9	2.7	0.1%	0.1%
Total Wärmepumpen-Anlagen	**2’790.1**	**3’192.4**	**3'526.1**	**3'639.3**	**3’491.1**	**3'786.3**	**3’823.6**	**4’430.0**	**4’067.6**	**4’342.0**	**4529.2**	**96.0 %**	***100 %***
Total Direktnutzungen	**247.2**	**215.9**	**200.1**	**199.6**	**201.0**	**222.7**	**192.0**	**166.8**	**171.0**	**189.0**	**186.6**	**4.0 %**	**-**
Total	**3‘037.3**	**3‘408.3**	**3'726.2**	**3'838.9**	**3’692.1**	**4'009.1**	**4’015.6**	**4’596.9**	**4’238.6**	**4’531.0**	**4715.8**	**100 %**	**-**

Tabelle 10: **Heizenergie [GWh]**, aufgeschlüsselt nach geothermischen Systemen für die Jahre 2014 bis 2024.

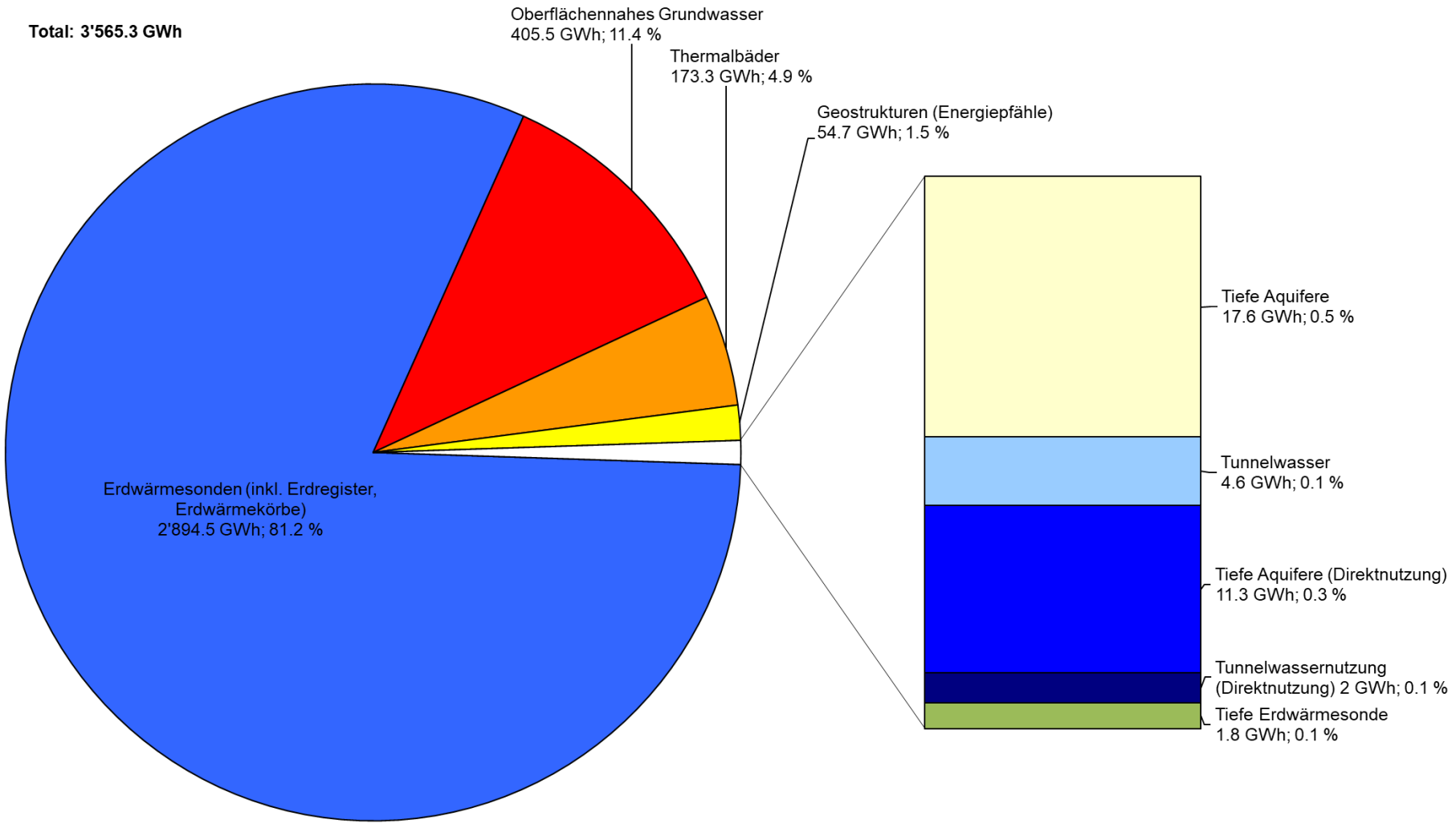
Die Werte repräsentieren effektive Betriebsdaten, abhängig von den Heizgradtagen in einem Jahr. Deshalb sind Schwankungen von Jahr zu Jahr möglich. 2024 war mit 2'859 Heizgradtagen ein eher wärmeres Heizjahr. Der Winter 2014 war mit 2‘782 Heizgradtagen der mildeste Winter seit 1990.



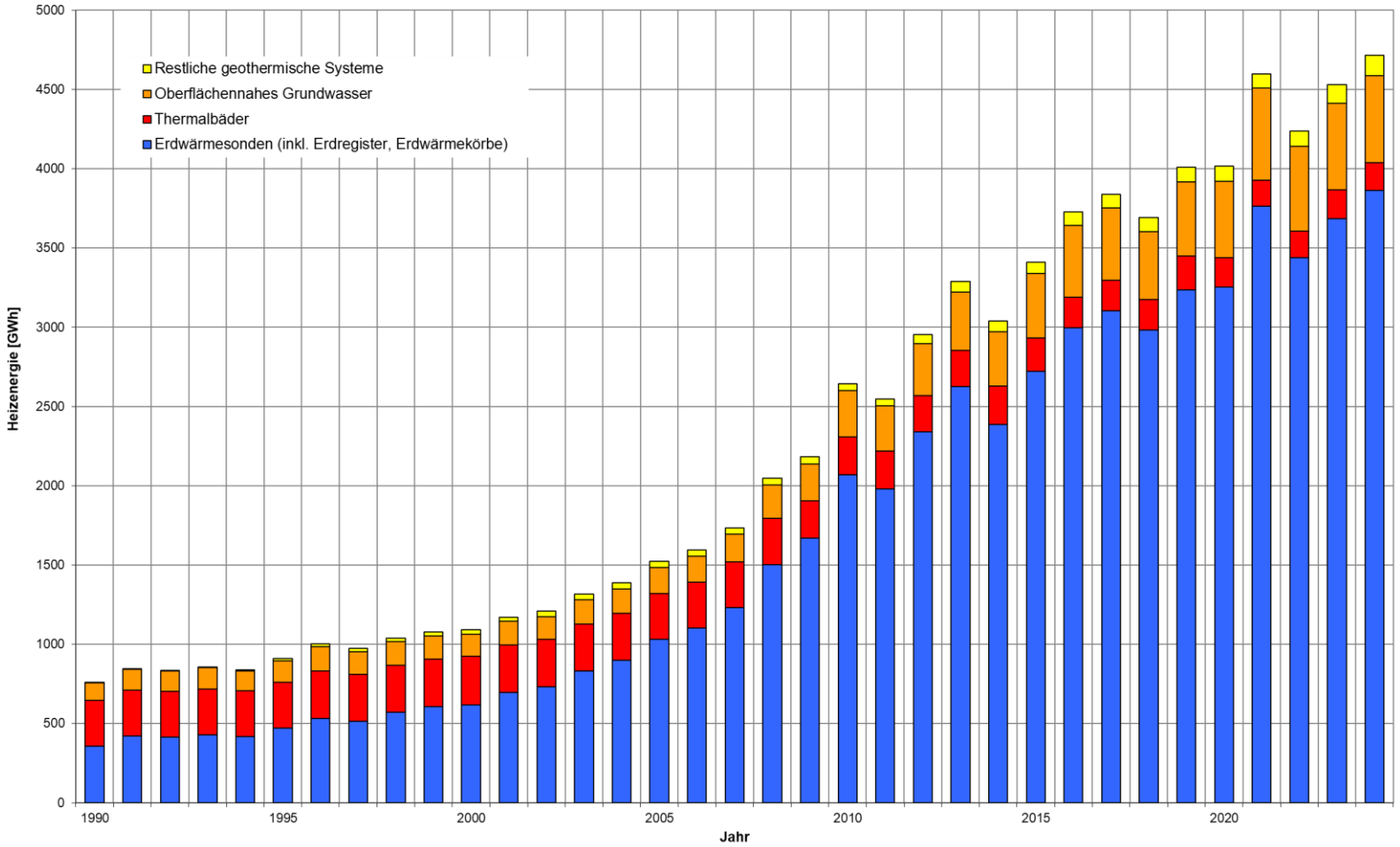
Figur 7: Diagramm mit Anteilen der **Heizenergie** aller geothermischen Systeme im Jahr 2024.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	%-Anteil 2024
Erdwärmesonden (inkl. Erdregister, Erdwärmekörbe)	1‘739.5	1‘983.1	2'182.9	2'266.4	2’192.1	2’378.9	2’403.5	2’772.7	2561.6	2751.1	2894.5	81.2%
Oberflächennahes Grundwasser	248.8	293.2	324.8	326.0	306.5	337.4	350.2	421.5	394.4	402.7	405.5	11.4%
Thermalbäder	242.1	209.7	192.9	192.8	193.8	215.8	185.3	163.1	165.2	181.2	173.3	4.9%
Geostrukturen (Energiepfähle)	26.8	28.6	34.9	35.3	36.8	39.7	41.4	44.1	48.9	52.5	54.7	1.5%
Tiefe Aquifere	9.9	10.2	13.5	15.0	15.5	12.3	13.1	8.6	6.2	16.4	17.6	0.5%
Tunnelwasser	4.1	4.1	4.6	4.6	4.6	4.5	4.2	3.9	4.0	4.9	4.6	0.1%
Tiefe Aquifere (Direktnutzung)	3.1	4.2	5.2	4.8	5.2	4.9	4.8	1.7	3.8	5.8	11.3	0.3%
Tunnelwasser (Direktnutzung)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.1%
Tiefe Erdwärmesonden	1.2	1.1	1.2	1.8	1.7	1.6	1.6	1.8	1.6	1.9	1.8	0.0%
Total	**2‘277.5**	**2‘536.1**	**2‘762.1**	**2‘848.7**	**2‘758.2**	**2‘997.3**	**3‘006.1**	3‘419.4	**3‘187.8**	**3‘418.4**	**3‘565.3**	

Tabelle 11: **Geförderte geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]**, aufgeschlüsselt nach geothermischen Systemen für die Jahre 2014 bis 2024.
Die Werte repräsentieren effektive Betriebsdaten, abhängig von den Heizgradtagen in einem Jahr. Deshalb sind Schwankungen von Jahr zu Jahr möglich. Bei Systemen ohne WP entspricht die geothermische Energie der Heizenergie. 2024 war mit 2'859 Heizgradtagen ein eher wärmeres Heizjahr. Der Winter 2014 war mit 2‘782 Heizgradtagen der mildeste Winter seit 1990.

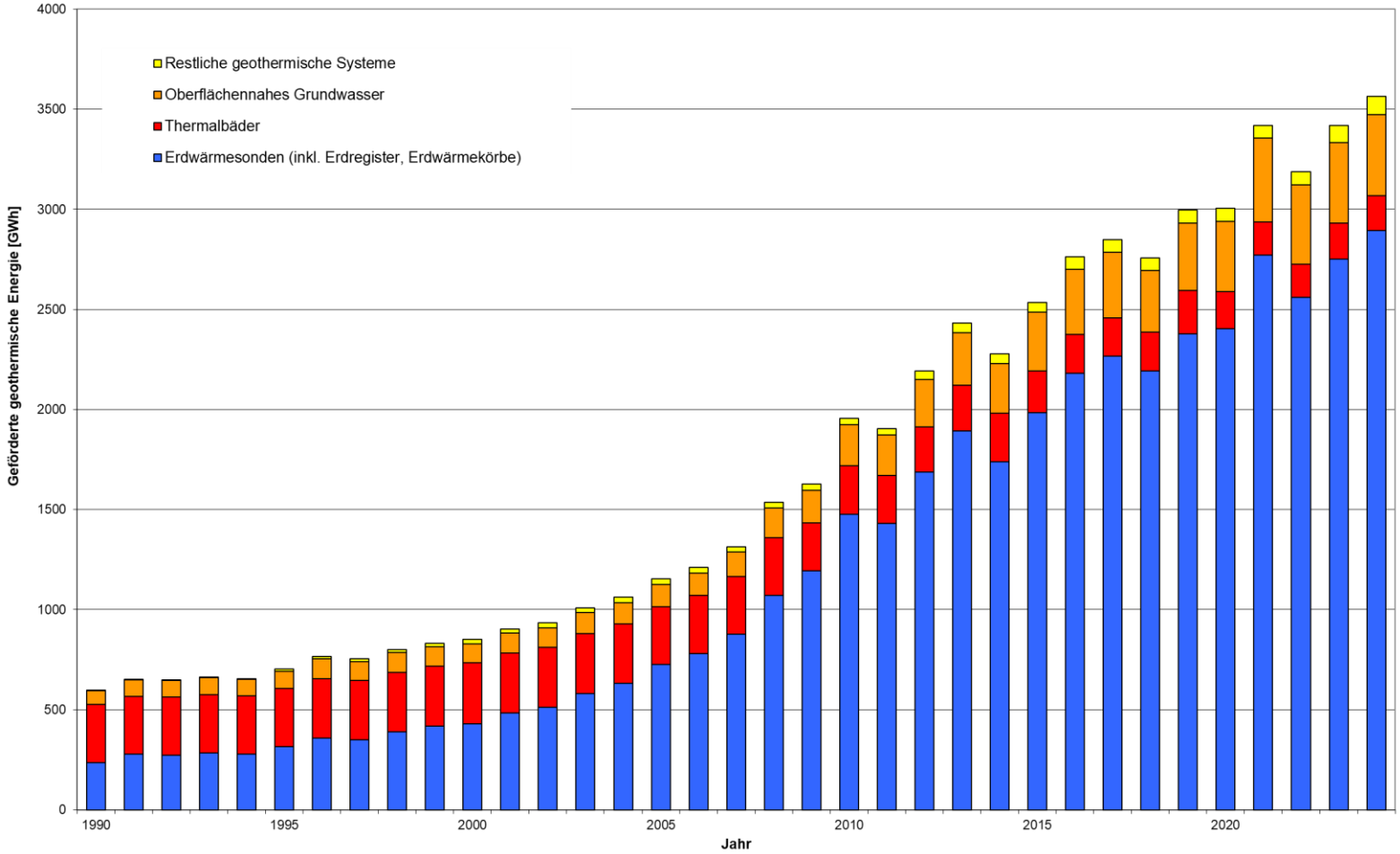


Figur 8: Diagramm mit Anteilen der geförderten **geothermischen (erneuerbaren) Energie** aller geothermischen Systeme im Jahr 2024.



Figur 9: **Heizenergie (Wärmeproduktion)** aller geothermischen Systeme seit 1990, basierend auf den Daten der Elektro-Wärmepumpen-Statistik und auf Angaben von Anlagebetreibern.

Die Werte repräsentieren effektive Betriebsdaten, abhängig von den Heizgradtagen in einem Jahr. Deshalb sind Schwankungen von Jahr zu Jahr möglich. 2024 war mit 2'859 Heizgradtagen ein eher wärmeres Heizjahr. Der Winter 2014 war mit 2‘782 Heizgradtagen der mildeste Winter seit 1990.



Figur 10 **Geothermische (erneuerbare) Energie** (vor der WP) aller geothermischen Systeme seit 1990, basierend auf den Daten der Elektro-Wärmepumpen-Statistik und auf Angaben von Anlagebetreibern.

Die Werte repräsentieren effektive Betriebsdaten, abhängig von den Heizgradtagen in einem Jahr. Deshalb sind Schwankungen von Jahr zu Jahr möglich. 2024 war mit 2'859 Heizgradtagen ein eher wärmeres Heizjahr. Der Winter 2014 war mit 2‘782 Heizgradtagen der mildeste Winter seit 1990.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die vorliegende Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz für das Jahr 2024 wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erarbeitet. Die Ermittlung der Kennzahlen basiert analog zu den vorangehenden Jahren auf dem Berechnungsschema für die Elektro-Wärmepumpenstatistik (Basics, 2007) und auf Anlagenbetriebsdaten, die von den Betreibern zur Verfügung gestellt wurden. In der Elektro-Wärmepumpenstatistik werden die von der FWS erhobenen Verkaufszahlen für WP verwendet, um die installierte Heizleistung, die Heizenergie und die geothermische (erneuerbare) Energie zu berechnen. Die Geothermie-Statistik ist ihrerseits Bestandteil der Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien, die im Auftrag des Bundesamtes für Energie jährlich erstellt wird. Ebenfalls benötigt wird diese Statistik u. a. für die Datenerhebungen der IEA Geothermal, der International Geothermal Association (IGA), des ERA-NET der EU sowie für den Market Report von EGEC.

Da neue Geostruktur-Anlagen, wie Energiepfahl-Systeme, an keiner Stelle zentral erfasst werden, ist eine Dokumentation grundsätzlich schwierig. Es werden deshalb ausgewählte Firmen nach ausgerüsteten Bohrmetern befragt und der jährliche Zuwachs anhand einer Annahme über deren geschätzten Marktanteil bestimmt.

Die Betriebsdaten von Tiefen Erdwärmesonden und Anlagen zur Nutzung von Tiefen Aquiferen werden von den Anlagebetreibern zur Verfügung gestellt. Nicht alle Anlagen sind gut dokumentiert. Zum Teil sind nur Daten für ein Betriebsjahr vorhanden. In diesen Fällen wird angenommen, dass die Angaben für jedes Betriebsjahr identisch sind.

Die Angaben zur Tunnelwasser-Nutzung basieren auf einer Studie von Février und Rybach (2007). Die darin ausgewiesenen Kennzahlen werden jährlich durch persönliche Kontakte zu den Anlagenbetreibern, soweit möglich, aktualisiert. Es zeigte sich eine ähnliche Situation wie bei den anderen Anlagentypen. Oft sind die Anlagen nicht mit Zählern ausgerüstet und die Produktion der Anlage kann nur geschätzt werden.

Die Angaben zu den Thermalbad-Nutzungen beruhen auf einer Erhebung von Geothermie-Schweiz aus dem Jahr 2010, welche für 2024, soweit möglich, aktualisiert wurde. Die einzelnen Thermalbäder wurden kontaktiert und die bereits vorhandenen Angaben überprüft und falls notwendig aktualisiert.

Aufgrund einer grossen Anzahl an EWS-Systemen (inkl. Erdregister, Energiekörbe) und oberflächennahen Grundwasser-Anlagen können diese Kategorien nicht direkt erfasst werden. Die Kennzahlen der EWS-Nutzung werden deshalb aus der Differenz zwischen den aus der WP-Verkaufsstatistik hergeleiteten Produktivitätszahlen für SW-WP und den bekannten Angaben für die anderen beiden SW-WP-Anwendungen Tiefe Erdwärmesonden und Geostrukturen (Kapitel 3.2.2 und 3.2.3) geschätzt. Für die Nutzung aus Oberflächennahem Grundwasser müssen

ebenfalls Annahmen getroffen werden. Hier wird davon ausgegangen, dass 80 % der WW-WP-Anlagen auf Nutzungen des Grundwassers zurückgehen (siehe Kapitel 3.3.2).

Das Kühlen von Gebäuden stellt eine immer bedeutendere Nutzung des Untergrundes dar und zeigt eine vielversprechende Entwicklung. Eine Einzelerfassung dieser Anlagen ist aufgrund der steigenden Anzahl und der vielen Planungsbüros nicht möglich.

2024 waren insgesamt 127’634 geothermische Anlagen in Betrieb. Davon waren 121’879 EWS-Anlagen (inkl. Erdregister und Erdwärmekörbe), 5'727 oberflächennahe Grundwasseranlagen, 14 Thermalbäder, 5 Tunnelwasser-, 6 Tiefe Aquifer- und 4 TEWS-Nutzungen.

Die gesamte Heizleistung aller geothermischer Systeme stieg gegenüber dem Vorjahr 2023 um 2.9 % auf 2'855.7 MW und die gesamte produzierte Heizenergie im gleichen Zeitraum um 4.1 % auf 4'715.8 GWh. Der geothermische Anteil der Heizenergie stieg gleichzeitig auf 3'565.3 GWh (+4.3 %) in 2024.

Die Anzahl der EWS-Systeme wächst nach wie vor von Jahr zu Jahr. Das Wachstum erreichte 2024 2.4 %. Im Vorjahr lag das Wachstum bei 5.3 %. 2024 betrug die durch EWS-Systeme produzierte Heizenergie 3‘863.9 GWh. Der Anteil der EWS-Systeme an der gesamten geothermischen Heizenergie beträgt 81.9 %. Der Anteil der geothermischen und somit erneuerbaren Energie der EWS-Systeme liegt bei etwa 2'894.5 GWh.

Die weitere geothermische WP-Nutzung teilt sich auf in Oberflächennahes Grundwasser (550.6 resp. 405.5 GWh), Tiefe Erdwärmesonden (2.7 resp. 1.8 GWh), Geostrukturen (81.5 resp. 54.7 GWh), Tiefe Aquifere (24.2 resp. 17.6 GWh) und Tunnelwasser (6.5 resp. 4.6 GWh). Angegeben ist die Heizenergie resp. der geothermische (=erneuerbarer) Anteil. Nicht WP-abhängige Geothermie-Nutzungen sind mehrheitlich Thermalbad-Anwendungen (173.3 GWh). Weitere Direktnutzungen sind die Tiefen Aquifer-Anlagen Riehen und Schlattingen (11.3 GWh) sowie die Tunnelwassernutzung am Lötschbergbasistunnel (Fischzucht, 2.0 GWh). Zudem erfolgen Tunnelwassernutzungen (ebenfalls Fischzuchten) am Südportal des Lötschberg- sowie am Nordportal des Gotthardbasistunnels. Hier existieren keine Angaben zur energetischen Nutzung des warmen Tunnelwassers.

2024 betrug der Stromverbrauch aller geothermischer WP 1'150.5 GWh. Der gesamte Stromverbrauch der Schweiz lag gemäss dem Bundesamt für Energie bei 57‘500 GWh. Der Anteil der geothermischen Wärmepumpen am gesamten Stromverbrauch war mit 2.0 % gering.

Im internationalen Vergleich steht die Schweiz bei den oberflächennahen Geothermienutzungen gut da: Die Schweiz hat, bezogen auf die Fläche, die grösste installierte Heizleistung bei oberflächennahen WP-Systemen weltweit (Lund and Boyd, 2020).

Die positive Bilanz der geothermischen Energienutzung ist auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen, wie hohes Umweltbewusstsein, lokal verbreitetes Wissen über die Systeme sowie hohe Motivation und Innovationsfreudigkeit von Bauherren, Unternehmen und Interessenverbänden.

Viele Kantone unterstützen geothermische Wärmepumpenanlagen durch finanzielle Zuschüsse für die Wärmepumpen, insbesondere beim Ersatz konventioneller Heizsysteme. Zusätzliche Fördermassnahmen durch z. B. Gemeinden oder Energieanbieter sind ergänzend möglich. Neben finanziellen Anreizen sind jedoch auch zunehmend strengere Vorschriften für Heizsysteme zu beachten. Bei den Tiefen Aquiferen sind positive Effekte durch die Fördermassnahmen des Bundes zu erkennen (verankert in der Energie- bzw. CO_2-Gesetzgesetzgebung). Auch die zahlreichen Aktivitäten von Geothermie-Schweiz u.a. im Bereich Information und Wissenstransfer, finanziell unterstützt durch das Bundesamt für Energie, sind bedeutend für die positive Entwicklung des Geothermiemarktes in der Schweiz.

Die Nutzung der Geothermie führt einerseits zu einer Einsparung beim CO_2-Ausstoss, andererseits wird hier eine heimische, erneuerbare Ressource verwendet. Im Jahr 2024 konnten dank der geothermischen Anlagen in der Schweiz 413’840 Tonnen Heizöl eingespart werden, was einer Einsparung beim CO_2-Ausstoss von ca. 1'307’734 Tonnen entspricht.

6 Literaturverzeichnis

Basics, 2007, Erweiterung der schweizerischen Elektrowärmepumpenstatistik. Dokumentation der Arbeiten, Bundesamt für Energie.

Bianchetti G., 2003, Exploitation du forage géothermique JAFE de Saillon, rapport intermédiaire, OFEN.

Bundesamt für Energie, 2024: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2023 nach Verwendungszwecken, Exceldokument/Bericht vom November 2024.

Eugster, W.J., Füglister, H., 2003, Tiefe Erdwärmesonde Weggis. Messkampagne zur Dokumentierung der neuen Einflüsse beim Ausbau der Abnehmerleistung. Schlussbericht, Bundesamt für Energie.

Février, S., Rybach, L., 2007. Aktualisierung des Potenzial Tunnelgeothermie. Schlussbericht zuhanden GEOTHERMIE.CH. Nr. 202 980 001.

Geowatt, 2010. Langzeiterfahrung mit Erdwärmesonden-Systemen in der Schweiz, Schlussbericht Bundesamt für Energie.

Kohl, T., R. Brenni, W.J. Eugster, 2002, System performance of a deep borehole heat exchanger, Geothermics, 31, 687–708.

Kohl, T., Andenmatten, N., Rybach L., 2003, Statistik geothermische Nutzung der Schweiz für die Jahre 2000 und 2001. Schlussbericht, Bundesamt für Energie.

Lund, J.W., Toth, A.N., 2020. Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review, Proceedings World Geothermal Congress 2020, Reykjavik, Iceland, April 26 - May 2, 2020.

Rybach, L., Signorelli, S., Salton, M., 2000, Geothermie-Statistik Schweiz 1990-1999, ausgearbeitet durch Forschungsgruppe Geothermie und Radiometrie – ETH Institut für Geophysik, 8093 Zürich, Bundesamt für Energie, Projekt Nr. 24843, Bern.

Signorelli, S., Andenmatten Berthoud, N., Kohl, T., Rybach, L., 2004. Statistik geothermische Nutzung der Schweiz für die Jahre 2002 und 2003. Schlussbericht, Bundesamt für Energie.

Signorelli, S., Wagner, R., Kohl, T., L. Rybach, 2007. Statistik geothermische Nutzung der Schweiz für die Jahre, Ausgabe 2006 - Überarbeitung der Geothermiestatistik von 1990 bis 2006. Schlussbericht, GEOTHERMIE.CH.

Signorelli, S., Sonnenfroh, F., Imhasly, S., Kohl, T., Rybach, L., 2009. Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz, Ausgabe 2008 - Überarbeitung der Geothermiestatistik von 1990 bis 2008. Schlussbericht, GEOTHERMIE.CH.

7 Beilagen

Beilage 1: Kennzahlen der Sole-Wasser-Wärmepumpen, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.1. Die Energiewerte sind nicht-klimanormiert und repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr. Die angegebenen JAZ sind die Mittelwerte für alle betriebenen Anlagen, unabhängig von der Inbetriebnahme. In den Stückzahlen sind die Tiefen Erdwärmesonden (TEWS) jedoch nicht die Geostrukturen enthalten.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Anzahl Wärmepumpen	88‘218	91‘542	94'269	96’722	99’132	101’626	104’352	108’155	113’163	119’084	121’883
Installierte Heizleistung [MW]	1‘551.5	1‘639.3	1'719.9	1'796.5	1’871.2	1’944.40	2’024.17	2’112.89	2’237.55	2’365.05	2’447.45
Wärmeproduktion [GWh]	2‘426.5	2‘766.7	3051.4	3'158.4	3’038.7	3’295.87	3’317.49	3’831.42	3515.39	3764.67	3948.02
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	1‘767.5	2‘012.7	2’219.1	2'303.5	2’230.6	2’420.29	2’446.51	2818.54	2612.18	2805.41	2950.95
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	73 %	73 %	73 %	73 %	73%	73%	74%	74%	74%	75%	75%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.7	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0

Beilage 2: Kennzahlen der Wasser-Wasser-Wärmepumpen, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.1. Die Energiewerte sind nicht-klimanormiert und repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr. Die angegebenen JAZ sind die Mittelwerte für alle betriebenen Anlagen, unabhängig von der Inbetriebnahme.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Anzahl Wärmepumpen	5‘575	5‘783	5'814	5'814	5'796	5’783	5’899	5’907	5’907	5’830	5’738
Installierte Heizleistung [MW]	265.3	286.18	288.67	291.7	300.8	315.31	341.55	359.41	379.52	382.59	382.58
Wärmeproduktion [GWh]	363.7	425.70	474.66	480.9	452.4	490.47	506.11	598.63	552.22	577.30	581.19
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	262.8	377.55	342.9	345.7	326.6	354.31	367.60	434.05	404.65	423.99	427.73
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	72 %	72.2 %	72 %	72 %	72 %	72 %	73%	73%	73%	73%	74%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.7	3.8	3.8

Beilage 3: Kennzahlen der Nutzung mit Tiefen Erdwärmesonden, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.2.2. Die Angaben repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr, geliefert von Anlagebetreibern.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Anzahl Anlagen	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Installierte Heizleistung [MW]	0.78	0.78	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
Wärmeproduktion [GWh]	1.69	1.53	2.08	2.60	2.50	2.42	2.32	2.65	2.44	2.88	2.71
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	1.15	1.05	1.25	1.83	1.72	1.64	1.62	1.80	1.65	1.88	1.76
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	68 %	69 %	60 %	70 %	69 %	68 %	70%	68%	67%	65%	65%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.1	3.2	2.5	3.4	3.2	3.1	3.3	3.1	3.1	2.9	2.8

Beilage 4: Kennzahlen der Nutzung mit Geostrukturen, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.2.3. Die Angaben repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr. Bis 2003 basieren die Zahlen auf der Erhebung von neu erstellten Anlagen. Ab 2004 wird der Zuwachs anhand von mit Wärmetauschern ausgerüsteten Pfahlmetern abgeschätzt. Die angegebenen JAZ sind die Mittelwerte für alle betriebenen Anlagen, unabhängig von der Inbetriebnahme.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Anzahl Anlagen	Anzahl der Anlagen unbekannt										
Installierte Heizleistung [MW]	19.0	20.3	24.9	25.2	26.3	28.4	29.64	31.55	35.05	37.62	39.27
Wärmeproduktion [GWh]	39.5	42.2	51.7	52.3	54.4	58.9	61.48	65.43	72.70	78.03	81.45
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	26.8	28.6	34.9	35.3	36.8	39.7	41.42	44.06	48.90	52.46	54.74
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	68 %	68 %	68 %	68 %	67 %	67 %	67%	67%	67%	67%	67%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0

Beilage 5: Kennzahlen der Nutzung mit Erdwärmesonden (EWS), inkl. Erdwärmekörbe und Erdregister, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.2.4. Die Energiewerte sind nicht-klimanormiert und repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr. Die angegebenen JAZ sind die Mittelwerte für alle betriebenen Anlagen, unabhängig von der Inbetriebnahme.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Anzahl Wärmepumpen	Da die Anzahl Geostruktur-Anlagen nicht bekannt ist, kann die Anzahl nur geschätzt werden. Die Anzahl liegt in der Grössenordnung von Beilage 1										
Installierte Heizleistung [MW]	1‘434.5	1‘531.7	1'618.2	1'770.2	1’843.8	1’914.91	1’993.45	2’080.26	2’201.42	2’326.35	2’407.10
Wärmeproduktion [GWh]	2‘626.1	2‘385.3	2'723.0	3'103.5	2’981.6	3’234.5	3’253.7	3’763.3	3’440.2	3’683.8	3’863.9
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	1‘893.5	1‘739.5	1'983.1	2'266.4	2’192.1	2’378.9	2’403.5	2’772.7	2’561.6	2’751.1	2’894.5
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	72 %	73 %	73 %	73 %	74%	74%	74%	74%	74%	75%	75%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0

Beilage 6: Kennzahlen der WP-Nutzung von Oberflächennahem Grundwasser, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.3.2. Die Energiewerte sind nicht-klimanormiert und repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr. Die angegebenen JAZ sind die Mittelwerte für alle betriebenen Anlagen, unabhängig von der Inbetriebnahme.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Anzahl Wärmepumpen	5‘562	5‘771	5'802	5'802	5’784	5’772	5’887	5’896	5’896	5’819	5’727
Installierte Heizleistung [MW]	256.5	277.0	279.3	282.4	291.5	306.00	331.35	349.73	369.59	372.37	372.28
Wärmeproduktion [GWh]	344.3	405.2	450.2	454.6	425.9	467.50	482.70	580.88	536.85	547.77	550.74
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	248.9	292.7	324.8	326.0	306.5	337.44	350.23	421.52	394.38	402.69	405.63
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	72 %	72 %	72 %	72 %	72%	72%	73%	73%	73%	74%	74%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.6	3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.8	3.8	3.8

Beilage 7: Kennzahlen der Tunnelwasser-Nutzung, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.3.3. Die Werte repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr abgeschätzt anhand von Betreiberangaben (Février und Rybach, 2007).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Anzahl Wärmepumpen	7 1)	7 1)	7 1)	7 1)	7 1)	6	6	5	5	5	5
Installierte Heizleistung [MW]	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.54	3.79	4.08	4.16
Wärmeproduktion [GWh]	5.8	5.8	6.5	6.5	6.5	6.4	5.9	5.56	5.69	6.84	6.46
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	4.1	4.1	4.6	4.7	4.6	4.5	4.2	3.93	4.03	4.91	4.63
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	70 %	70 %	71 %	71 %	71 %	70 %	72%	71%	71%	72%	72%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.3	3.3	3.5	3.5	3.4	3.4	3.5	3.4	3.4	3.5	3.5

[1)] Davon nutzt eine Anlage Tunnelluft.

Beilage 8: Kennzahlen der Nutzung von Tiefen Aquiferen, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.3.4. Die Werte repräsentieren die effektiven Produktionsdaten pro Jahr gemäss Betreiberangaben. Die Schwankungen in der Produktion gehen neben unterschiedlich strengen Winter auf technische Probleme bei den Anlagen Riehen und Kloten zurück.

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Anzahl Wärmepumpen	6 [1)]	5 [2)]	5	5	5	5	6 [4)]	6	6	6	6
Installierte Heizleistung [MW]	4.97	5.41 [3)]	5.41	5.41	5.41	5.4	6.29	6.14	6.14	6.14	6.14
Wärmeproduktion [GWh]	13.47	13.93	17.91	19.80	20.07	16.5	17.50	12.19	9.68	22.69	24.16
Geothermische (erneuerbare) Energie [GWh]	9.92	10.23	13.48	15.04	15.54	12.3	13.13	8.60	6.25	16.39	17.60
Geothermischer (erneuerbarer) Wärmeanteil	74 %	73 %	75 %	76 %	77 %	75 %	75%	71%	65%	72%	73%
Jahresarbeitszahl JAZ	3.8	3.8	4.0	4.2	4.4	4.0	4.0	3.4	2.8	3.6	3.7

[1)] Wieder Inbetriebnahme Anlage Itingen
[2)] Die Anlage in Kreuzlingen wird ab 2015 unter den Thermalbädern erfasst
[3)] Die installierte Leistung in Riehen wurde vom Betreiber nach oben korrigiert (3.5 anstatt 3.0 MW_{th})
[4)] Offizielle Inbetriebnahme der Anlage Davos Arkaden am 25. November 2020

Beilage 9: Kennzahlen der Direktnutzung von Tiefen Aquiferen durch die Anlagen Riehen und Schlattingen, Jahre 2014–2024

Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.4.2. Bei der Nutzung ohne WP entspricht die reine geothermische Energie der Wärmeproduktion.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022[3)]	2023	2024
Anzahl Anlagen	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Wärmetauscher genutzt	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
Heizleistung [MW]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4.86	4.86	4.86
Wärmeproduktion [GWh]	3.1	4.18	5.4	4.8	5.2	4.9	4.8 [1)]	1.7 [4)]	3.79 [4)]	5.78 [5)]	11.32

[1)] Einmonatiger Pumpenausfall Ende 2020
[2)] Ausfall der Förderpumpe im Frühjahr 2021 und Stillstand für den Rest des Jahres
[3)] Offizielle Inbetriebnahme der Tiefengeothermie-Anlage in Schlattingen
[4)] Ausfall der Förderpumpe in Riehen und Stillstand bis November 2022
[5)] Umbau Aufbereitungsanlage und technische Anlagenkomponenten in Schlattingen: Kein Betrieb bis Herbst 2023

Beilage 10: Kennzahlen der Thermalbad-Nutzung im Jahr 2024

*) Bei Abkühlung auf 10 °C. Detaillierte Beschreibung siehe Kapitel 3.4.3.

Thermal-bad	Referenz	**Schüttung [m^3/s]**	**Temperatur [°C]**	**Leistung*) [MW]**	**Wärme-produkti-on*) [GWh]**
Andeer (GR)	Schamser Heilbad An-deer AG / Addi van Gent 2025	$6.66 \cdot 10^{-4}$	19	0.03	0.21
Baden (AG)	Burger, 2022	$1.25 \cdot 10^{-2}$	46-47	1.91	15.94
Bad Ragaz (SG)	Technische Betriebe / Schwengeler 2025	$2.38 \cdot 10^{-2}$	36.5	2.65	22.01
Bad Schinz-nach (AG)	Bad Schinznach AG / Capelli 2025	$7.44 \cdot 10^{-3}$	41	1.20	9.96
Brigerbad (VS)	Geothermie Brigerbad AG / Schnidrig 2014	$2.00 \cdot 10^{-2}$	36.5	2.22	18.51
Kreuzlin-gen (TG)	Thermalbad Egelsee / Ehrbar 2024	$1.11\ 10^{-3}$	28.5	0.09	0.72
Lavey-les-Bains (VD)	Bianchetti 2023	$1.80 \cdot 10^{-2}$	51.2 P201) / 61.4 (P600) / 51.2 (P280)	3.56	29.67
Leukerbad (VS)	Leukerbad Therme 2025	$4.61 \cdot 10^{-2}$	47	7.17	59.64
Ovronnaz (VS)	Thermalp les Bains d'Ovronnaz/Foro 2013	$2.66 \cdot 10^{-3}$	24	0.16	1.30
Saillon (VS)	Bains de Saillon 2023	$5.60 \cdot 10^{-3}$	22	0.24	2.0
Stabio (TI)	SUPSI / Marco Belliardi 2020	$6.66 \cdot 10^{-4}$	34	0.07	0.56
Val d'Illiez (VS)	Bianchetti 2023	Ausser Betrieb genommen (Konkurs)			
Vals (GR)	Valser Thermalbad, 2025	$7.49 \cdot 10^{-3}$	30	0.54	4.45
Yverdon-les-Bains (VD)	Centre Thermal Yverdon les Bains/Wyss 2016	$3.01 \cdot 10^{-3}$	28	0.23	1.89
Zurzach (AG)	Thermalquelle AG Zurz-ach / Schäubli 2019	$6.97 \cdot 10^{-3}$	39.7	0.78	6.45
Total				**20.8**	**173.3**