

2000-WATT-KONZEPT

GEMEINDE VADUZ

ENERGIEKATASTER

POTENZIAL ENERGIEVERSORGUNG

ENERGIE- UND KLIMASCHUTZKONZEPT

Datengrundlagen

2009

2012

2014

2016

2018

| | |
|---------------|---|
| Auftraggeber | GEMEINDE VADUZ |
| Auftragnehmer | Lenum AG Gewerbeweg 15 9490 Vaduz Tel. +423 / 265 30 30 |
| Verteiler | Auftraggeber |
| Verfasser | Gebhard Beck |
| Version | 2 |
| Freigabe |  |

Vaduz, Dezember 2019

ZUSAMMENFASSUNG

Die Gemeinde Vaduz hat im Jahr 2009 erstmals einen Energiekataster mit Auswertung der wichtigsten Indikatoren (2000-Watt-Berechnung, Treibhausgasemissionen, erneuerbarer Energieanteil etc.) erstellt. Danach folgten die Auswertungen 2012, 2014 und 2016. Im vorliegenden Dokument wurde der Energiekataster 2018 neu ausgewertet und mit den Daten aus den Jahren 2009, 2012, 2014 und 2016 verglichen. Zudem wurde die Potenzialabschätzung erneuerbare Energie für das Gemeindegebiet neu überarbeitet.

Aufgrund von Korrekturen und verbesserter Datengrundlage sind Abweichungen zu älteren Auswertungen möglich.

Das vorliegende 2000-Watt-Konzept zeigt den Weg der Gemeinde Vaduz in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft auf.

Elektrizität: Der Gesamtenergieverbrauch Elektrizität (ohne Wärme/Mobilität) liegt 2018 um 16% tiefer als im 2009. Der erneuerbare Anteil liegt 2018 bei 50%. 69% des Stromverbrauchs ist dem Bereich nicht Wohnen zuzuordnen.

Wärme: Der Gesamtenergieverbrauch Wärme liegt 2018 knapp 11% tiefer wie im 2009. Trotz geringerer Anzahl Heizgradtage im 2018 ist der Verbrauch etwas höher als im 2016. Der erneuerbare Anteil liegt bei 18%. 42% des Wärmeverbrauchs ist dem Bereich nicht Wohnen zuzuordnen.

Mobilität: Der Gesamtenergieverbrauch Mobilität steigt kontinuierlich, vom 2009 aufs 2018 um fast 13%. Die Anzahl Personenwagen pro Einwohner hat vom 2016 auf 2018 leicht abgenommen und liegt 2018 auf dem Niveau von 2014 bei 0.88. Der erneuerbare Mobilitätsanteil blieb bei 5% (vor allem Schienenverkehr).

Wasser: Die nicht gemessenen Wassermengen sind kontinuierlich gesunken und liegen im 2018 bei insgesamt 12%.

2000-Watt-Berechnung und Treibhausgasemissionen: Die Treibhausgasemissionen liegen 2018 bei 9.5 Tonnen CO₂-aequ. und sind damit gegenüber 2016 massiv gestiegen. Der Primärenergieverbrauch nimmt kontinuierlich ab und liegt 2018 mit gut 7'100 W/Einwohner auf einem deutlich tieferen Niveau. Seit 2009 wurde ein Rückgang von 24% festgestellt.

Die Gemeinde Vaduz setzt sich folgende Ziele für 2050:

| Absenkpfad 2050 | 2000-Watt-Berechnung | Treibhausgase CO ₂ -aequ. | Erneuerbarer Energieanteil | Wasserverbrauch Wohnen | nicht gemessene Wassermengen |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|
| Istzustand 2018 | 7'100 | 9.5 | 20% | 70 | 12% |
| Ziel 2050 | 2'000 | 0.0 | 100% | 50 | 5% |

ENERGIEPOLITISCHE ZIELE DER GEMEINDE VADUZ

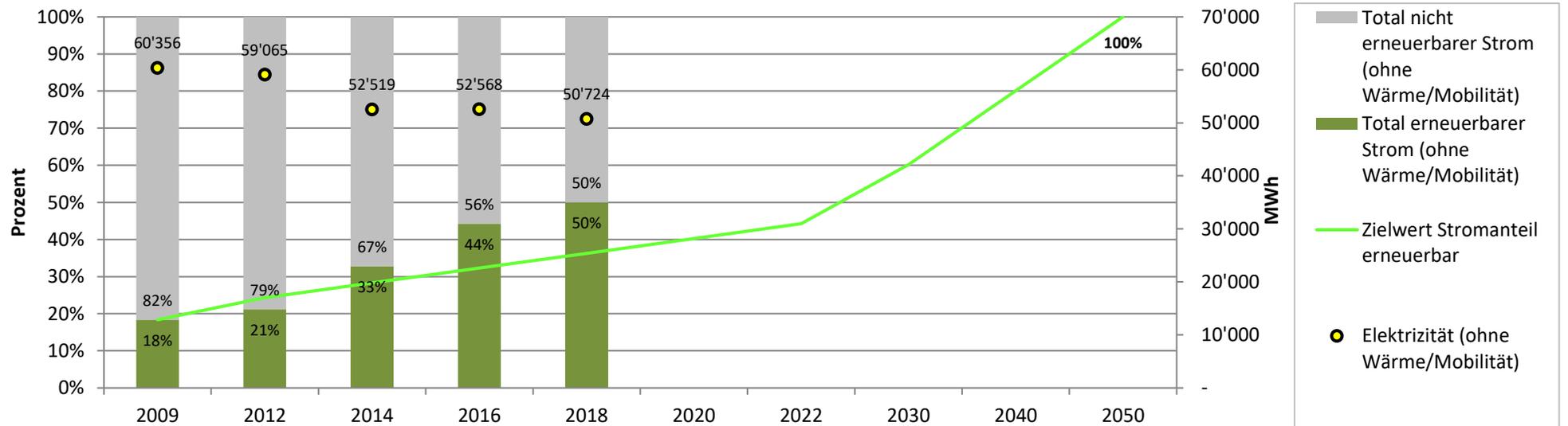
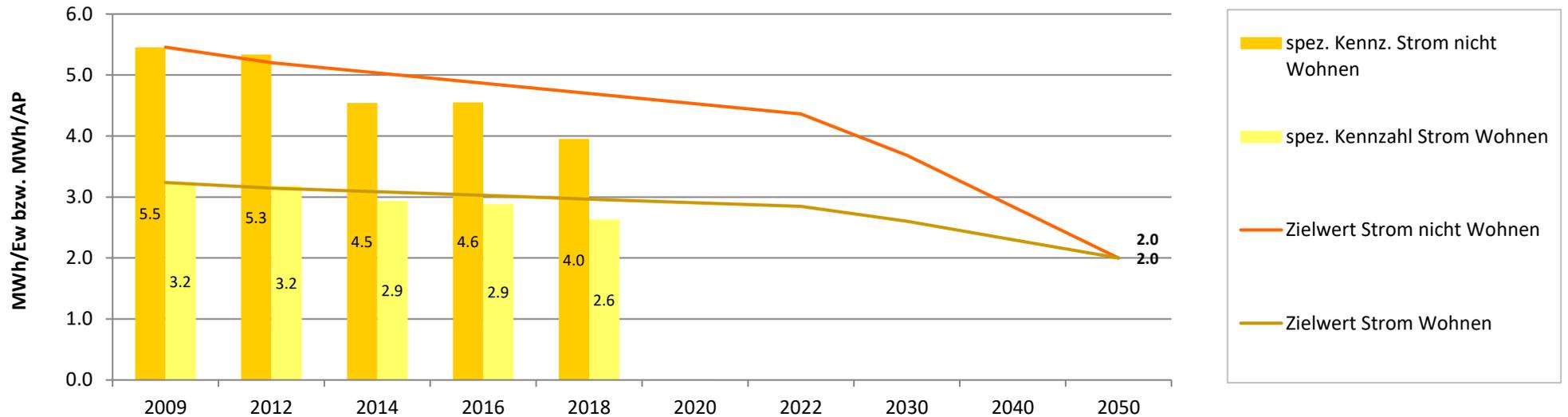
Aufgrund der bisherigen Kennzahlen wurden folgende neue kurzfristigen energiepolitischen Ziele festgelegt:

| Energiepolitische Ziele | | Istzustand 2018 | Energiepolitische Ziele 2020 (Re-Audit Energiestadt 2013) | Energiepolitische Ziele 2030 (Re-Audit Energiestadt 2017) | Zielsetzung 2030 |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------|--|--|------------------|
| 2000-Watt-Berechnung | [W/Ew] | 7'142 | 8'500 | 6'000 | 5'600 |
| Treibhausgase CO ₂ -aequ. | [t/Ew] | 9.5 | 8.50 | 6.0 | 5.8 |
| Erneuerbarer Energieanteil | | 20% | 20% | 35% | 56% |
| Wasserverbrauch Wohnen | [m ³ /Ew] | 70 | 60 | 50 | 61 |
| nicht gemessene Wassermengen | | 12% | 5% | 5% | 7% |

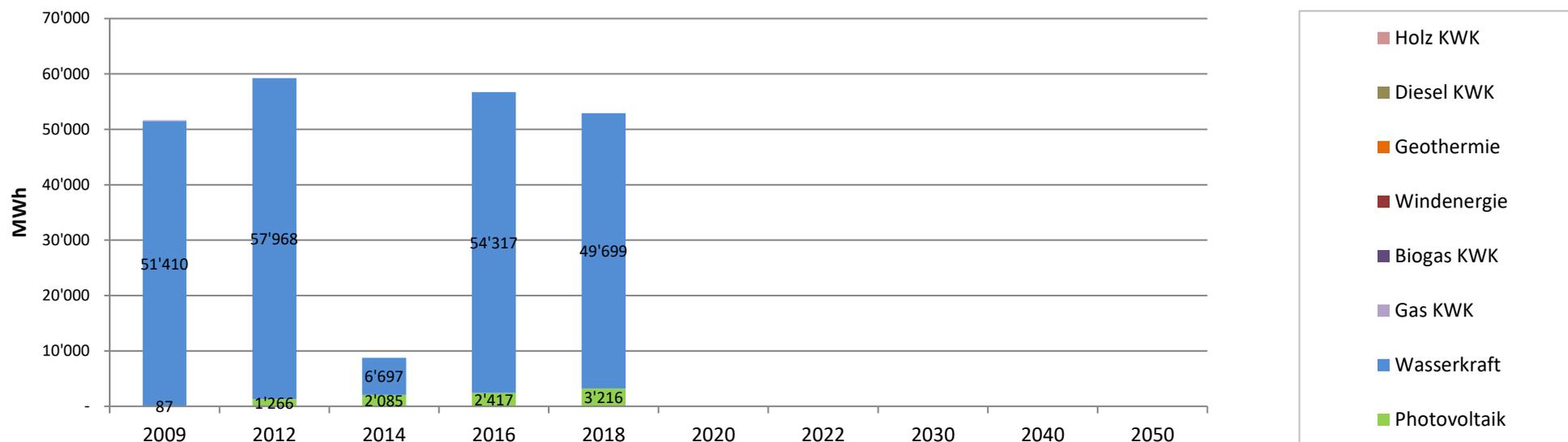
Der längerfristige Absenkpfad bis 2050 sieht wie folgt aus:

| Absenkpfad 2030/2040/2050 | 2000-Watt- Berechnung | Treibhausgase CO ₂ -aequ. | Erneuerbarer Energieanteil | Wasserverbrauch Wohnen | nicht gemessene Wassermengen |
|------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|------------------------|------------------------------|
| Jahr | [W/Ew] | [t/Ew] | | [m ³ /Ew] | |
| 2009 | 9'400 | 12.0 | 9% | 73 | 36% |
| 2018 | 7'100 | 9.5 | 20% | 70 | 12% |
| 2030 | 5'600 | 5.8 | 56% | 61 | 7% |
| 2040 | 3'800 | 2.9 | 78% | 56 | 6% |
| 2050 | 2'000 | 0.0 | 100% | 50 | 5% |

GEMEINDE VADUZ Elektrizität



GEMEINDE VADUZ Elektrizität



Die spezifische Kennzahl Strom in den Bereichen Wohnen und Nicht Wohnen sind gegenüber 2016 gesunken (EW = Einwohner und AP = Arbeitsplatz).

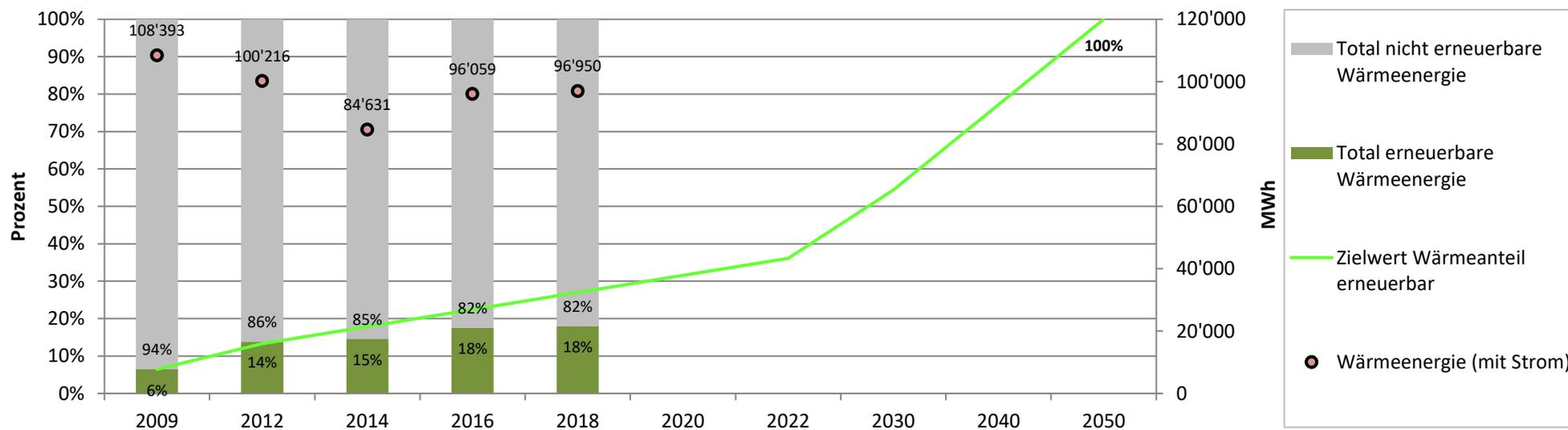
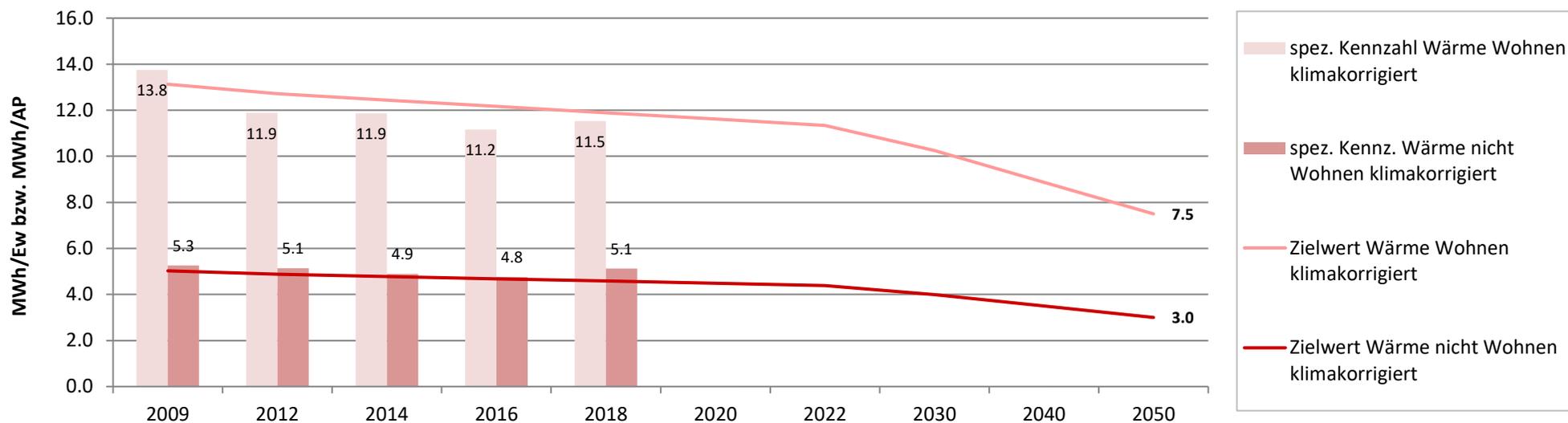
Der erneuerbare Stromanteil (ohne Wärme und Mobilität) konnte gegenüber 2016 nochmals von 44% auf sehr gute 50% gesteigert werden.

Durch den Umbau des Saminkraftwerk wurde im 2014 wenig Wasserkraftstrom produziert. Im 2016 und 2018 ist die Wasserkraft wieder höher, erreicht aber noch nicht den Stand von 2012. Die Produktion von PV-Strom konnte gegenüber 2016 nochmals um 33% gesteigert werden.

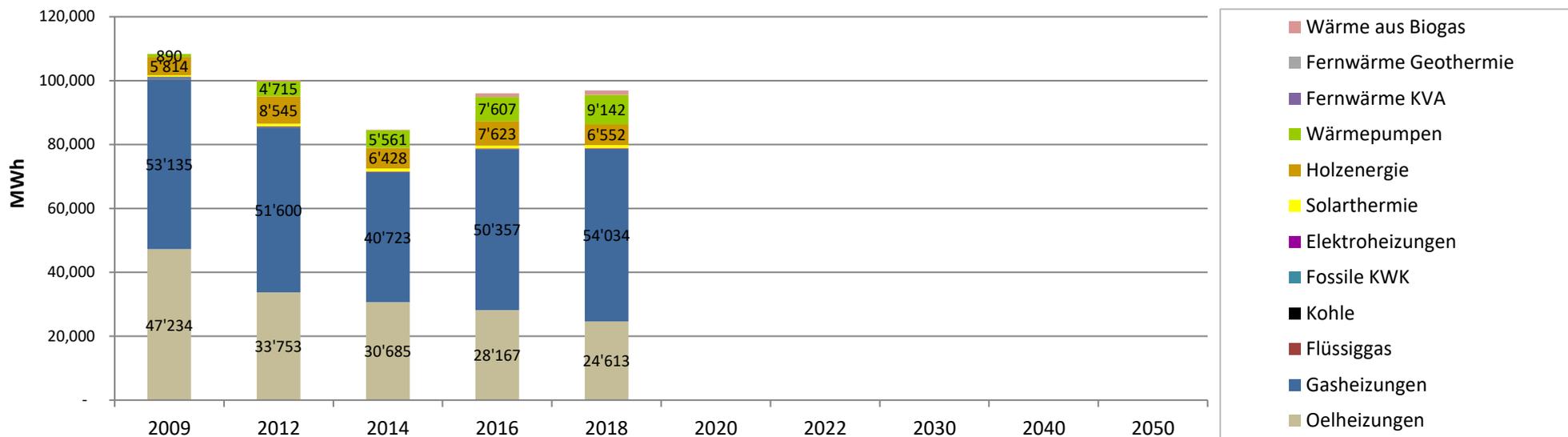
69% des Stromverbrauchs gingen 2018 zu Lasten des Bereichs nicht Wohnen.

Bemerkung: Auswertungen auf der Stufe "Endenergie".

GEMEINDE VADUZ Wärme



GEMEINDE VADUZ Wärme



Im Bereich nicht Wohnen ist die klimakorrigierte spezifische Kennzahl Wärme (AP = Vollzeitäquivalent) gegenüber 2016 leicht angestiegen.

Im Bereich Wohnen hat der spezifische Wärmeverbrauch (EW = Einwohner) 2018 gegenüber 2016 ebenfalls zugenommen.

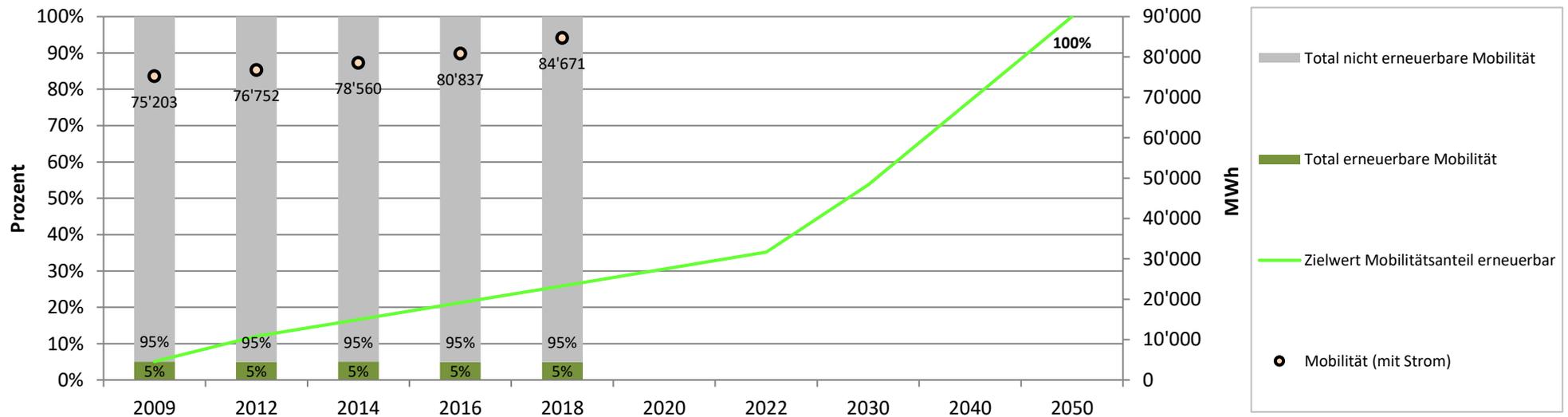
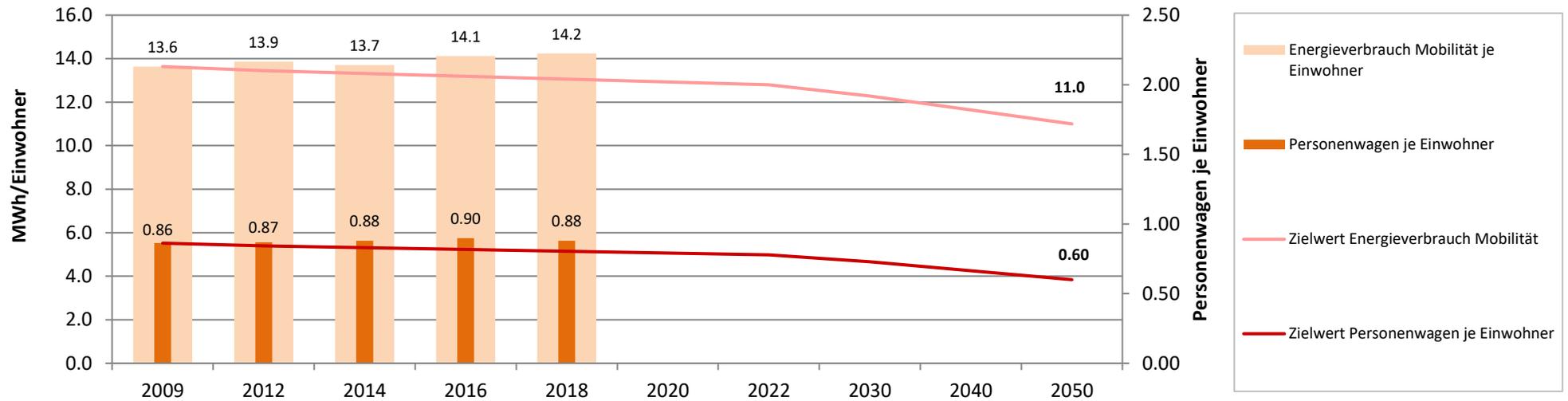
Obwohl der Winter 2018 deutlich wärmer war wie der Winter 2016, ist der absolute Wärmeenergieverbrauch in etwa gleich geblieben.

Der erneuerbare Anteil Wärme ist seit 2016 bei 18% stagniert. Hier gibt es noch viel Potenzial nach oben. Während der Öl- und Holzverbrauch leicht gesunken ist, ist der Gasverbrauch gewachsen. Der Wärmepumpenanteil ist von 2016 auf 2018 um 20% angestiegen.

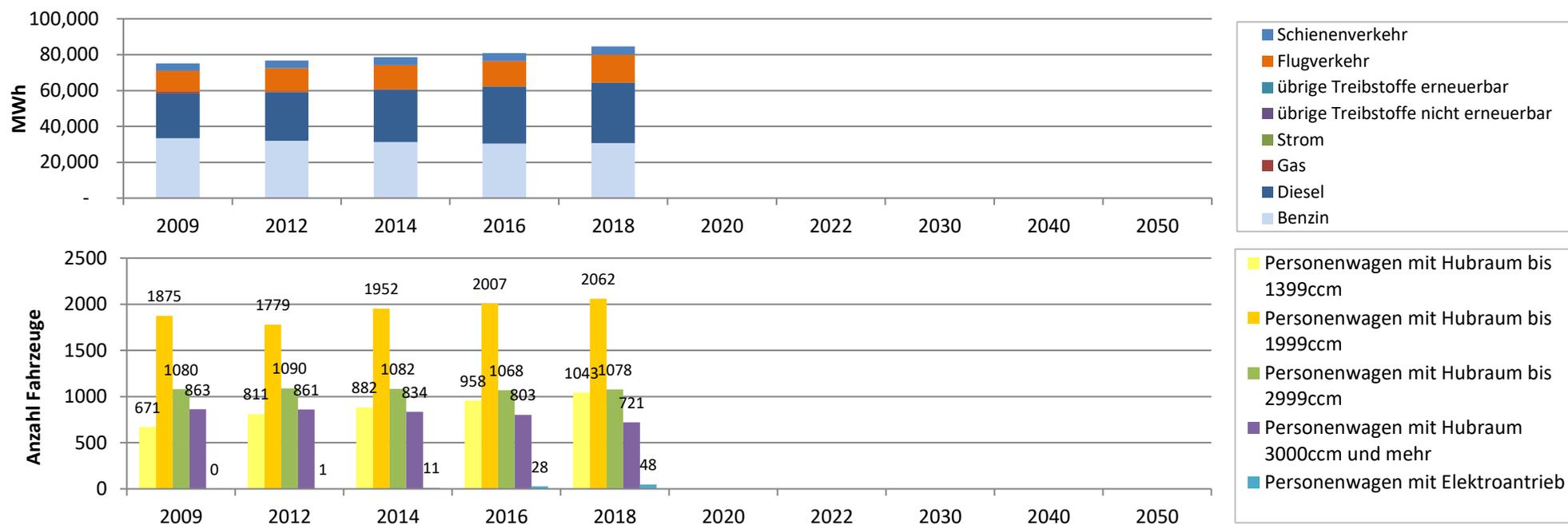
42% des Wärmeverbrauchs gingen 2018 zu Lasten des Bereichs nicht Wohnen.

Bemerkung: Auswertungen auf der Stufe "Endenergie".

GEMEINDE VADUZ Mobilität



GEMEINDE VADUZ Mobilität



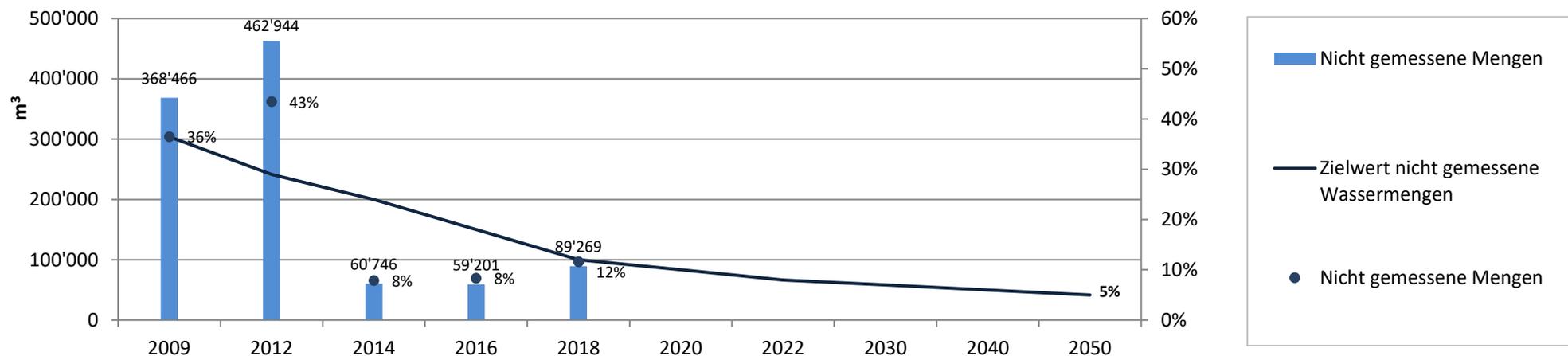
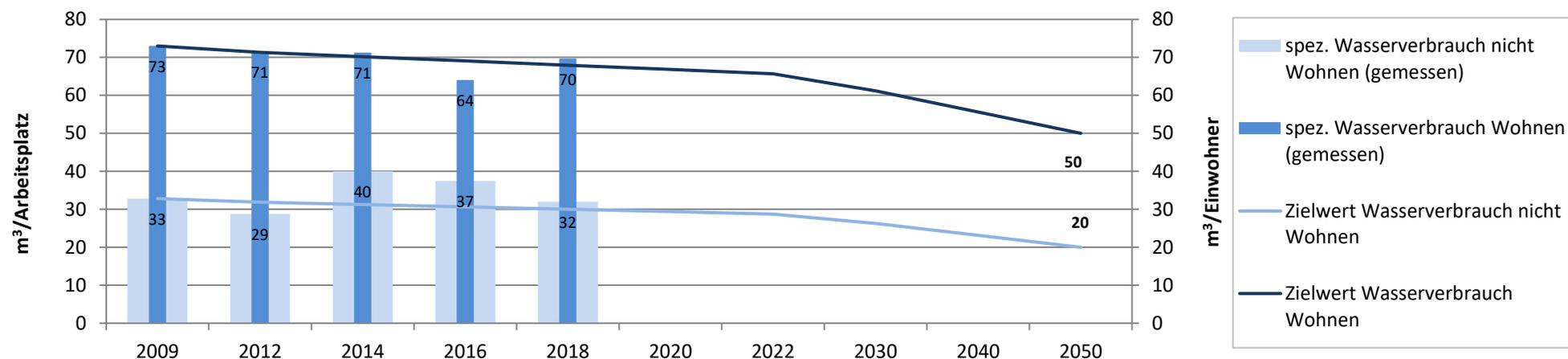
Den Energieverbrauch Mobilität zu messen ist aufgrund der vorhandenen Datengrundlage sehr schwierig. Im Energiekataster wird eine Abschätzung des Energieverbrauchs für die Mobilität über den Fahrzeugpark, der durchschnittlichen Fahrleistung (CH auf FL herunter gebrochen) und einem dem Fahrzeug entsprechenden durchschnittlichen Treibstoffverbrauchswert durchgeführt. Der Kennwert Energieverbrauch je Einwohner ist daher nur bedingt anwendbar. Die Kennzahl Personenwagen je Einwohner gibt ein besseres Bild. Diese ist von 0.86 (2009) auf 0.88 (2018) gestiegen.

Der Anteil erneuerbarer Energien für Mobilität ist mit 5% sehr klein. Diese 5% kommen vor allem vom Schienenverkehr, welcher fürs FL anteilmässig aus der CH Durchschnitt berechnet wird (Vorgabe 2000-Watt-Konzept).

Die Anzahl der Fahrzeuge nahm in den gering motorisierten Kategorien zu. Bei den grosshubraumigen 2.0 bis 3.0 Liter Fahrzeugen ist die Anzahl in etwa gleich geblieben. Erfreulich ist die Reduktion bei den grossmotorigen Fahrzeugen. Der Anteil Elektromobilität ist immer noch vernachlässigbar gering, hat aber von 28 auf 48 Fahrzeuge zugenommen.

Bemerkung: Auswertungen auf der Stufe "Endenergie".

GEMEINDE VADUZ Wasser



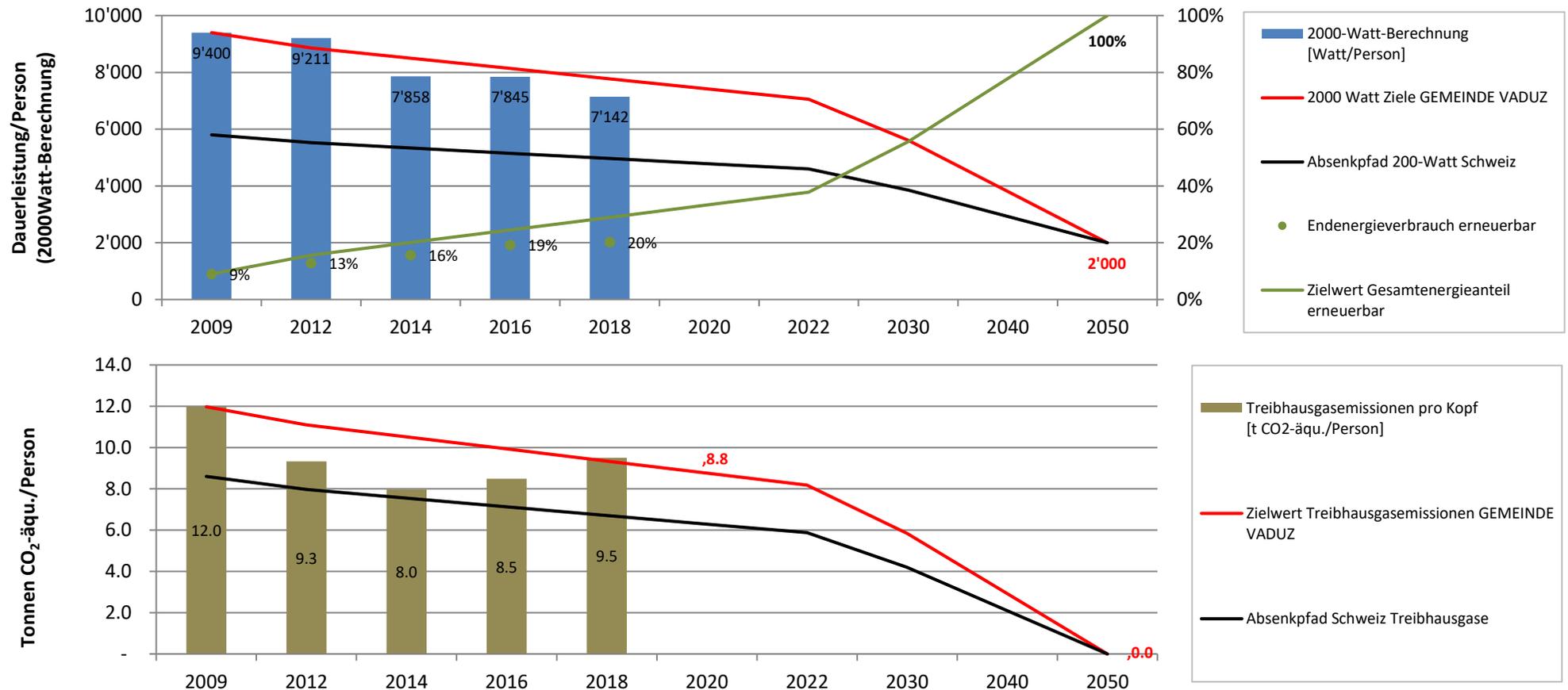
Die spezifische Kennzahl beim Wasserverbrauch Wohnen (EW = Einwohner) nimmt tendentiell ab.

Die spez. Kennzahl Wasserverbrauch nicht Wohnen (AP = Vollzeitäquivalent) lag 2018 deutlich höher als im 2016.

Die spez. Kennzahl Wasserverbrauch nicht Wohnen (AP = Vollzeitäquivalent) weist Schwankung auf, konnte aber nach dem Hoch im 2014 wieder gesenkt werden.

38% des Wasserverbrauchs gingen 2018 zu Lasten des Bereichs nicht Wohnen.

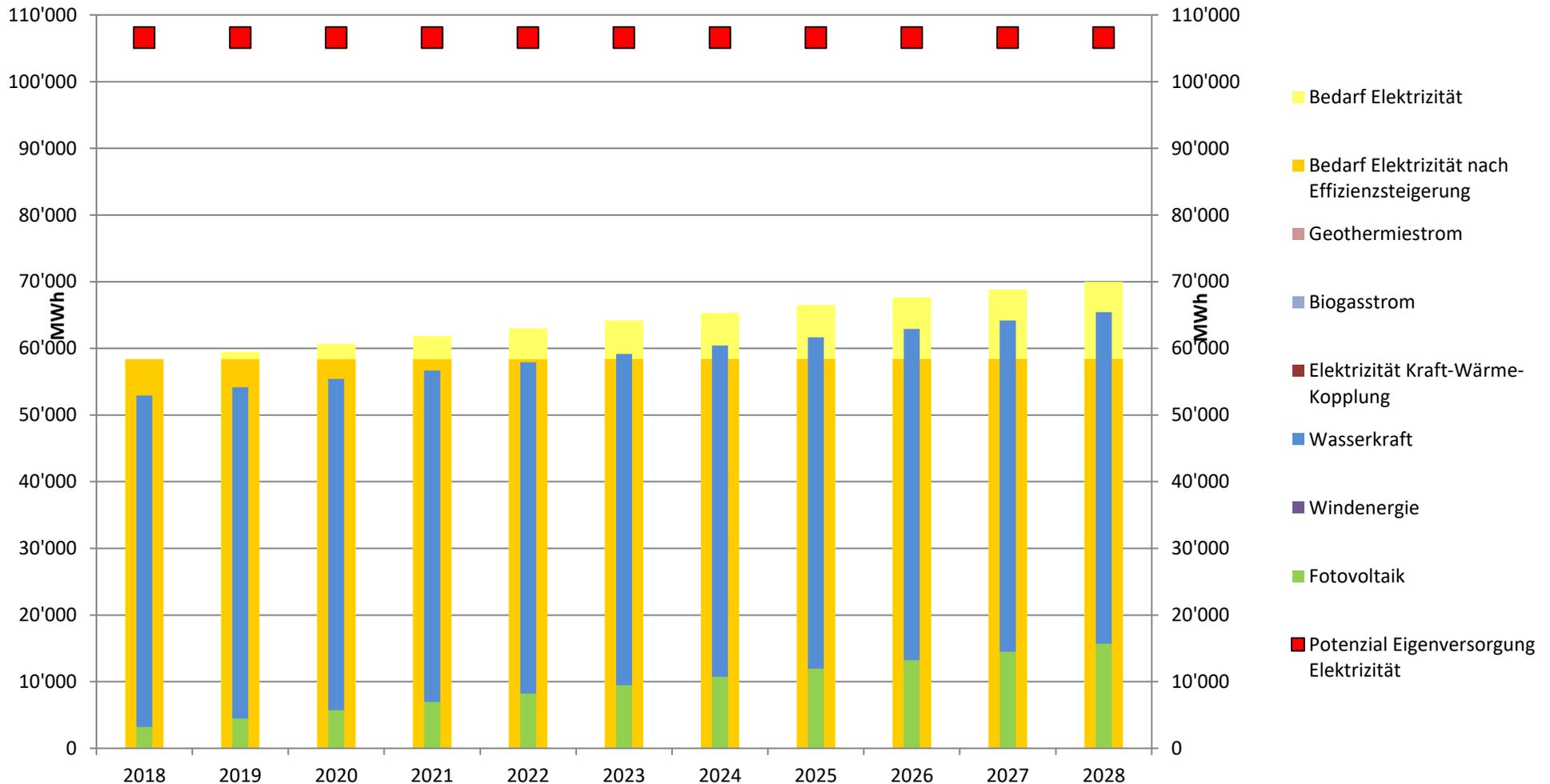
GEMEINDE VADUZ Primärenergie und Treibhausgasemissionen



Der Primärenergieverbrauch pro Kopf konnte gegenüber den Vorjahren wiederum leicht gesenkt werden. Seit 2009 ist eine Reduktion von 24% feststellbar. Der erneuerbare Endenergieanteil stieg von 19% auf 20% an.

Die Treibhausgasemissionen je Einwohner sind massiv angestiegen. Grund dafür ist der Graustrom von 13 GWh (= 24 % des Gesamtstromverbrauchs).

GEMEINDE VADUZ Energiepotenziale und Massnahmen Elektrizität



MASSNAHMENLISTE ELEKTRIZITÄT:

1. Einsparungen/Optimierung:

Sensibilisierung der Bevölkerung für beste Technik und besseres Benutzerverhalten

- Energietag mit Informationen, auch Angebote für Mieter mit einbeziehen
- Wettbewerb Stromsparen
- Einzelaktionen wie Lampencheck, Umwälzpumpencheck
- Schulprojekte
- Unterstützung von Energieeffizienzprogrammen, z.B. EnAW-Modelle
- Kampagne mit der Industrie/Gewerbe/Dienstleistern anstreben

Ziel: Energieeffizienzsteigerung und Umstieg auf erneuerbare Stromprodukte (100% bis 2050) => Fokus auf "nicht Wohnen"

2. Mehr Fotovoltaik

- Beibehaltung Gemeindeförderprogramm
- Infoveranstaltung, gute Beispiele, Solarkataster vorstellen
- Spezifische Beratung einzelner Liegenschaften?
- Fotovoltaik bei Neubau Pflicht?
- Grossanlagen realisieren: Mehr eigene Anlagen der Gemeinde Vaduz oder Bürgerbeteiligung (z.B. Mein Sonnenschein)
- Weitere Kooperationsprojekte wie PV Rheinbrücke, PV Rheinparkstadion und PV Uni

Ziel: 1'250 MWh/Jahr = ca. 1100 kW_p/Jahr (Jährliches Wachstum zwischen 2009 und 2018 lag bei 350 MWh/Jahr bzw. 300 kW_p/Jahr => 3.5x mal mehr wie bis anhin).

3. Windenergie, Wasserkraft, KWK, Biogasstrom und Geothermiestrom werden bis 2028 nicht vertieft weiter verfolgt.

GEMEINDE VADUZ Energiepotenziale und Massnahmen Wärme



MASSNAHMENLISTE WÄRME:

1. Einsparung/Optimierung:

Sensibilisierung der Bevölkerung für beste Technik und besseres Benutzerverhalten

- Infotage zu Gebäudesanierung, Warmwasser- und Heizenergiesparen etc., auch Angebote für Mieter mit einbeziehen
- Schulprojekte

- Sanierungsrate von ca. 2%, ca. 21'000 m² EBF pro Jahr => in 50 Jahren wären alle Gebäude saniert

Optimierung Energieverbrauch für Wärme nicht Wohnen => Kooperation mit der Wirtschaft (ca. 40% des Wärmeverbrauchs)

- Unterstützung von Energieeffizienzprogrammen, z.B. EnAW-Modelle

Ziel: Altbestand bis 2050 sanieren => Energieverbrauch Wärme halbieren. (alle weiteren Ziele stützen sich auf dieses Sanierungsziel ab)

2. Solarthermie:

Im Allgemeinen ist eine Fotovoltaikanlage in Kombination mit einer Wärmepumpe eine viel kostengünstigere Lösung als Solarthermie (Wärmegestehungskosten Solarthermie ca. 25-30 Rp/kWh und bei Photovoltaik mit Wärmepumpe ca. 10-15 Rp/kWh). Zudem sind Photovoltaikanlagen gutmütiger im Bereich Wartung und Überwachung (keine störanfällige Hydraulik). Trotzdem gibt es Wärmeerzeugungsvarianten, vorwiegend Holzfeuerungen, die in Kombination mit einer Solarthermieanlage sinnvoll sind. Daher sollten jene Bauherren, die Richtung Holzfeuerung eine Lösung suchen, durchaus von den Vorteilen einer Kombination mit Solarthermie überzeugt werden.

Ziel: Zuwachs um 50 MWh/Jahr. Entspricht ca. 112 m² Kollektorfläche pro Jahr (Jährliches Wachstum 2009 - 2018 lag bei 50 MWh/Jahr bzw. 112 m²/Jahr => ähnliche Ausbauraten wie bisher beibehalten).

3. Energieholz (inkl. Pellet):

Substitution von Ölheizungen durch Holzheizungen. Ziel jedes Jahr 3 EFH Ölheizungen durch eine Holzheizung zu ersetzen (ideal in Kombination mit Solarthermie).

Eine EFH Ölheizung in Vaduz benötigt ca. 35'000 kWh. => bis 2030 sind dies 96 Stk. à 35 MWh = 3'360 MWh (Bestand 2018 waren 249 EFH Ölheizungen).

Ziel: Zuwachs um 105 MWh/Jahr. Entspricht einem Ersatz von ca. 3 EFH Ölheizungen pro Jahr (jährliches Wachstum 2009 - 2018 lag bei 80 MWh/Jahr => 1.3x mal mehr wie bis anhin).

4. Wärmeenergie aus Kraft-Wärme-Kopplung: Keine Strategie.

5. Wärmepumpen:

Hier ist das Potenzial theoretisch "unerschöpflich". Grundsätzlich sind Luft-Wasser-Wärmepumpen am wirtschaftlichsten. Erdsonden Wärmepumpen sind effizienter als Luft-Wasser Wärmepumpen, aber in der Investition relativ hoch. Wasser-Wasser Wärmepumpen sind in Teilen von Vaduz möglich.

Ziel: Substitution von ca. 26 EFH Heizungen je Jahr durch Wärmepumpen. => ca. 900 MWh je Jahr (jährliches Wachstum 2009 - 2018 lag bei 915 MWh/Jahr => ähnliche Ausbauraten wie bisher beibehalten).

6. Abwasserwärme: Potenzialstudie Land Liechtenstein. Kein wirtschaftliches Potential vorhanden.

7. Biogaswärme:

Eine grosse Anlage im Rheintal realisieren, Biogas auf Erdgasqualität aufbereiten. 20% für Treibstoff, 80% für Biogaswärme. Keine BHKWs. Realisierung am Standort Buchs war angedacht. Aktuell soll die LGV eine diesbezügliche Planung lancieren. Einflussnahme der Gemeinde bei LGV (nachfragen und unterstützen). Gemeinde könnte auf 100% Biogas umstellen. Bewerbung Biogasprodukt LGV bei Erdgasbezüchern.

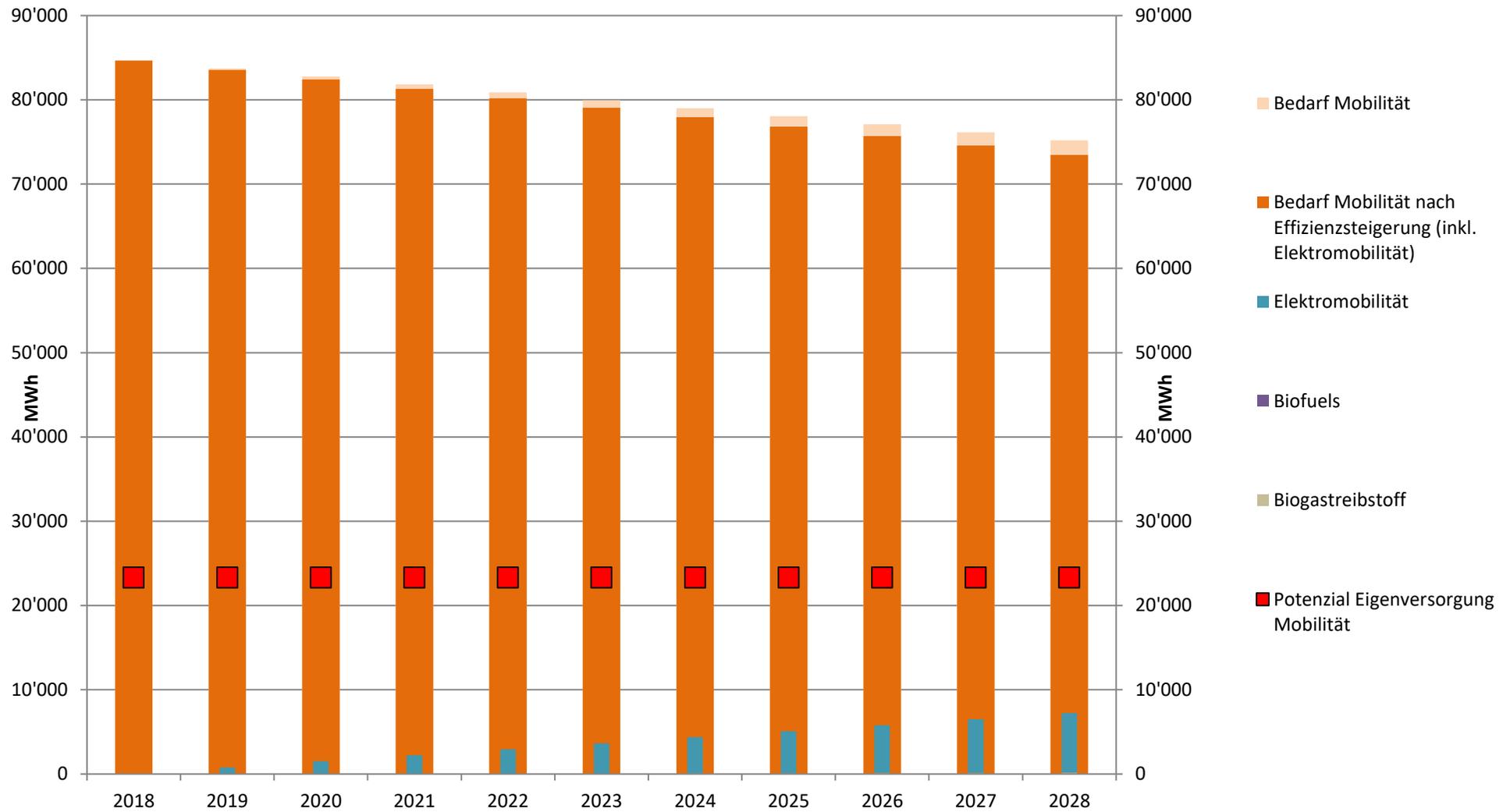
Ziel: Substitution von Erdgas bei ca. 1 EFH mit Biogas => ca. 35 MWh je Jahr (jährliches Wachstum 2009 - 2018 lag bei 160 MWh/Jahr => tiefere Ausbaurate wie bisher anstreben).

8. Geothermiewärme: Kein Potenzial in Vaduz.

9. Fernwärme KVA: Kein Potenzial in Vaduz.

10. Abwärme: Kein Potential in Vaduz.

GEMEINDE VADUZ Energiepotenziale und Massnahmen Mobilität



MASSNAHMENLISTE MOBILITÄT:

1. Benutzerverhalten:

- Eco-Drive Schulungen anbieten
- Förderung Langsamverkehr durch Rad-/Fussweggestaltung, Unterstützung Aktionen "Mit dem Rad zur Arbeit", "slowUp" etc.
- Umstieg auf ÖV durch Förderung Busabo
- Gesetzgebung/Fahrzeugsteuer - Land! Wie kann Vaduz hier aktiv werden?
- Bonus bei Kauf effizienter Fahrzeuge/Kleinwagen als Ersatz ineffizienter Personenwagen?
- Abwrackprämie?

Ziel: Reduktion Anzahl Personenwagen pro Einwohner auf 0.6 bis 2050. Reduktion des spezifischen Treibstoffverbrauchs auf 11 MWh/Einwohner.

2. Technisches Potenzial:

Förderung energieeffizienter Fahrzeuge:

- Infoveranstaltungen

Vaduz als Gemeinde hat hier einen eher kleinen Handlungsspielraum.

3. Biogastreibstoff:

Substitution von Fahrzeugen mit fossilen Treibstoffen durch Erdgasfahrzeuge, die mit Biogas fahren. Beispiel Erdgas Zürich...LGV bietet dies nur für Firmen an (mit Tankkarte), sind aber offen bei Anfragen. Bewerbung Biogas. Gemeinsame Aktion mit LGV.

Ziel: Biogas statt Erdgasfahrzeuge. Zuwachs von ca. 15 MWh je Jahr bzw. 2 Personenwagen.

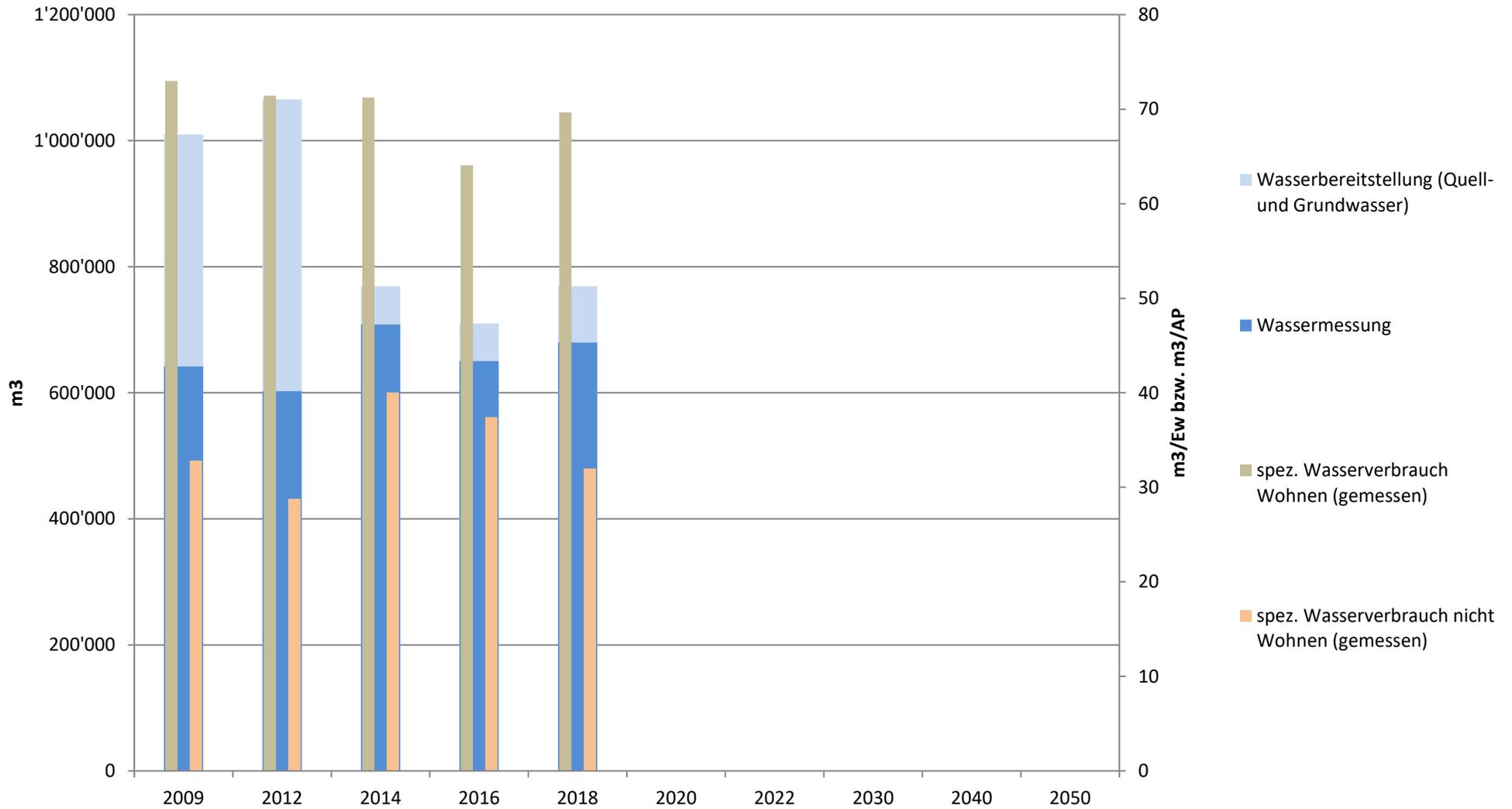
4. Biofuels Biodiesel/Bioethanol:

Vorläufig kein Potenzial.

5. Elektromobilität mit Ökostrom:

- Infoveranstaltung, Vorstellung mit "lokalen" Garagisten
- "Besuch Umweltarena in Spreitenbach" oder Autosalon "Grüner Pavillon" etc.
- Bonus bei Kauf Elektromobil als Ersatz ineffizienter Personenwagen?
- Carsharing mit Elektromobil durch die Gemeinde oder Dritte lancieren. Ziel E-Mobilität bekannt machen und Familien zum Verzicht auf Zweitwagen motivieren.

Ziel: Jedes Jahr 360 Elektrofahrzeuge als Ersatz für ineffiziente Fahrzeuge => Reduktion an fossilen Treibstoffen von ca. 520 MWh und ca. 185 MWh zusätzlicher Strombedarf je Jahr.



MASSNAHMENLISTE WASSER:

1. Benutzerverhalten:

Sensibilisierung der Bevölkerung für beste Technik und besseres Benutzerverhalten

- Infotage zu Wasser/Warmwasser, auch Angebote für Mieter mit einbeziehen
- Schulprojekte
- Aquaclick-Aktionen, Förderung wassersparender Armaturen
- Weitere Optimierung Wasserverbrauch nicht Wohnen => Kooperation mit der Wirtschaft

Ziel: Senkung der spezifischen Kennzahl Wasser Wohnen auf 50 m³/Einwohner (EW = Einwohner) im Jahr 2050.

2. Nicht gemessene Mengen:

Bei den nicht gemessenen Wassermengen sind neben den Leckagen auch andere Mengen enthalten (Hydranten, Bauwasser, Brunnen etc.).

Weitere Optimierung des Netzes.

Ziel: Nicht gemessene Mengen 5% bis 2050.