

Nadège Vetterli, Eveline Thaler, Matthias Sulzer, Pascal Ryser
 Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG

Ausgangslage

Die Zug Estates AG realisiert nördlich des Bahnhofs Rotkreuz eine Überbauung für 1'500 Bewohner, gegen 2'000 Studierende und rund 2'500 Arbeitsplätze. Das Sauerstoff-Areal ist seit 2012 im Betrieb und soll bis 2020 vollständig bebaut werden. Die bestehenden Gebäude sind mit einem Anergienetz untereinander sowie mit einem saisonalen Erdwärmespeicher verbunden. Die anfallende Abwärme auf dem Areal wird genutzt und ein saisonaler Wärmeausgleich kann erzielt werden. Im Winter wird der Raumheizungs- und Warmwasserbedarf durch dezentrale Wärmepumpen in den einzelnen Gebäuden gedeckt. Im Sommer wird über Wärmetauscher (Freecooling) gekühlt und die Abwärme wird genutzt, um die Erdwärmesonden zu regenerieren. Im Jahr 2014 wurden Hybridkollektoren (PVT) in Betrieb genommen, deren Abwärme in das thermische Netz eingespeist wird. Die Stromproduktion aus den PV- und PVT-Anlagen wird weitestgehend vor Ort für den Betrieb der haustechnischen und gemeinschaftlichen Anlagen genutzt.

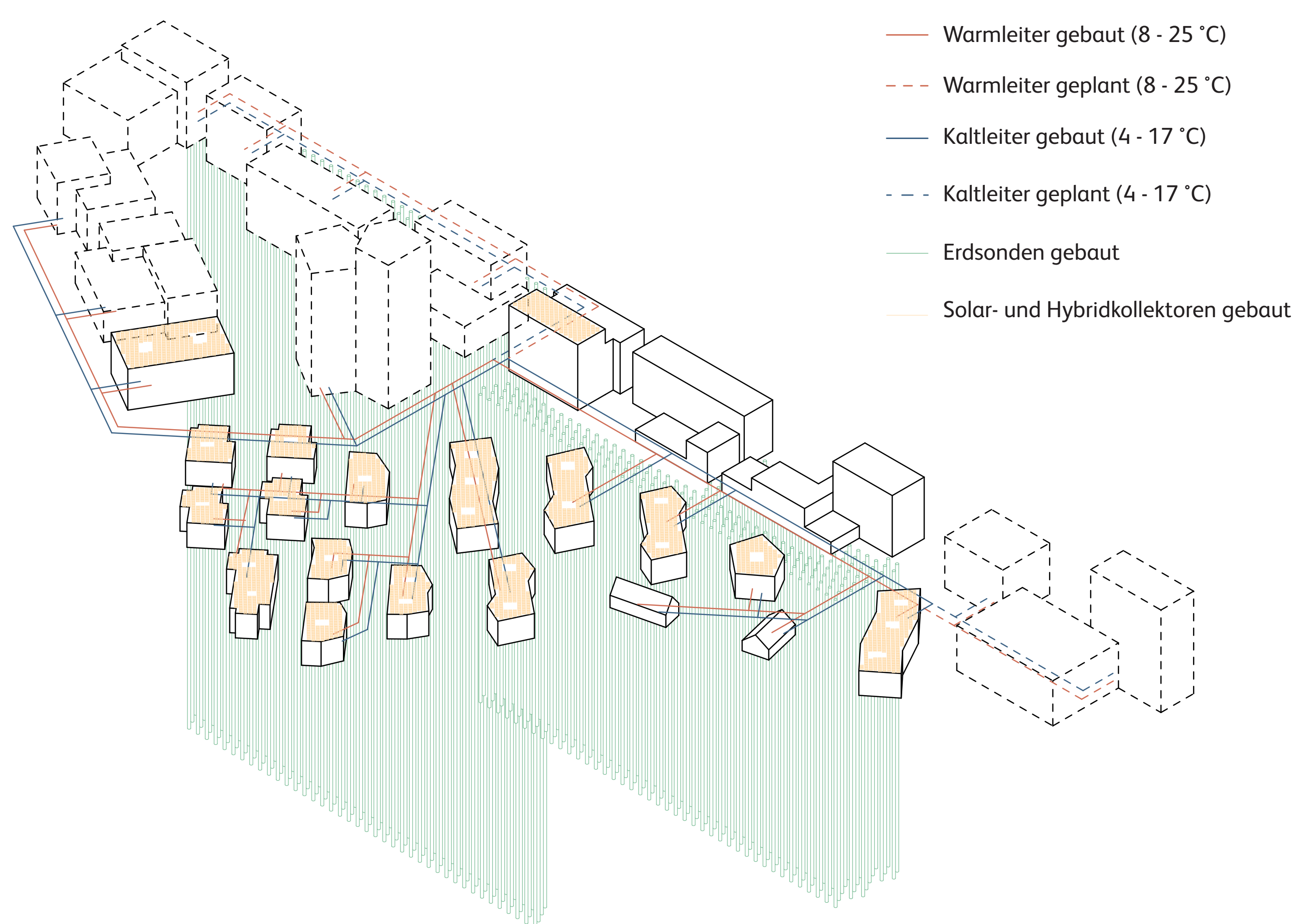


Abb. 1: Axonometrische Darstellung des thermischen Netzes.

Kennwerte Gesamtareal 2020

Energiebezugsfläche:	172'400 m ²
Fläche Solarkollektoren (PV & PVT):	12'200 m ²
Anzahl Erdsonden:	215 x 150 m tief + 180 x 300 m tief
Wärmebedarf:	7'653 MWh/a
Warmwasserbedarf:	2'966 MWh/a
Kältebedarf:	2'364 MWh/a
Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar (Okt. 2015 - Sep. 2016):	6.6 MJ/m ² * a
Treibhausgasemissionen (Okt. 2015 - Sep. 2016):	2.0 kg/m ² * a
JAZ WP Baufeld 2 (35/60 °C, Okt. 2015 - Sep. 2016):	4.0
JAZ WP Baufeld 5 Niedertemperatur (35 °C, Okt. 2015 - Sep. 2016):	6.3
JAZ WP Baufeld 5 Hochtemperatur (60 °C, Okt. 2015 - Sep. 2016):	4.2

Ziele & Vorgehensweise

Das Zentrum für Integrale Gebäudetechnik (ZIG) der Hochschule Luzern – Technik & Architektur (HSLU) wurde – mit Unterstützung des Bundesamts für Energie – von der Bauherrschaft beauftragt, das Monitoring für dieses Projekt während fünf Jahren durchzuführen. Die Energieversorgung und die Gebäudetechnik werden bereits seit 2012 gemessen und ausgewertet. Die kompletten Energieflüsse (Wärme, Kälte) und typische System-Temperaturen sowie der aufgeschlüsselte Strombedarf werden an mehr als 300 Datenpunkten alle 15 Minuten gemessen und kontinuierlich ausgewertet. Aus diesen Messungen und aus begleitend durchgeführten Nutzerbefragungen können verschiedene Schlüsse zur betrieblichen und technischen Effizienz, zum Umgang mit der Energie und der Funktionalität der Gebäudetechnik (inklusive Nutzersicht) sowie zum Komfort gezogen werden. Aus den Auswertungen wurden seit Beginn entsprechende Massnahmen abgeleitet, umgesetzt und deren Wirkung wiederum untersucht.

Kontakt



Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG
 Nadège Vetterli
 Technikumstrasse 21
 CH-6048 Horw
 T: +41 349 39 13
 nadege.vetterli@hslu.ch
 www.hslu.ch/zig

Ergebnisse

Da zu Beginn mehr Energieentzüge aus dem Anergienetz, als Energieeinträge in das Netz stattfanden, war die thermische Energiebilanz nicht ausgeglichen. Die Anergienetztemperatur sank dadurch und es mussten von Dezember 2013 bis April 2015 Stützmassnahmen ergriffen werden (Pelletheizung (siehe rote Fläche in Abb. 3) und Stützheizungen für die Warmwassererzeugung).

Der sogenannte «Performance Gap» stellte eine zusätzliche Problematik dar. Besonders bei den Wohnbauten wichen die Messwerte stark von den Planungswerten ab. Der Nutzenergiebedarf für Warmwasser war zwar niedriger, der Bedarf für Raumwärme lag jedoch massiv höher als geplant (siehe Abb. 2). Mithilfe von Raumluftmessungen, thermische Gebäudesimulationen und Nutzerbefragungen konnte der «Performance Gap» genauer untersucht werden. Es stellte sich heraus, dass die effektiven Raumlufttemperaturen über den geplanten Temperaturen lagen und viele Bewohner die Fenster auch in der Winterzeit trotz mechanischer Lüftung gekippt liessen, was die Wichtigkeit von gezielten Nutzerinformationen zeigt.

Als Optimierungsmassnahmen wurde der Betrieb bzgl. Hydraulik des Anergienetzes und der Wärmepumpen analysiert und verbessert. Zudem stellte sich die stetige Untersuchung der thermischen Energiebilanz und der Temperatur im Anergienetz als wichtiges Instrument heraus, um den langfristigen Betrieb des thermisch vernetzten Areals sicherzustellen. Damit kann garantiert werden, dass der Erdwärmespeicher weder unterkühlt, noch überhitzt.

Die Erkenntnisse aus den Messungen und Auswertungen dienten als Grundlage für die weiteren Bautappen. Beim Planen der neuen Baufelder 3 und S41 wurde der «Performance Gap» berücksichtigt und ergänzend Hybridkollektoren integriert, welche zusätzliche Wärmeeinträge in das Anergienetz generieren können (siehe grüne Fläche in Abb. 3).

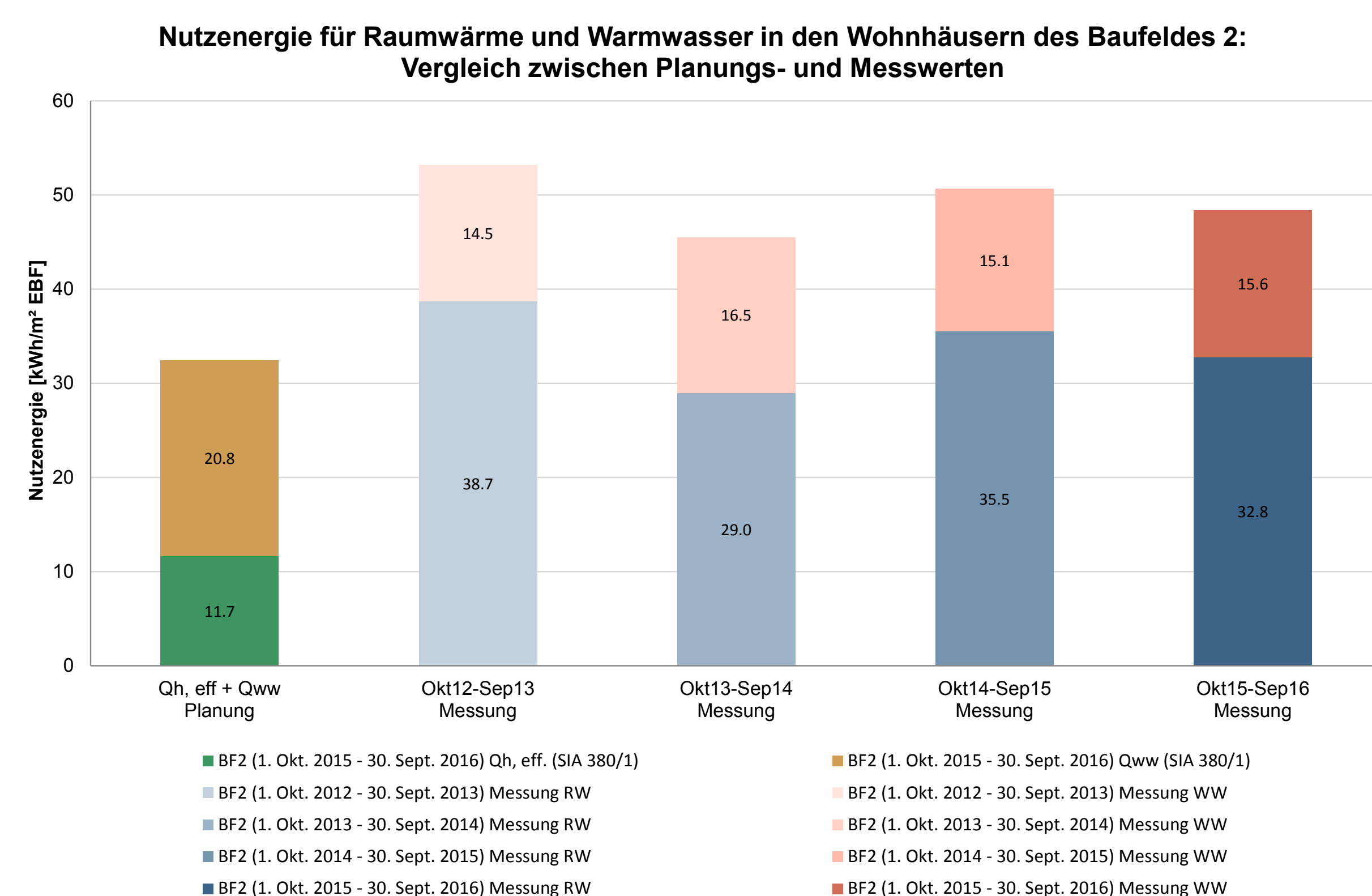


Abb. 2: Aufgewendete Nutzenergie für Raumwärme und Warmwasser der Wohngebäude im Baufeld 2. Vergleich der Planungswerte mit den Messperioden Okt. 2013 - Sep. 2016.

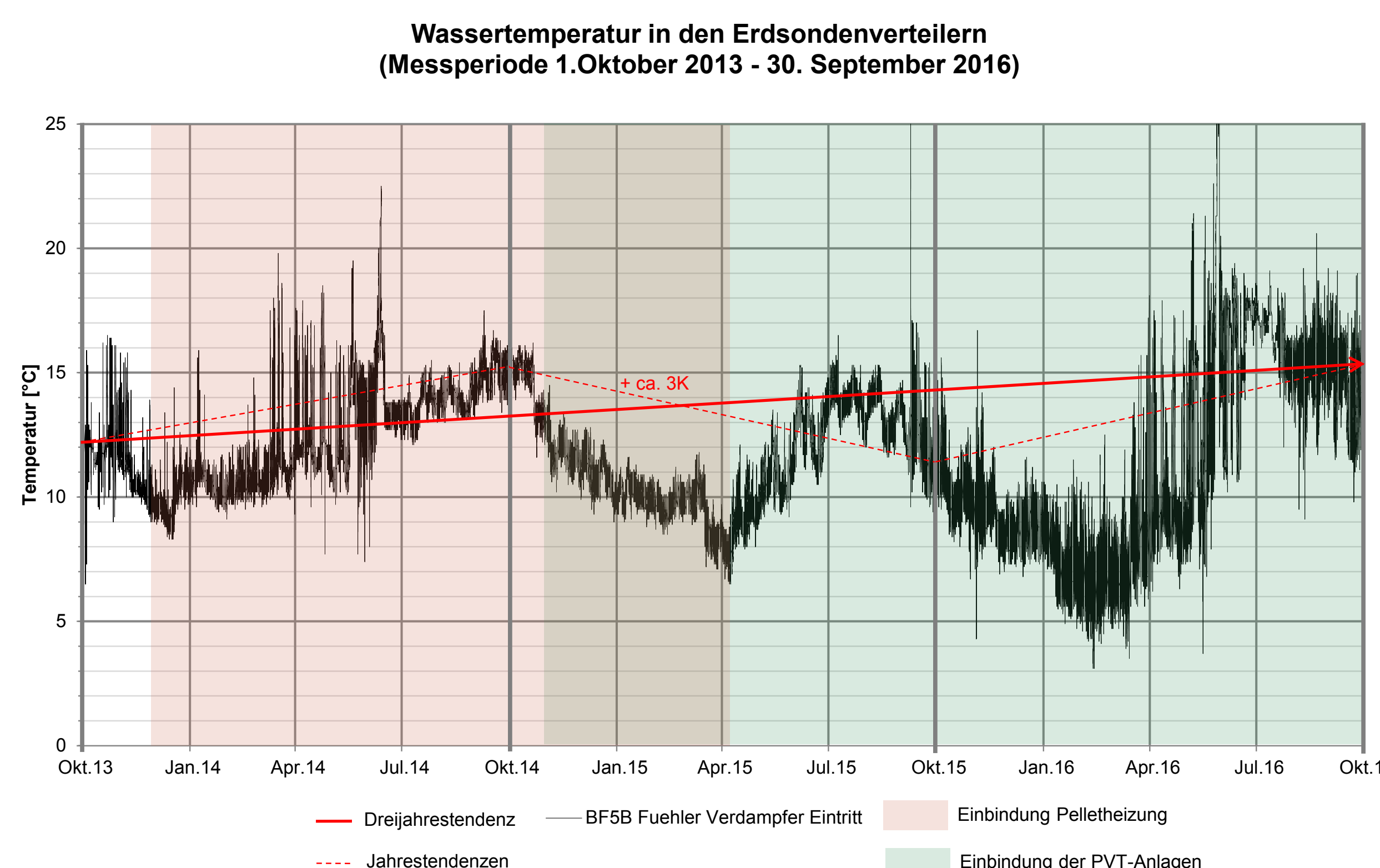


Abb. 3: Entwicklung der Wassertemperatur im Anergienetz während den Messperioden Okt. 2013 - Sep. 2016.

Zusammenfassung

Basierend auf den Auswertungen der Messdaten wurde Optimierungspotential bei der Hydraulik der Anergienetzpumpen und bei den Wärmepumpen erkannt und teilweise bereits realisiert. Die Einbindung von Hybridkollektoren soll das System robuster gegenüber Nutzungsänderungen und die Wärmebilanz ausgeglichener machen.

Das Monitoring des Sauerstoff-Areals hat den Projektteilnehmenden gezeigt, dass die professionelle Begleitung der Betriebsphase inkl. Monitoring, Auswertung und Nutzerbefragung eine zentrale Rolle für die Verbesserung der Energieeffizienz, den langfristigen Betrieb des Anergienetzes und die Reduktion des Performance Gap spielt.