

Vorhaben Feldtest nano-KWK

Abschlussbericht

ZE: Elcore GmbH
Bayerwaldstr. 3
81737 München

Förderkennzeichen: 03BH104

Vorhabensbezeichnung: Feldtest nano-KWK

Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2012 bis 31.12.2014

Berichtszeitraum: 01.09.2013 bis 31.12.2014



Technische Ziele des Vorhabens:

Das Gesamtziel des Vorhabens, der Nachweis der Tauglichkeit von KWK-Systemen auf Basis der HTPEM zur Deckung des elektrischen und thermischen Grundlastbedarfes von Einfamilienhäusern für eine Einführung in den Massenmarkt, konnte bereits zum 30.06.2014 erreicht werden.

Die tatsächliche Einsparung an Primärenergie ist quantifiziert worden und die Diversitäten dieses Marktsegmentes in Bezug auf unterschiedliche Gasqualitäten, Gegebenheiten der Wohngebäude und dem individuellen Nutzerverhalten sind überprüft worden.

Die wesentlichen Ziele konnten erreicht werden:

- Nachweis, dass die thermische Leistung von 600W dazu geeignet ist, den Dauerbetrieb von > 8.000 Stunden pro Jahr sicherzustellen.
- Nachweis, dass die elektrische Leistung von 300W zum überwiegenden Anteil im Haus selbst verbraucht wird.
- Funktionstüchtigkeit der Geräte in verschiedenen Heizungskonfigurationen von Einfamilienhäusern
- Nachweis des Dauerbetriebs über mindestens 1 Jahr

Arbeitspakete:

AP 1: Erstellung von 50 nano-KWK-Anlagen für den Feldtest

AP 2: FAT: Probelauf und Sicherheitsabnahme

AP 3: Installation am jeweiligen Bestimmungsort bei Feldtestkunden

AP 4: Betriebsbetreuung und Versuchsdurchführung

AP5: Wartung mit Personaleinsatz und Komponententausch

1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse:

Fortschritt im Allgemeinen:

Das Vorhaben ist vorzeitig zum 30.06.2014 erfolgreich abgeschlossen worden.

Die Installation der Anlagen im Feld und die Langzeittests mit den Geräten sind erfolgreich abgeschlossen. Mittlerweile weisen die Geräte eine kumulierte Laufzeit von über 150.000 Betriebsstunden auf. Zusätzlich zum Projektumfang konnte innerhalb des Vorhabens bereits eine modifizierte und verbesserte Version der Elcore 2400 (Beta+) realisiert werden, bei der wesentliche Verbesserungspotenziale mit einfachen Veränderungen erfolgreich umgesetzt werden konnten und sich im Feld sehr gut bewähren. In diesem Rahmen konnte erreicht werden, dass die Geräte eine sehr hohe Verfügbarkeit im Feld zeigen und die Feldtestpartner mit der Leistungsfähigkeit der Geräte sehr zufrieden sind.

Das Projekt hat wertvolle Erkenntnisse über die Funktionsweise über die Elcore 2400 geliefert. Auf dieser Basis konnte die Weiterentwicklung der Geräte zum Gamma-Entwicklungsstand eingeleitet und erfolgreich voran gebracht werden.

AP 1: Erstellung von 50 nano-KWK-Anlagen für den Feldtest

Dieses Arbeitspaket ist abgeschlossen, da die Anlagen bereits vollständig installiert und im Betrieb sind. Darüber hinaus wurde in diesem Arbeitspaket die Modifikation zum Beta+ erarbeiten und die Lerneffekte aus den ersten Installationen aufzugreifen. Diese Veränderungen umfassen:

- o Verbesserte Heat-pipes für bessere Wärmeauskopplung
- o Firmware-Zeiteinstellungen verändert, um Startup von sehr kalten Temperaturen zu ermöglichen (8°C)
- o Verbesserte Wechselrichtersteuerung, um Netzschwankungen besser abfedern zu können.
- o Verbesserter Anschluss des Wasserdosierpumpe zur Vermeidung von Gasblasen
- o Verbesserte Kabelbefestigungen für einfachere Installation
- o Installation des Speichersensors bereits im Werk
- o Anschlüsse und Rohrleitungen für Heizungswasser optimiert
- o Zusätzliche Hinweisaufkleber auf dem System angebracht
- o Zusätzliche Dokumentation für Hauseigentümer

AP 2: FAT: Probelauf und Sicherheitsabnahme

Dieses Arbeitspaket ist erfolgreich abgeschlossen. Die internen Unternehmensprozesse für die Kaltinbetriebnahme, elektrische Abnahme, sicherheitstechnische Abnahme, Inbetriebnahme und Probelauf wurden bereits erfolgreich etabliert, validiert und dokumentiert. Im Rahmen der Umstellung auf das Beta+ Gerät konnte insbesondere auch im Bereich des FAT (Factory Acceptance Test) eine deutliche Verbesserung erzielt werden, indem kritische Produktionsschritte, die zu engen Toleranzen und Fehlermöglichkeiten geführt haben, weitgehend eliminiert worden sind.

AP 3: Installation am jeweiligen Bestimmungsort bei Feldtestkunden



Die Installationen wurden erfolgreich durchgeführt. Dieses Arbeitspaket ist damit bereits abgeschlossen.

Im Folgenden sind beispielhafte Bilder von Systeminstallationen im Feld gezeigt:



Installation in Wiesbaden



Installation in Oberammergau



Installation in München



Installation in München

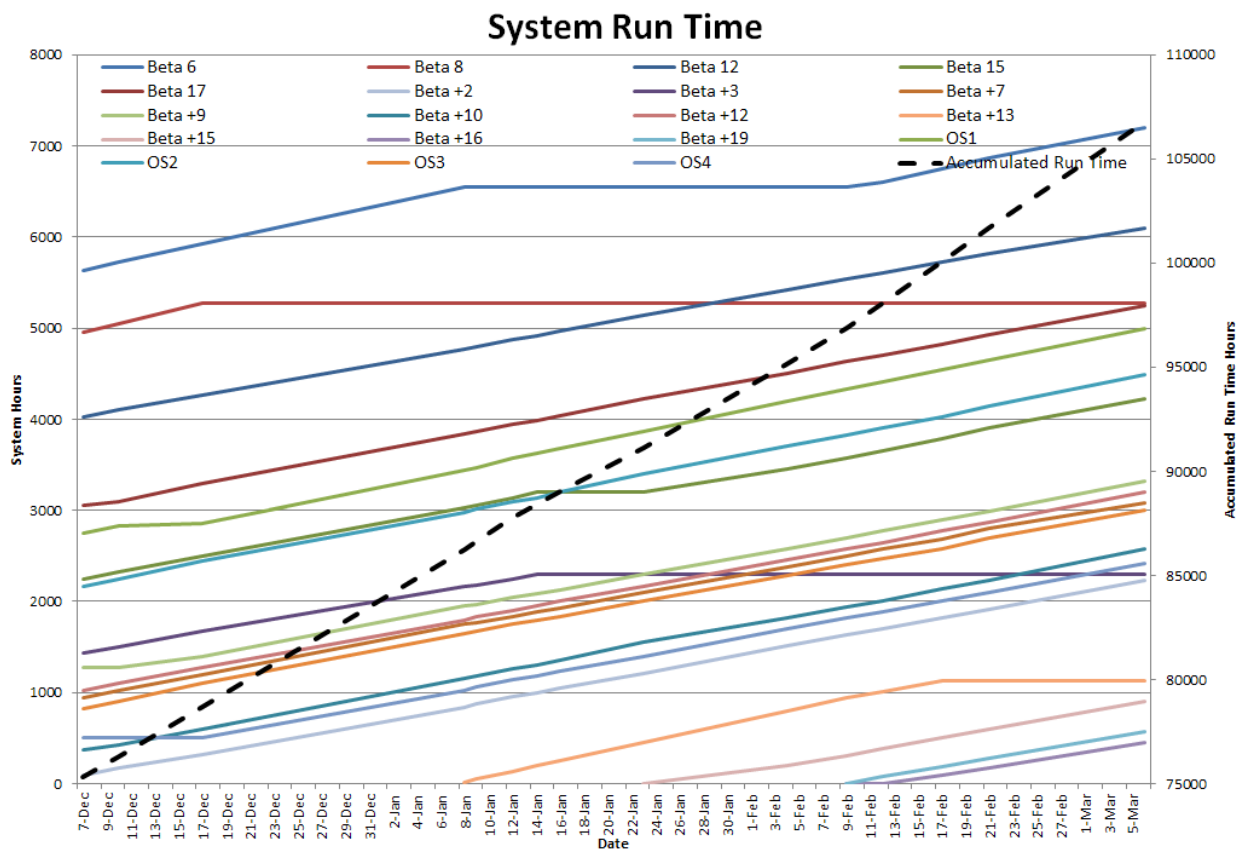
AP 4: Betriebsbetreuung und Versuchsdurchführung

Die Betriebssteuerung und Versuchsdurchführung ist zum 30.06.2014 planmäßig abgeschlossen worden. Alle installierten Systeme sind erfolgreich gelaufen und mehrere Systeme konnten Laufzeiten über 1 Jahr Dauerbetrieb nachweisen. Insgesamt konnten über 150.000 Stunden kumulierte Laufzeit erreicht werden. Qualitativ haben sich gegenüber dem Stand des letzten Zwischenberichts keine neuen Erkenntnisse ergeben.

Stand März 2014

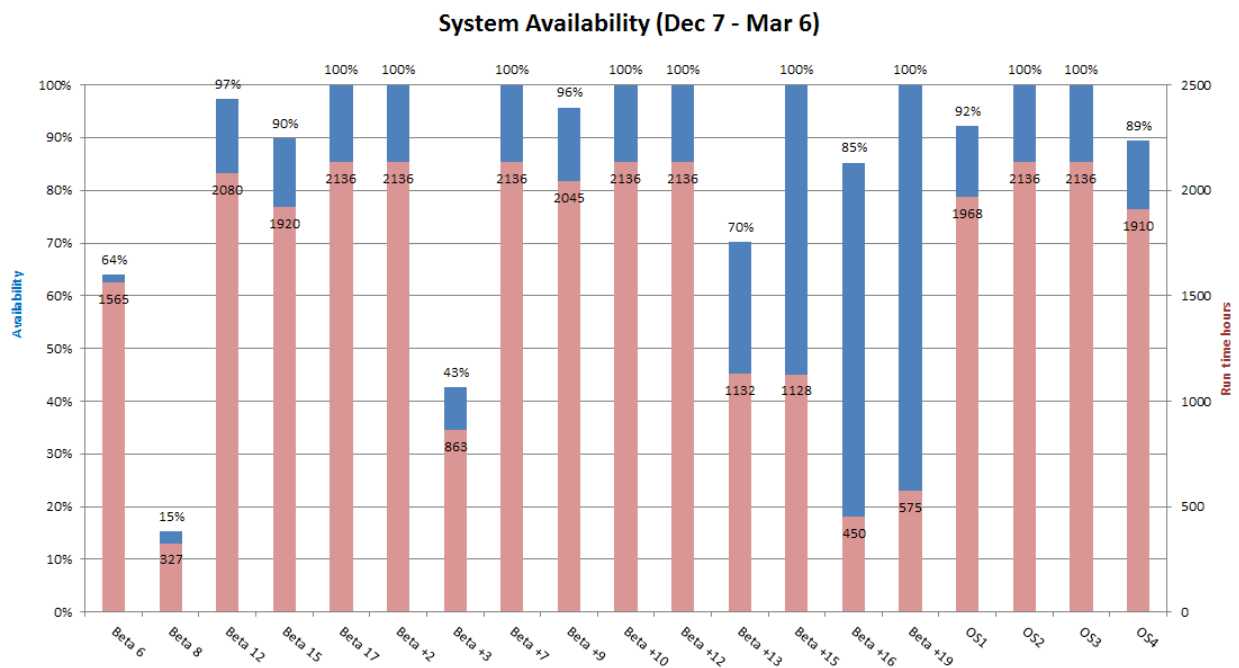
Nach anfänglichem Betrieb über einen Laptop funktioniert nun die Kommunikation mit der eingebauten Internetschnittstelle in den meisten Fällen reibungslos. Allerdings hat sich auch herausgestellt, dass die Kommunikation der Daten teilweise abhängig ist von der Internetanbieter und der ausgewählten Technologie vor Ort.

Im unten dargestellten Diagramm sind beispielhaft die Laufzeiten von 19 der im Betrieb befindlichen Geräte dargestellt. Weisen die farbigen Linien eine Steigung auf, lässt sich daran ablesen, dass das Gerät im Betrieb ist. Verläuft die farbige Linie waagrecht ist das Gerät außer Betrieb. Die gestrichelte Linie stellt die kumulierten Laufzeitstunden dar. Der Darstellungszeitraum sind etwa drei Monate und deckt den Zeitraum zwischen zwei Beiratssitzungen bei elcomax ab.



Mit dem Diagramm kann eindeutig nachgewiesen werden, dass mit den Geräten ein sehr stabiler Betrieb gewährleistet werden kann und der größte Teil der Geräte ohne Betriebsunterbrechungen läuft. Dies ist ein sehr positives Ergebnis, das uns von allen Feldtestpartnern, wie z.B. Thüga und deren Stadtwerkepartnern, EWE und weiteren Energieversorgern und Installateuren auch eindeutig in dieser positiven Weise gespiegelt wird.

Im folgenden Diagramm sind die Laufzeitstunden pro System und die Verfügbarkeit im gleichen Darstellungszeitraum gezeigt. Hieraus kann eindeutig gezeigt werden, dass die Geräte stabil laufen und die Kundenanforderungen erfüllen. Von unserem Beistellgerät wird von den Kunden regelmäßig eine Gesamtverfügbarkeit von >85% erwartet. Diese Verfügbarkeit wird derzeit von 80% der Feldtestgeräte erreicht.



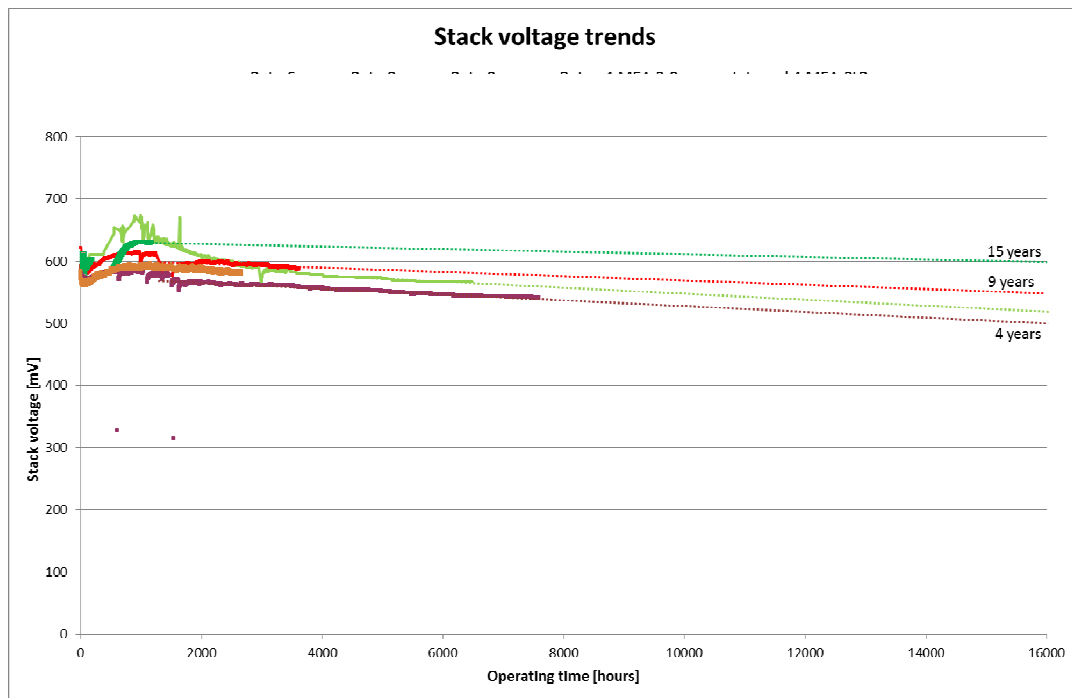
Für die Geräte, die eine geringere Verfügbarkeit ausweisen, liegen folgende Gründe vor:

- Beta 8: Hier liegt eine spezielle Situation vor, da der Netzbetreiber in dem Stromnetz, an welches das Gerät angeschlossen ist, regelmäßig sogenannte Rundsteuersignale sendet (Durch Rundsteuersignale werden zum Beispiel Straßenbeleuchtungen und andere öffentliche Anlagen ein- und ausgeschaltet), deren Frequenz jedoch stark mit unserem Wechselrichter wechselwirkt. Das Gerät konnte aufgrund dieser Signale über einen weiten Zeitraum nicht betrieben werden. Diese Situation ist in Klärung mit dem Netzbetreiber.
- Beta 6: Bei diesem Gerät musste der Verdampfer ausgetauscht werden, der offenbar fehlerhaft eingebaut worden war. Da der Austausch bisher nicht vorgesehen war, mussten aufgrund der notwendigen Demontage noch weitere Bauteile getauscht werden, die

neu beschafft werden mussten. Der vereinfachte Austausch von Verdampferbauteilen hat in die Entwicklung der Gamma-Generation Eingang gefunden.

- Beta 3+: Dies ist eines der wenigen Geräte, das aufgrund der vom Kunden gewählten Konfiguration Kommunikationsprobleme mit der Internetschnittstelle hat. Daraufhin wurde dieses Gerät dazu verwendet, Tests zur Behebung des Kommunikationsproblems durchzuführen. Da jedoch Gerätelaufzeiten aufgrund des häufigen Ausfalls der Kommunikation nicht eindeutig nachgewiesen werden konnten, kam es hier zu der dokumentierten geringeren Verfügbarkeit, obwohl das Gerät zwischenzeitlich häufiger als hier dargestellt im Betrieb war.
- Beta 13+: Austausch eines Wechselrichters, der neu beschafft werden musste. Ganz allgemein kann gesagt werden, dass der Austausch von Bauteilen noch besser organisiert werden muss, um unnötige Stillstandszeiten zu vermeiden.

Die Lebensdauererwartung der Geräte hat sich sehr positiv entwickelt. Die Lebensdauererwartung der installierten Beta Geräte liegt bei etwa 4 Jahren, durch die Umstellung auf das Beta+ Geräte, konnten die Laufzeiterwartungen durch das Eliminieren einiger ungünstiger Systemzustände etwas erhöht werden. Eine wesentliche Verbesserung konnte durch die Einführung der sogenannten MEA 2.0 erreicht werden, die über neue Elektrodenmaterialien, über eine stabilisierte Membran und eine optimierte Dichtungstechnik verfügt. Mit der MEA 2.0 können im Beta+ Gerät etwa 9 Jahre Lebenszeit erwartet werden. Im Labortest befindet sich gerade die MEA 3.0, für die auf Basis der ersten Daten eine Lebenszeit von 15 Jahren erwartet werden kann.

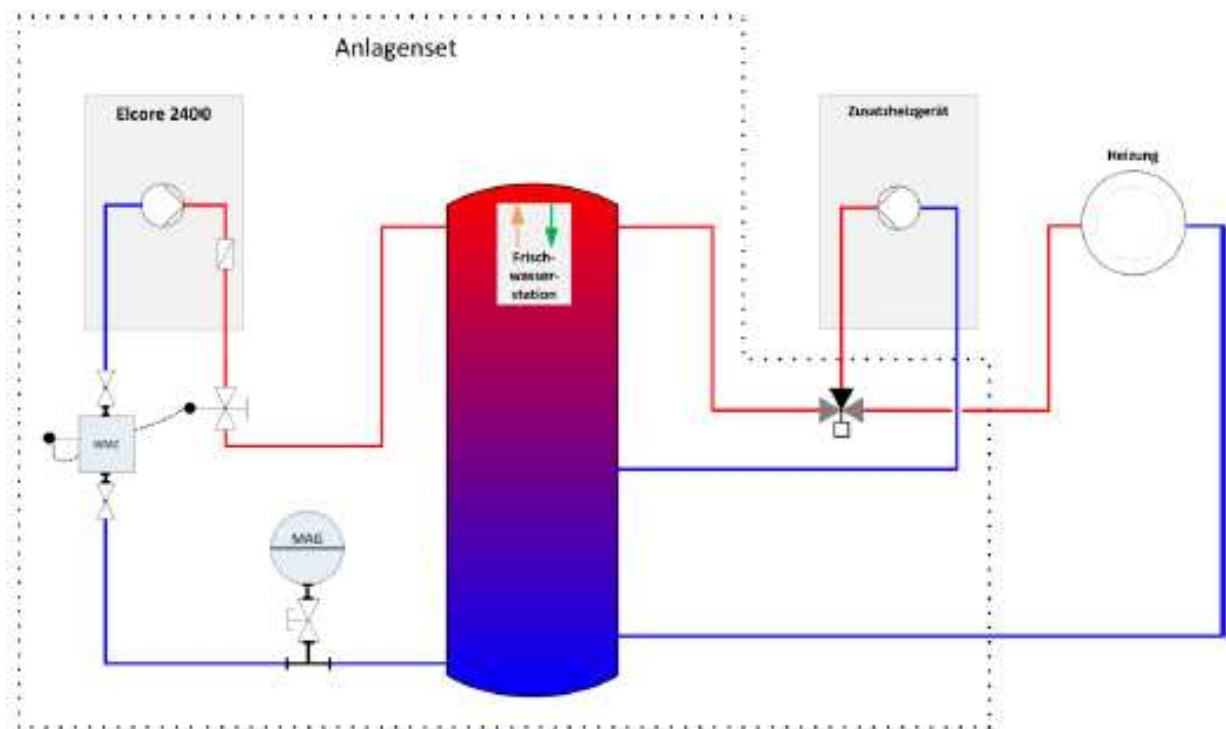


AP5: Service und Wartung mit Personaleinsatz und Komponententausch

Dieses Arbeitspaket ist ebenfalls vorzeitig zum 30.06.2014 abgeschlossen worden. Gegenüber dem Zwischenbericht vom März 2014 haben sich auch hier keine qualitativen Änderungen mehr ergeben.

Das Feedback über die Serviceleistungen rund um die Installationen war regelmäßig positiv. Die wesentlichen Wartungsarbeiten bezogen sich weiterhin vor allem auf die Fernwartung der Geräte über die Internetschnittstelle. Hierbei bestehen bereits positive Erfahrungen mit dem Aufspielen von Firmwareänderungen auf das System. Darüber hinaus besuchen Mitarbeiter von Elcore regelmäßig die Feldtestanlagen, wobei die Geräuschproblematik weitgehend geklärt werden konnte und im Rahmen eines Arbeitspaketes für die Gamma-Entwicklung endgültig behoben wird.

Im Rahmen der Installationen wurde festgestellt, dass die Installateure teilweise noch unsicher auf die neue Brennstoffzellentechnik reagieren. Elcore hat daher im Rahmen dieses Projektes ein Installationspaket für Installateure, bestehend aus einem 500 Liter Wasserspeicher, eine Frischwasserstation zur Trinkwassererwärmung, einem Ausdehnungsgefäß und der vorkonfektionierten Verrohrung besteht (Der Lieferumfang ist durch die gestrichelte Linie gekennzeichnet). Dieses Installationspaket wurde bereits mit einigen Anlagen verbaut und hat bei den Installateuren zu positiver Resonanz und zu deutlich verringerten Installationszeiten geführt.



Verbesserungspotenzial für die Service- und Wartungsarbeiten besteht noch eindeutig in der Ersatzteilelogistik. Die mangelnde Verfügbarkeit von Ersatzteilen hat im Rahmen des Projektes an einigen Stellen zu längeren Stillstandszeiten geführt, die deutlich verkürzt werden könnten. Diese Situation soll bis zum Ende der Projektlaufzeit noch verbessert werden.

2. Vergleich aktueller Status mit der ursprünglichen Planung

Alle Arbeitspakete konnten im Arbeits-, Zeit- und Kostenplan erfolgreich bearbeitet und abgeschlossen werden. Das Vorhaben konnte schneller als erwartet durchgeführt werden. Die Grundlagen für das Nachfolgevorhaben „Herstellerprogramm“, indem 400 Geräte installiert werden sollen, sind bereits vollständig erarbeitet worden.

3. Aussichten auf Erreichung der Ziele des Vorhabens:

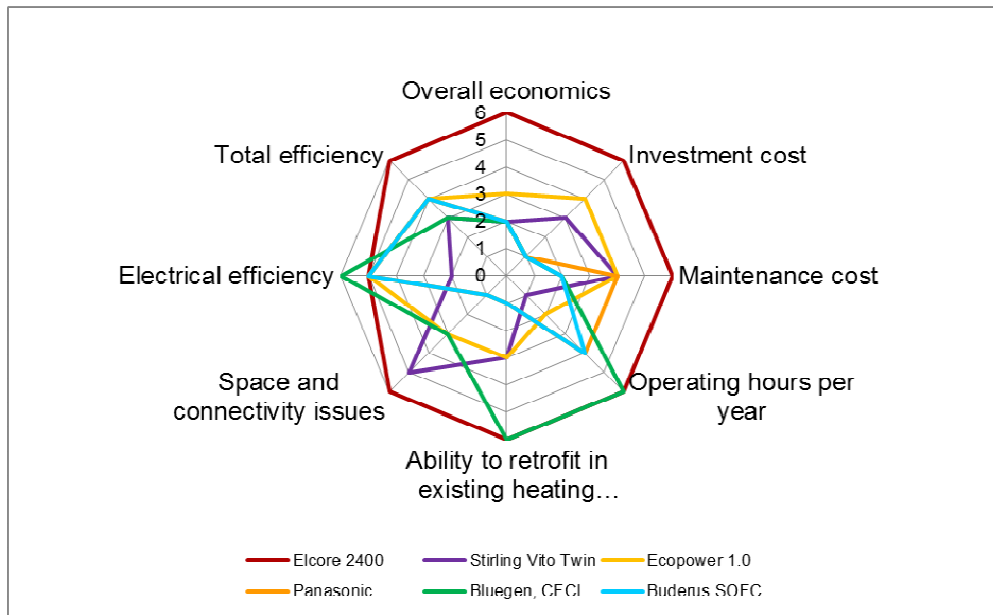
Die definierten Ziele sind im skizzierten Zeitraum zu erreicht worden. Alle Arbeitspakete sind zum 30.06.2014 erfolgreich abgeschlossen worden.

4. Änderungen in der Zielsetzung

Es waren keine Änderungen in der Zielsetzung erforderlich.

5. Verwertung

- *Erfindungen:* Im Berichtszeitraum wurden innerhalb des Vorhabens keine Patent- oder Schutzrechtsanmeldungen getätigt.
- *Wirtschaftliche Erfolgsaussichten:* Im Anschluss an das Vorhaben sollen die Ergebnisse des Vorhabens in Serienprodukte überführt werden. Auch hier sind keine Änderungen gegenüber dem Plan absehbar. In dem unten gezeigten Spinnennetzdiagramm ist dargestellt, wie die Elcore 2400 gegenüber anderen mikro-KWK Geräten im Bereich der wichtigsten Beurteilungsfaktoren für den Endkunden darstellt.



Im Vergleich zu allen Geräten zeichnet sich auf Basis der verfügbaren Daten die Elcore 2400 besonders durch eine hohe Wirtschaftlichkeit aus, aber auch in allen anderen Punkten wie Investitionskosten, Wartungskosten, Betriebsstunden pro Jahr, Nachrüstbarkeit, Größe und Anschluss des Gerätes und Gesamteffizienz ist die Elcore 2400 den meisten anderen Anlagen deutlich überlegen. Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten werden daher sehr positiv eingeschätzt.

- *Wissenschaftliche Erfolgsaussichten:* Die im Vorhaben erarbeiteten Ziele werden als Basis für weitere produktspezifische Entwicklungen dienen.
- *Anschlussfähigkeit für eine nächste Phase:* Die Ziele dieses Vorhabens ermöglichen es, kostengünstige KWK-Anlagen auf HPEM-Basis für den Einfamilienhausmarkt zur Produktreife zu realisieren. In einer nächsten Phase sollen im Rahmen des Vorhabens „Herstellerprogramm“ eine Anzahl von 400 Geräten in einem großangelegten Feldtestprogramm validiert werden.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN <hr/>	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Abschlussbericht: Projekt Feldtest nano-KWK	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Stefener, Dr. Manfred	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2014
	6. Veröffentlichungsdatum <hr/>
	7. Form der Publikation <hr/>
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Elcore GmbH Bayerwaldstr. 3 81737 München	9. Ber. Nr. Durchführende Institution <hr/>
	10. Förderkennzeichen 03BH104
	11. Seitenzahl 13
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) NOW GmbH PTJ Fasanenstr. 5 Zimmerstr. 26-27 10623 Berlin 10969 Berlin	13. Literaturangaben <hr/>
	14. Tabellen <hr/>
	15. Abbildungen 11
16. Zusätzliche Angaben <hr/>	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) <hr/>	
18. Kurzfassung Im vorliegenden Vorhaben wurden 50 nano-KWK Geräte vom Typen Elcore 2400 aufgebaut und bei Endkunden installiert. Der Nachweis der Tauglichkeit von KWK-Systemen auf Basis der HTPEM-Technologie zur Deckung des elektrischen und thermischen Grundlastbedarfes von Einfamilienhäusern für eine Einführung in den Massenmarkt, konnte erbracht werden. Die tatsächliche Einsparung an Primärenergie ist quantifiziert worden und die Diversitäten dieses Marktsegmentes in Bezug auf unterschiedliche Gasqualitäten, Gegebenheiten der Wohngebäude und dem individuellen Nutzerverhalten sind überprüft werden. Die wesentlichen Ziele konnten erreicht werden: <ul style="list-style-type: none">- Nachweis, dass die thermische Leistung von 600W dazu geeignet ist, den Dauerbetrieb von > 8.000 Stunden pro Jahr sicherzustellen.- Nachweis, dass die elektrische Leistung von 300W zum überwiegenden Anteil im Haus selbst verbraucht wird.- Funktionstüchtigkeit der Geräte in verschiedenen Heizungskonfigurationen von Einfamilienhäusern- Nachweis des Dauerbetriebs über mindestens 1 Jahr	
19. Schlagwörter HTPEM, Elcore 2400, Brennstoffzelle, HTPEM System, Grundlast, Eigenverbrauch, Dauerbetrieb	
20. Verlag <hr/>	21. Preis <hr/>

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN <hr/>	2. type of document (e.g. report, publication) Report
3. title Final report: Project Field test nano-CHP	
4. author(s) (family name, first name(s)) Stefener, Dr. Manfred	5. end of project 30.06.2014
	6. publication date <hr/>
	7. form of publication <hr/>
8. performing organization(s) (name, address) Elcore GmbH Bayerwaldstr. 3 81737 München	9. originator's report no. <hr/>
	10. reference no. 03BH104
	11. no. of pages 13
12. sponsoring agency (name, address) NOW GmbH PTJ Fasanenstr. 5 Zimmerstr. 26-27 10623 Berlin 10969 Berlin	13. no. of references <hr/>
	14. no. of tables <hr/>
	15. no. of figures 11
16. supplementary notes <hr/>	
17. presented at (title, place, date) <hr/>	
18. abstract In this project Elcore has built 50 nano-CHP systems of the type Elcore 2400 and has installed them at end customer sites. It could be proven that nano-CHP systems are suited to cover the electrical and thermal base load requirements in single homes, which is the basis for the introduction of such systems into the mass market. The total savings could be quantified in different conditions within this market segment in terms of gas quality, size and individual usage profiles in different homes. The main goals of the project could be successfully achieved: <ul style="list-style-type: none"> - Prove that the thermal output of 600W is suited to allow for a yearly operation of > 8.000 hours - Prove that the electrical output of 300W is mainly self-consumed in single homes - Utilisability of the Elcore 2400 systems in different configurations of the heating system of single homes - Prove of constant operation over > 1 year 	
19. keywords HTPEM, stack, reformer, heat management, water management, closed water balance, HTPEM system, HTPEM control strategy, inverter, HTPEM safety, cost reduction, Elcore 2400, 10kW HTPEM	
20. publisher <hr/>	21. price <hr/>