

Programm Lebensgrundlage Umwelt  
und ihre Sicherung (BWPLUS)

Zwischenbericht anlässlich des Statuskolloquiums  
Umweltforschung Baden-Württemberg 2017

am 22. Und 23. Februar 2017  
im Haus der Wirtschaft Stuttgart

## **Demonstrationsprojekt Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb**

von

Professor Dr.-Ing. Frank Truckenmüller und Ellen Schur  
Hochschule Reutlingen

Professor Dr. habil. Michael Menth und Florian Heimgärtner  
Universität Tübingen

Dr. Armin Frey  
ENERGIEFREY GmbH

Dieter Ebinger und Dr. Dirk Pietruschka  
Enisyst GmbH

Stefan Jägers  
GridSystronic Energy GmbH

Lothar Dürr,  
Mack Electronic Systems GmbH

Thomas Röger und Nils Nesper  
PATAVO GmbH

Karsten Lindner  
Ruoff Energietechnik GmbH

Förderkennzeichen: BWSGD 15004 – 15012

Die Arbeiten dieses Projekts werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg durchgeführt.

# Inhalt

Zusammenfassung.....	I
Summary.....	I
1 Einleitung.....	1
1.1 Virtuelle Kraftwerke (VK).....	1
1.2 Ziele und Aufgaben.....	1
2 Zeitplan und Arbeitspakete .....	2
3 Projektübersicht.....	3
3.1 Konsortium.....	3
3.2 Energiegeräte.....	3
3.3 Informations- und Kommunikationstechnik .....	6
3.4 Geschäftsmodelle und Teilnehmeranbindung .....	8
4 Ausblick.....	9
Anhang: Zeitplan.....	10

## Zusammenfassung

Das Demonstrationsprojekt dient zum Aufbau und Betrieb des Virtuellen Kraftwerks (VK) Neckar-Alb als Teil der Lehr- und Forschungseinrichtung „Reutlinger Energiezentrum“ der Hochschule Reutlingen. In der Detailplanung stellte sich heraus, dass der Aufbau des VKs in einem Container auf dem Hochschulgelände nicht umsetzbar ist. Aufgrund des Umzugs in die Maschinenhalle nahm der Planungsaufwand zu, wodurch die Geräte nun ab März 2017 installiert werden sollen.

Die Neugeräte des Projekts sind ein Blockheizkraftwerk (BHKW), eine Adsorptionskälteanlage, eine Solarthermieanlage, eine Wärmepumpe mit Latentwärmespeicher, zwei Pufferspeicher, ein Batteriespeicher und eine Photovoltaikanlage. Zwei parallele Leitsysteme, die über direkte Schnittstellen oder über drei verschiedene Anschlussboxen mit den Geräten aus dem Anlagenpark kommunizieren, werden installiert. Eine lokale Optimierungsebene wird ebenfalls geschaffen und bietet eine Möglichkeit der Eigenverbrauchsoptimierung. Die Einbindung von erneuerbaren Energien, Demand-Side-Management und Lastmanagement sind Aufgaben, die durch die Steuerung gelöst werden müssen.

Die Planungen des Demonstrationsprojekts werden durch Studienarbeiten begleitet. Am VDE Congress 2016 – Internet of Things wurde das Projekt veröffentlicht. Weitere Projekte sind gestartet bzw. in Planung, die von einer Zusammenarbeit mit dem Demonstrationsprojekt VK Neckar-Alb profitieren.

## Summary

Within the Demonstration Project, the Virtual Power Plant (VPP) Neckar-Alb is built up and operated as part of the lecture and research institute „Reutlingen Energy Center“ at the Reutlingen University. During the detailed planning phase, it turned out that the VPP cannot be built up in a container on the university campus. Due to the relocation into the machinery building the planning's complexity increased. That is why the devices will be installed after March, 2017.

The project's new devices are a Combined Heat and Power Plant (CHP), an Adsorption Chiller, a Solar Heat Plant, a Heat Pump with a Latent-Heat Storage Unit, two Buffer Storages, a Battery System and a Photovoltaic Plant. Two parallel control systems that communicate by using direct interfaces or three different gateways will be installed. A local optimization level will also be generated to optimize internal consumption. The integration of renewable energies, demand side management and load management are tasks that have to be solved by the control system.

Student research projects attend the project's planning phase. At the VDE Congress 2016 – Internet of Things the project was published. Additional projects have started or are planned to start and benefit from the collaboration with the Demonstration Project VPP Neckar-Alb.

# 1 Einleitung

## 1.1 Virtuelle Kraftwerke (VK)

Ein VK dient zur Bewirtschaftung eines Anlagenparks aus steuerbaren und nicht-steuerbaren Einheiten. Unterschiedliche Betriebsstrategien, wie Direktvermarktung, Handel an der Strombörse, Regelenergie, Flexibilitätsvermarktung, Demand Side Management, Sektorkopplung oder Eigenstromoptimierung, werden in Abhängigkeit des Anlagenparks und der Rahmenbedingungen verfolgt.

## 1.2 Ziele und Aufgaben

Durch den Aufbau des „Virtuelles Kraftwerks Neckar-Alb“ im Demonstrationsprojekts an der Hochschule Reutlingen sollen die vorhandenen Kompetenzen der Verbundpartner gebündelt werden. Das Ergebnis wird ein funktionsfähiges Virtuelles Kraftwerk (VK) sein, das den Partnern folgende Möglichkeiten bietet:

- Integration in das zukünftige Smart Grid,
- Demonstration eines VKs mit Aufzeigen unterschiedlicher Lösungswege,
- Aufbau einer komplexen Testumgebung für Komponenten,
- Testen von Optionen der Querverbundoptimierung zwischen Strom-, Gas-, und Wärmemarkt unter Berücksichtigung realer Marktdaten,
- Unterstützung der Markteinführung durch Öffentlichkeitsarbeit und sozioökonomische Untersuchungen,
- Aus- und Weiterbildung von Spezialisten in realer Umgebung,
- Sensibilisierung der Öffentlichkeit durch ein „anfassbares“ VK.

Dabei sollen Schwerpunkte auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit gesetzt werden und die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse sowie deren Adaption in der Fläche ermöglicht werden.

Das Projekt soll in diesen Schritten realisiert werden:

1. Aufbauen der Infrastruktur mit unterschiedlichen Energieerzeugungs- und Speicheranlagen am Hochschulcampus
2. Integrieren bestehender Anlagen und Versorgungssysteme
3. Vernetzen der Anlagen durch Informations- und Kommunikationstechnik
4. Automatisieren mittels Steuerungssoftware zu einem virtuellen Kraftwerk
5. Zu- und abschalten von Einzelanlagen, Nutzern und Speichern in Abhängigkeit von Prognosen für Bedarf, Wetter und wirtschaftlicher Situation
6. Anschließen an die Handelsplattform, um den Einfluss unterschiedlicher Geschäftsmodelle und zukünftiger Marktmodelle zu simulieren und zu testen

## 2 Zeitplan und Arbeitspakete

Der aktuelle Zeitplan aus dem Anhang zeigt die einzelnen Arbeitspakete auf. Das Projekt befindet sich noch in der Planungsphase. Die Erreichung der Meilensteine M2 (Zwischenbericht) und M3 (Bestellungen wesentlicher Geräte und IT-Systeme) sind Mitte Februar geplant.

Im Vergleich zum Zeitplan, der bei Antragstellung eingereicht wurde, dauert die Planungsphase länger und ist noch nicht komplett abgeschlossen. Dies lässt sich einerseits damit begründen, dass die Projektmanagerin Frau Schur die Tätigkeit ab Februar 2016 aufgenommen hat und somit 3,5 Monate nach Projektbeginn erst mit der detaillierten Projektplanung begonnen werden konnte. Anschließend zeigte sich, dass die baulichen Maßnahmen, die an der Hochschule Reutlingen vor Anschaffung der Geräte durchzuführen sind, deutlich mehr Zeit in Anspruch nahmen. Bei Projektantrag wurde eine Containerlösung vorgesehen, die kaum in den Bestand eingriff und schnell geplant werden konnte. In den Gesprächen mit dem zuständigen Bauamt und dem Hochschulpräsidium wurde das Konzept jedoch komplett überarbeitet; die Geräte sollten in der Maschinenhalle installiert werden. Zahlreiche Gespräche sowie eine aufwändige Detailplanung nahmen mehrere Monate in Anspruch.

Die Verzögerung bei der Planung führte dazu, dass Stand heute (20.01.2017) noch keine Geräte bestellt werden konnten. Die detaillierten Schnittstellen sind jedoch geklärt, sodass eine zügige Bestellung Mitte Februar vorgesehen ist. Ziel ist, alle vorgesehenen Geräte und Einrichtungen innerhalb kurzer Zeit zu bestellen, da die Geräte im Verbund getestet werden müssen und daher von einer früheren Bestellung einzelner Geräte abgesehen wurde. Nach der Lieferung und Montage sollen die Geräte gleichzeitig mit der Leitwarte in Betrieb genommen werden. Meilenstein 5, der offizielle Betriebsstart des Virtuellen Kraftwerks Neckar-Alb, soll nach 2 Jahren Projektlaufzeit am 16.10.2017 stattfinden und markiert die Beendigung der Inbetriebnahme und der Anlaufphase (Probelauf). Die Verzögerung soll durch zügigere Geräteinstallationen und einen kürzeren Test- und Livebetrieb kompensiert werden.

Bis Projektende sollen mindestens 20 Teilnehmer an das VK Neckar-Alb angeschlossen werden (Meilenstein 6). Der messtechnische Anschluss erfolgt über Anschlussboxen, die mit dem Projektbudget aufgewendet werden.

### 3 Projektübersicht

Da eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Arbeitspakete aus dem Zeitplan (Abb. 2-1) für das Vortragsmanuskript zu umfangreich ist, wird im Folgenden auf die drei Hauptpakete eingegangen.

#### 3.1 Konsortium

Das Projekt besteht aus 7 kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie zwei Hochschulen. In Abbildung 1 sind die Projektpartner dargestellt. Die Projektpartner bringen ihre Kompetenz in jeweils einen Bereich des Demonstrationsprojekts ein.

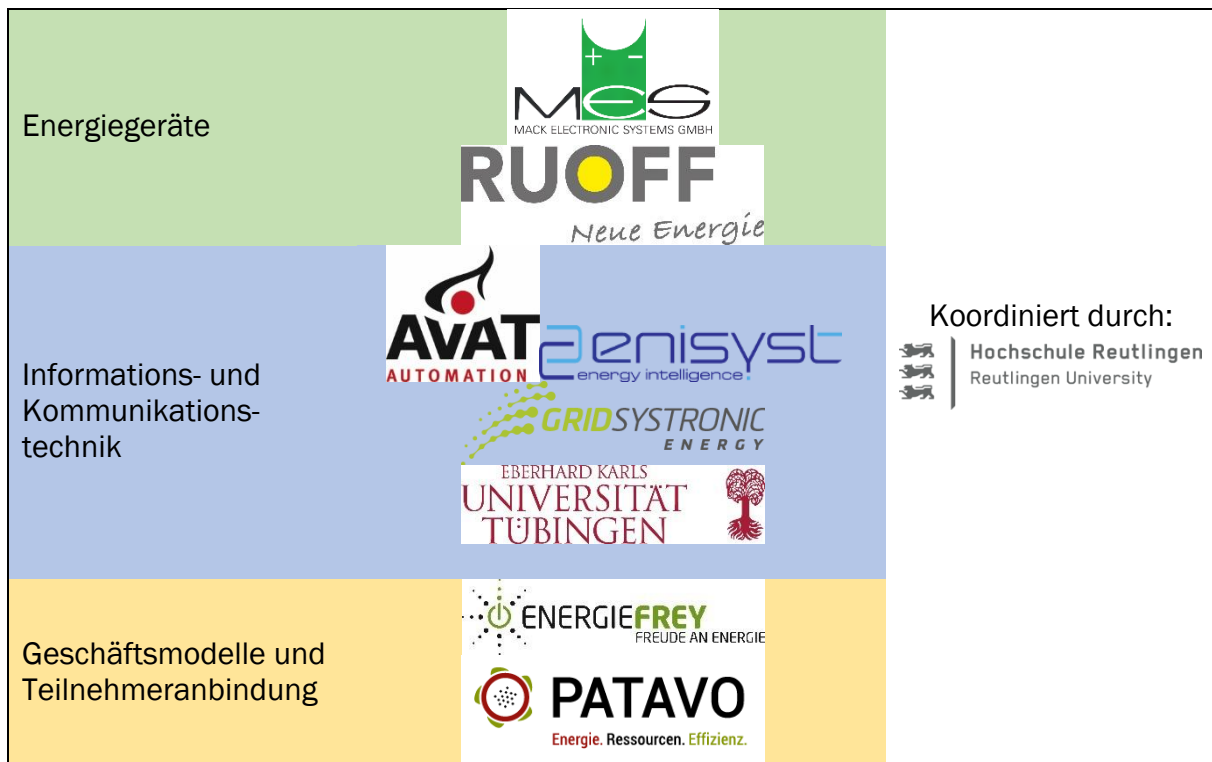


Abbildung 1: Das Projektkonsortium

#### 3.2 Energiegeräte

Im Projekt werden die in Tabelle 1 aufgeführten Neugeräte am Hochschulcampus installiert. Die Gerätetypen und -hersteller sind ausgewählt und die Schnittstellen weitestgehend abgeklärt. Im Folgenden wird der Planungsverlauf einzelner Geräte beschrieben.

Tabelle 1: Liste der Geräte

Anzahl	Gerät	el. Leistung pro Gerät	Standort
2	Ladestationen E-Auto	22 kW (Verbrauch)	Neben Maschinenhalle
1	BHKW	20 kW (Erzeugung)	EG Maschinenhalle
1	Adsorptionskälteanlage	-	EG Maschinenhalle
4	PVT-Kollektoren	1,36 kWp (Erzeugung)	Dach Maschinenhalle
1	Wärmepumpe	-	
2	Pufferspeicher	-	EG Maschinenhalle
1	Photovoltaikanlage	Bis zu 180 kWp (Erzeugung)	Dach Geb. 3/4
1	Batteriespeicher	12 kW	EG Maschinenhalle
1	Latentwärmespeicher	-	EG Maschinenhalle

Die **Ladestationen** sollten zunächst in der Nähe des Containers aufgebaut werden. Das Hochschulpräsidium schlug Autoparkplätze am Fahrradabstellplatz vor (südlich des Campus). Nach Gesprächen mit dem Bauamt fiel die Entscheidung auf zwei Parkplätze auf der nördlichen Campusseite, um die Stromversorgung ohne Leitungsverlegung zu ermöglichen und um einen autofreien Campus sicherzustellen. Von mit Gleichstrom betriebenen Schnellladesäulen wurde abgesehen, da die baulichen Maßnahmen für die Stromversorgung zu aufwändig waren und auch der Bedarf nicht vorhanden ist. Die Ladesäulen werden mit den weit verbreiteten Type-2 Steckplätzen ausgestattet.

Das **BHKW** wurde mit den Projektpartnern auf Leistung, Hersteller und Typ festgelegt. Obwohl zuerst eine geringere elektrische Leistung des BHKWs vorgesehen war, wurde die g-box 20 von 2G aufgrund positiver Erfahrungen beim Einsatz in einem Virtuellen Kraftwerk ausgewählt. Für den Einbau im ausgewählten Raum der Maschinenhalle mussten Planungsunterlagen für die Gasversorgung und für die Ableitung des Abgases erstellt werden.

Die Herausforderung bei der Planung der **Adsorptionskälteanlage** bestand in der Aufgabe, einen außenliegenden Platz für die Aufstellung der Rückkühlanlage zu finden, bei welchem lange Rohrleitungswege vermieden werden konnten. Die Entscheidung wurde für einen Lichtschacht im Untergeschoss der Maschinenhalle getroffen, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Jedoch muss eine längere Rohrleitung durch mehrere Brandabschnitte geführt werden. Diese sowie weitere Planungsunterlagen für Rohrleitungen zum BHKW und zum Pufferspeicher sind erstellt.

Die **Solarkollektoren** wurden mit den Partnern aus dem Konsortium zunächst festgelegt und nachträglich in PVT-Kollektoren aufgrund des höheren Innovationsgrades abgeändert. Die Standortsuche für das Anbringen der Kollektoren gestaltete sich zunächst schwierig, da das Dach und die Fassade der Maschinenhalle nicht tragfähig sind. Das Bauamt schlug schließlich eine ausgebaute Stelle des Daches vor, an welcher das Gewicht der Kollektoren aufgenommen werden konnte. Die Planungsunterlagen für Durchbrüche zum Dach sowie die Verrohrung mit dem Pufferspeicher und der Wärmepumpe sind bereits erstellt.

Die ursprüngliche Planung der **Photovoltaikanlage** sah das Dach des Containers vor. Nach der Entscheidung für den Umzug in die Maschinenhalle musste ein neuer Standort gefunden werden. In der ersten Runde wurde der Fahrradabstellplatz vorgesehen. Planungsoptionen sahen die Einrichtung eines Carports oder einer Überdachung für die Fahrräder vor. Der Vorteil dieser Lösung war, dass der Batteriespeicher ebenfalls dort installiert hätte werden können und somit der Komponententest zur Einrichtung einer DC/DC-Schnittstelle zum Batteriespeicher durchgeführt hätte werden können. Die Standortsuche wurde durch Studienarbeiten begleitet, in denen durch die hohe Verschattung am Fahrradabstellplatz ein deutlich schlechterer Wirkungsgrad ermittelt wurde. Die Hauptergebnisse der Studienarbeiten sind in Tabelle 2 aufgelistet. Außerdem waren aufwändigere Fundamentierungsarbeiten vorzusehen, weshalb die Option aufgrund des schlechten Standorts verworfen wurde. Eine weitere Option stellte einen PV-Tracker dar, der, neben dem Fahrradständer aufgebaut, sich stets der Sonneneinstrahlung zuwenden konnte. Diese Option wurde aufgrund des unverhältnismäßig großen Fundamentierungsaufwandes und der Gefahr vor Beschädigungen verworfen. Die Standortsuche führte schließlich zu den Hochschulgebäuden 3 und 4, auf denen eine PV-Anlage seit längerer Zeit vorgesehen ist und das Dach vorbereitet ist. Aus Gründen des Eigentumsrechts schlug das Bauamt vor, den Bau der Anlage selbst zu übernehmen und räumte dem Demonstrationsprojekt die Möglichkeit ein, die Planung zu begleiten, die Anlage im wirtschaftlichen Sinne anzusteuern und Messdaten zu beziehen. Die Projektleitung stimmte dem Vorschlag zu, jedoch unter der Auflage, dass eine kleine Testanlage vorübergehend installiert wird, wenn das Bauamt keine PV-Anlage Anfang 2017 errichten wird.

Tabelle 2: Simulationsergebnisse für die Installation der PV-Anlage auf dem Campus

	Container- dach	Dach für Fahrräder (versch. Lö- sungen)	PV-Tracker	Dach Ge- bäude 4	Dächer Ge- bäude 3+4
Kollektoran- zahl [-]	-	13 – 91	20	350	782
Nennlei- stung [kWp]	4,0	3,2 – 22,3	4,9	87,5	196,0
Strompro- duktion [MWh/a]	n.v.	2,9 – 17,1	6,9	86,9	192,4
Wirkungs- grad <sup>1</sup> [%]	n.v.	10,67 – 12,09	18,88	13,87	13,65

Der **Batteriespeicher** sollte in der ursprünglichen Planung im Container aufgestellt und von der über die PV-Anlage erzeugtem Gleichstrom aufgeladen werden. Als der Standort des Fahrradabstellplatzes für die PV-Anlage ausgewählt wurde, sollte der Batteriespeicher im gedämmten Gehäuse im Freien aufgestellt werden. Die aktuelle Planung sieht nun vor, dass der Batteriespeicher in der Maschinenhalle aufgestellt wird. Eine Budgetverschiebung ist vorgenommen worden, um die zusätzlichen Kosten für einen Wechselrichter zu kompensieren.

<sup>1</sup> Verhältnis Stromproduktion zum Produkt aus Globalstrahlung in RT und Kollektorfläche



### 3.3 Informations- und Kommunikationstechnik

Die Steuerung des Anlagenparks erfolgt in einer zentralen Stelle, der Leitwarte. Nachdem die Containerlösung wegfiel, sollte die Leitwarte in einem abgegrenzten Bereich mit Trennwänden in Raum 1-001 bei den Geräten eingerichtet werden. Um den Projektfortschritt durch aufwändige Baumaßnahmen nicht zu gefährden, wurde ein separater Raum vorgeschlagen. Raum 1-115, welcher sich im Obergeschoss der Maschinenhalle befindet, soll daher im März 2017 nach Abbildung 2 umgebaut werden. An zwei Bildschirmen kann der Anlagenpark visualisiert werden. Für Studienarbeiten und Laboraufgaben dienen mehrere Computerarbeitsplätze.

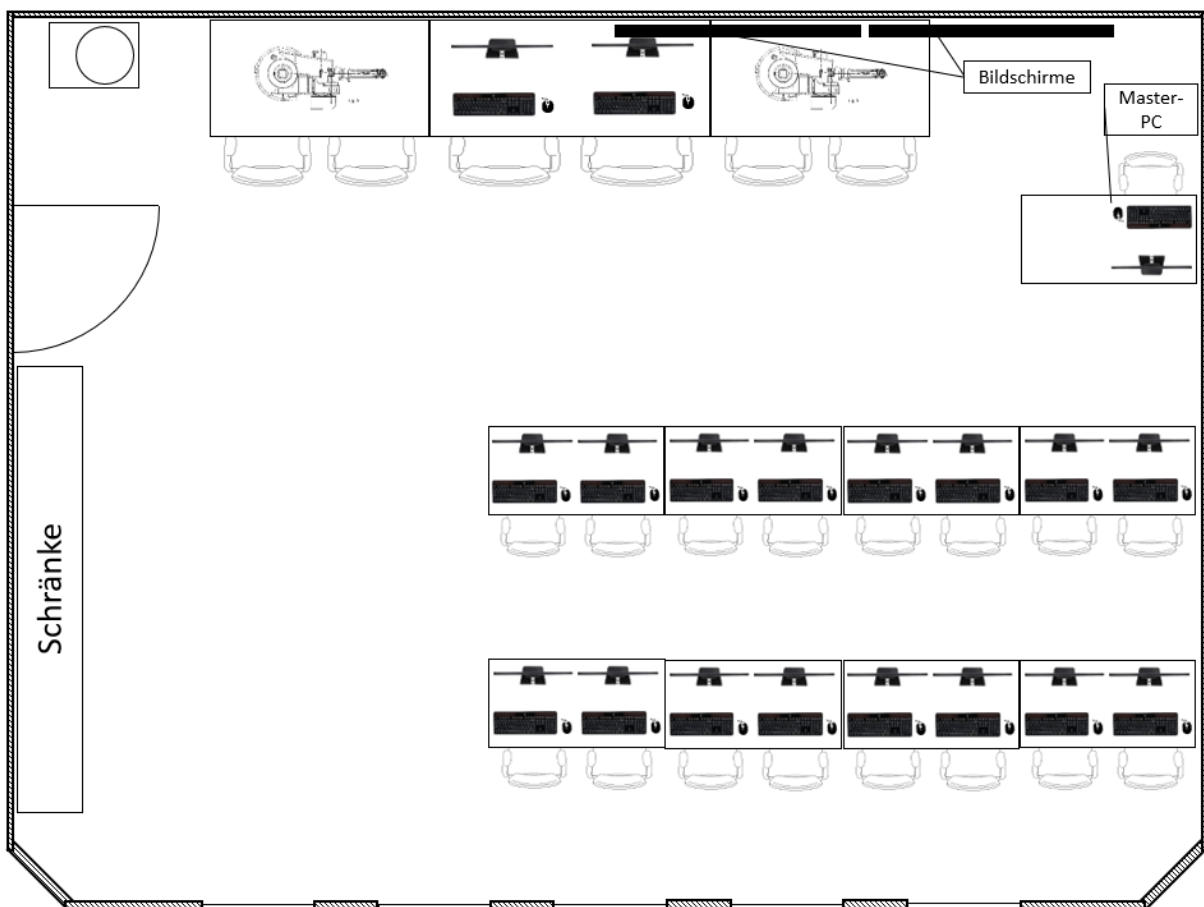


Abbildung 2: Planung der Leitwarte (Die Roboter sind Teil eines anderen Labors)

Die Projektpartner aus dem Bereich Informations- und Kommunikationstechnik beschlossen eine parallel aufgebaute Kommunikation nach Abbildung 3. Dabei können beide Leitsysteme der Firmen AVAT und GridSystronic Energy (GSE) das Virtuelle Kraftwerk steuern. Neben etablierten SCADA-Systemen beinhalten die Leitsysteme eine Erweiterung, um mit Energiemärkten zu kommunizieren und Wetterprognosen zu erhalten.

Als Gateway werden Anschlussboxen von AVAT, Enisyst und GSE eingesetzt. Auch eine direkte Schnittstelle zwischen der Gebäudeleittechnik mit dem AVAT-Server ist vorgesehen. Eine Erweiterung liefert die Enisyst-Box, da sie im Gegensatz zu den anderen Anschlussboxen auf einer lokalen Optimierungsebene einen Anlagenpark selbstständig steuern kann.

Die anderen zwei Systeme nehmen die Optimierung im zentralen Leitsystem vor. Alle steuerbaren Geräte aus dem Anlagenpark des Virtuellen Kraftwerks vom Hochschulcampus Reutlingen werden parallel angeschlossen, während Teilnehmer entweder eine Anschlussbox von Enisyst oder von GSE erhalten.

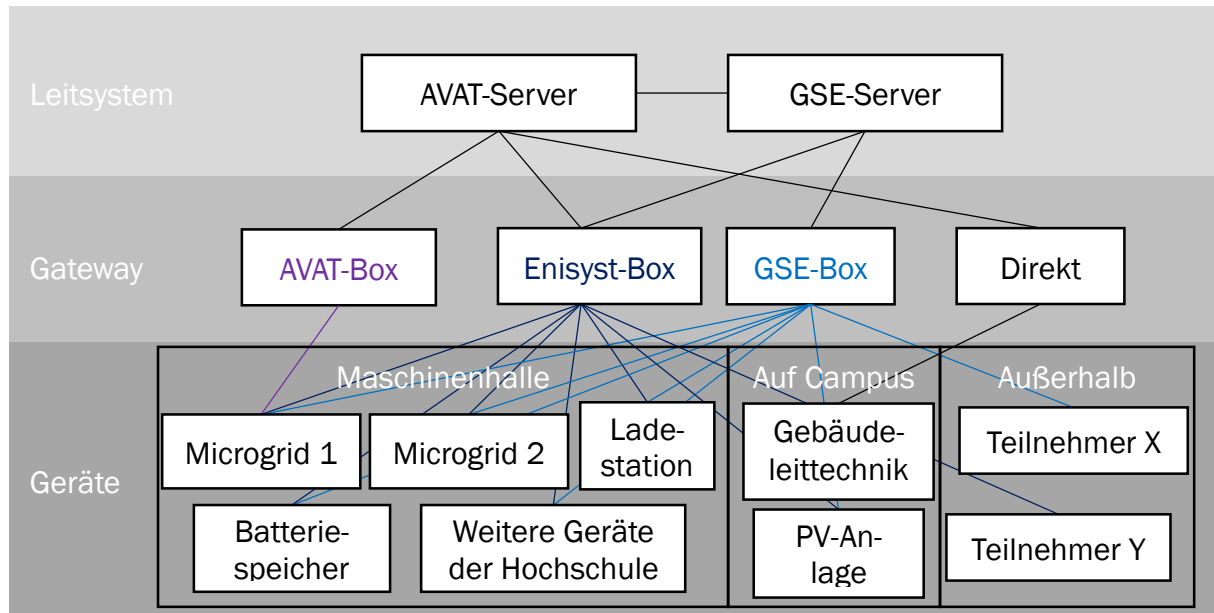


Abbildung 3: Kommunikationswege

Aus Steuerungsgründen fassen zwei Microgrids mehrere Anlagen zusammen:

Microgrid 1:

- BHKW
- Adsorptionskälteanlage
- Pufferspeicher

Microgrid 2:

- Solarkollektoren
- Wärmepumpe
- Latentwärmespeicher
- Pufferspeicher

Durch diese Einteilung kann das Virtuelle Kraftwerk Microgrid 1 bei Strombedarf einschalten. Microgrid 2 soll im Sinne des Demand-Side-Managements eingesetzt werden.

Die Ladestationen sollten zunächst ausschließlich durch im Projekt erzeugtem Strom bereitgestellt werden. Da der Bedarf allerdings 44 kW beträgt und das BHKW und der aufgeladene Batteriespeicher im Bedarfsfall lediglich 32 kW bereitstellen können, wird zusätzlich die Energieversorgung aus dem Hochschulnetz benötigt. Eine Benutzeroberfläche an der Ladestation soll eingerichtet werden, in welcher der Benutzer für den Verzicht auf „Strom aus dem Hochschulnetz“ durch kostenfreies Tanken belohnt wird – mit der Auflage, dass der Ladevorgang entsprechend länger dauern könnte. Dies soll zum Bekanntwerdens des VKs Neckar-Alb und zur Sensibilisierung für Lastmanagement dienen.

### 3.4 Geschäftsmodelle und Teilnehmeranbindung

#### **Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit:**

Die Hochschule Reutlingen entwickelte gemeinsam mit den Konsortialpartnern, insbesondere mit den Firmen PATAVO und ENERGIEFREY, einen Flyer, mit dem interessierte Teilnehmer angesprochen werden sollen.

An der Überarbeitung der Homepage <http://www.virtuelles-kraftwerk-neckar-alb.de/> aus dem Vorgängerprojekt Kooperationsnetzwerk Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb wird momentan gearbeitet, um das Demonstrationsprojekt vorzustellen. Geplant ist die Einrichtung eines interaktiven Plug-Ins, um Szenarien eines VKs nachzuspielen und die Öffentlichkeit zu sensibilisieren.

#### **Veröffentlichung:**

Unter Federführung der Universität Tübingen entstand eine Publikation für den VDE Kongress 2016:

Heimgärtner F et al.: Demonstrationsprojekt Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb, in: VDE-Kongress 2016 – Internet der Dinge. Technologien / Anwendungen / Perspektiven. Kongressbeiträge 7.-8. November 2016, VDE-Verlag GmbH, Berlin-Offenbach, 6 Seiten. ISBN 978-3-8007-4308-7

Weitere Publikationen für ausgewählte Fachzeitschriften und für den ETG Congress 2017 sind geplant.

#### **Teilnehmeranbindung:**

Die Anbindung von Teilnehmern im letzten Drittel der Projektlaufzeit stellt eine wichtige Aufgabe für das VK Neckar-Alb dar. Durch die Einbindung weiterer Teilnehmer können realistische Messdaten eines diversifizierten Anlagenparks gesammelt werden. Dies wird zur Erkenntnisgewinnung für Herausforderungen von Kunden und Betreiber von VKs benötigt und bildet die Grundlage für Studienarbeiten zu Geschäftsmodellen. Eine Liste mit potentiellen Teilnehmern wurde bereits angelegt.

Für die Teilnehmergebung und Öffentlichkeitsarbeit entwickelte die Firma ENERGIEFREY mehrere Konzepte und Exponatideen, die im Konsortium besprochen wurden. Auch öffentlichkeitswirksame Veranstaltung, wie eine Grillparty, deren Energiebedarf durch die Projektgeräte gedeckt wird, sind angedacht.

Die Firma PATAVO führt mit ausgewählten Firmen Einführungsgespräche und führt einen Kurzcheck für die Energieanalyse durch. Die Firma berät die Kunden über Einsparpotentiale, Förderprogramme und schlägt ein Messkonzept für den Einstieg ins Virtuelle Kraftwerk vor. Anschließend wird eine kostenlose Messbox bei den Teilnehmern installiert und die Verbindung mit dem Virtuellen Kraftwerk Neckar-Alb eingerichtet.

## 4 Ausblick

Das Demonstrationsprojekt Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb wird am 15.10.2018 zu Ende sein, jedoch ist eine Weiterführung des VK-Betriebs als Teil der Lehr- und Forschungseinrichtung „Reutlinger Energiezentrum“ der Hochschule Reutlingen vorgesehen. Durch den modularen Aufbau kann das Virtuelle Kraftwerk auch in Zukunft durch die Anbindung weiterer Teilnehmer und Geräte erweitert werden.

Es gibt bereits Unter- bzw. Folgeprojekte, die aus dem Demonstrationsprojekt entstanden sind. Im Projekt „Hochschulgebäude als Energiespeicher“ sollen drei ausgewählte Gebäude mit jeweils 3 Räumen auf ihre Eignung als Wärmespeicher im Hinblick auf Netzdienlichkeit untersucht werden. Das Ziel ist die Erstellung von Raummodellen, die von der Leitwarte des Virtuellen Kraftwerks Neckar-Alb angesteuert werden können. In einem weiteren Projekt wird eine bestehende, jedoch demontierte Wetterstation auf ihren Einsatz im Virtuellen Kraftwerk vorbereitet. Dafür müssen weitere Sensoren angeschafft und installiert sowie die bestehende Stromversorgung umgebaut werden. Die Wetterstation soll nach ihrer Fertigstellung auf dem Dach eines Hochschulgebäudes montiert werden und von dort die Messdaten liefern, damit Wetterprognosen mit realen Messwerten abgeglichen und für das Virtuelle Kraftwerk verwendet werden können.

Ein weiteres Projekt, für welches sich die Hochschule Reutlingen mit anderen Partnern beworben hat, beschäftigt sich mit automatisierten Kabelverteilern und regelbaren Ortsnetztransformatoren in einem Reutlinger Stadtgebiet. Eine Zusammenarbeit ist für das Virtuelle Kraftwerk Neckar-Alb anzustreben, da somit Informationen zu Netzzuständen Einfluss auf den Anlagenpark finden könnten. Dadurch könnte der Ausbau des Smart Grids besser dargestellt werden.

## Anhang: Zeitplan

