

# Automationsgestütztes Energiemanagement an den Landeshochschulen

*Prof. Dr.-Ing. Niklas Hartmann, Eli Draganova, M.Sc., Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Kuttruff, Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin*

Ziel des Pilotprojektes EnMa-HAW ist die Erarbeitung und Erprobung technisch und organisatorisch übertragbarer Konzepte für ein automationsgestütztes Energiemanagement an allen Hochschulen für angewandte Wissenschaften im Land Baden-Württemberg. Das Energiemanagement wird technisch mittels Messtechnik, Datenerfassung, Datenspeicherung und Visualisierung umgesetzt und organisatorisch mit einem Energiezirkel in den Hochschulen verankert.

*The aim of the EnMa-HAW pilot project is to develop and test technically and organizationally transferable concepts for an automation-based energy management for all universities of applied sciences in the state of Baden-Württemberg. Energy management is technically implemented using energy meters with data storages and visualization. Organizational it is anchored by means of a new established energy circle panel in the university.*

## Fragestellung

Die Ziele zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von landeseigenen Gebäuden sind in der Hochschulfinanzierungsvereinbarung<sup>[1]</sup> festgehalten. Bis 2030 sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 65 % im Vergleich zum Jahr 1990 und bis zum Jahr 2040 um 80 % reduziert werden<sup>[1]</sup>. Neben der Nutzung erneuerbarer Energien ist ein effizienter Umgang mit Energie einer der wesentlichen Bausteine zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dem für 60 % des gesamten Energieverbrauchs des Landes verantwortliche Hochschulsystem wird hierbei eine besondere Bedeutung beigemessen.

Das Energiemanagement an Hochschulen im Land Baden-Württemberg liegt in dem Spannungsfeld einer Hochschulleitung, die die Betreiberverantwortung innehat und durch die technische Betriebsleitung einen energieeffizienten Gebäudebetrieb sicherstellt sowie dem Finanzministerium, das über den Landesbetrieb Vermögen und Bau Investitionsmaßnahmen finanziert und auch die Energiekosten begleicht. So ist der ökonomische Nutzen eines effizienten Betriebes der Gebäude der Hochschulen – eine Reduktion der Energiekosten – nicht direkt für die Hochschulleitung spürbar und ein wesentlicher Anreiz für den effizienten Umgang mit Energie entfällt.

Vor diesem Hintergrund wurde das Projekt zur Entwicklung eines automationsgestütztes Energiemanagements an den Hochschulen (Projekt EnMa-HAW) zum 01.11.2019 gestartet.

## Kurzübersicht

Im Projekt EnMa-HAW wird ein automationsgestütztes Energiemanagement an den Hochschulen Biberach und Offenburg sowie Nürtingen/Geislingen und Furtwangen umgesetzt. In der Feldebene wird die vorhandene Messtechnik erweitert und standardisierte Lösungen zur Datenerfassung, Datenspeicherung und deren Visualisierung entwickelt. In der Energiemanagementebene wurde ein Energiezirkel an der Hochschule Offenburg sowie an den drei Partnerhochschulen eingerichtet, der Verantwortung schafft und durch die Einbindung der relevanten Stakeholder einen kontinuierlichen Prozess des agilen Energiemanagements initiiert.

Das Projekt EnMa-HAW wurde von Prof. Elmar Bollin in Kooperation mit Prof. Dr. Becker der Hochschule Biberach initiiert und akquiriert. Prof. Dr. Hartmann leitet das Projekt zusammen mit Prof. Dr. Becker. Eine vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg finanzierte wissenschaftliche Begleitung erfolgt an der Hochschu-

le Offenburg durch Eli Draganova und für die technische Umsetzung durch Ulrich Kuttruff. An der Hochschule Offenburg sowie an jeder der drei weiteren HAW werden im Rahmen des Projekts Mess- und Kommunikationstechnik, finanziert durch das Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg installiert. Dabei ist auch die Beschaffung einer übergeordneten Energiemanagement-Auswertesoftware berücksichtigt. Der Zeitplan sieht vor, dass Anfang 2022 erste Messdaten erfasst werden können und so das agile Energiemanagement zum „rollen“ kommt. Aktuelle Umstände u. a. aufgrund der Covid-19 Pandemie haben hier zu einer Verzögerung der baulichen Maßnahmen von ca. einem Jahr geführt. Das Projekt EnMa-HAW initiiert das agile Projektmanagement an der Hochschule Offenburg und liefert die wesentlichen Grundlagen hierfür. Die Verantwortung eines kontinuierlichen agilen Energiemanagements bleibt aber an der Hochschule Offenburg und wird über das Projektende hinaus weitergeführt. Erklärtes Ziel des Vorhabens EnMa-HAW ist es, nach Abschluss des wissenschaftlichen Projektes auf Basis der hier gewonnen Erkenntnisse, ein agiles Energiemanagement an allen HAW des Landes Baden-Württemberg dauerhaft einzuführen.

### Status quo und Beschaffung

Ein erster Überblick der Hochschule Offenburg wurde mittels schematischer Energieflussdiagramme für alle Gebäude der Hochschule Offenburg geschaffen. Darin können die energietechnischen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Energieumwandlungsstufen und den verschiedenen Energieträgern visualisiert und erkannt werden. Exemplarisch ist in Abbildung 1 das schematische Energieflussbild mit Zählern des Hauptcampus der Hochschule Offenburg dargestellt. Links sind hier die Energieversorgungsbezugszähler für alle Energieträger zu sehen. Weiter nach rechts kann für jeden Energieträger der Lauf der Energieumwandlung und -weiterleitung in die Gebäude mit farblich unterschiedlichen Linien nachverfolgt werden (siehe Legende): Es ist zu sehen, dass die Wärmeversorgung zentral über zwei Heizkesseln und zwei Blockheizkraftwerken erfolgt. Eine Unterscheidung, ob ein Zähler geeicht ist, wurde farblich hinterlegt. In der zweiten Umwandlungsstufe erfolgt die Kälteversorgung überwiegend zentral: Einzelne lokale Klimaanlage oder Lüftungen sind in den jeweiligen schematischen Energieflussdiagrammen der Gebäude zu finden.

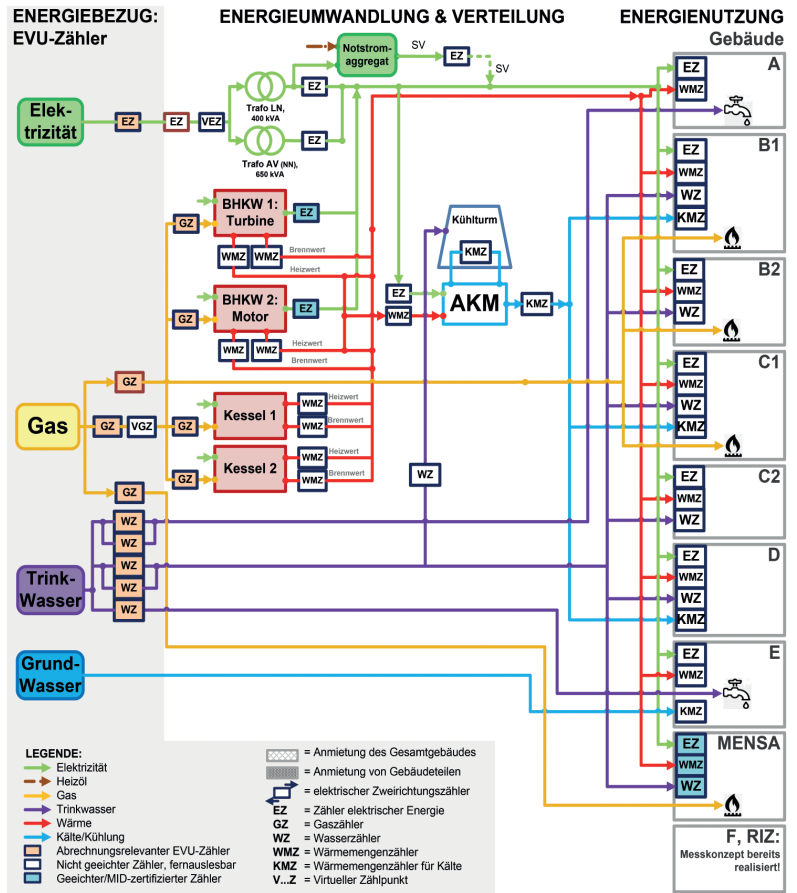


Abb. 2: Energieflussschema mit Zählern des Hauptcampus der Hochschule Offenburg (Stand Januar 2021)

Für die Auswahl der neuen Zählstellen mussten Prioritäten in der Planung festgelegt werden. Unter Berücksichtigung der an die AMEV-Richtlinie für technisches Monitoring angelehnten Vorgaben des Lands Baden-Württemberg bzgl. der Basis-Zählstellen auf der Gebäude-, Hauptversorgungs- und Energieweiterleitungsebene wurde die unten aufgeführte Prioritätenliste für die Auswahl der Zählstellen erarbeitet. „Top-down“ wurden Zählstellen zunächst an den Energieversorgungsbezugszählern geplant. Die weitere Planung orientiert sich an der immer tiefer werdenden Detaillierung bis hin zu „kleinen Nutzungsanlagen“:

1. Ebene der Energieversorgungsbezugszähler
2. „Gebäudescharf“
3. Weiterleitung an Dritte: z. B. Druckerei und Mensa
4. zentrale Energieumwandlungsanlagen, die den ganzen Campus versorgen: z. B. Heizkessel, BHKW, Absorptionskälteanlage
5. Elektrizitätszähler an Lüftungsanlagen
6. Wärmemengenzähler für einzelne Wärme- und Kältestränge
7. Heizungs- und Kühlsumwälzpumpe
8. große Nutzungsanlagen z. B: größere Labore, kleinere Klima-Splitgeräte, EDV
9. kleine Nutzungsanlagen

Mit dem zur Verfügung stehenden Budget konnte so die Priorität 4 vollständig mit Zählstellen, ein Teil der Priorität 5 und zudem als repräsentativ empfundene einzelne Zählstellen der weiteren Ausbaustufen – vor allem Lüftungs- und Kühlungsanlagen bei der IT – ausgerüstet werden.

### Kommunikation

Zähler werden für Elektrizität, Erdgas, Trinkwasser und Wärme eingesetzt. Eine Anzeige am Zähler zeigt vor Ort den Momentanwert an. Damit in kurzen Zeitabständen Zählerwerte aufgezeichnet werden können, stehen Datensammler zur Verfügung. Die Daten werden als elektrische Impulse oder über M-Bus- und Modbus/TCP-Systeme erfasst. Zum Speichern der fortlaufenden Messwerte werden diese in einer Datenbank archiviert. Für die Darstellung im zeitlichen Verlauf braucht es eine Visualisierungssoftware. Auf dem Campus ist eine Leitstation im Einsatz. Für das Gebäude E besteht parallel eine weitere Datenaufzeichnung und Visualisierung. Beide Systeme nutzen eine eigene spezielle Datenbank.

Im Rahmen des Projekts wird nun ein weiterer Datensammler basierend auf einer neuentwickelten Smart Energy Box (SEB)<sup>[2]</sup> aufgebaut. Jeder Messwert wird über einen genormten Kennzeichnungsschlüssel (entwickelt auf Basis der VDI 3814, Teil 4.1) eindeutig

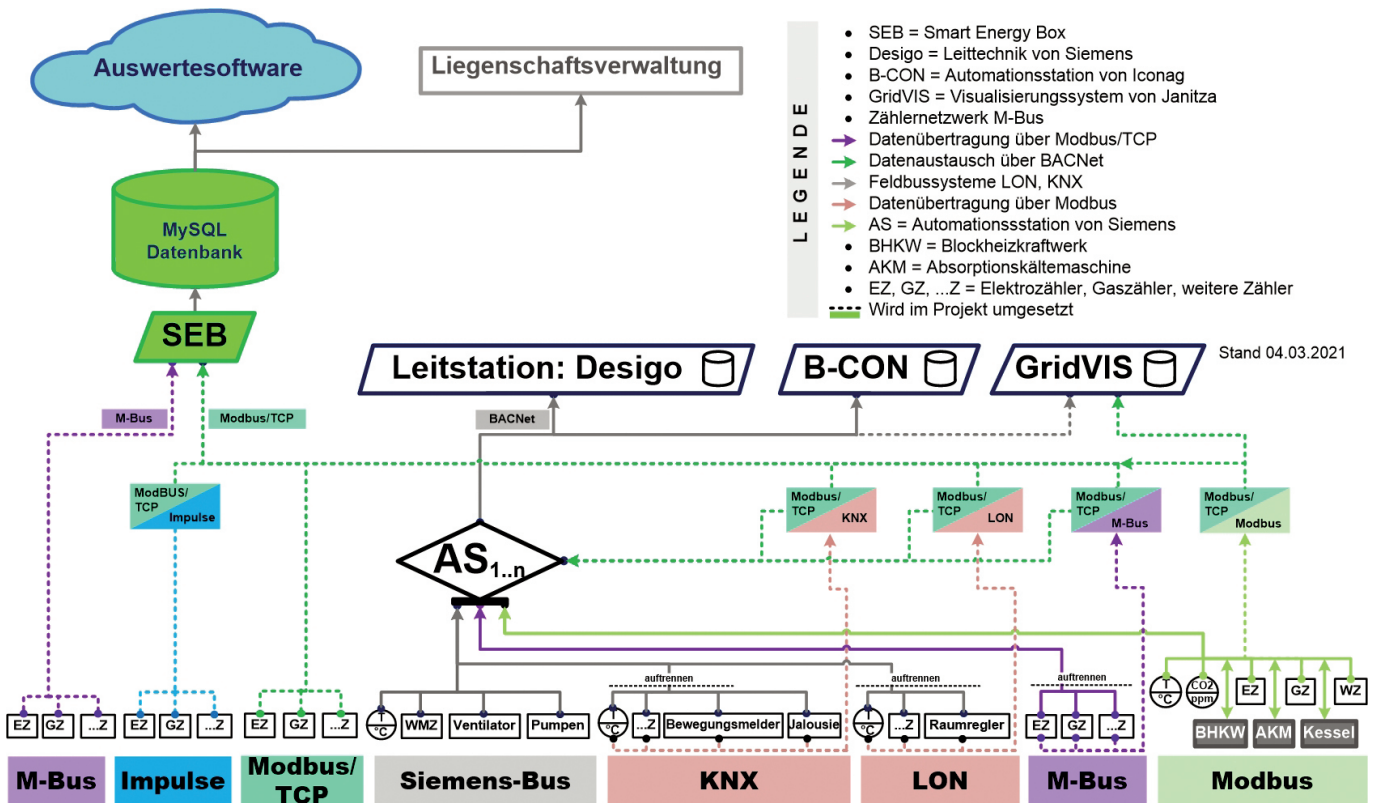
definiert. In einer herstellerunabhängigen MySQL-Datenbank erfolgt die Speicherung in regelmäßigen Zeitschritten. Eine Energiemanagementsoftware soll die Energieanalyse für die Hochschule ermöglichen. Weiterhin soll somit landesweit eine zentrale Auswertung in der Liegenschaftsverwaltung geschaffen werden.

Beispielhaft wird der Datenfluss eines Wärmezählers beschrieben: Ein Zähler mit der örtlichen Anzeige wird mit einem M-Bus-Modul ausgerüstet. Über die M-Bus-Verkabelung werden Zähler gebäudeweise zusammengeschaltet. Über einen Wandler (Gateway) werden die Daten in das Modbus-/TCP-Format umgesetzt. Damit können die vorhandenen Systeme die Zähler weiterhin auslesen und auch das neue SEB-System kann parallel auf die Werte zugreifen. Die Daten landen in einer hochschulinternen Datenbank und können von dort von der jeweiligen Institution ausgelesen werden.

### Energiemanagement im zirkulären Bezug

Die HAW des Landes unterscheiden sich in Bezug auf Energiebereitstellung und Energieverbrauchsabrechnung erheblich von anderen wirtschaftlichen Organisationen der Gesellschaft. Die HAW zeichnen sich verantwortlich für Entwicklung und Umsetzung eines Bildungsauftrags. Dieser ist fokussiert auf die angewandten Wissenschaften. Sie bietet

Abb. 2: Kommunikations-Topologie für Energiemanagement an der HSO



Lehre und Weiterbildung, die zu selbstständiger Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden oder zu künstlerischen Tätigkeiten befähigt. Sie betreibt anwendungsbezogenen Forschung. Dazu stellt das Land Baden-Württemberg die Gebäude und Anlagen bereit und die Hochschule zeichnet sich dafür verantwortlich, diese zu erhalten, zu entwickeln und zu modernisieren. Ferner stellt der Landesbetrieb Vermögen und Bau VB-BW den Betrieb dieser Liegenschaften sicher und übernimmt die Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Modernisierung.

Die Hochschule übernimmt hier die sogenannte Betreiberverantwortung. Damit ist gemeint, dass die Hochschule mit der Übernahme der Gebäude die Verantwortung für den Betrieb übernimmt. Dies schließt ausdrücklich den ordnungsgemäßen und energieeffizienten Betrieb der haus- und betriebs-technischen Anlagen mit ein. Dazu ist die Hochschule angehalten, kontinuierlich Betriebsparameter, Energieverbrauchsdaten sowie die Betriebsabläufe zu überprüfen, zu dokumentieren und zu bewerten.

Um ein Energiemanagement an einer Organisation umzusetzen und die ständigen Verbesserungen am Laufen zu halten, braucht es eine Adresse, braucht es Kümmerer, eine Energiemanagerin / Energiemanager, wo möglich auch ein ganzes Energiemanagement-Team. Zum einen sind das Akteure, die die Vorgehensweise und Maßnahmen im Rahmen des Energiemanagements planen und kontrollieren. Und zum anderen braucht es Akteure, die im Rahmen eines Zeit- und Finanzplanes die beschlossenen Maßnahmen professionell und/oder als Eigeninitiative umsetzen. An den Hochschulen sind für die Umsetzung des Energiemanagements als oberste Leitung das Rektorat und die Kanzlerin bzw. der Kanzler mit der Technischen Betriebsleitung verantwortlich, und zwar in enger Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb VB-BW.

Diese Konstellation kann bezüglich eines effizienten Energiemanagements zu folgendem Dilemma führen: Während die Akteure der Hochschule sich ganz auf den Bildungsauftrag fokussieren, treten die Kosten für die Energienutzung sowie die Überprüfung der Energieeffizienz der Anlagen und des Betriebs in den Hintergrund. Die Rechnung für die Energienutzung übernimmt in jedem Fall die Landeskasse. Es besteht die Gefahr, dass die Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung ein-

schließlich Emissionsminderung zum Klimaschutz dadurch vernachlässigt werden können.

Um diesem Dilemma zu entkommen und der Betreiberverantwortung gerecht zu werden, wird im Rahmen des Projekts EnMa-HAW empfohlen, dass der jeweilige Senat einer HAW einen Energiezirkel mit der Planung und Kontrolle des Energiemanagements beauftragt. Der Energiezirkel ist eine permanente Einrichtung des Senats und setzt sich aus einer Vertretung aller Hochschulakteure zusammen. Zusätzlich wird eine Vertretung der zuständigen VB-BW mit in den Zirkel berufen. Diese kooperiert eng mit der Energiemanagerin oder dem Energiemanager der Technischen Betriebsleitung der HAW. Zu den Aufgaben des Energiezirkels gehört es zu prüfen, ob und wie die energiebezogenen Leistungen der Hochschule erfasst werden. Darin enthalten ist die Überprüfung der Darstellung des Energieverbrauchs etc ... (der Verbrauchsbegriff ist im wirtschaftlichen Sinne gemeint!). Der Energiezirkel bewertet diese Leistungen und entwickelt entsprechend den energiepolitischen Zielen der Hochschule Strategien und Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit.

Der Energiezirkel berät zweimal pro Semester über die energiebezogene Leistung der HAW und übernimmt so die Aufgaben der Planung und Kontrolle im Energiemanagement der Hochschulen. Seine Berichte und Beratungsergebnisse stellt er regelmäßig dem Senat und der obersten Leitung vor und stimmt sich ständig hinsichtlich der energiepolitischen Ziele und Strategien mit der Hochschulleitung ab.



Abb. 3: Zusammensetzung des Energiezirkels der Hochschule Offenburg (Die MORADA-Zuständigkeit ist Flächenmanagement; VB-BW: Vermögen und Bau Baden-Württemberg)

Durch einen partizipativen Ansatz mit Beteiligung aller an einer Hochschule wirkenden relevanten Akteursgruppen, ermöglicht der Energiezirkel, große Teile der Hochschulmitglieder anzusprechen und für die Belange einer nachhaltigen Bewirtschaftung ihrer Hochschule zu interessieren und wenn möglich auch zu beteiligen ganz im Sinne eines agilen Energiemanagements. An der Hochschule Offenburg wurde im April 2020 mit Senatsbeschluss ein Energiezirkel eingerichtet. Unter Vorsitz von Prof. Dr. Niklas Hartmann hat dieser bereits zweimal getagt und zunächst einzelne nicht-investive bzw. gering investive Energieeinsparmaßnahmen für die Hochschule empfohlen. Wenn im Jahr 2022 das umfangreiche Energie-Monitoringsystem installiert ist, sollen im Rahmen des Projektes EnMa-HAW noch bis Ende 2022 die energiebezogenen Leistungen der Hochschule im Detail analysiert und bewertet werden.

## Projektstand

Das Projekt EnMa-HAW gliedert sich in drei wesentliche Phasen. In der Initialphase bestand das Ziel darin, ein Konzept für eine Mess-, Zähler- und Datenerfassungsstruktur an den beteiligten Hochschulen zu erstellen. Zudem bestand das Ziel darin, den Energiezirkel einzuführen und die relevanten Akteure einzubinden. Im Oktober 2020 wurde unter Einbeziehung der sechs im Projekt beteiligten Vermögen und Bau-Ämter, die Betriebsleitung des Landesbetriebs Vermögen und Bau Baden-Württemberg, des Ministeriums für Finanzen und des Ministeriums für Wissenschaft und Kunst und den vier beteiligten Hochschulen ein Workshop über das Zusammenspiel aller Software-, Hardware- und Kommunikationskomponenten des Projekts durchgeführt. Es gab regen Austausch zwischen den vierzig Teilnehmenden. Dabei wurde es klar, dass der ambitionierte Zeitplan mit einer Ausbringung der Messtechnik bis zum Sommer 2021 aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie und dadurch auftretenden Verzögerungen nicht haltbar ist. Eine Installation der Messtechnik soll aber bis Anfang 2022 realisiert werden.

In der Umsetzungs- und Erprobungsphase – Phase 2 – soll die Mess-, Zähler- und Datenerfassungsstruktur beschafft, installiert und erprobt werden und das agile Energiemanagement soll wirksam werden. Zum aktuellen Stand sind die Arbeiten zur Beschaffung nahezu abgeschlossen, die Erprobung steht noch aus. In den nächsten Schritten soll die umfangreiche Messtechnik an den vier Modellhochschulen installiert werden. Ebenso soll an den vier beteiligten HAW der Energiezirkel in Aktion treten. Durch enge Absprachen unter den Hochschulen soll ein gemeinsames Verständnis über den Aufbau und die organisatorische Handlungsfähigkeit des Energiezirkels entwickelt und dessen Wirksamkeit demonstriert werden.

In der dritten Phase folgt die Dokumentation der Projektergebnisse, verbunden mit einer Vorbereitung auf ein Roll-out der Ergebnisse auf alle Hochschulen des Landes, die als Empfehlung für ein automationsgestütztes Energiemanagement an den Hochschulen in Baden-Württemberg genutzt werden kann.

### AUTOREN



Prof. Dr.-Ing. Niklas Hartmann  
Gruppenleiter Energiesysteme und Energiewirtschaft, INES – HSO  
Lehrgebiete: Energiewirtschaft, Operations Research und IBL1  
niklas.hartmann@hs-offenburg.de



Eli Draganova, M.Sc.  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin INES - HSO,  
eli.draganova@hs-offenburg.de



Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Kuttruff  
Laboringenieur, INES – HSO  
ulrich.kuttruff@hs-offenburg.de



Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin  
Senior Professor, INES – HSO  
bollin@hs-offenburg.de

Referenzen/References:  
[1] Hochschulfinanzierungsvereinbarung Baden-Württemberg 2021-2025: Vereinbarung des Landes Baden-Württemberg mit den Hochschulen des Landes Baden-Württemberg vom 31. März 2020, Seite 16, Kapitel „Klimaschutz“  
[2] Weiterentwicklung und Anpassung an die Belange der Hochschulen in Baden-Württemberg von einer auf dem Markt bestehenden Lösung insbesondere zur Zählerdatensammlung und -verarbeitung durch die Hochschule Biberach im Rahmen des Projekts EnMa-HAW.