

# Messdaten sind zwingende Voraussetzung für Energieeffizienz

In industriellen Wärme- und Kältesystemen besteht ein enormes Potenzial, Energie einzusparen. Ein Grund: Gebäude, (Produktions-)Prozesse und Versorgungssysteme werden immer noch zu wenig als Einheit gesehen und sind deshalb auch nicht bedarfsbezogen abgestimmt. Auf der Basis hochpräziser Daten über smarte Ultraschallmengenenerfassung von Molliné forscht das Institut PTW der TU Darmstadt an praxisnahen Ansätzen, wie das künftig ressourcenschonend geändert werden kann.



Am Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der TU Darmstadt wird an praxisnahen Lösungen mit dem Ziel geforscht, die Energieeffizienz von Industriebetrieben ganzheitlich zu optimieren.

Um die über das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) eingeleitete Wärmewende erfolgreich umzusetzen, ist eine drastische Verringerung des Anteils an fossilen Energieträgern zwingend notwendig. Eine maßgebliche Rolle kommt dabei den Sektoren Wohnen und Industrie zu. Zahlen der Agentur für erneuerbare Energien zufolge sind sie für etwa 40 % der inländischen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Aktuell konzentriert sich die öffentliche Diskussion dabei im Wesentlichen auf die Reduktion des Bedarfs an Raumwärme mit dem inhaltlichen Fokus auf den verringerten Einsatz fossiler Brennstoffe.

Ein in diesem Kontext deutlich zu wenig betrachteter Bereich ist aber die Frage speziell an die Handelnden im Sektor Industrie, ob eigentlich die anliegenden Energiebedarfe in der aktuellen Größenordnung notwendig sind, sagt beispielsweise Fabian Borst von der Technischen Universität (TU) Darmstadt. Er ist am dortigen Institut für Produktionsmanage-

ment, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) in der Gruppenleitung „ETA – Energietechnologien und Anwendungen in der Produktion“ forschend tätig. Gemeinsam mit Projektleiter Lukas Theisinger untersucht er seit 2020 am Beispiel der ETA-Fabrik, wie sich thermische Energieströme (hier: Heißwasser 70 bis 80 °C, Warmwasser 30 bis 40 °C und Kaltwasser ca. 15 °C für Kühlung) unter Realbedingungen verhalten – von den Aufwendungen für die Energiebereitstellung über die Verluste in der Verteilung bis hin zu den variierenden Lasten während der durch unterschiedlichste, wechselnde Faktoren beeinflussten Nutzungsprozesse.

„Das Einsparpotenzial, das im industriellen Umfeld bei den energetischen Aufwendungen für Wärme und Kälte besteht, ist enorm“, so Fabian Borst. „Bislang wird es aber noch viel zu wenig beachtet, weil zum einen die Verbräuche häufig als ‚fix‘ angesehen werden. Zum anderen stehen gerade bei vorhandenen Produktions- und Industrieanlagen hinter

diesen thermischen Verbräuchen oftmals sehr komplexe technologische Zusammenhänge. Sie im ersten Schritt detailliert zu erfassen und im zweiten dann energetisch zu optimieren, ist aber vergleichsweise aufwändig – also zunächst mit Kosten verbunden, bevor die entsprechenden Einsparungen erzielt werden können.“

Um ein Bewusstsein dafür zu schaffen, wie zielführend (und ressourcenschonend) es für die Betreiber von Industrieanlagen sein kann, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen, wurde die ETA-Fabrik geschaffen. Sie steht für ein skalierbares, bezüglich der Anforderungen flexibles System mit den drei beschriebenen, thermohydraulischen Versorgungssystemen. Diese sind typisch für die Praxis, ebenso wie die Bereitstellung der energetischen Leistung über zwei Blockheizkraftwerke mit hier insgesamt 35 kW und zwei Wärmepumpen mit insgesamt 18 kW.

Neu hingegen sei der gedankliche Ansatz, die Maschinen als Teil des thermischen Gebäudesystems und das Gebäude als „Maschine um die (Produktions-)Maschinen“ zu verstehen, sagt Lukas Theisinger: „Es geht darum, die Wärme- und Kälteflüsse in ihrer Gesamtheit zu sehen, um dann bislang ungenutzte Abwärmepotenziale zurückzuführen und auch die Wärmeüberschüsse des Gebäudes zu nutzen.“

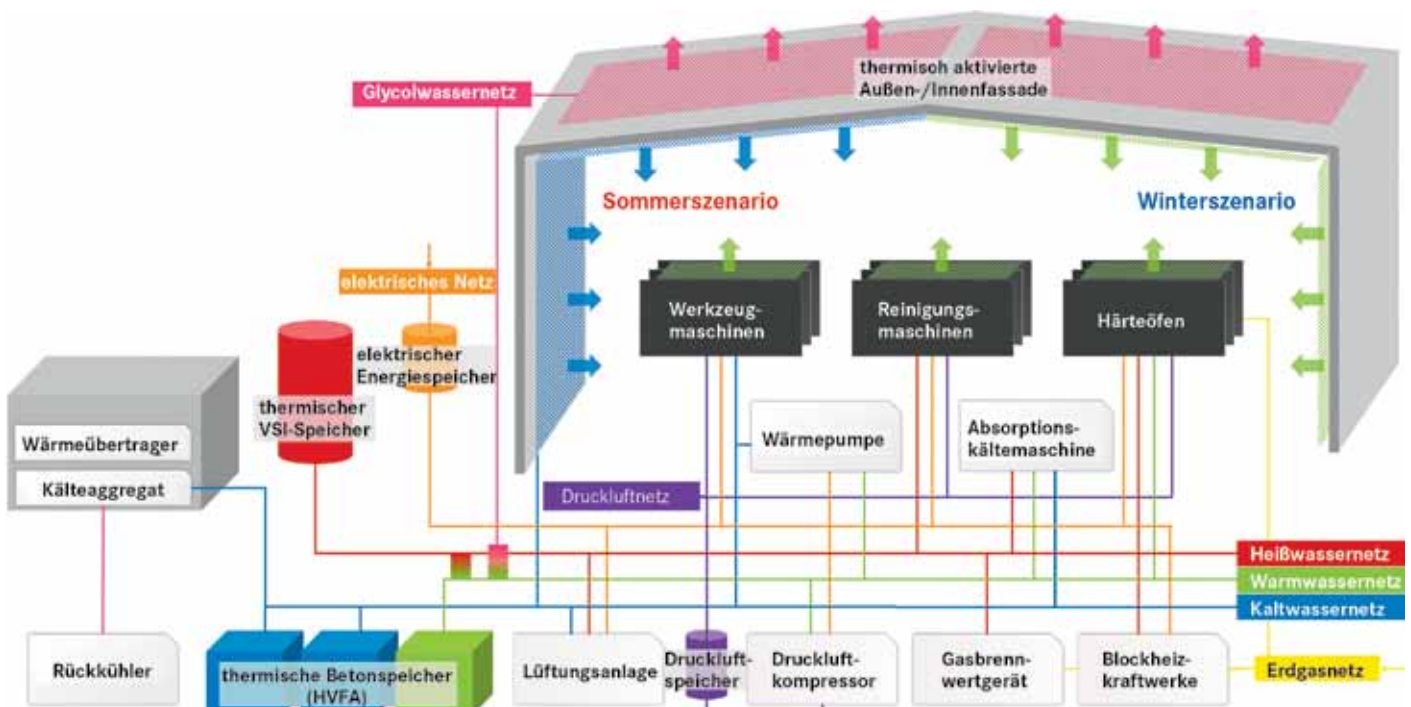
### Anwendungsgerechte Wärmemengenzähler entscheidend

In einem kleinen Container neben dem Gebäude wurde daher eine äußerst kompakte Haustechnikzentrale aufgebaut, über die die Wärme- und Kälte-

lasten des Gebäudes wie auch der Produktion geführt, gemessen und hocheffizient wieder verteilt oder in zwei HVFA-Betonzisternen gespeichert werden. Die EKS-Tec GmbH aus Messel hat dafür nicht nur eine sehr platzsparende „Schlangennest“-Verrohrung aus Edelstahl in Dimensionen bis DN 50 installiert, sondern jeden Wärme- und Kältekreis mit kompakten Wärmemengenzählern mit Ultraschalltechnologie von Molliné ausgestattet. Weitere Wärmemengenzähler der Ultramessreihe befinden sich in kompakter und Split-Variante an den Wärme- und Kälteversorgungsanlagen im Heizungskeller des Instituts.

Sämtliche Wärmemengenzähler sind auf die jeweils anliegenden Temperaturbereiche ausgelegt und per M-Bus auf die Gebäudeleittechnik der ETA-Fabrik aufgeschaltet. „Im Sinne der Praktikabilität ist das die einfachste Variante, ein umfassendes Monitoring der Wärmemengen sicherzustellen“, sagt Molliné-Vertriebsleiter Oliver Ebelshäuser: „Gerade in Industriebetrieben ist eine Vielzahl unterschiedlichster Datenstandards in Anwendung. Wir sehen unsere Aufgabe aber darin, die Messdaten so einfach und so breit nutzbar wie möglich zur Verfügung zu stellen. Dafür ist der M-Bus mit Abtastfrequenzen von bis zu zehn Sekunden (mit Stromversorgung) optimal und mehr als ausreichend.“

Dies zahle sich in der Praxis umso mehr aus, als es generell eine Herausforderung sei, die für ein aussagefähiges Monitoring anfallende Menge an unterschiedlichsten Daten und Protokollen dann zu einem konsistenten Datenmodell zusammenzuführen, aus dem sich später eine Betriebsstrategie entwickeln lässt, erklärt Borst. „Für unser Forschungs-



Schematische Darstellung des Energiesystems der ETA-Fabrik zur Veranschaulichung des ganzheitlichen Heizkreislaufs.



Von der Bereitstellung der Energie, u. a. über zwei BHKW im Keller des Institutsgebäudes, bis zu den einzelnen Verbrauchern werden die Energieströme durch Ultraschallwärmemengenzähler von Molliné lückenlos erfasst und ausgewertet.



Zur Erfassung und Optimierung der thermisch-hydraulischen Versorgungssysteme Heizung, Warmwasser und Kälte wurde am PTW dieser Technikcontainer errichtet, in dem die Energieströme erfasst und bedarfsgerecht verteilt werden.



Es gibt nicht „den einen Standard“: Wärmemengenzählertechnik muss sich eng an den messtechnischen Anforderungen, am Installationsumfeld und an den jeweiligen Medien ausrichten. Daher wurden auch im Rahmen des Forschungsprojektes drei verschiedene Molliné-Wärmemengenzähler installiert, hier Ultramess C3U und Ultramess S3 Split.

projekt benötigen wir natürlich eine sehr hohe Abtastfrequenz, um aus zeitlich hoch aufgelösten Lasten auch mit Hilfe künstlicher Intelligenz (KI) belastbare Prognosemodelle zu entwickeln. In realen Anwendungen wären aber gerade bei recht trägen thermisch-hydraulischen Versorgungssystemen auch Abtastintervalle von mehreren Minuten bis hin zu einer Viertelstunde oder sogar einer Stunde schon ausreichend.“

Felix Förster, Kundendienstleiter der EKS-Tec GmbH, sieht deswegen – mit gleichzeitigem Blick auf Industriekunden mit Bestandsobjekten – auch einen wesentlichen Vorteil in dem breiten Produktprogramm, das ihm Molliné zur Verfügung stellen kann: „Schon bei diesem Forschungsprojekt mit sehr guter Vorplanung zeigt sich an den drei verschiedenen Wärmemengenzählertypen, wie unterschiedlich die Anforderungen sein können. Die Messgenauigkeit spielt dabei genauso eine wichtige Rolle wie beispielsweise die Einbaumaße oder die Frage, wie verschleißarm ein Mengenzähler arbeitet“, so Förster. „Hier hilft nur der enge Austausch mit einem breit aufgestellten Spezialisten wie Molliné weiter. Denn gerade in Bestandsobjekten sind die Aufgabenstellungen meist noch wesentlich komplexer als in weitestgehend neu aufgesetzten Systemen wie diesen.“

Entsprechend eng war in der Planungsphase auch die Zusammenarbeit mit den Spezialisten von Molliné zur Frage, welche Messgeräte für den jeweiligen Anwendungsfall am besten geeignet sind. „Hier hat sich einmal mehr bestätigt, wie notwendig gerade bei derart ambitionierten Projekten eine frühzeitige Beratung und Unterstützung durch den Hersteller ist“, sagt Oliver Ebelshäuser. „Denn letztlich muss auch die Messdatenmenge und -genauigkeit immer vor einem wirtschaftlichen Hintergrund gesehen werden und handhabbar bleiben. Schließlich sind Daten zwar die alles entscheidende Basis für Energieeffizienz. Ein Zuviel der Daten kann gerade am konkreten Objekt, also außerhalb eines Forschungsumfelds, aber auch kontraproduktiv wirken. Hier sehen wir mit unserem Beratungsteam die Aufgabe, den Kunden mit der notwendigen Expertise zur Seite zu stehen.“

### „Chance für TGA-Fachplaner!“

Unabhängig vom Komplexitätsgrad und losgelöst von Neu- oder Bestandsanlagen zeigt das Forschungsprojekt „ETA im Bestand“ (FKZ: 03EN0248A-I) des PTW an der TU Darmstadt aber auf jeden Fall, wie notwendig die frühzeitige Auseinandersetzung mit dieser Thematik für Betreiber von Industrieanlagen ist. Fabian Borst: „Das Bewusstsein, die vorhandenen Prozesse unter dem Aspekt der Energieeffizienz zu verbessern, ist ja bereits da. Das zeigt nicht zuletzt die Vielzahl der in den vergangenen Jahren neu eingebauten Hocheffizienzpumpen. Das sind aber letztlich alles nur Einzellösungen mit begrenzten Effekten. Was jetzt notwendig ist, ist ein Verständnis für den umfassenden Ansatz, also eben die Be-



## Energieflüsse präzise messen ohne Eingriff im Netz

Von außen messen, was in der Rohrleitung fließt, das kann die Clamp-On Produktfamilie von Molliné.

Die Clamp-On Durchflussmessung ist seit den 90er Jahren in den verschiedensten Industriezweigen etabliert.

Clamp-On Ultraschall kann bei Heizungssystemen und Kälteanlagen und sogar auf Gasleitungen eingesetzt werden. Er funktioniert mit Wasser ebenso wie mit Flüssigkeitsgemischen, Kohlenwasserstoffen, Emulsionen und auch bei hohen Feststoffanteilen, sowie Temperaturen bis weit über 350 °C.

Ob Fernwärmeleitung oder Heizkörper, ab 1/2" bzw. DN 10 lassen sich mit dem Clamp-On sowohl Durchfluss als auch Wärmemenge erfassen. Die Installation dauert mit dem akkubetriebenen portablen Clamp-On Zähler von Molliné nur einige Minuten. Energieberater bekommen in komplexen Heizungssystemen schnell einen Überblick und können ohne Trennen der Rohre hydraulische Abgleiche durchführen. Auch an Kälteanlagen (Wasser/Glykol, Sole oder flüssigen Kältemittel) kommt der portable Clamp-On Zähler von Molliné zum Einsatz. Die Elektronik ist mit wenigen Parametern auf jedes beliebige Medium programmiert. So lassen sich auch kommerzielle Kühlungen prüfen, bilanzieren und den Wirkungsgrad überprüfen.

Die Durchflussmessung nach dem Ultraschall-Laufzeitverfahren erreicht Genauigkeiten zwischen 0,5 und 2 %. Der richtige Einsatz der Geräte ist durch das KISS-Bedienkonzept (Keep it Safe and Simple) gesichert.

Mit dem Quick Startup Menü kann eine neue Messung schnell gestartet werden. Ein großes grafikfähiges Display, Online-Hilfstexte und eine einseitige Quickstart-Karte vereinfachen die Arbeit. Auch die Ultraschallwandler können unkompliziert montiert werden und decken einen sehr großen Messbereich ab.

### Alles an Bord

Das KISS-Konzept spiegelt sich in der sehr kurzen Aufpreisliste wider: Im Standard sind Datenlogger, Auto-Optimizer, Wärmemengenmessung, Diagnosetools, USB-Schnittstellen, Analog- und Digitalausgänge, Auswertesoftware, etc. bereits enthalten. Die Standardwandler sind aus extrem hochwertigen Materialien bis über 160°C Mediumtemperatur einsetzbar. Auch Befestigungsmaterialien, Kabel, Spannmittel sind immer inklusive.

Das portable Gerät kommt mit einer Akku-Laufzeit von rund 10 h im stabilen Koffer, in dem alles Zubehör seinen Platz findet. Im Clamp-On Zähler von Molliné sind umfangreiche Diagnosemöglichkeiten bis hin zum Signaloszilloskop im Gerät integriert. Das ermöglicht eine einfache Fernwartung.

trachtung von sich gegenseitig permanent beeinflussenden Prozessen und Gebäuden und Versorgungssystemen als eine Einheit, als Querschnittsaufgabe in einem Unternehmen.“

Denn genau daran, so die Forscher weiter, hapere es aber in der Praxis: „Insbesondere für TGA-Fachplaner besteht hier eine hervorragende Chance, sich gegenüber ihren Kunden als kompetent zu profilieren. Und zwar, indem sie zum Beispiel bei Neubauten anfangen, die Energiesysteme für Wärme, Kälte und Druckluft oder die Liegenschaften wie Produktions- bzw. Bürogebäude nicht isoliert zu betrachten, sondern deren energetische Wechselwirkung zu berücksichtigen.“ Das setze zwar mehr Aufwand für Planung und Ausschreibung voraus, zahle sich aber perspektivisch auf jeden Fall durch deutlich reduzierte Betriebskosten aus. Genauso sei aber ein Umdenken auf Betreiberseite notwendig: „Das Facility Management sollte nicht mehr die Energieverbräuche der Liegenschaften isoliert von den energetischen Aufwendungen – und Verschwendungen durch Abwärme! – in der Produktion betrachten, und umgekehrt.

Hier ist dringend ein viel intensiverer Austausch und ein intelligentes Verknüpfen der thermischen Netze angeraten.“ Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund künftig immer kostspieliger werden der CO<sub>2</sub>-Zertifikaten und im Übrigen auch im Sinne der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens zu sehen.

### Fazit

Ein deutliches Mehr an Energieeffizienz in Industrieunternehmen ist nur über die Datentransparenz zu erreichen,

- wo in dem Unternehmen welche energetischen Lasten anliegen,
- wie sich diese Lasten in einem definierten Zeitraum im Betriebszyklus entwickeln und
- wie im Rahmen einer umfassenden Betriebsstrategie energetische Überschüsse entsprechend umgeleitet bzw. gespeichert werden können, um einen möglichst hohen Effizienzgrad sicherzustellen.

Diese Daten möglichst lückenlos zu erfassen, zusammenzuführen, über die gesamte industrielle Wertschöpfungskette hinweg intelligent auszuwerten und dann in ein aktives/reactives energetisches Modell umzusetzen, das sich permanent selbst optimiert, dürfte angesichts der steigenden Energiekosten zu einer der wesentlichen Managementaufgaben der Zukunft werden. Die Basis dafür lässt sich bereits heute mit jeder (Teil-)Erneuerung eines jeden hydraulischen Systems legen, wenn über vernetzte Wärmemengenzähler die energetischen Leistungen bzw. Bedarfe konsequent am Ort ihres Entstehens oder Verbrauchs abgegriffen und in ein möglichst lückenloses Monitoring überführt werden. Hieraus ergeben sich dann realistische Prognosemodelle und letztlich Regelkreise für eine kontinuierliche Prozessoptimierung mit dem Ziel einer sich ständig verbessernden Energieeffizienz.