Initiative $CO_2$

# PROJEKT HANDBUCH

# INITIATIVE $CO_2$

Die Energiewende ist ein gemeinsamer Weg von Unternehmen, Politik und Öffentlichkeit, mit dem Ziel, eine nachhaltige und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft zu gestalten. Mit dem Netzwerk der Initiative $CO_2$ möchten wir ein Stück dazu beitragen. Der Ausbau der erneuerbaren Energien, die energetische Prozessoptimierung, aber auch ein sparsamerer Umgang mit Energie sind wesentlich, um wirtschaftliche und gesellschaftliche Erfolge zu erzielen.

Das innovative Projekt, die intelligenteste Lösung und die beste Energieeinsparungsmaßnahme bleiben nur eine Randerscheinung, wenn dieses Wissen nicht gegenüber Bauherren, Gemeinden und Städten und auch Ingenieurbüros kommuniziert wird.

Diese Aufgabe lässt sich nur durch eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten lösen. Aus diesem Grund haben sich im Jahr 2006 namhafte Ingenieurbüros, Hochschulen, Hersteller, Verbände und Industrie zusammengeschlossen, und die Initiative $CO_2$ wurde gegründet. Seither nutzen die Partner das Netzwerk, um über bereits realisierte Maßnahmen und Projekte zu berichten.

**Partner werden?**

In der Initiative $CO_2$ führt freiwilliges Engagement zu neuen Win-Win-Situationen und Synergien. Auf Satzungen und Statuten wird verzichtet, der persönliche Kontakt steht im Vordergrund. Machen Sie mit, werden Sie Partner und nutzen Sie die Vorteile des Netzwerkes!

Der Aufnahmeantrag steht Ihnen unter diesem Link zur Verfügung:

www.initiative-co2.de/download

**Welchen Mehrwert bietet die Initiative $CO_2$ ihren Netzwerkpartnern:**

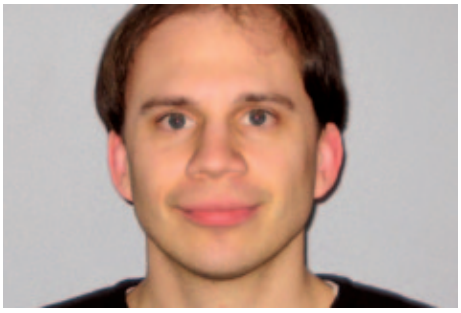
Initiative $CO_2$

- **Zugang zu einem Netzwerk von Wissensträgern aus verschiedenen Wirtschaftszweigen und Wissenschaft.**
- **betreibt für ihre Partner eine professionelle Website: www.initiative-co2.de.**
- **bietet ihren Partnern die Möglichkeit, in den Fachwelten Bayern in Vorträgen und Seminaren über ihre Projekte zu informieren und Kontakt zu Kunden und Netzwerkpartnern herzustellen.**
- **informiert in der virtuellen Infrastruktur „$CO_2$ Earth" in einer dynamischen 3D-Darstellung über die Projekte und Techniken ihrer Partner.**
- **präsentiert sich und ihre Partner auf Messen, Foren und anderen Veranstaltungen.**
- **informiert ihre Partner in dem regelmäßig erscheinenden Newsletter „Good News".**
- **veröffentlicht für ihre Partner alle zwei Jahre das „Projekthandbuch", in dem Projekte aus der Praxis vorgestellt werden.**

**Ihre Ansprechpartner**

**Katrin Standl**, Sprecherin Initiative $CO_2$
T +49 8121 44 881, F +49 8121 44 205
katrin.standl@initiative-co2.de

**Dorothee Fisker**,
Ansprechpartnerin Initiative $CO_2$ Süd
T +49 8121 44 908, F +49 8121 44 205
dorothee.fisker@initiative-co2.de



**Timo Exner**, Ansprechpartner Initiative $CO_2$ Nord
T +49 421 8998 393, F +49 421 8998 378
timo.exner@initiative-co2.de

**Peter Grabandt**, Berater Initiative $CO_2$
T +49 89 30708711, M +49 152 0161 2922
peter.grabandt@initiative-co2.de

# FACHWELTEN BAYERN

Mit den Fachwelten bietet die Initiative $CO_2$ ihren Partnern die Möglichkeit, über ihre Projekte und Systemlösungen – in Seminaren und auch im Rahmen der Ausstellung zu informieren, und Kontakte zu Kunden und Netzwerkpartnern herzustellen.

Die Veranstaltungen bieten Planern, Verarbeitern, Kommunen, Anwendern und Bauherren die Möglichkeit, ihr Wissen und die technischen Möglichkeiten immer auf dem aktuellsten Stand zu halten. Es ist unser Beitrag, unseren Kunden und Partnern das nötige Werkzeug zu geben, um den Veränderungen und dem Marktgeschehen gelassen zu begegnen. Jeder kann von jedem lernen! Getreu diesem Motto freuen wir uns darauf, Sie in unseren Fachwelten begrüßen zu dürfen.

kontakt@fachwelten-bayern.de
www.fachwelten-bayern.de

### Unsere Verantwortung

*Warum stellt die Initiative $CO_2$ das Projekthandbuch 2016 klimaneutral? Klimaneutralität bedeutet, dass die $CO_2$-Emissionen eines Prozesses, hier die Erstellung des Projekthandbuches 2016, berechnet und durch $CO_2$-Emissionsrechte aus Entwicklungs- und Schwellenländern ausgeglichen, bzw. kompensiert werden. Der Erhalt unserer Infrastruktur und unserer Umwelt gelingt nur durch das Zusammenspiel von vielen kleinen Bausteinen. Durch eine aktive, partnerschaftliche Zusammenarbeit im Netzwerk können wir Verantwortung übernehmen und Position beziehen, um gemeinsam etwas zu bewegen.*

### Projektbeschreibung

Das Klimaschutzprojekt "Carhuaquero IV Hydroelectric Power Plant" ist ein Laufwasserkraftwerk in der Nähe der Stadt Chiclayo, die im Norden von Lima liegt. Das Kraftwerk verfügt über eine Nutzleistung von 9,7 MW. Die jährlich erzeugte Energiemenge von rund 42 GWh wird in das nationale Stromnetz eingespeist und trägt damit wesentlich zur Verbesserung der Stromversorgung bei. Daneben wird das Wasser, das flussaufwärts zur Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen verwendet wird, im Kraftwerk gereinigt und gefiltert, sodass es wieder als Trinkwasser verwendet werden kann. Das Projekt geht mit einer Reihe weiterer sozialer, ökologischer und sozioökonomischen Vorteile einher, deren bedeutsamster jedoch die Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energieträger ist.

### Eckdaten des verwendeten Klimaschutzprojekts

- Name: Carhuaquero IV Hydroelectric Power Plant, Peru
- UNFCCC-Registrierung: PE 1424
- Projektentwickler: Duke Energy Egenor S. en C. por A.
- Emissionsreduktion pro Jahr: 23.909 Tonnen $CO_2$eq
- Emissionsreduktion Gesamtlaufzeit: 167.365 Tonnen $CO_2$eq
- Zertifikatstyp: UN-Certified Emission Reduction (CER)

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die Projektseite der Vereinten Nationen: https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1195027195.68/view.

Ihre Katrin Standl
Sprecherin Initiative $CO_2$

# INHALT


09 Wasser – Energiequelle und Lebensmittel

41 Energetische Prozess-optimierung in der Industrie

61 Innovative technische Gebäudeausrüstung

71 Moderne Technik für kommunale Infrastruktur und Umwelt

89 Dezentrale regenerative Energieversorgung 2.0

107 Grund- und Regenwasser-bewirtschaftung

115 Wärme und Strom aus Biogas und Biomasse

127 Geothermie – Heizen und Kühlen mit Erdwärme

# WASSER – ENERGIEQUELLE UND LEBENSMITTEL

*Minihaus München, Pippinger Straße*

**Modernste Haustechnik am Beispiel der Kindertageseinrichtungen der MINIHAUS München**

# NIEDRIG-ENERGIEHÄUSER SETZEN AUF NEUARTIGE TECHNOLOGIE ZUR LEGIONELLEN-VERMEIDUNG

*Mehr als 100 Kinder tummeln sich in den acht Krippen- und Kindergartengruppen im Minihaus München an der Pippinger Straße. Zudem sind noch zahlreiche Betreuer anwesend, es herrscht täglich ein lebhaftes Treiben. Auf eines können sich Kinder, Eltern und das Personal der Kindergärten dabei verlassen: Die Trinkwasserqualität ist ausgezeichnet. Denn der Eigentümer von Minihaus München hat von Anfang an hohen Wert auf eine umweltfreundliche und hochwertige Ausstattung der Häuser gelegt und bereits bei der Planung der Minihäuser modernste Technologien integriert. So entschied sich das Unternehmen nicht nur zur Umsetzung eines Niedrigenergiekonzepts, sondern auch zum Einbau moderner Filteranlagen zur Reinigung des Trinkwassers.*

Weil die Zeit im Kindergarten unsere Kinder stark prägt, ist es umso wichtiger, ihnen diese Zeit in ihrem „zweiten Zuhause" so positiv wie möglich zu gestalten, ihnen wertvolle Erfahrungen und Erlebnisse zu vermitteln und ihnen ein Umfeld zu bieten, in dem sie sich wohlfühlen und das sie gerne besuchen. Eltern erwarten darüber hinaus einen Ort mit kindgerechter Atmosphäre, der ihren Kindern ein durchdachtes pädagogisches Angebot kombiniert mit liebevoller und individueller Betreuung bietet, in dem sich ihr Nachwuchs in einem geschützten Umfeld entwickeln kann. Ein umfangreicher Katalog an Ansprüchen, der befriedigt werden will.

Minihaus München ist ein privater Anbieter von Kindertageseinrichtungen mit inzwischen sieben Häusern im Stadtgebiet und insgesamt etwa 700 Plätzen für Krippen- und Kindergartenkinder. In Kürze wird das Angebot ausgeweitet auf einen International Kids Campus mit internationalem bilingualen Kindergarten sowie einer internationalen bilingualen Grundschule.

Neben seinem modernen bildungsorientierten pädagogischen Konzept mit teiloffenen Gruppen und Elementen von Montessori und Steiner spielen bei Minihaus München die Räumlichkeiten eine zentrale Rolle. Hierbei legt man großen Wert auf hochwertige und gesundheitsverträgliche Ausstattung sowie auf ökologische Architektur nach dem Niedrigenergie- bzw. Passivhauskonzept.

Drei der sieben Minihäuser sind Neubauten mit Niedrigenergiekonzept, die anderen sind Bestandsgebäude, die jeweils aufwendig umgebaut, mit komplett neuer Gebäudetechnik versehen und an die Bedürfnisse der kleinen Bewohner angepasst wurden.

Gemeinsam mit einem erfahrenen Architekten- und TGA-Planerteam wurde in der Pippinger Straße in Pasing ein Minihaus entworfen, das modernsten pädagogischen und ökologischen Standards mehr als gerecht wird. Hohe Sicherheit für die betreuten Kinder, Umweltschutz sowie natürlich die Investitions- und Betriebskosten waren dabei wesentliche Entscheidungsfaktoren für die Wahl der haustechnischen Ausstattung.

### SO FUNKTIONIERT EINE ERDWÄRMEPUMPE

Eine Erdwärmepumpe wie im Minihaus an der Pippinger Straße nutzt die oberflächennahe Bodenwärme unter dem Gebäude sowie in den Bohrpfählen des angrenzenden Bahndamms. Dabei zirkuliert die Erdwärmepumpe eine Flüssigkeit durch im Boden verlegte Rohrschlangen, wobei diese dabei wenige Grad Temperatur aus dem Boden aufnimmt. Die Wärme, die dem Boden entzogen wird, wird ihm in Zeiten von „Wärmeüberschuss" im Gebäude wieder zugeführt. Die Wärmepumpe funktioniert wie ein umgekehrter Kühlschrank: Die wenigen Grad Temperaturunterschied zwischen in den Boden „ausgesendeter" und vom Boden „zurückkehrender" Flüssigkeit werden verwendet, um ein sog. Kältemittel in der Wärmepumpe zu verdampfen. Nun wird in der Wärmepumpe ein Kompressor eingesetzt, der mit Strom betrieben wird und den Dampf wieder komprimiert, wobei dieser dann wieder flüssig wird und Energie abgibt. Diese frei werdende Energie wird zur Aufheizung des Wassers im Gebäude genutzt. Das Wasser wird dabei auf Temperaturen zwischen 50 °C und 60 °C erwärmt. Dabei wird weniger Energie durch Strom verbraucht, als Energie durch Wärme erzeugt wird. Dieser Prozess funktioniert allerdings nur bei Wassertemperaturen von nicht mehr als 60 °C, am besten ist das Verhältnis zwischen verbrauchter und produzierter Energie bei Wassertemperaturen von 50 °C.

Das Minihaus in der Pippinger Straße wurde 2010 neu gebaut. Bei der Konzeption konnte daher ganz auf die Bedürfnisse von Klein- und Vorschulkindern eingegangen werden. Das Haus bietet Platz für sechs Krippen- und zwei Kindergartengruppen. Der viergeschossige Neubau in einem alteingesessenen Wohngebiet im Münchner Westen mit einer Fläche ca. 1.300 m2 vereint Funktionalität, Kreativität, ökologisches Bauen und modernste Haustechnik. Die großzügigen Räume sind lichtdurchflutet und öffnen den Blick in die grüne Gartenlandschaft und auf die vorbeifließende Würm.

### Umweltfreundlich durch moderne Ausstattung

Beim Neubau des Niedrigenergiehauses an der Pippinger Straße hat man zum einen besonders großen Wert auf ökologisch unbedenkliche Werkstoffe und Anstriche sowie eine wirkungsvolle Dämmung der Gebäudehülle mit kerngedämmten Poroton-Ziegeln gelegt. Das sorgt nicht nur für einen äußerst niedrigen Energieverbrauch, sondern auch für wirkungsvollen Schallschutz: Von 22.000 Autos, die täglich auf der Pippinger Straße am Kindergarten vorbeifahren, sowie vom Bahnverkehr auf der angrenzenden Bahntrasse hört man nichts. Zum anderen werden für Heizung und Warmwasserbereitung Sonne und Erdwärme genutzt. Im Neubau des Minihauses an der Pippinger Straße sorgt eine Solarthermieanlage auf dem Dach für zusätzliche Erwärmung des Wassers.

Zur Belüftung der Räumlichkeiten kommt ein hocheffizientes Wohnraumlüftungssystem mit kontrollierter Raumlüftung und Wärmerückgewinnung zum Einsatz. Eingebaute Luftfilter entfernen auch Feinstaub und Pollen und sorgen so für gesunde Atemluft auch für Allergiker.

Alle Gruppenräume sind mit Kühl- bzw. Heizschlangen im Fußboden ausgestattet, durch die wahlweise kühles oder warmes Wasser fließt. In der Heizperiode sorgt die Fußbodenheizung für behagliche Wärme auch beim Spielen auf dem Boden.

Durch das Zusammenwirken all dieser Maßnahmen kann so ganz ohne fossile Brennstoffe ein angenehmes, $CO_2$-neutrales und baubiologisch optimales Raumklima erreicht werden.

## Das Konzept für sicheres Trinkwasser

Trinkwasser ist zwar das am häufigsten kontrollierte Lebensmittel – allerdings sind die Methoden, mit denen das Wasser heute auf Mikroorganismen überwacht wird, schon über 100 Jahre alt. Moderne wissenschaftliche Erkenntnisse belegen, dass mit den heute in der Trinkwasserüberwachung angewandten Methoden nur 0,1–1 % aller wirklich im Wasser vorhanden Bakterien, also auch Krankheitserreger, erfasst werden.

Im Wasser, das aus den Stadtnetzen in unsere Kindergärten fließt, befinden sich bis zu 200 Millionen verschiedenster Bakterien pro Liter. Zusätzlich gelangen Nährstoffe für Bakterien, wie Nitrate – in München bis zu 8,3 Milligramm pro Liter –, über das Trinkwasser in die Leitungsnetze der Gebäude.

Wenn die Mikroorganismen, darunter auch Legionellen, Amöben, Pseudomonaden, erst einmal in das Rohrnetz des Gebäudes eingedrungen sind, vermehren sie sich dort stark, gespeist von nachfließenden Nährstoffen und Keimen. Mittlerweile weiß man auch, dass Bakterien wie beispielsweise Legionellen selbst Trinkwassertemperaturen von 70 °C für mehr als eine Stunde überleben können, also schaffen selbst hohe Wassertemperaturen in diesem Bereich keine Abhilfe gegen Keime in unseren Trinkwasserleitungen. Grund genug für die Bauherren und Planer der Minihäuser München, sich zum Thema „Sicheres Trinkwasser" intensiv Gedanken zu machen.

Auch wollte man vorwiegend das Münchner Leitungswasser als Trinkwasser in den Kindergärten anbieten, zumal auch in Flaschen abgefülltes Mineralwasser keineswegs rein und sicher ist: Die Zeitschrift Ökotest testete erst im Juli 2013 75 verschiedene Mineralwässer, wovon in beinahe jedem fünften Wasser Pflanzenschutzmittel nachgewiesen wurden.

Auf Initiative des Planungsbüros entschied sich der Bauherr deshalb für den Einbau einer Seccua-Filtration am Eingang des Stadtwassers in das Gebäude. Durch die Seccua-Filtration werden alle Bakterien und Mikroorganismen rückstandslos aus dem Stadtwasser entfernt, bevor dieses in das Leitungsnetz der Kindergärten gelangt. Die Seccua-Filter spülen die eingebauten Filterkartuschen vollautomatisch aus, sodass Rückstände regelmäßig ins Abwasser ausgetragen werden und die Filteranlagen über viele Jahre nahezu wartungsfrei betrieben werden können. Die Möglichkeit zur Nachrüstung mit einem Zusatzmodul zur Entfernung gelöster Nährstoffe im Wasser hat sich der Betreiber der Minihäuser offen gehalten.

### FUNKTIONSWEISE DER SECCUA-FILTRATION

Die Filtersysteme des oberbayerischen Unternehmens Seccua wirken zweifach gegen Keime und Legionellen. Mit einer High-Tech-Membran aus der Medizintechnik, deren Filterporen nur 15 Millionstel Millimeter Durchmesser haben (zum Vergleich: ein menschliches Haar ist 60.000 Millionstel Millimeter dick), entfernen sie erstens Legionellen und Millionen anderer Krankheitserreger rückstandslos aus dem Wasser. Zweitens wird auch die Konzentration der Nährstoffe im Wasser drastisch gesenkt, bestehende Verkeimung wird so ausgehungert und verschwindet nach kurzer Zeit. Studien bescheinigen der Technologie die zuverlässige Entfernung von mehr als 99,99 Prozent aller Krankheitserreger. Seccua bietet damit eine preiswerte, wartungsarme und nahezu hundertprozentig sichere Lösung, die ohne Bestrahlung oder den Einsatz von Chemikalien und Desinfektionsmitteln arbeitet.

Die Filter der Seccua, die bereits seit 2010 im Minihaus in der Pippinger Straße installiert sind, bewähren sich im laufenden Betrieb hervorragend. In den Testergebnissen, gemessen an Wasserhähnen und Duschen im Gebäude, waren keine Legionellen nachweisbar. Auch die Messwerte für die Gesamtkeimzahlen betrugen Null. Das bedeutet, dass auch mit umweltfreundlicher, energiesparender Trinkwassererwärmung eine ausgezeichnete Trinkwasserhygiene erreicht wird.

*Die Seccua Filteranlage zur Legionellenentfernung, platzsparend zwischen den Leitungen im Technikraum.*

Zwischenzeitlich wurde in allen Minihäusern, in denen der Einbau einer Seccua-Filtration technisch möglich war, auf diese Weise für sicheres, reines Trinkwasser in den Kindergärten gesorgt. Zudem hat sich Minihaus München in allen Häusern statt in der gesetzlich vorgeschriebenen Frist von drei Jahren für Gewerbeimmobilien freiwillig zu einer jährlichen Beprobung des Wassers verpflichtet.

*Seccua-Filter verfügen über Poren im Nanobereich, Legionellen passen hier keinesfalls durch.*

„Für uns stehen die Gesundheit und Sicherheit der uns anvertrauten Kinder sowie die Nachhaltigkeit unseres Handelns im Mittelpunkt unseres Unternehmenskonzepts", erklärt Rechtsanwalt Michael Gollwitzer, der für die Projektsteuerung beim Bau der Minihäuser verantwortlich zeichnet. „Wir betreiben einen hohen Aufwand für die Sicherheit der Kinder, die Reinhaltung der Luft und des Wassers in unseren Kindergärten sowie für einen umweltfreundlichen Betrieb der Gebäude mit möglichst geringem Energieverbrauch. Auch bei den Eltern unserer Kinder stellen wir ein stetig wachsendes Bewusstsein für diese Aspekte fest, sodass unser Aufwand durchaus honoriert wird."

### Umweltfreundlich und energiesparend

Weil die installierte Seccua-Filtration keine Keime in das Leitungsnetz eindringen lässt, kann die installierte Erdwärmepumpe mit ihrer optimalen Betriebstemperatur betrieben werden, also mit Warmwassertemperaturen von ca. 50 °C. Da man anfangs keine Erfahrung mit dem Betrieb der Seccua-Filtration hatte, sind in dem vorhandenen System auch noch Elektro-Heizschwerter installiert, die das Wasser bei Bedarf bis auf 70 °C aufheizen könnten. Diese mussten aber noch nie zum Einsatz kommen.

Um vergleichende Aussagen zum vorhandenen System und zum Einsatz erneuerbarer Energien im Gegensatz zu einer konventionellen Heizung und Warmwasseraufbereitung machen zu können, wurden im Vorfeld die Erdwärmepumpe und Solarthermie einer konventionellen Heizung mit Heizöl, Gas oder Fernwärme bei einer Laufzeit der Kita von 25 Jahren gegenübergestellt.

Basierend auf der in 2006 vorhergesagten Ölpreisentwicklung hätte sich der Einsatz der Seccua-Filtration bereits nach acht bis neun Jahren amortisiert. Doch selbst bei den derzeit überraschend niedrigen Ölpreisen macht sich die Anlage schon nach 12 Jahren bezahlt.

Die Seccua-Filtration trägt entscheidend dazu bei, dass der Einsatz einer Erdwärmepumpe möglich wird, ohne beim Trinkwasser unnötige Risiken einzugehen. So spart das Minihaus München an der Pippinger Straße im Laufe der geplanten Betriebsdauer des Kindergartens von 25 Jahren im Vergleich zu einer herkömmlichen Heizanlage bis zu 124 Tonnen $CO_2$ ein.

Auf die Frage, ob er anderen Einrichtungen wie Kindergärten und Schulen Ultrafiltration empfehlen könne, meint Gollwitzer: „Im Verhältnis der eingesetzten Mittel und des damit erreichten Ziels in ökologischer Hinsicht als auch im Hinblick auf die Gesundheit unserer Kinder kann ich Ultrafiltration uneingeschränkt empfehlen. Auch wirtschaftlich, weil sich so die Vorlaufkosten für die Warmwasserbereitung enorm senken lassen. Und schließlich auch hinsichtlich der Legionellensicherheit, denn ein positiver Befund einer Legionellenprüfung zieht meist enorme organisatorische, logistische und PR-technische Kosten nach sich."

**Autor:**
Michael Hank, Dipl.-Ing. (FH) Versorgungstechnik;
Seccua GmbH
Krummbachstraße 8, 86989 Steingaden
T +49 8862 9117224
info@seccua.com, www.seccua.de

# UNSICHTBAR, GEFÄHRLICH UND FAST ÜBERALL: LEGIONELLEN

***„Rein und genusstauglich" – die novellierte Trinkwasserverordnung stellt hohe Ansprüche an unser Trinkwasser. In Deutschland unterliegt es strengen Grenzwerten und kann bedenkenlos getrunken werden. Trotzdem: Es ist nicht steril und enthält Mikroorganismen. Diese stellen in geringer Anzahl kein Problem dar – nimmt ihre Anzahl aber zu, muss gehandelt werden.***

Ein erhöhtes Legionellenrisiko besteht überall dort, wo kein regelmäßiger und vollständiger Wasseraustausch stattfindet, etwa in Großwohnanlagen, Schulen, Krankenhäusern und anderen Gemeinschaftseinrichtungen. Auf Anlagen wie diese, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, richten Gesundheitsämter ein besonderes Augenmerk – die Trinkwasserverordnung schreibt in öffentlichen Gebäuden eine jährliche Untersuchung auf Legionellen nach DIN EN ISO 19458 vor. Dabei sollte der sogenannte „Technische Maßnahmenwert" von 100 KBE pro 100 ml Trinkwasser nicht überschritten werden. Ist dies der Fall, muss das Gesundheitsamt informiert werden. Dieses legt fest, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen. Dazu kann die umfangreiche technische Sanierung des Warmwassersystems bezüglich Wassertemperatur und Stagnationsvermeidung gehören. Bei mehr als 1.000 Legionellen pro 100 ml Trinkwasser muss unverzüglich eine weiterführende Untersuchung gemäß DVGW W 551 durchgeführt und in der Regel als Sofortmaßnahme eine Standdesinfektion nach DVGW W 557 eingeleitet werden. Ab 10.000 Legionellen pro 100 ml kann ein sofortiges Duschverbot auferlegt werden.

**Die Verantwortung trägt der Betreiber**

Für Betreiber von Trinkwasseranlagen kann eine vernachlässigte Hygiene rechtliche Konsequenzen haben. Nach § 24 der Trinkwasserverordnung macht sich strafbar, wer vorsätzlich oder fahrlässig Wasser abgibt oder anderen zur Verfügung stellt, das nicht den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht. Ebenfalls macht sich strafbar, wer durch eine vorsätzliche Handlung Krankheiten oder Krankheitserreger nach §§ 6 und 7 des Infektionsschutzgesetzes verbreitet.

*Verkalkte und korrodierte Rohre stellen mit ihrer zerklüfteten Oberfläche eine ideale Brutstätte für Keime dar.*

### Hygiene-Risiken: in jeder Trinkwasserinstallation

Planer und Installateure können eine Trinkwasserinstallation noch so perfekt geplant und in Betrieb genommen haben – wenn die Anlage nicht „bestimmungsgemäß betrieben" wird, besteht ein Risiko der Nachverkeimung. Vor allem, wenn in großen, verzweigten Wasserverteilungsanlagen kein regelmäßiger Wasseraustausch gegeben ist oder die Temperaturen falsch eingestellt sind. Dieses Risiko steigt weiter, wenn sich stagnierende Bereiche oder sogar Totleitungen darin verbergen. Auch eine mangelhafte Dämmung und die falsche Werkstoffauswahl stellen eine Gefahr dar – genau wie verkalkte und rostige Leitungen: Inkrustierungen im Rohr sind mit ihrer zerklüfteten Oberfläche ein ideales Besiedlungsgebiet für Keime.

### 1. Fachgerechte Auslegung der Trinkwasserinstallation

Die Auslegung von Neuanlagen beginnt mit der Auswahl geeigneter Werkstoffe nach DIN EN 12502. Die Leitungen sind so zu konzipieren, dass gemäß VDI/DVGW 6023 Stagnationszeiten möglichst kurz gehalten und Totleitungen vermieden werden. Idealerweise liegt dabei die Hauptentnahmestelle am Ende der Installation. Trinkwassererwärmer und Rohrleitungen sollten so klein wie möglich, aber so groß wie nötig sein. Es ist zudem sinnvoll, bereits bei der Planung die Option einer manuellen Desinfektion mit einzubeziehen.

Gemäß der DIN 1988-200 ist es Pflicht, einen mechanischen Schutzfilter nach DIN EN 13443-1 und DIN 19628 einzubauen; ein rückspülbarer Filter wird empfohlen. JUDO hat dafür die Rückspül-Schutzfilter der Keimschutzklasse im Programm, die mit einem zusätzlichen Hygiene-Plus aufwarten: Sie verfügen über ein Silbersieb, das für Keimschutzprophylaxe sorgt. Des Weiteren darf laut der DIN 1988-200 „die Temperatur des Trinkwassers kalt 25 °C nicht übersteigen und die Temperatur warm muss mindestens 55 °C erreichen." Totstränge und Wassersäcke sollten abgetrennt werden. Die hydraulische und thermische Durchströmung der Warmwasserverteilung muss durch den fachgerechten Einbau und Betrieb von Regelarmaturen sichergestellt werden. Zudem ist es sinnvoll, die Inhalte der Warmwasserspeicher auf das Notwendige zu begrenzen.

*Der Automatik-Rückspül-Schutzfilter JUDO PROFIMAT-QC mit Silbersieb-Technologie vermindert das Verkeimungsrisiko des Siebes.*

*Der JUDO i-soft plus: die erste intelligente, vollautomatische Enthärtungsanlage – weltweit per App bedienbar. Mit Leckageschutz.*

**2. Hygienische Installation und Inbetriebnahme**

Grundsätzlich dürfen weder Schmutz noch Bakterien in das System eingebracht werden. Abhilfe schaffen neben der sauberen Lagerung der Komponenten, wie Rohrleitungen und Armaturen, das Tragen von Einmalhandschuhen bei Reparaturen, die Desinfektion von Werkzeugen und Geräten sowie die Verwendung geprüfter, vormontierter Geräte. Aus diesem Grund werden übrigens auch die Enthärtersäulen der JUDO Enthärtungsanlagen bereits werksseitig harzbefüllt geliefert. Die hygienisch kritische Harzbefüllung vor Ort entfällt.

**3. Saubere Rohrinnenflächen: die Grundvoraussetzung**

Die gezielte Zudosierung von Minerallösung bietet bei zu weichem, aggressivem Wasser sicheren Schutz vor Korrosion. Ist das Wasser zu hart, schaffen Anlagen zur Wasserenthärtung oder für den alternativen Kalkschutz effektive Abhilfe. JUDO empfiehlt dafür beispielsweise den JUDO i-soft zur Wasserenthärtung und den JUDO i-balance, wenn lediglich die Härte stabilisiert werden soll. Beide Verfahren sorgen für eine Rohrinnenfläche ohne härtebedingte Verkrustungen.

Wenn bei bestehenden Systemen eine akute Verkeimungsproblematik mit den üblichen Maßnahmen nicht zu beseitigen ist, kann es auch sinnvoll sein, eine Anlage einzusetzen, die gemäß DVGW W 224 Chlordioxid erzeugt und gleichzeitig mengenproportional in das Trinkwasser dosiert. Chlordioxid ist ein hochwirksames Trinkwasser-Desinfektionsmittel im Kampf gegen Keime und Legionellen. Es besitzt eine sehr gute Depotwirkung, baut Keime ab und vermindert deren Neubildung durch Verminderung des auf der Rohrinnenfläche befindlichen Biofilms. Die JUDO OXIDOS Kompaktanlage erledigt diese Aufgabe zuverlässig und im Einklang mit den Regelwerken. Die Anlage erzeugt Chlordioxid nach dem Chlorit-Salzsäureverfahren gemäß den DVGW Arbeitsblättern W 224 und W 624 sowie § 11 der Trinkwasserverordnung. Die Anlage zeichnet sich durch niedrige Betriebskosten aus, arbeitet automatisch und erzeugt Chlordioxid jeweils frisch direkt vor Gebrauch.

Auch eine permanente UV-Bestrahlung kann zur Legionellenverminderung bzw. zur Verlängerung der Desinfektionsintervalle eingesetzt werden. JUDO UV-Entkeimungsanlagen stellen eine sichere Keimbarriere dar und unterstützen die Keimreduzierung.

*Für größere Enthärtungsaufgaben (Nenndurchfluss von bis zu 20 m³/h): der JUDO i-soft TGA. Er wird mit bereits befüllten Enthärtersäulen geliefert. (Abb.: JUDO i-soft 20 TGA).*

### 4. Bestimmungsgemäßer Betrieb

Legionellen vermehren sich vor allem zwischen 25 °C und 45 °C – ein Temperaturbereich, den es zu vermeiden gilt: Trinkwassererwärmer sollten nach der neuen DIN 1988-200 auf eine Dauertemperatur von mindestens 60 °C eingestellt werden, zirkulierende Installationen dürfen höchstens einen Temperaturabfall von 5 K aufweisen. Zudem ist es sinnvoll, Rohre gut zu dämmen. Gegebenenfalls können Zirkulationssysteme und/oder Begleitheizungen integriert werden. Installateure und Planer sollten den Betreiber auf seine Pflichten gemäß DIN EN 806-5 hinweisen. Dem Betreiber muss vermittelt werden, dass Planung, Bau und Inbetriebnahme lediglich die Grundlage der Wasserhygiene darstellen und diese nur dann wirklich sichergestellt ist, wenn er das Trinkwassersystem bestimmungsgemäß betreibt.

**Autor:**
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Gölz,
JUDO Wasseraufbereitung GmbH
Hohreuschstraße 39–41
71364 Winnenden
T +49 7195 692142
stefan.goelz@judo.eu, www.judo.eu

# DIE HÖLLENTAL-ANGERHÜTTE – ENERGIEAUTARK DURCH WASSERKRAFT

**Vorgeschichte**

Die Höllentalangerhütte (1.387 m) im Wettersteingebirge wurde 1893 erbaut und hatte unterdessen einen baulichen Zustand erreicht, der einen Umbau oder eine Generalsanierung unabwendbar gemacht hatte. Nach aufwendigen Untersuchungen zur Bausubstanz kam die Sektion München des DAV, als Besitzer der Hütte, zu dem Entschluss, dass nur ein Ersatzbau den Anforderungen an eine zeitgemäße, zukunftsfähige Lösung gerecht werden kann.

Nach einem fünfjährigen Genehmigungsprozess wurde im September 2012 vom Landratsamt Garmisch-Partenkirchen der Baubescheid erteilt. Mit den Abrisstätigkeiten wurde schließlich im Herbst 2013 begonnen. Im Mai des darauffolgenden Jahres erfolgte die Baustelleneinrichtung inmitten des Naturparadieses. Damit war der Startschuss für einen möglichst raschen Wiederaufbau gegeben. Nach rund 13-monatiger Bauzeit konnte die Hütte im Spätsommer 2015 wiedereröffnet werden.

*Die „alte" Höllentalangerhütte bis 2013*
*© DAV – Sektion München*

*Modell der „neuen" Höllentalangerhütte*
*© DAV – Sektion München*

**Rund 5 Mio. Euro wird der Ersatzbau der Höllentalangerhütte insgesamt kosten.**

Da die Hütte versorgungstechnisch eine Insellage aufweist und an dem Standort im Höllental weder Strom, Wasser- noch Abwasserleitungen liegen, müssen weitere 1.020.000 Euro für die Modernisierung bzw. Erneuerung der Ver- und Entsorgungsanlagen aufgewendet werden, um auch langfristig eine umweltverträgliche Energie- und Wasserversorgung der Hütte zu gewährleisten. Die exponierte Lage der Hütte stellte diesbezüglich eine gewisse planungstechnische Herausforderung dar. Verschärft wurde die prekäre Situation des Weiteren dadurch, dass das Höllental den darunterliegenden Gemeinden Grainau und Garmisch Partenkirchen als Trinkwassereinzugsbereich dient – mit der Konsequenz, dass, neben dem in der Satzung des Alpenvereins verankerten Naturschutz, gewässergefährdende oder -schädigende Technologien erst recht nicht zum Einsatz kommen dürfen.

Die bestehende Wasserversorgung der Höllentalangerhütte musste derart überarbeitet werden, dass von Mai bis Oktober eine ausreichende Trinkwasserversorgung gewährleistet werden kann. Vor diesem Hintergrund wurde ein System entwickelt, welches die Wasser- und Energieversorgung der Hütte bedingt koppelt und über Wasserkraft die notwendige Energie bereitstellt – ein sichtbarer und sinnvoller Beitrag für bestmöglichen Gewässerschutz, gepaart mit einer $CO_2$-neutralen, nachhaltigen Energieversorgung. Die behördliche Genehmigung für dieses Projekt wurde im März 2015 ausgestellt.

Nach der für das Jahr 2016 vorgesehenen Fertigstellung des Kraftwerks wird die Hütte zu 100 % durch Wasserkraft versorgt. Bis zum Abriss mussten dafür pro Saison noch 15.000 bis 18.000 Liter Treibstoff für den Dieselgenerator mit der Materialseilbahn hinaufgeschafft werden.

### Energieversorgung durch Kleinwasserkraft

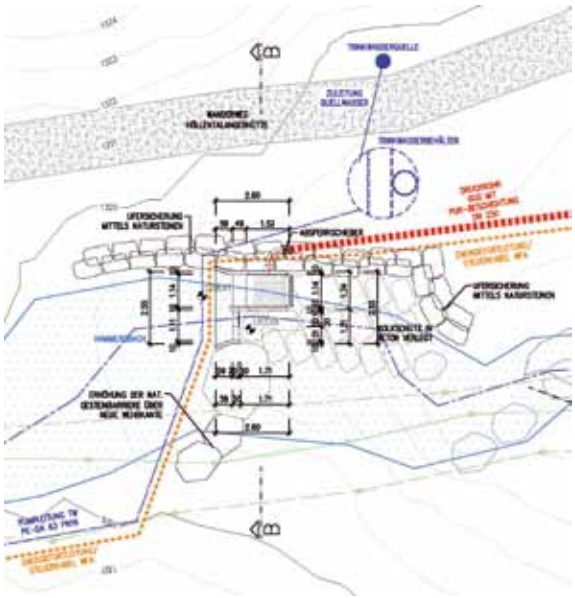
Die in Kompaktbauweise projektierte Wasserfassung liegt ca. 480 m unterhalb der Höllentalangerhütte. Dort wird das Wasser des Hammersbachs auf eine Höhe von ca. 1.319 m aufgestaut. Diese Stauhöhe entspricht in etwa einer Wassertiefe von 0,5 m gegenüber der bestehenden Bachsohle.

Über einen Coanda-Feinrechen wird das Wasser, maximal 81 l/s, gefasst und einer Sammelkammer zugeführt. Der Coanda-Rechen führt dabei Geschiebe und Treibzeug mittels Überschusswasser direkt ins Unterwasser ab. Damit ermöglicht dieses Wassereinzugssystem auch einen sehr schonenden und ökologischen Abstieg von Gewässerlebewesen. In Fließrichtung rechts neben dem Coanda-Rechen wird ein manuell zu betreibender Grundablassschütz angeordnet, um ein gelegentliches Spülen von angesammeltem Geschiebe zu ermöglichen.

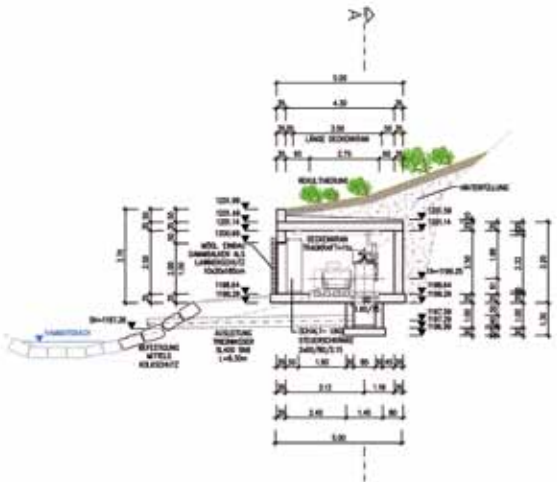
Der Einlaufbereich der Wasserfassung wird durch vorhandene, natürliche Findlinge und Ortbeton so gestaltet, dass eine entsprechende Abdichtung und Stauhaltung erzielt werden. Der Kolk- und Uferschutz im Bereich der Anlage erfolgt ebenfalls mit natürlichen Findlingen, sodass ein möglichst naturnahes Gesamtbild der Bacheinbauten entsteht.

An die Sammelkammer, unterhalb des Coanda-Rechens, bindet dann die Druckrohrleitung (spiralgeschweißtes Stahlrohr DN250 mit genutetem Schnellkupplungssystem) an, welche über eine Länge von ca. 441 lfm in Richtung Krafthaus (im Bereich der Brücke zu den Knappenhäusern) geführt wird. Diese wird vorwiegend oberirdisch, in Fließrichtung gesehen links, entlang des Hanges verlegt. Zusammen mit dieser Leitung werden auch die Elektroleitungen zur Energieabfuhr und die Steuerleitung für das Kraftwerk mitverlegt. Die Trasse führt großteils entlang des vorhandenen, aber nicht mehr genutzten, alten Wanderweges. Dort, wo Lawinen- bzw. Steinschlagsicherungen notwendig sind, werden die Leitungen im Boden verlegt.

Der Höhenunterschied zwischen Einlaufhöhe Sammelkammer und Turbineneinlauf im Krafthaus beträgt ca. 119 m (= nutzbare Fallhöhe). Mit der geplanten Ausbauwassermenge und Fallhöhe ergibt sich eine maximale Turbinenleistung von 82 kW, die mit einer zweidüsigen Pelton-Turbine erzeugt wird. Die Turbine treibt direkt einen Drehstromgenerator mit einer Nennleistung von 100 kVA an. Durch die Kombination beider Anlagenteile kann eine elektrische Leistung von max. 76,6 KW erzeugt werden.



*Auszug Lageplan Fassungsbauwerk*
*© Ingenieurbüro Eberl Ziviltechniker GmbH*



*Auszug Schnitt Krafthaus*
*© Ingenieurbüro Eberl Ziviltechniker GmbH*

Die mit dem Kraftwerk erzeugte Energie dient einerseits zur notwendigen autarken, möglichst ökologischen Versorgung der neuen Höllentalangerhütte und andererseits zur Sicherstellung des elektrischen Pumpbetriebes der für die Hütte neu genutzten Quellfassung „Am Ahorn" zum bestehenden Hochbehälter „Waxenstein".

*Pelton 2-düsig (vergleichbare Größenordnung)*
*© Fa. Tschurtschenthaler Maschinen- und Turbinenbau*

Die Energiefortleitung wird über eine Länge von ca. 930 lfm, vom Krafthaus ausgehend, entlang der Druckrohrleitungstrasse, über die Wasserfassung hinweg, bis hin zur Höllentalangerhütte verlegt, in deren unmittelbarer Nähe der Anschluss an das Versorgungsnetz der Schutzhütte erfolgt.

Dabei wird vorgesehen, die elektrische Anbindung der Schutzhütte, ausgehend vom Krafthaus, mit einem 950-V-Erdkabel zu realisieren. Zu diesem Zwecke ist es erforderlich, sowohl im Krafthaus als auch bei der Schutzhütte einen entsprechenden Trafo mit 100 kVA – 950/400 V samt entsprechenden Absicherungen zu installieren. Damit wird zum einen der Kabelquerschnitt – bei gleichzeitiger Drückung der Verluste auf ein wirtschaftliches Maß – relativ gering gehalten, zum anderen wird eine erhöhte Sicherheit gegen Blitzschäden erreicht.

Für die Versorgung der Trinkwasserpumpe, die sich in ungefähr der Hälfte der Kabellänge befindet, wird ein kleiner Trafo mit ca. 5 kVA in die 950-V-Verbindung eingeschleift, welcher die Spannung auf 400 V reduziert.

**Trinkwassernotversorgung durch zusätzliche Quellfassung**

Der Wasserbedarf der Höllentalangerhütte kann über die bislang zur Wasserversorgung herangezogene Quelle „Am Waxenstein" nur unvollkommen gedeckt werden. Um den Trink- und Nutzwasserbedarf jedoch während der gesamten Saison sicherstellen zu können, wird zur Notwasserversorgung, folglich für den Fall des Trockenfallens der Quelle „Am Waxenstein", die im Nahbereich der projektierten Wasserfassung austretende Quelle „Am Ahorn" gefasst.

Ausgehend vom Quellschacht wird das Wasser in den ca. 24 m östlich davon situierten Übergabeschacht geleitet. Dieser wird als 3-Kammern-System ausgeführt, bestehend aus Entsanderkammer, Entnahmekammer und Trockenkammer. Die Entsanderkammer wird mit einem Fassungsvermögen von 0,8 m³ ausgeführt und beinhaltet eine Entleerungs-/Überlauffunktion sowie eine Übergabeöffnung in die Entnahmekammer. Mit einem Sieb wird das Trinkwasser aus der 1,5 m³ umfassenden Entnahmekammer in ein Rohrsystem (PE-Leitung, DA 63 ) eingezogen, welches das Wasser im Bedarfsfall über die Hochdruck-Pumpe zur Höllentalangerhütte und von dort weiter über die bestehende Leitung in den Hochbehälter „Waxenstein" befördert. In der Trockenkammer sind neben der Pumpe und der dazugehörigen Steuerung, der Spannungsumformer, Absperrorgane und eine Rückschlagklappe angeordnet, welche eine Entleerung der Pumpleitung nach Abschaltung der Pumpe verhindern soll.

Die Pumpe wird auf einen Förderstrom von 1,0 l/s und eine Förderhöhe von 135,60 m ausgelegt und arbeitet mit einem Wirkungsgrad von 60,6 %. Der Leistungsbedarf beträgt in etwa 2,85 kW.

Über eine Entleerungsleitung DN200, welche mit den beiden wasserführenden Kammern über einen Überlauf sowie über einen Schieber mit der Pumpleitung verbunden ist, kann überschüssiges Quellwasser ablaufen oder eine Entleerung der Pumpleitung vorgenommen werden.

Die Entleerungsleitung führt vom Sammelbehälter direkt in den Hammersbach.

### Aktueller Baustatus

Ende Mai 2015 konnte, anfänglich aufgehalten durch schlechte Witterungsbedingungen, mit den Bauarbeiten für das Kleinwasserkraftwerk begonnen und die ersten Rohre für die Druckrohrleitung ins Baufeld eingeflogen werden. Unmittelbar nach den Transportflügen wurde auch gleich mit den Verlegearbeiten für die rund 500 m lange Druckrohrleitung begonnen.

In dem steilen und teils extrem felsigen Gelände gestalten sich diese Arbeiten mit den bis zu 250 Kilo schweren Stahlrohren wahrlich schwierig. Erleichterung wird geschaffen, indem ein Großteil der Leitungen oberirdisch verlegt und mit Ortmaterial überdeckt wird. An manchen Stellen muss jedoch der Wanderweg gekreuzt werden. Damit auch in diesen Bereichen keine optische Beeinträchtigung des Landschaftsbildes erfolgt, wird die Leitung eingegraben und die Oberfläche entsprechend sorgfältig renaturiert.

*Verlegearbeiten der Druckrohrleitung*
*© DAV – Sektion München*

**TECHNISCHE DATEN:**

Wasserkraftwerk
- Ausbauwassermenge: 81 l/s
- Wassereinzugssystem: Coanda-Rechen
- DRL: 441 lfm, spiralgeschweißtes Stahlrohr DN250 mit genutetem Schnellkupplungssystem
- Bruttofallhöhe: 118,75 m
- Nettofallhöhe: 114,84 m
- Turbine: Pelton (2-düsig)
- Engpassleistung: 77 kW

Trinkwasserquelle und Pumpleitung
- Fassung in 3-Kammern-Fertigteilbehälter
- Pumpleitung: 484 lfm, PE, DA63
- Pumpe: ΔH 135,60 m, Förderstrom 1 l/s

*Verlegearbeiten der Druckrohrleitung*
*© DAV – Sektion München*

**AUSFÜHRENDE UNTERNEHMEN:**

Baumeisterarbeiten:
Saffer & Feuerecker Bauunternehmung GmbH & Co. KG

Lieferung und Verlegung Druckrohrleitung:
Florian Dörfler, Alpiner Tiefbau

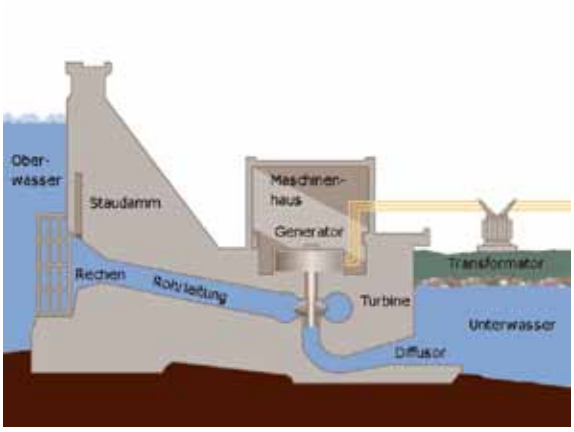
Lieferung und Montage Elektrotechnik und Maschinenbau:
Tschurtschenthaler Maschinen- und Turbinenbau

Lieferung und Montage Stahlwasserbau:
Tschurtschenthaler Maschinen- und Turbinenbau

Planungsleistungen:
Ingenieurbüro Eberl Ziviltechniker GmbH

**Autor:**
Ing. Stefan Thomaset, Melanie Kraler, MSc
Ingenieurbüro Eberl Ziviltechniker GmbH
Hauptstraße 26, A-6074 Rinn, Österreich
T +43 5223 7874211, www.zt-eberl.at

# STRAUB ROHR-KUPPLUNGEN IN WASSER-KRAFTANLAGEN




*Schema eines Laufwasserkraftwerks*
*Quelle: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Hydroelectric_dam.png*

### Einsatzgebiete und Anwendungsbeispiele

Ressourcenknappheit und steigender Energiebedarf sowie die Dezentralisierung der Energieerzeugung fördern die Wiederentdeckung der Wasserkraft als vielerorts verfügbaren Energieträger. Bestehende Wasserkraftanlagen werden ausgebaut und optimiert, neue kommen hinzu. STRAUB-Rohrkupplungen spielen dabei vermehrt eine wichtige Rolle, da mit ihnen einfach und kostengünstig Rohrverbindungen hergestellt werden können. Im vorliegenden Artikel werden Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Rohrkupplungen in Wasserkraftanlagen aufgezeigt. Anhand einiger Referenzanwendungen werden die wichtigsten Einsatzgebiete herausgearbeitet.

### Wasserkraftanlagen – eine kurze Einführung

Wasserkraftanlagen werden seit der Antike genutzt, um direkte Antriebsenergie für Mühlen, Hebeanlagen oder Sägewerke zu gewinnen. Seit den 1870er-Jahren wird die Wasserkraft auch zur Erzeugung von elektrischer Energie mithilfe von Generatoren genutzt. Der Höhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser (Bild 1) wird genutzt, um mit der Bewegungsenergie des abfließenden Wassers eine Turbine in Bewegung zu setzen, welche ihrerseits einen Generator antreibt. Man unterscheidet Wasserkraftanlagen nach ihrer Bauart, dem Nutzgefälle und ihrer Auslastung.

**Die gebräuchlichsten Bauarten sind:**
- Laufwasserkraftwerke (meist als Flusskraftwerke)
- Speicherkraftwerke (oft in Verbindung mit einem Stausee als Speicher)
- Pumpspeicherkraftwerke

**Seltener findet man:**
- Gezeitenkraftwerke
- Wellenkraftwerke
- Meeresströmungskraftwerke

**Je nach Fallhöhe besteht ein entsprechendes Nutzgefälle. Hier unterscheidet man**
- Niederdruckkraftwerke (<15 m)
- Mitteldruckkraftwerke (15–50 m)
- Hochdruckkraftwerke (>50 m)

Für jede Fallhöhe gibt es geeignete Turbinen mit speziellen Laufradgeometrien, am bekanntesten sind Kaplan-, Francis- und Peltonturbine.

**Stellt man die von einem Wasserkraftwerk erzeugte Strommenge ins Verhältnis zur vorhandenen Nennleistung, erhält man die Auslastung. Danach werden die Wasserkraftanlagen unterteilt in:**
- Grundlastkraftwerke (>50 %)
- Mittellastkraftwerke (30–50 %)
- Spitzenlastkraftwerke (<30 %)

Die ökonomische Bedeutung der Wasserkraftnutzung ist je nach Land äußerst unterschiedlich. Weltweit werden 18 % der „erneuerbaren" elektrischen Energie mit Wasserkraft erzeugt. In Deutschland werden 3,5 % der gesamten Stromproduktion mit Wasserkraft erzeugt, in Österreich sind es 55 %, in der Schweiz 60 %.

Die nötigen Investitionen zur Erzeugung von Strom aus Wasserkraft sind im Vergleich zu anderen Kraftwerksarten relativ hoch. Wasserkraftanlagen werden daher auf eine hohe Lebensdauer ausgelegt, um eine lange Nutzungszeit zu erreichen. Ein großer Vorteil von Wasserkraftwerken ist dabei ihr hoher Wirkungsgrad von $\eta \leq 0{,}9$.

### Rohrwerkstoffe in Wasserkraftanlagen

In Laufwasser- und (Pump-)Speicherkraftwerken stellen in der Regel Rohrleitungen und Formstücke, oft auch in Kombination mit Stollen und Tunneln, die Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser her. Zur Regelung und Verteilung des Wasserflusses kommen Armaturen zum Einsatz.

Neben der Langlebigkeit werden an Rohre, Formstücke und Armaturen in Wasserkraftanlagen oft außergewöhnliche Anforderungen in puncto Sicherheit und Druckbeständigkeit gestellt. Formstücke müssen in vielen Fällen auf die jeweilige Einbausituation zugeschnitten sein und individuell hergestellt werden. Daher dominieren in diesem Bereich Bauteile aus Stahl und Guss, die auch in hohen Druckklassen verfügbar sind.

In Bereichen mit niedrigeren Betriebsdrücken, also in Laufwasserkraftwerken oder im oberen Bereich von Speicherkraftwerken, können auch andere Werkstoffe wie zum Beispiel GFK Verwendung finden.

*Achsversatz an einem GFK-Rohr DN1600*
*Quelle: STRAUB Werke AG*

*Turbinenhaus und Rohrbrücke des Wasserkraftwerks Ponte Brolla*
*Quelle: STRAUB Werke AG*

Da Wasserkraftanlagen zumeist aus natürlichen (Fließ-) Gewässern gespeist werden, müssen die Rohrleitungsteile und Armaturen auch mit Abrasion durch die mitgeführte Partikelfracht zurechtkommen. In Bereichen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit kann dies schnell ein limitierender Faktor sein. Absperrarmaturen unterliegen in Wasserkraftanlagen häufig einem höheren Verschleiß als zum Beispiel in Trinkwasserleitungssystemen.

### Anforderungen an Rohrverbindungen in Wasserkraftanlagen

Unabhängig von ihrem Einsatzort müssen Rohrverbindungen jeglicher Art zunächst einmal dauerhaft dicht sein. Allein diese Anforderung setzt schon ein gewisses Know-how bei der Auslegung, Konstruktion und der Montage dieser Rohrverbindungsteile voraus. Häufig wird – vielleicht aus Gewohnheit – von vornherein die klassische Flanschverbindung gewählt, obwohl gerade sie nicht immer die beste Wahl ist. Aufwendige, langwierige Montage, hoher Materialeinsatz und die geringe Toleranz gegenüber Axialflucht- und Winkelabweichungen im Rohrsystem sprechen in vielen Fällen gegen die Flanschverbindung.

**Neben der oben angeführten Dichtigkeit müssen Rohrverbindungen in Wasserkraftanlagen natürlich noch weiteren Anforderungen genügen:**

- Sie müssen dem bestehenden Betriebsdruck sowie zusätzlichen Belastungen zum Beispiel bei Druckstößen standhalten.
- Sie müssen ein gewisses Maß an Abwinklung der zu verbindenden Rohrenden aufnehmen können, zu der es durch allgemeine Toleranzen bei Bau oder Erweiterung eines Rohrsystems zwangsweise kommt.
- Dies gilt genauso für den meist gleichzeitig auftretenden Achsversatz der Rohrleitungen (Bild 2).
- Die bei Wasserkraftanlagen vorkommenden Rohrnennweiten sind in der Regel relativ groß; Ovalität und (Un-)Rundheit der Rohre sind Faktoren, die bei der Auswahl der Rohrverbindung berücksichtigt werden müssen.
- Einer der wichtigsten Parameter ist die Fähigkeit einer Rohrverbindung, die axiale Längenänderung des Rohrleitungssystems, hervorgerufen durch Temperatur- und Druckänderungen, ohne Undichtigkeit in bestimmten Grenzen aufnehmen zu können.
- Erfreulich ist es, wenn die gewählte Rohrverbindung werkstoffunabhängig einsetzbar ist, also unterschiedliche Rohrwerkstoffe miteinander verbinden und auf möglichst vielen Rohrwerkstoffen eingebaut werden kann.
- Bedeutsame Faktoren aus planungs- und anwendungstechnischer Sicht sind der Platzbedarf und die Montagefreundlichkeit einer Rohrverbindung; beides kann in beengten Verhältnissen eine entscheidende Rolle spielen.

Wie man sieht, müssen Rohrverbindungen in Wasserkraftanlagen ein ganzes Anforderungsbündel bewältigen können. Wie überall gibt es aber auch hier keine „eierlegende Wollmilchsau", also ein preisgünstiges Produkt, das alles kann. Je nach Anwendungsfall muss die richtige Rohrverbindung gewählt werden. In den allermeisten Fällen sind STRAUB-Rohrkupplungen die richtige Wahl, was im Folgenden anhand einiger Praxisbeispiele gezeigt werden soll.

*STRAUB-FLEX 3H Kupplung auf GFK-Rohren DN1600*
*Quelle: STRAUB Werke AG*

**Anwendungsbeispiel 1:**
**Wasserkraftwerk der AET, Ponte Brolla**

Die Azienda Elettrica Ticinese betreibt in Ponte Brolla im Maggiatal nahe dem Lago Maggiore ein Wasserkraftwerk mit einer Nennleistung von 3,1 MW. Es handelt sich um ein Mitteldruckkraftwerk (Fallhöhe: 38 m), das mit einer Auslastung von ca. 55 % betrieben wird. Vom Lauf der Maggia wird Wasser abgezweigt, über einen Stollen in ein kleines Ausgleichsbassin geleitet und von dort aus über eine Rohrbrücke, auf der zwei Rohrleitungen DN1600 montiert sind, zum Kraftwerksgebäude (Bild 3) geführt. Dort erzeugen zwei Francis-Turbinen die elektrische Energie.

Das Kraftwerk wurde von 1903 bis 1904 errichtet, 1957 renoviert und 1970 mit einer automatischen Steuerung ausgestattet. 2008 wurde die gesamte Wasserführung renoviert, wobei der gesamte Einlaufbereich oberhalb der Rohrbrücke sowie die beiden Brückenleitungen komplett erneuert wurden.

Als Rohrmaterial wählte der Bauherr GFK, um unter anderem dessen Gewichtsvorteil gegenüber metallischen Rohrwerkstoffen beim Transport und der Montage der Rohrstücke auf der Rohrbrücke nutzen zu können. Die einzelnen Rohrstücke mussten aufgrund der ausgesetzten Lage mit dem Helikopter herangeflogen und sofort mit den REKA-Kupplungen verbunden werden. Die beiden letzten Rohrstücke waren als Passstücke ausgeführt, die sich nicht mit den Standard-REKA-Kupplungen verbinden lassen.

Zur Einbindung dieser Passstücke kamen STRAUB-Rohrkupplungen (Bild 4) zum Einsatz. Sie müssen nicht nur die GFK-Rohrenden miteinander verbinden, sondern in diesem speziellen Einbaufall auch axiale Bewegungen – die aus der (thermischen) Längenänderung der Rohrleitung, Bewegungen der Rohrbrücke und wechselnden Innendrücken entstehen – aufnehmen können. Nebenbei müssen sie der Witterung dauerhaft standhalten und wartungsfrei sein. Die Montage sollte aufgrund der schwierigen Einbaulage auf der Rohrbrücke möglichst einfach, schnell und ohne Sonderwerkzeuge zu bewältigen sein.

Diese Anforderungen erfüllen die für diese Anwendung ausgewählten STRAUB-FLEX 3H Kupplungen problemlos. Durch ihre speziell ausgestaltete Lippendichtung mit progressivem Dichteffekt können sie Längenänderungen von bis zu 15 mm dauerhaft kompensieren, einen Rohrendenabstand von bis zu 60 mm überbrücken und Vibrationen absorbieren.

Im Bereich des Turbinenkrümmers wurden übrigens die gleichen Kupplungen als Werkstoffübergang zur Verbindung von Stahlformstücken und GFK-Rohren eingesetzt.

Nach dem Ausrichten der Passstücke und dem Überschieben über den Rohrstoß werden lediglich die drei Verschlussschrauben der STRAUB-Kupplungen mit Standard-Innensechskantschlüsseln angezogen und das erforderliche Anzugsdrehmoment mit einem Drehmomentschlüssel aufgebracht. Dadurch wird die korrekte Vorspannung der Dichtmanschette gewährleistet, was für die Funktion und die Lebensdauer der Verbindung maßgeblich ist.

*STRAUB-METAL-GRIP DN500 als Ausbaustück*
*Quelle: STRAUB Werke AG*

Das Kavernenkraftwerk Säckingen ist das erste deutsche Pumpspeicherkraftwerk in Kavernenbauweise. Es wird von der Schluchseewerk AG betrieben und erzeugt mit vier Francis-Turbinen mit einer Nennleistung von 360 MW im Jahresmittel etwa 400 GWh Strom. Mit einer Fallhöhe von 400 m ist es ein typisches Hochdruckkraftwerk, das im Spitzenlastbereich betrieben wird. Seine Auslastung beträgt etwa 13 %.

In der Überlaufleitung befinden sich diverse Armaturen in den Nennweiten DN200, DN300 und DN500, in den meisten Fällen handelt es sich dabei um Absperrklappen. Um diese Zwischenflanschklappen zu Reinigungs- und Wartungszwecken schnell ausbauen und die Bautoleranzen – die vor allem im Bereich von Wanddurchführungen die Lage der Rohrachsen gerne beeinflussen – ausgleichen zu können, wurden anstelle umständlicher Pass- und Ausbaustücke STRAUB-Rohrkupplungen eingesetzt.

**Diese Rohrkupplungen müssen drei wichtige Anforderungen erfüllen:**

- Kompensation der vorhandenen Bautoleranzen
- Kurze Stillstandszeiten durch schnellen Ein- und Ausbau der Armaturen zu Wartungszwecken
- Pass- und Ausbaustück und Rohrverbindung in einem

Als hervorragend geeignet erwiesen sich hierfür die STRAUB-METAL-GRIP Kupplungen (Bild 5), die durch ihre integrierten Verankerungsringe auch Zugkräfte übertragen können, was im Bereich von Absperrarmaturen unerlässlich ist. Sie kompensieren ähnlich wie die in Anwendungsbeispiel 1 beschriebenen STRAUB-FLEX Kupplungen den Achsversatz, Auswinklungen und Fluchtungsfehler der Rohrleitungen. Montage und Demontage der Kupplungen ist eine Sache von wenigen Minuten, was die erforderlichen Stillstandszeiten zum Beispiel beim Austausch einer Absperrklappe minimiert.

Eine Flanschlösung oder ein handelsübliches Pass- und Ausbaustück hätte in diesem Einsatzfall ausschließlich Nachteile gegenüber Rohrkupplungen.

*Ein- und Ausbaustück im Einstiegsschacht / Quelle: STRAUB Werke AG*

**Anwendungsbeispiel 3:**
**Druckleitung zum Kraftwerk Klosters der Rätia Energie**

Das Wasserkraftwerk im graubündischen Klosters wurde 1923 erbaut. Mit zwei Pelton-Turbinen werden hier jährlich ca. 22 GWh Strom erzeugt. Wie beim Kraftwerk Säckingen handelt es sich um ein Hochdruckkraftwerk, die Fallhöhe beträgt 366 m.

Die vom Staubecken Schlappin (1639 m über NN) aus kommende Druckleitung von 1927/28 wurde seit 2001 abschnittsweise erneuert. Je nach Druckverhältnissen kamen beim Neubau Stahl- oder GFK-Rohrleitungen in DN900 zum Einsatz. Die Leitungstrasse verläuft im bergigen Gelände und ist stellenweise sehr schlecht zugänglich. Daher wurden mehrere Einstiegsschächte (Bild 6) vorgesehen, die später den Zugang zur Rohrleitung, beispielsweise zu Inspektionszwecken, erleichtern. In den Schächten sind Ausbaustücke, die mit STRAUB-Rohrkupplungen verbunden wurden.

Neben der bereits erwähnten schnellen Montage und Demontage zählen in diesem Fall auch noch die Überschiebbarkeit – die bei Steckmuffensystemen nicht gewährleistet ist – und die Druckbeständigkeit zu den wichtigsten Anforderungen. Der Betriebsdruck beträgt bis zu 23 bar, was eine zusätzliche Konstruktion aus Zugstangen als Schubsicherung für die Rohrleitungen nötig machte.

Als Rohrkupplungen wurden STRAUB-FLEX 2 XS Kupplungen eingesetzt, deren stabiles Gehäuse dem vorhandenen Betriebsdruck problemlos widersteht. Die schnelle Montage und die Überschiebbarkeit sind Eigenschaften, die sie mit den anderen STRAUB-Kupplungen teilt. Durch die spezielle Gehäusekonstruktion können STRAUB-Kupplungen beliebig oft montiert und demontiert werden, was sie für diesen Einsatzfall prädestiniert. Auch hier wäre ein Flanschbauteil, beispielsweise ein FF-Stück, die schlechtere Lösung.

### Möglichkeiten und Grenzen

Neben den bereits erwähnten Vorteilen von STRAUB-Rohrkupplungen im Wasserkraftwerksbau gegenüber anderen Verbindungsarten wie Flanschen, Schweiß- oder Steckverbindungen gibt es noch eine Reihe weiterer Faktoren, die sich positiv bemerkbar machen:

- Durch die sehr einfache Montage können Rohrkupplungen auch von weniger gut ausgebildeten Monteuren korrekt installiert werden; dies ist vor allem bei Auslandsprojekten eine wichtige Tatsache, da man mit einer kurzen, umkomplizierten Einweisung das nötige Montage-Know-how vermitteln kann.
- Das Gewicht von STRAUB-Rohrkupplungen ist im Vergleich zu ihrer Leistungsfähigkeit sehr gering. Neben der Einsparung von Transportkosten steht somit auch einem Einsatz in schlecht zugänglichen Gebieten, Stollen, Schächten oder Gebäuden nichts im Weg. Größere Kupplungen lassen sich sogar in ihre Einzelteile zerlegen und sind dann noch leichter zu transportieren.
- Sämtliche Komponenten von STRAUB-Kupplungen sind als Ersatzteile erhältlich, sodass zum Beispiel beim Austausch einer Dichtung nicht die gesamte Kupplung vor Ort transportiert werden muss.

Natürlich gibt es auch Einsatzgrenzen für Rohrkupplungen in Wasserkraftanlagen. Dabei ist meistens der vorherrschende Betriebsdruck der limitierende Faktor. Bei Nennweiten größer DN1600 sind Betriebsdrücke von mehr als 20 bar nur mit erhöhtem Aufwand erreichbar. Weitere Begrenzungen werden gesetzt, wenn zum Beispiel der Achsversatz oder die Auswinklung außerhalb der Kupplungslimite liegen. Hier haben andere Verbindungsarten allerdings noch weit größere Schwierigkeiten ...

**FAZIT**

Für die meisten Problemstellungen beim Thema „Rohrverbindungen in Wasserkraftanlagen“ können STRAUB-Rohrkupplungen eine passende, wirtschaftliche Lösung sein. Ob zur Einbindung von Passstücken, als geschickte Ausbauhilfe für Armaturen oder als Werkstoffübergang sind STRAUB-Rohrkupplungen in fast jedem Fall eine bessere Alternative zu herkömmlichen Verbindungsarten.

Wichtig ist es daher für die Planer und Betreiber von Wasserkraftanlagen, bereits im Vorfeld die richtigen Ansprechpartner für die Verbindungstechnik zu kennen. Die Experten der STRAUB Werke AG stehen mit ihrem 50-jährigen Know-how im Bereich der Rohrkupplungen jederzeit für einen konstruktiven Dialog zur Verfügung. Viele erfolgreich abgeschlossene Projekte und Sonderlösungen, die weit über die reine Kupplungstechnologie herausgehen, sind der Beweis für ihre Leistungsfähigkeit und Kundennähe.

**Autor:**
Sascha Radosevic, Head Of Application Engineering, STRAUB Werke AG
Straubstrasse 13, 7323 Wangs, Schweiz
T +41 81 7254173
radosevic.sascha@straub.ch, www.straub.ch

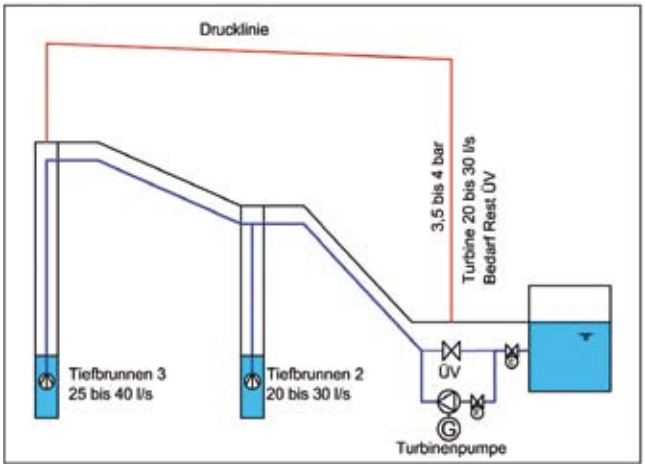
# WASSERKRAFT-ANLAGE – TURBINENPUMPE ZUR STROM-GEWINNUNG

Die Wasserservice Daibersdorf GmbH ist im Rahmen des Energiemanagements auf der Suche nach Möglichkeiten der Energieeinsparung oder sogar einer Energiegewinnung. Hierbei wurde auch das neue Grundwasserpumpwerk (GPW) in Daibersdorf (siehe Bild 1) einer näheren Betrachtung unterzogen. Die Möglichkeiten der Stromeinsparung für die vorhandenen Fördereinrichtungen sind begrenzt, da ihre Auswahl bereits nach energetischen Gesichtspunkten getroffen wurde. Die Stromgewinnung durch eine Turbinenpumpe hat sich jedoch als erfolgversprechend herausgestellt.

*Maschinenhaus Grundwasserpumpwerk Daibersdorf*

### Bestehende Verhältnisse

Der Saugbehälter des Grundwasserpumpwerkes wird aus zwei Tiefbrunnen (2,3) gespeist. Aufgrund der geodätischen Verhältnisse liegen die Brunnenköpfe deutlich höher als das Wasserwerk selbst. Um einen sicheren Betrieb der Rohwasserleitung zu ermöglichen, wird eine Druckhaltung vorgenommen. Dies geschieht mit einem Überströmventil, das im Maschinenhaus Daibersdorf installiert ist.




*Schema Grundwasserpumpwerk*

Im Druckhalte- bzw. Überströmventil (ÜV) findet ein volumenstromabhängiger Druckabbau von 3,5 bis 4 bar statt. Der überwiegende Förderstrom liegt zwischen 20 und 30 l/s. In seltenen Fällen werden beide Tiefbrunnen parallel, mit einem Summenvolumenstrom über 40 l/s gefahren.

### Einsatzbereich der Turbinenpumpe

Die Energie, die durch das Druckhalteventil im Förderbetrieb abgebaut wird, ist normalerweise als Verlust zu verbuchen. Die Aufgabe des „Drosselventils" kann auch von einer Turbinenpumpe übernommen werden. In Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der Turbine werden hierbei etwa 70 Prozent des Energiepotenzials in Strom umgewandelt und somit zurückgewonnen. Die erzeugte elektrische Leistung ist abhängig vom Volumenstrom, Druckgefälle und Wirkungsgrad der Turbine. Der Volumenstrom und das Druckgefälle dürfen jedoch nur in einem eingeschränkten Schwankungsbereich variieren.

Für das Projekt Daibersdorf konnte eine sehr flexibel einsetzbare Turbine gefunden werden (KSB Etanorm 65-250, IE3-Motor). Es handelt sich um eine rückwärts durchflossene, horizontale Kreiselpumpe. Mit dieser ist ein Betrieb zwischen 20 und 30 l/s bei einem Druckgefälle von 3 bis 5 bar möglich. Der hydraulische Wirkungsgrad liegt hierbei zwischen 70 und 78 %. Der variable Einsatzbereich der Turbine ist für diesen Anwendungsfall wichtig, um einen störungsfreien An- und Abfahrbetrieb, insbesondere bei Regelschwankungen in der Vorförderung sicherzustellen.

### Planung und Ausführung

Die Turbine wird im Bypass zum Überströmventil errichtet (Bild 2, 3, 4).

Der Förderbetrieb des Grundwasserpumpwerks beträgt in Zukunft etwa 26 l/s. Bei der Jahresförderung von 500.000 m³/a ergibt sich eine Laufzeit von 5.340 Stunden pro Jahr.

Die erzeugte elektrische Leistung wurde mit 6,4 kW gemessen (Bild 5). Somit ergibt sich eine Jahresstromproduktion von 34.200 kWh.

### Kosten und Wirtschaftlichkeit

Der erzeugte Strom wird unmittelbar vor Ort von den Pumpen der Hauptförderung verbraucht und mindert daher den Strombezug des GPW Daibersdorf.

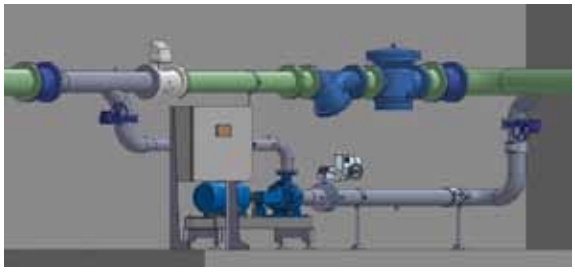
Ausgehend von einem mittleren Strompreis in den kommenden 15 Jahren von 0,2 € je kWh, bewirkt die Turbine eine jährliche Stromkostenminderung von 6.840 €.

Die Kosten für die Turbinenanlage, inklusive hydraulischer Einbindung, Schaltanlage und Baunebenkosten betrugen rund 54.000 € netto. Die Amortisationsdauer liegt somit unter 8 Jahren.

Die Maßnahme wurde vom Ingenieurbüro Reißnecker und Eberhart Partnerschaft, Regensburg, geplant und von der Gesellschaft für Wasseraufbereitung mbH, Ismaning gebaut.

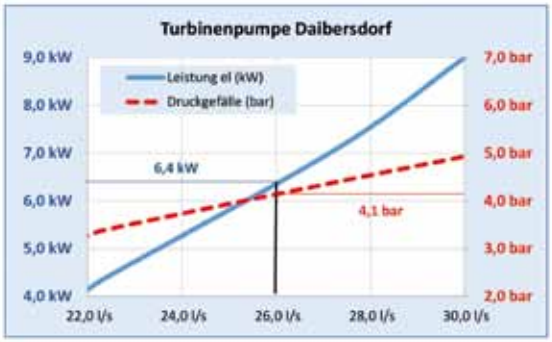
**FAZIT**

Die Wasserservice Daibersdorf GmbH stellt mit der neuen Turbinenanlage Daibersdorf unter Beweis, dass auch kleine Schritte für die Umweltentlastung bedeutend sind und diese darüber hinaus wirtschaftlich sein können.



*Turbinenpumpe Daibersdorf – Planung*

*Turbinenpumpe Daibersdorf – Ausführung*




*Leistungsmessung Turbine*

**Autor:**
Dipl.-Ing. (FH) Michael Reißnecker
IB Reißnecker & Eberhart Partnerschaft
Prinz-Ludwig-Straße 4, 93055 Regensburg
T +49 941 78447091
m.reissnecker@ib-re.de, www.ib-re.de

# INNOVATIVE DRUCKKAMMER-FISCHSCHLEUSE MIT ENERGETISCHER NUTZUNG AN DER TALSPERRE HÖLLENSTEIN

Die Forderung nach Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit von Querbauwerken ist ein zentrales Element der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Es wurden bereits viele Staustufen mit verschiedenartigen Fischwanderhilfen für flussaufwärts wandernde Fische durchgängig gestaltet. Dabei handelte es sich meist um Bauwerke mit Höhenunterschieden von wenigen Metern.

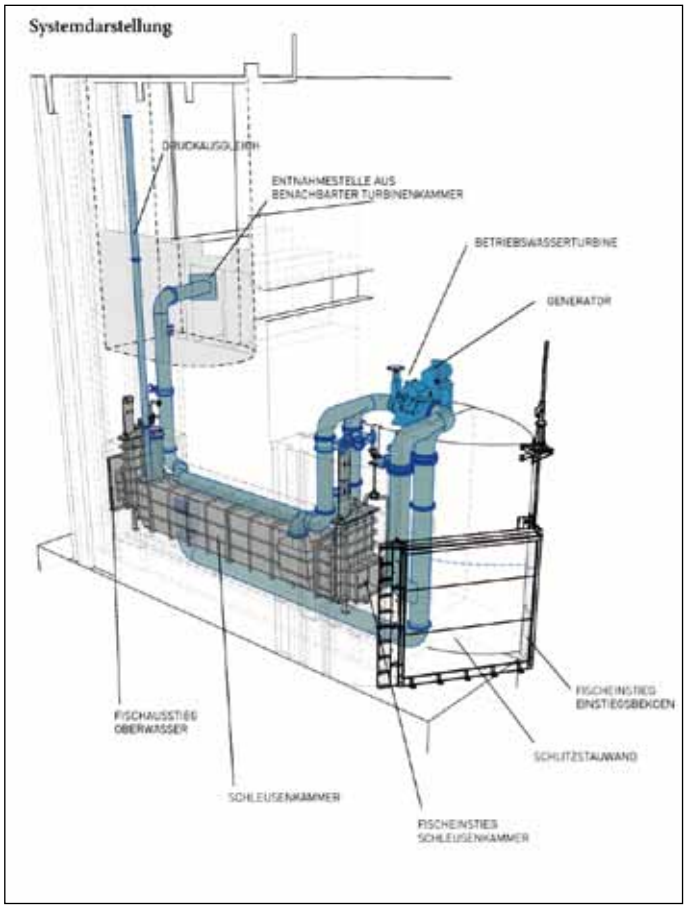
### Situation an der Talsperre Höllenstein

Um einen Höhenunterschied von 12,0 m mit einer konventionellen Fischtreppe zu überwinden, benötigt dies ein ca. 300 m langes Umgehungsgerinne. Dies in das steile Ufer und dem felsigen Untergrund an der Talsperre Höllenstein zu bauen, wäre sehr kostenintensiv gewesen. Die geforderte Dotationswassermenge von 500 l/s hätte eine jährliche Erzeugungsminderung von ca. 400.000 kWh zur Folge.

### Innovative Druckkammerfischschleuse mit energetischer Nutzung an der Talsperre Höllenstein

An der Talsperre Höllenstein konnte ein, für den Kraftwerksbetrieb nicht erforderlicher, Grundablass für die Errichtung der Fischaufstiegsanlage verwendet werden. Es wurde eine Druckkammerfischschleuse entwickelt, die mit einem zusätzlichen Turbinenaggregat das Betriebswasser energetisch nutzt. Dieses Pilotprojekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie gefördert.

*Bild 4: (v.r.) Staatssekretär Franz Josef Pschierer, OB und AR-Vorsitzender Markus Pannermayr und Johann Fischer, Betriebsleiter und Entwickler der Fischschleuse mit energetischer Nutzung.*




## Projekt

Im ursprünglichen Grundablassstollen wurde eine geschlossene Schleusenkammer mit 2 Gehäuseschiebern eingebracht. Durch eine Schlitzstauwand zwischen den Auslauftrennpfeilern entstand ein Einstiegsbecken. Ein Rohrsystem vernetzt eine zusätzliche Entnahmestelle im Oberwasser mit der Schleusenkammer, dem Einstiegsbecken und dem Turbinenaggregat.

## Funktion

Die Schleusenkammer wird abwechselnd mit Unterwasser- bzw. Oberwasserdruck beaufschlagt. So ist den Fischen der Ein- und Ausstieg möglich. Das Dotationswasser wird auch abwechselnd vom Oberwasser bzw. aus der Schleusenkammer entnommen und treibt kontinuierlich eine Turbine.

Die ökologische Funktion wurde in einem mehrwöchigen Monitoring nachgewiesen und optimiert. Im Frühjahr 2015 (18. 04. – 17. 05.) konnten mehrere zehntausend Fische beim Durchwandern gesichtet werden.

## Auszeichnung

Die Bayerische Staatsregierung würdigte dieses Projekt am 15. Oktober 2014 mit dem Bayerischen Energiepreis in der Kategorie „Erneuerbare Energien, Energienetze, Speichertechnologien".

**Autor:**
Johann Fischer, Kraftwerk am Höllenstein AG
Höllensteinsee 1, 94267 Prackenbach
T +49 9941 770020
j.fischer@kw-hoellenstein.de

# FERNGESTEUERTE KLEIN-WASSERKRAFT

Ein Wasserkraftwerk ist eine umweltfreundliche und langfristige Investition. Durch die umfangreichen Genehmigungsverfahren, die hohen Errichtungskosten beim Kraftwerksbau und die niedrigen Einspeisetarifen ergeben sich sehr lange Amortisationszeiten. Um dem entgegenzuwirken, sind schnelle berechenbare Montage- und Inbetriebnahmezeiten sowie langlebige, effiziente und wartungsfreundliche Maschinensätze äußerst wichtig. Betreiber haben oft nur die Wahl zwischen niedrigpreisigen Turbinen, die meist nicht einmal bestehende Normen erfüllen, oder hochpreisigen Lösungen von Unternehmen mit langjähriger Erfahrung in der Wasserkraft. Viele dieser Unternehmen sind hauptsächlich im oberen Leistungsbereich der Kleinwasserkraft tätig und bieten den vollen Funktionsumfang großer Turbinen auch im unteren Leistungsbereich an. Setzt man auf qualitativ hochwertige Lösungen, ergeben sich außerdem Lieferzeiten von bis zu einem Jahr. Grund für einen vermeintlich hohen Preis und lange Lieferzeiten sind die maßgeschneiderten Lösungen, bei denen alle Komponenten an die eigenen Wünsche angepasst werden können.

**Lösung**

smarT ist ein neues ökonomisches Gesamtkonzept für Kleinturbinen im Leistungsbereich von ca. 100 kW-500 kW. Mit der neuen Lösung von GLOBAL Hydro Energy stehen jetzt die Qualität und Erfahrung eines großen Turbinenbauers kostengünstig für niedrigere Leistungen zur Verfügung.

*smarT Francis-Spiral-Turbine*

*smarT Kaplan-Split-Turbine*

Der Platzbedarf und die baulichen Schnittstellen sind bereits im Vorhinein definiert und klar. Die standardisierten Abmessungen können auch in geringem Maß an die Gegebenheiten angepasst werden. Beim Krafthaus ist bereits in der Planungsphase der genaue Platzbedarf bekannt und das Krafthaus kann passend für dieses Konzept gebaut werden.

Durch die gewählte Ausführung wird der Aufwand beim Bau des Krafthauses stark reduziert. Die benötigte Grundfläche ist kleiner als bei Standardlösungen und es wird weitgehend auf Vergussbeton verzichtet. Alle Betonarbeiten können somit vor Installation der Turbine abgeschlossen werden.

Die Transportmaße der gesamten Anlage sind für einen günstigen und unkomplizierten Transport mit dem Lkw optimiert. Der gesamte Maschinensatz kann ohne Sondertransporte auf einem Lkw zur Baustelle transportiert werden.

Unser Ziel bei der Entwicklung war, die Montage- und Inbetriebnahmezeiten auf der Baustelle stark zu reduzieren. Nach einer langen Vorlaufzeit, die bei Wasserkraftprojekten üblich sind, wollen wir keine Zeit mehr verlieren und so schnell wie möglich Strom produzieren. Durch den kompakten Aufbau aller notwendigen Komponenten auf einer Plattform konnte der Installationsaufwand auf der Baustelle beinahe auf null reduziert werden.

Weiteres Augenmerk bei der Entwicklung war die Konzentration auf eine robuste, wartungsfreundliche und langlebige Turbine. Wichtige Komponenten wurden daher sogar leicht überdimensioniert, der Umfang der Sensorik und Aktorik auf die wirklich wichtigen Funktionen abgespeckt. Bei Qualität und Sicherheit wurden aber keine Kompromisse eingegangen.

Das Herzstück der Turbine, das Laufrad, ist hydraulisch auf die einzigartigen Kraftwerksdaten eines jeden Standorts ausgelegt. Es wird am Firmensitz in Niederranna mit modernsten Fertigungsmethoden hergestellt und am Ende vollflächig per Hand auf die geforderte Oberfläche geschliffen. Wirkungsgrade wurden in Modellversuchen, in Anlagentests und mittels CFD-Simulation auf beste Wirkungsgrade optimiert.

*Alle Laufräder werden per Hand vollflächig geschliffen*

Mit einer Vielzahl an Optionen ist es weiterhin möglich, die günstige Basisversion an Kundenwünsche anzupassen. Manche der Optionen können auch später nachgerüstet und so die Startinvestition gering gehalten werden.

*Turbinensteuerung heros3 auf einem Tablet*

Als Steuerung kommt eine spezielle Version des neuen heros3 zum Einsatz. Die Visualisierung ist als Web-App (browserbasierte Anwendung) auf allen Geräten wie PC, Tablet, Smartphone mit einer modernen Oberfläche verfügbar. Der Zugriff kann weltweit über das Web erfolgen, somit können jederzeit der aktuelle Status der Turbine abgerufen, wichtige Aktionen ausgeführt und blitzschnell auf Störungen reagiert werden.

**smarT KOMMT MIT FOLGENDEM LIEFERUMFANG:**

- kompletter mechanischer Turbinensatz mit hochwertigem Laufrad
- Einlaufklappe mit Fallgewicht
- Synchrongenerator eines europäischen Herstellers
- Turbinensteuerung heros3
- Niederspannung/Netzzugangsschrank mit Leistungsschalter
- Komplett auf einem Rahmen vormontiert und getestet
- Transport zum Kraftwerksstandort

**Autor:**
Martin Graml, Global Hydro Energy GmbH
4085 Niederranna 41, Österreich
T +43 7285 514132
martin.graml@global-hydro.eu, www.global-hydro.eu

# PRODUKTIONS-VERDOPPELUNG IM FLÜSTERMODUS

***Dass auch an einem Niederdruckstandort mit geringer Fallhöhe ein wirtschaftlicher Ausbau gelingen kann, zeigt das neue Kraftwerk Neckermühle an der Abens im niederbayerischen Bad Gögging. Ohne Änderungen an der bestehenden Fallhöhe konnte dabei die Stromausbeute glatt verdoppelt werden. Gelungen ist dies dem Betreiberehepaar gemeinsam mit dem erfahrenen Kraftwerksplaner Dipl.-Ing. Christoph Pfeffer aus Regen, indem einerseits auf modernste Turbinen- und Generatortechnik gesetzt und andererseits auf optimierte Betriebsbedingungen geachtet wurde. Mit der Kaplanturbine aus dem Hause WATEC, die einen flüsterleisen PMG-Generator antreibt, schafft die Anlage heute rund 380.000 kWh im Jahr. Damit zählt das Kraftwerk nun zweifelsfrei zu den leistungsstärksten – und zugleich geräuschärmsten – an der Abens.***

Das Kraftwerk in Bad Gögging ist eines von etwa 20, welche den Verlauf der Abens von ihrem Ursprung in Dürnzhausen bis zur Einmündung in die Donau bei Eining säumen. Dabei fließt die Abens im ersten Abschnitt der 53 km langen Flussstrecke sehr beschaulich durch ein sanftes, durch Hopfenanbau geprägtes Hügelland und mäandert danach durch das breitere Tal der Hallertau der Donau zu. Das Kraftwerk Neckermühle ist das vorletzte vor der Donaumündung. 1924 wurde der Ausleitungskanal hin zum Kraftwerksgebäude am Betriebsareal der Familie Necker errichtet. Die Wasserzufuhr wurde bislang über ein 150 m oberhalb situiertes Streichwehr reguliert.

*Betreiber Robert Necker, Dipl.-Ing. Christoph Pfeffer, Stefan Heindl und Frau Christine Necker hinter der flüsterleisen Maschineneinheit, einem PMG, der von einer WATEC Kaplanturbine angetrieben wird.*

### Pläne für einen Neustart

„Vor drei Jahren haben wir uns näher mit dem Thema beschäftigt, wie wir mehr aus diesem Wasserkraftstandort machen könnten", erzählt der Betreiber der Neckermühle, Robert Necker. Schon seit Längerem war man sich dessen bewusst, dass der Kraftwerksbetrieb mit der Altanlage suboptimal ist. „Der gesamte Wirkungsgrad war nicht gut, das alte Saugrohr war nicht ideal konzipiert und der Zulauf ist etwas zu klein dimensioniert und dabei verlustbehaftet. Dass viel mehr möglich ist, haben wir erst festgestellt, als uns Christoph Pfeffer – unser Planer – eine Variante mit einer modernen Neuanlage vorgerechnet hat."

### Alt-Kraftwerk bleibt erhalten

Konkret kann das Kraftwerk heute konzessionsgemäß 3,43 m3/s Wasser zum Betrieb der neuen Kaplanturbine ableiten. Für den Weiterbetrieb des alten Maschinensatzes ist es nun möglich, im Falle von Überwasser zusätzlich 2,069 m3/s auszuleiten und hydroenergetisch zu nutzen. Weiterhin umfasst die Konzession die mit den Behörden abgestimmte Restwassermenge von 180 l/s, die über die neu zu errichtende Fischwanderhilfe abgeführt wird, sowie weitere 50 l/s, die am Streichwehr direkt in den Ausleitungsbereich der sogenannten „Flutmulde" abgegeben werden.

### Zweieinhalb Monate ohne Wasser

Ein besonders interessanter Aspekt des Umbauprojektes ist der Umstand, dass für die Erweiterung weder der Abriss der Altanlage noch ein groß angelegter Erweiterungsbau vonnöten war. Schließlich befand sich ursprünglich neben dem alten Kraftwerk noch ein kleines Sägewerk, das abgetragen und durch ein neues Bauwerk ersetzt wurde. Somit wurden der oberwasser- und der unterwasserseitige Triebwasserweg kaum verändert. Zweieinhalb Monate blieb der Zuleitungskanal trocken, ehe es Mitte November 2013 wieder „Wasser marsch" hieß – und zumindest die Altanlage wieder für Wasserkraftstrom sorgen konnte. Im November waren die Betonarbeiten zum größten Teil abgeschlossen und die Vorbereitungen für die Maschinenmontage liefen auf Hochtouren.

### Mehr als doppelte Leistung

Im Februar letzten Jahres war es schließlich soweit: Das Herz der Anlage, die 4,5 Tonnen schwere Kaplanturbine aus dem Hause WATEC Hydro, wurde an den Kraftwerksstandort in den Kurort geliefert. „Mit einem Autokran haben wir die Turbine über den Dachzugang eingehoben. Das hat hervorragend funktioniert", erinnert sich der Betreiber. Bereits nach dem ersten Andrehen zeigte sich, dass die Maschinenwahl goldrichtig war. Nicht nur der Leistungszeiger schraubte sich in bislang ungekannte Höhen, auch die unglaubliche Geräuscharmut des permanent erregten Generators beeindruckte von Anfang an. „Ausgelegt ist die neue Maschine auf 58 kW, im absoluten Top-Bereich erreicht sie sogar etwas mehr. Im Vergleich dazu haben wir mit der alten Maschine nie mehr als 26 kW erreicht", freut sich Robert Necker.

Für Christoph Pfeffer ist es die Bestätigung, dass auch an bestehenden Niederdruck-Standorten einiges möglich ist, wenn man entsprechend fokussiert plant. „Wir haben in diesem Fall natürlich alles auf höchste Effizienz getrimmt. Nimmt man die Kaplanturbine und dazu den eingesetzten PMG, so sind wir in maschineller Hinsicht schon nahe am Wirkungsgrad-Blafon. Hinzu kommt, dass wir die Anströmung optimiert und sogar noch den Auslauf ausgebaggert haben. Viel mehr geht nicht, aber hier hat sich das in jedem Fall ausgezahlt", so der Planer.

### Automatisierung hält Einzug

Ein wichtiger Aspekt im Hinblick auf eine solide Jahreserzeugung ist auch eine hohe Verfügbarkeit der Anlage. In diesem Zusammenhang kommt nicht zuletzt auch der stahlwasserbaulichen Ausrüstung eine große Bedeutung zu. Gerade der freie Durchstrom am Feinrechen gilt als echtes Effizienzkriterium. „Ein Teil der Behördenauflagen sah im Sinne des Fischschutzes eine sehr kleine Stabweite vor, die nur 12 mm beträgt. Bei 3,4 m3/s Ausbaudurchfluss ist das relativ eng. Daher

*Direkt neben der alten Wasserkraftanlage aus dem Jahr 1927 wurde das neue Kraftwerk errichtet. Dafür hielt sich der bauliche Aufwand in Grenzen – und die Altmaschine konnte erhalten bleiben.*

war es uns wichtig, hier nicht den Sparstift anzusetzen und auf einen Feinrechen aus Edelstahl zu setzen. Denn bei einem derart geringen Stababstand wäre bei korrodierendem Material im Lauf der Zeit mit Sicherheit der Durchsatz verringert", erklärt Christoph Pfeffer. Der Betreiber setzte dabei auf die Qualität des bekannten Stahlwasserbauunternehmens Metallbau-Wasserkraft Onnen Krieger aus Augustusburg bei Chemnitz. Neben dem 10 m2 großen Feinrechen lieferte der Branchenspezialist auch die Teleskoparm-Rechenreinigungsmaschine sowie diverses stahlwasserbauliches Equipment, Verschlussorgane, Steuerungs- und Hydraulikeinheit.

### Idyllischer Tümpelpass

Ganz entscheidend für das Gelingen des Gesamtprojektes war die Einbindung ökologischer Maßnahmen – allen voran der Bau einer Fischtreppe. Es wurde beschlossen, einen naturnahen Tümpelpass zu errichten, der sich über eine Länge von 90 m seitlich am neuen Kraftwerksgebäude vorbeischlängelt. Er weist 23 Becken und mit 10 cm Höhenunterschied sehr kleine und für die Flussbewohner gut zu überwindende Beckensprünge auf. Angebunden wurde der Fischpass im 5-Meter-Bereich, also innerhalb von 5 m innerhalb von Ein- und Auslauf. Damit ist zusätzlich sichergestellt, dass er auch für den Abstieg auffindbar ist. Das Umgehungsgerinne wurde nicht nur in ökologischer Hinsicht funktionell gestaltet, sondern fügt sich auch harmonisch in die Naturlandschaft an der Abens ein.

*Vom Einbau der Saugrohrschalung ... bis zum fertig installierten Maschinensatz.*

*Der neue Teleskoparm-Rechenreiniger wurde von Onnen-Krieger geliefert. Er sorgt für einen freien Durchfluss am Feinrechen – zuverlässig und natürlich vollautomatisch.*

### Ertrag verdoppelt

Früher erzeugte die Neckermühle im Regeljahr rund 180.000 kWh. Mit der neuen WATEC-Kaplan-Turbine und dem direkt gekoppelten PMG liefert das neue Kraftwerk circa 360.000 kWh. Damit ist es den Betreibern gelungen, ihre Stromproduktion glatt zu verdoppeln. Ein Teil des erzeugten Stroms wird dabei selbst verbraucht, der Löwenanteil wird eingespeist und nach den Richtlinien des EEG 2014 vergütet. Ein erfreulicher Punkt des Ausbauprojektes betraf die Altanlage, die dabei nicht abgetragen werden musste, sondern heute weiterhin als Überwasser-Turbine ihren Dienst tun darf. Die neue Turbine ist dabei dennoch auf 300 Volllasttage ausgelegt. Somit ist gewährleistet, dass sie auch dann optimal für die Bedingungen am Standort ausgelegt ist, wenn die mittlerweile fast 90-jährige Turbine irgendwann ihren „Geist aufgibt". Doch bis dahin wird wohl noch einiges an Wasser die Abens hinabfließen.

**Autor:**
Roland Gruber, ZEK Magazin

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Pfeffer,
Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik
Stadtplatz 9, 94209 Regen
T +49 9921 97171012
info@ingenieurbuero-pfeffer.de
www.ingenieurbüro-pfeffer.de

**Die Mainfranken Netze Würzburg GmbH setzen eine neue Wasser-Förderleitung auf der Konversionsfläche Hubland um.**

# DRUCK-STEIGERUNGS-PUMPWERK AM HOCHBEHÄLTER GALGENBERG

Das Stadtentwicklungsgebiet Hubland wird ein neuer Stadtteil von Würzburg, der auf einem ehemaligen Gelände der US Army entsteht. Die MFN haben bereits im Jahr 2013 begonnen den ersten Trassenabschnitt der dafür nötigen Wasser-Förderleitung zu bauen. Die Baumaßnahme wurde in mehreren Abschnitten durchgeführt. Im November 2014 wurde die ca. 1900 m lange Wasserförderleitung der Nennweite DN 400, nach erfolgreicher Druckprobe und bakteriologischer Freigabe durch die MFN in Betrieb genommen. Damit ist der Weg vorbereitet für die weitere, innere Erschließung des neuen Stadtteils mit Trinkwasser. Die Planungen dazu sind weitestgehend abgeschlossen, mit der Umsetzung soll Anfang 2015 begonnen werden.

Die Planung und Projektabwicklung der dem Pumpwerk nachgeschalteten Wasser-Förderleitung wurde durch die MFN, Abteilung Planung und Projektmanagement, sichergestellt. Aufgabenstellung war, Trinkwasser in die Versorgungsgebiete Hubland, Gerbrunn und Lengfeld zu transportieren. Als mögliche Trassierung von der Einspeisung am geplanten Pumpwerk in der Richard-Wagner-/Rottendorfer-Straße, Würzburg bis zur Verbindungsstelle zum Bestandsnetz in der Kitzinger Straße/Gerbrunn wurden von der MFN verschiedene Varianten untersucht. In enger Abstimmung mit der Stadt Würzburg und den Planungen der Landesgartenschau für das Jahr 2018 wurde eine Trasse gefunden. Das Investitionsvolumen für die ca. 1,9 km lange Trasse liegt bei ca. 1,3 Mio. Euro.

Bei der Umsetzung der Baumaßnahme setzte man wie gewohnt auf bewährte Materialien „Made in Germany". Die längskraftschlüssigen Verbindungen der Rohre und Formteile erfolgen ausschließlich mit den Systemen „TYTON-SIT PLUS" und „SMU-Spezial". Zum Einsatz kommen unter anderem Düker Armaturen wie Hausanschlüsse, Absperrschieber und Unterflurhydranten mit dem hochwertigen und bewährten Düker etec Email.

**Autor:**
Ursula Ritter
Formstücke & Armaturen Inland,
Düker GmbH & Co. KGaA
Hauptstraße 39–41, 63846 Laufach
T +49 6093 87255, urr@dueker.de, www.dueker.de

*Luftbild der Kläranlage Neubukow*

# WÄRMERÜCK-GEWINNUNG AUS EINER ABWASSER-DRUCKROHR-LEITUNG DN 250 ZUM BEHEIZEN DES BETRIEBS-GEBÄUDES EINER KLÄRANLAGE

Neben der Sicherung einer stabilen und qualitätsgerechten Trinkwasserversorgung und einer umweltgerechten Abwasserableitung und -behandlung als Kernaufgabe rückt zunehmend die Energieeffizienz in den Mittelpunkt eines modernen Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungsunternehmens. Dabei steht die Erzeugung von Eigenenergie durch Verstromung des anfallenden Faulgases, aber auch die Wärmerückgewinnung aus Schmutzwassersystemen im Focus. Der Zweckverband KÜHLUNG Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung als kommunales Dienstleistungsunternehmen für 36 Kommunen im Landkreis Rostock stellt sich dieser Herausforderung. Mit dem Projekt Wärmerückgewinnung aus einer Abwasserdruckrohrleitung zur Beheizung des Betriebsgebäudes auf der Kläranlage Neubukow (Abb. 1) wurde der Grundstein für die Untersuchung weiterer Anwendungsfälle im Verbandsgebiet gelegt. Ziel ist es, in Abhängigkeit der Betriebserfahrungen des Projektes, in Zusammenarbeit mit den Kommunen weitere Möglichkeiten der Nutzung der Abwasserwärme für öffentliche Gebäude im Verbandsgebiet zu untersuchen.

Zur umweltgerechten Aufbereitung des anfallenden Abwassers betreibt der Zweckverband KÜHLUNG die Kläranlage Neubukow im Belebtschlammverfahren mit einer Ausbaugröße von 6.000 Einwohnerwerten. Der tägliche Trockenwetterzufluss beträgt zwischen 450 und 600 Kubikmetern. Das auf der Kläranlage

befindliche Betriebsgebäude wurde im Jahr 1991 gemäß der damals geltenden Wärmeschutzverordnung errichtet. Für die Beheizung des Betriebsgebäudes auf die in den technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR 6) erforderliche Temperatur von 20 C° werden 8 Elektro-Nachtspeicheröfen und 4 zusätzliche Heizlüfter eingesetzt. Der jährliche Elektroenergieverbrauch für die Gebäudebeheizung beträgt rund 37 Tsd. Kilowattstunden. Da die 8 Elektro-Nachtspeicheröfen mit einem Alter von ca. 20 Jahren an die Grenzen ihrer Lebenserwartung stoßen und zu ersetzen sind, wurde das Heizungskonzept der Kläranlage Neubukow überarbeitet. Der benötigte Spitzenwärmebedarf des Gebäudes nach DIN EN 12831 wurde mit 18 Kilowatt ermittelt. Die nächstgelegene Gasleitung liegt vom Standort des Betriebsgebäudes der Kläranlage ca. 250 Meter entfernt auf der gegenüberliegenden Uferseite eines angrenzenden Baches. Nach einer Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde die Variante eines mit Gas befeuerten Brennwertkessels verworfen und man entschied sich, zukünftig den Wärmebedarf des Betriebsgebäudes durch den Einsatz einer Wärmepumpe abzudecken. Als Wärmequelle dient das auf der Kläranlage anfallende Abwasser. Für die Wärmeauskopplung wurde die im Zulauf der Kläranlage befindliche Druckrohrleitung im Zuge der Sanierung als Doppelrohrwärmeübertrager ausgeführt.

Der Wärmeübertrager mit einer Länge von 36 Metern besteht aus einem inneren „Medium-Gussrohr" DN 250 vom Typ Integral sowie einem äußeren Mantel-Gussrohr DN 400 vom Typ Natural des Herstellers SAINT-GOBAIN PAM Deutschland, Saarbrücken. Es handelt sich also um einen Doppelrohrwärmeübertrager (Abb. 2). Das Medium-Rohr wurde mittels Zentrierungseinrichtung (Gleitkufenring Typ GKO) in das Mantel-Rohr lagestabil eingebracht. Am Ende des Doppelrohres erfolgte die Abdichtung mit jeweils zwei Ringraumdichtungen. Der Anschluss an den Vor- und Rücklauf des Primärkreises der Wärmepumpe wurde jeweils durch eine Anbohrarmatur realisiert.

*Doppelrohrwärmeübertrager*

Das Abwasser durchströmt das innere Medium-Rohr und dient als Wärmequelle. Im Gegenstromprinzip wird Wasser durch den Ringspalt zwischen Medium-Rohr und Mantel-Rohr gefördert, es erfolgt eine Übertragung der Wärmeenergie vom Abwasser zum Wasserkreislauf. Dieser Wasserkreislauf stellt den Primärkreis der Wärmepumpe dar. Nachfolgend wird durch den Einsatz einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe die Wärmeenergie an den Sekundärkreislauf der Wärmepumpe übertragen und somit das Betriebsgebäude beheizt.

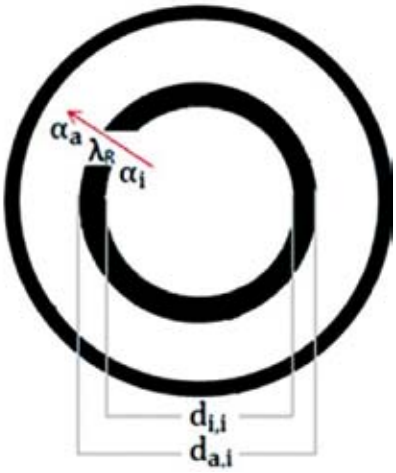
Folgende relevante Rahmenbedingungen sind für die Auslegung des Doppelrohrwärmeübertragers entscheidend:

- Angestrebte auszukoppelnde Wärmeenergie
- Zeitlicher Verlauf des Abwasseranfalls
- Wandstärke und Wärmeleitfähigkeit des Rohres
- Strömungsverhältnisse im inneren Medium- und äußeren Mantel-Rohr
- Temperaturdifferenz zwischen Abwasser und Medium im Primärkreislauf
- Mögliche Sielhautbildung in der Abwasserdruckrohrleitung

Neben der Temperaturdifferenz zwischen Abwasser im inneren Medium-Rohr und Wasser im äußeren Mantel-Rohr hat der Wärmedurchgangskoeffizient des Wärmeübertragers eine enorme Bedeutung als Antrieb für die Wärmeübertragung im Doppelrohrwärmeübertrager. Der Wärmedurchgangskoeffizient für ein Rohr kann wie folgt berechnet werden:

$$k = \frac{1}{\frac{d_{a,i}}{\alpha_i * d_{i,i}} + \frac{d_{a,i}}{2 * \lambda_R} * \ln\left(\frac{d_{a,i}}{d_{i,i}}\right) + \frac{1}{\alpha_a}} \quad \text{(Gl. 1)}$$

| | |
|---|---|
| $k$ | Wärmedurchgangskoeffizient |
| $\alpha_{,i}$ | Wärmeübergangskoeffizient innen |
| $\alpha_{,a}$ | Wärmeübergangskoeffizient außen |
| $\lambda_R$ | Wärmeleitkoeffizient |
| $d_{a,i}$ | Außendurchmesser Innenrohr |
| $d_{i,i}$ | Innendurchmesser Innenrohr |




Aus der Planung ergaben sich folgende Daten:
Entzugsleistung Abwasser (Heizen): 15 kW
Abwassermenge: 19,4 l/s
Wärmeübertrager: 36 Meter Doppelrohr aus duktilem Gusseisen (Medienrohr DN 250 / Mantelrohr DN 400)
Reinigung: keine
Auslegungstemperatur Abwasser: 9 °C
Auslegungstemperatur Kühlwasser: 4 °C
(Eintritt Wärmeübertrager)
Wärmeübertragerfläche: 31 m²
Wärmeübertragungskoeffizient: 116,3 kW/m²K

Durch den Einsatz einer Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von mindestens 4,1 kann der jährliche Elektroenergiebedarf von 37 Tsd. auf 9 Tsd. Kilowattstunden gesenkt und somit der jährliche Elektroenergieeinsatz um 28 Tsd. Kilowattstunden reduziert werden. Dies entspricht dem jährlichen Elektroenergiebedarf von rund 6½ 3-Personen-Haushalten. Mit einem $CO_2$-Emmissionsfaktor von 576 g/kWhel. (Quelle: Umweltbundesamt) ergeben sich somit Emissionsminderungen von 16,13 Tonnen $CO_2$ pro Jahr.

Die Gesamtinvestitionskosten betrugen 62.500. Euro. Gefördert wurde die Maßnahme durch das Land Mecklenburg-Vorpommern aus Mitteln des „Europäischen Fonds für regionale Entwicklung“ (EFRE) zur Umsetzung des Aktionsplans Klimaschutz mit einem Zuschuss in Höhe von 17.500 Euro.

Durch den Einsatz einer Wärmepumpe kann der jährliche Elektroenergiebedarf um 28 Tsd. Kilowattstunden reduziert werden. Bei einem Elektroenergiepreis von 22 Cent pro Kilowattstunde ergeben sich somit jährliche Einsparungen von rund 6.200. Euro. Werden die Investitionskosten nach Abzug der Förderung mit 45.000 Euro angesetzt, ergibt sich eine statische Amortisationszeit von 7,25 Jahren.

Durch die Auskoppelung der Wärmeenergie im Abwasser mittels einer Wärmepumpe kann auf der Kläranlage Neubukow Elektroenergie eingespart und somit der $CO_2$-Ausstoß vermindert werden. Mit dem Doppelrohrwärmeübertrager von SAINT-GOBAIN PAM Deutschland besteht die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung bei Kanälen mit Nennweiten unter DN 400. Bei der Bauform des Doppelrohrwärmeübertragers erfolgt kein direkter Kontakt des Abwassers mit der Wärmepumpe und eine potenzielle negative Beeinflussung der Kanalhydraulik kann ausgeschlossen werden. Zusammenfassend kann die ökonomische und ökologische Realisierung der Abwasserwärmenutzung hervorgehoben werden.

**Autor:**
Dipl.-Ing. Klaus Rhode und
Sebastian Zachhuber, Master of Engineering
Zweckverband KÜHLUNG
Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung
Bad Doberan
T +49 38203 713300, k.rhode@zvk-dbr.de
T +49 38203 713620, s.zachhuber@zvk-dbr.de
www.zvk-dbr.de

# ENERGETISCHE PROZESS-OPTIMIERUNG IN DER INDUSTRIE

*2014 wuchs Veltins mit einem Ausstoß von 2,77 Millionen Hektolitern Bier und Mixgetränken gegen den Branchentrend.*

**Sämtliche Rohrleitungsnetze aus Sanpress Inox-Programm**

# VELTINS SORTIERT PORSCHE-LEERGUT MIT VIEGA-SYSTEMEN IN DER PROZESSTECHNIK

***Mit dem Mehrwegkasten im Porsche-Design hat Veltins vor geraumer Zeit eine ausgesprochen elegante Variante des Bier-Transports geschaffen, und gleichzeitig dafür gesorgt, dass die hauseigene Leergut-Sortieranlage noch mehr zu tun bekam: Mehrere Millionen Flaschen müssen seitdem dort täglich nach Form und Farbe sortiert und zugeordnet werden. Damit der Prozess kostensparend dreischichtig reibungslos läuft, wurde die komplette Verrohrung aus dem Sanpress Inox-Edelstahlprogramm von Viega aufgebaut.***

Die lexikale Welt kann so nüchtern, so emotionslos sein. Wer bei „Wikipedia" das Stichwort „Bier" nachschlägt, liest nämlich Folgendes: „Im engeren Sinne ist Bier ein alkohol- und kohlesäurehaltiges Getränk, das durch Gärung meist aus den Grundzutaten Wasser, Malz und Hopfen gewonnen wird." Aber es geht, zum Glück, auch anders, zeigt Veltins beispielsweise mit so kreativen Werbespots, wie für das hauseigene Mixgetränk „Vplus" auf Youtube. So kann man(n) Bier erleben, und so emotionalisiert die Veltins Brauerei ihr Premium-Produkt, von dem sie 2014 inklusive Mix-Getränken rund 2,77 Millionen Hektoliter auf den Markt brachte. Das waren erfreuliche 2,6 Prozent mehr als noch ein Jahr zuvor und ließ die Grevensteiner damit gegen den Branchentrend wachsen.

Spätestens dieser Einstieg in Hektoliter-Mengen, Umsatzzahlen und Branchen-Rankings macht zugleich deutlich, dass Bierbrauen zuvorderst ein knallhartes Geschäft ist. Schließlich geht es hier um ein Lebensmittel und die damit verbundenen Produktionsanforderungen, um Markenbildung und Kundenbindung, um Vertriebsstrategien und weltweite Logistik. Entsprechend durchstrukturiert und organisiert präsentiert sich daher auch die Sauerländer Brauereianlage: Neben den Sudkesseln und der Abfüllung beispielsweise durch die riesige hauseigene Leergut-Sortieranlage. Allein 20 Millionen Euro wurden hier investiert, um aus den angelieferten Mehrwegkästen vollautomatisch die

leeren Flaschen zu entnehmen, optisch zu kontrollieren und wieder zu sortenreinen Veltins-Kästen zusammenzustellen. Ein „völliges Novum war das in der deutschen Brauindustrie", aber als Zukunftssicherung unabdingbar, denn die Handsortierung der über 50 verschiedenen Glasformen, die als Bier-Mehrwegflaschen im Umlauf sind, wäre auf Dauer viel zu kostenintensiv gewesen.

### Schnell und dicht

Schon frühzeitig, bereits in der Entwicklungsphase, begleitete Systemanbieter Viega dieses Projekt, da die kurze Bauzeit auch an die Rohrleitungssysteme besondere Anforderungen stellte. „Komplett aus Edelstahl sollten und mussten die Rohrleitungen im Brauereibereich schon aus Gründen des Lebensmittelrechts sein. Gleichzeitig sollte aber möglichst im gesamten Unternehmen ein einheitliches Rohrsystem für die unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt werden. Also beispielsweise für die Druckluftversorgung der Sortierbänder, die Betriebswasserleitungen – denn regelmäßig muss die gesamte Anlage gereinigt werden – oder für sonstige Betriebsmedien, die unter anderem in der Kühltechnik zum Einsatz kommen." Zudem sollte dieses universale Rohrsystem schnell zu installieren sein und die Option auf einfache Ergänzungen oder Reparaturen haben. Das Ergebnis – der Einsatz des Edelstahl-Rohrsystems Sanpress Inox von Viega – hat bis heute nichts von seiner Berechtigung eingebüßt. „Eher im Gegenteil", so das Unternehmen, „da allein schon durch die Pressverbindungstechnik 30 bis 40 Prozent an Zeit gegenüber dem früher üblichen

*20 Millionen Euro hat Veltins in die automatische Sortieranlage investiert – ein absolutes Novum in der Branche.*

*Ein System für (fast) alles: Das Sanpress Inox-Programm, das in den Nebenbetrieben der Brauerei unter anderem für Druckluftnetze, Sanitär und Betriebsmedien eingesetzt wird.*

Schweißen eingespart werden." Und das macht viel aus, denn Wartungs- und Reparaturarbeiten sind nur am Wochenende möglich, um das laufende Tagesgeschäft in der Brauerei nicht zu stören.

Was auch der Grund dafür ist, warum die Veltins-Instandhaltung die Viega-typische SC-Contur – die Zwangsundichtheit im unverpressten Zustand – so schätzt: Jede neue Druckluftleitung zum Beispiel in der Flaschensortierung vor der Inbetriebnahme gesondert auf Dichtheit zu prüfen, würde ebenfalls den zeitlichen Rahmen sprengen. Stattdessen wird bei der Befüllung auf Druckhaltung geachtet, eine eventuell vergessene Verpressung mit dem eigenen Presswerkzeug kurzerhand nachgeholt – und schon können sich die vollautomatischen Greifer pneumatisch wieder der braunen, roten, blauen, weißen oder schlicht transparenten Bierflaschen aus aller Welt annehmen, die über den Umweg Getränkegroßhandel auf den Sortierbändern in Grevenstein gelandet sind …

*Mit dem eigenen Presswerkzeug und einer umfassenden Ausstattung an Rohren und Verbindern wird der überwiegende Teil der Installations- und Wartungsarbeiten am Veltins Standort Grevenstein mit eigenen Mitarbeitern durchgeführt.*

**FLASCHEN-DILEMMA**

Unterschiedlich gestaltete Flaschenformen, -farben und -ausführungen tragen gerade im Bier-Business zur Identifikation des Genießers mit „seinem" Pils oder Bier oder Mischgetränk bei. Doch bereits seit Ende der 90er-Jahre war absehbar, dass daraus ein Sortier-Dilemma entstehen musste: Die Durchmischung der Einheitsgebinde wurde immer größer. Nach Angaben der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei sind mittlerweile etwa 50 unterschiedliche Mehrwegflaschen deutscher Unternehmen im nationalen Kreislauf unterwegs. Hinzu kommen, ausgelöst durch das Zwangspfand, unzählige Einzelflaschen aus sogenannten Sixpacks sowie Flaschen aus dem internationalen, grenzüberschreitenden Pils-Transit.

Durch die technisch äußerst aufwendige automatische Sortierung mit zehn Kamerasystemen gelingt es Veltins, über 95 Prozent der Mehrwegflaschen reinsortiert der eigenen Produktion oder dem bundesweiten Leergut-Kreislauf wieder zuzuführen.

Wie wichtig das nicht nur aus ökonomischen und ökologischen Gründen ist, zeigen immer wieder besonders heiße Sommer: Warme Temperaturen sorgen dann in Kombination mit dem massiv verringerten Anteil an Dosenbier dafür, dass Leergut immer wieder knapp wird und die Brauereien nur mit Mühe Lieferengpässe vermeiden können.

**ROHRSYSTEM SANPRESS INOX**

Das bei Veltins installierte Rohrsystem Sanpress Inox ist ausgelegt für

- alle Trinkwässer gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sowie entsprechende Betriebswässer,
- Betriebstemperaturen bis 85 °C; Tmax = 110 °C, und einen
- Betriebsdruck < 16 bar.

Bei den Edelstahlrohren in den Dimensionen 15 bis 108 mm handelt es sich um lasergeschweißte Leitungsrohre aus korrosionsfestem Edelstahl-Werkstoff 1.4401. Als wirtschaftliche Alternative ist das Sanpress Inox-Programm seit Kurzem um das absolut gleichwertige Sanpress-Rohr 1.4521 – also Rohr aus ferritischem Chromstahl – ergänzt worden.

In Unternehmen der Lebensmittelindustrie werden die Sanpress-Rohrleitungssysteme aus Edelstahl bevorzugt aufgrund ihrer hohen Widerstandsfähigkeit sowie der optischen Hygiene eingesetzt.

*Bei Veltins schätzt man an der Viega Systemtechnik nicht zuletzt die universelle Einsetzbarkeit des Rohrleitungssystems Sanpress Inox für unterschiedlichste Anwendungen.*

*Unter anderem aufgrund des wachsenden Anteils an Mischgetränken gibt es mittlerweile alleine in Deutschland über 50 unterschiedliche Mehrwegflaschen – und spätestens in der Brauerei muss dann aussortiert werden, was wieder befüllt werden kann und welche Flaschen zurück in den Leergut-Kreislauf gehen.*

**Autor:**
Viega GmbH & Co. KG
Viega Platz 1, 57439 Attendorn
T +49 2722 611428
sarah.marcus@viega.de, www.viega.de

# DIE TEILLAST BEHERRSCHEN

*Mangelnde Regelbarkeit bei der Energie- und Medienversorgung und schlechte Bedarfsanpassung erhöhen die Energiekosten. Nachdem dieses altbekannte Problem im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung bei der Löwenbrauerei Hall erkannt war, wurde es durch Anwendung zeitgemäßer Technik beseitigt.*

### Kesselanlage und Wärmeverteilung

Die Wärmeversorgung besteht aus einem einzelnen Heißwasserkessel mit einer Wärmeleistung von 2,7 MW. Der Gasbrenner aus dem Jahr 1987 hatte einen Regelbereich von ca. 1 zu 2,8 und konnte Leistungen unter 1.000 kW daher nicht ohne Takten abdecken. Bei Betrieb der Abfüllung ohne parallelen Sudhausbetrieb konnte der Brenner damit schon nicht durchlaufen. Eine veraltete Brennersteuerung tat ihr Übriges zu diesem schlechten Regelverhalten. Die enorme Schalthäufigkeit des Brenners war im Betrieb sofort ersichtlich.

Hier wurde durch eine Messung der Netztemperaturen und -durchsätze nachgewiesen, dass dieser Mangel zu sehr starken Schwankungen in der Vor- und Rücklauftemperatur führt, die sich ungünstig auf die Wärmeverbraucher und auch auf den Kesselkörper selbst auswirken.

Neben einer starken thermischen Wechselbeanspruchung des Kesselkörpers führt das Taktverhalten des Brenners auch zu erhöhten Verlusten durch das häufige Vorlüften des Brenners und ungünstige Feuerungswirkungsgrade durch die ständigen Lastwechsel und einen insgesamt zu hohen Luftüberschuss.

*Neuer Kombibrenner mit Drehzahlregelung*

Der Austausch des Brenners mit Kesselsteuerung erfolgte durch die Fa. Weishaupt. Dadurch konnte die Mindestlast des Brenners auf 450 kW abgesenkt und damit die Schalthäufigkeit während der Produktion extrem vermindert werden. Gleichzeitig wurden eine O2-Regelung zur Minimierung des Luftüberschusses und ein FU-geregeltes Brennergebläse realisiert und damit der Stand der Technik voll umgesetzt. Alleine die O2-Regelung reduziert die Abgasverluste im vorliegenden Fall um ca. 1,8 %, da der O2-Gehalt im Abgas von 6,7 auf 2,5 % gesenkt wird. Durch die Druckreserven des neuen Brenners wird es auch möglich, den Kessel später mit einem Economiser zur Ladung eines Energiespeichers nachzurüsten, was mit dem alten Brenner ebenfalls nicht möglich gewesen wäre.

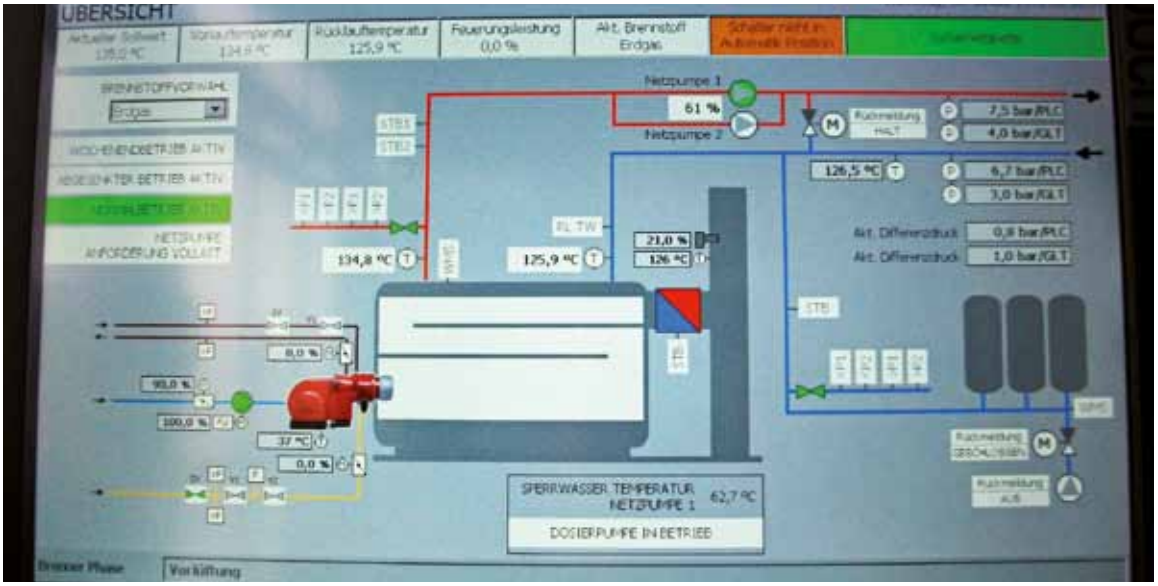
Ein wesentlicher Punkt der Modernisierung und Effizienzverbesserung besteht in der Möglichkeit, mit der neuen Steuerung gestufte und an den Bedarf angepasste Vorlauftemperaturen zu fahren. Eine Analyse der temperaturabhängigen Netzverluste ergab, dass durch eine Absenkung auf das jeweils nötige Minimum erhebliche Potenziale erschlossen werden. Durch eine Zeitsteuerung oder eine Rückmeldung der betroffenen Anlagen kann die Vorlauftemperatur außerhalb der Heizphasen im Sudhaus schon um ca. 25 K auf 110 °C abgesenkt werden. Nachts und am Wochenende kann eine zweite noch niedrigere Absenkstufe von 98 °C vorgewählt werden. Durch die intelligente Anlagensteuerung können auch parametrierbare Rampen zum bedarfsgerechten Hochfahren auf die oberen Sollwerte vorgegeben werden.

Schon kurz nach der Inbetriebnahme zeigte sich am Wochenende eine ganz erhebliche Reduzierung des Gasbedarfs um ca. 30 %. Diese resultiert aus den verminderten Verlusten des Kessels und des Netzes. Das Einsparpotenzial der Kesselhausmodernisierung liegt bei rund 270 MWh/a Gas und etwa 6.000 kWh/a Strom.

### Optimierung der Kälteversorgung

Wie häufig in komplett neu gebauten Brauereien zu beobachten, wurde in den 1980er-Jahren auch die Kälteversorgung mit großen Leistungsreserven konzipiert, die letztlich eine Überkapazität und mangelnde Regelbarkeit der Anlage mit sich brachte.

Die Anlage arbeitet überwiegend mit Direktverdampfung im Pumpenbetrieb. Daneben existiert nur noch ein Glykolkreislauf mit geringer Leistung zur Mineralwasserkühlung. Deutliche Schwankungen der Verdampfungstemperatur wirken sich durch die Direktverdampfung u.a. unmittelbar auf die Kühlflächen der ZKT aus. Die Anlage wurde mit einer Nennkälteleistung von gut 400 kW gebaut, die aber dank der günstigen Betriebsweise der Hauptverbraucher und dem sehr geringen Anteil von Raumkühlung nie benötigt werden. Einer der 4 baugleichen Grasso Verdichter wurde deshalb bereits vor längerer Zeit außer Betrieb genommen.




*Visualisierung der Brennersteuerung*

Wäre die volle Kälteleistung der Anlage mit 4 ungeregelten Kolbenverdichtern à 101 kW benötigt worden, dann wäre der theoretisch vorhandene Regelbereich von 1 zu 4 bzw. 25 % Minimallast vertretbar gewesen. Tatsächlich kommt die Anlage aber auch in der Spitze mit 2 Verdichtern aus, sodass letztlich nur 50 % oder 100 % Leistung bzw. zwei Stufen gefahren werden konnten. Dies führte zwangsläufig zu starken Schwankungen der Betriebstemperaturen, häufigen Taktzyklen, Problemen mit Eisbildung in den ZKT und einem zu hohen Energiebedarf.

*Kälteanlage der Brauerei*

Da das Saugvolumen der Verdichter ohne Regelbarkeit der Drehzahl oder Zylinderabschaltung nahezu konstant ist, kann bei schwankendem Kältebedarf keine annähernd konstante Verdampfungstemperatur erwartet werden. Vielmehr sinkt diese so weit ab, bis sich ein Gleichgewicht zwischen der sinkenden Kälteleistung und dem tatsächlichen Kältebedarf einstellt, solange nicht ein Grenzwertschalter anspricht und den oder die Verdichter abschaltet. Folglich arbeitet die Kälteanlage häufig mit wesentlich niedrigeren Verdampfungstemperaturen, als es für die Verbraucher notwendig wäre und der Strombedarf steigt, da sich das Druckverhältnis erhöht und der COP verschlechtert.

Leider war hier wie in vielen Fällen keine kontinuierliche Erfassung der Betriebstemperaturen mittels Druckaufnehmer und Datenlogger oder SPS vorhanden, sodass die tatsächliche Schwankungsbreite der Betriebstemperaturen gar nicht bekannt war.

Um die Anlage im ersten Schritt nicht grundlegend umbauen zu müssen, werden die Verdichter mit einer Zylinderabschaltung nachgerüstet, wodurch sich der Regelbereich sofort verdoppelt. Eine Drehzahlregelung durch FU war wegen der durch Riemenscheiben bereits stark abgesenkten Verdichterdrehzahl nicht mehr sinnvoll möglich. Stattdessen hätte einer der Verdichter durch einen kleineren, mit geringerem Hubvolumen und einem Drehzahlband von 650–1.450 1/Min ersetzt werden müssen. Wegen des guten Erhaltungszustandes der langsam laufenden Bestandsmaschinen wurde diese Option aber nicht weiterverfolgt.

Im Zuge der Modernisierung wurde auch der erneuerungsbedürftige Verdunstungskondensator ersetzt und mit einer Optimierungsfunktion der Kondensationstemperatur nachgerüstet. Dabei wird mit einer Messung der Außenlufttemperatur und -feuchte zunächst die aktuelle Feuchtkugeltemperatur der Luft berechnet und daraus ein Sollwert für die an der Anlage gewünschte Kondensationstemperatur gebildet. Dieser Sollwert wird dann über die Drehzahl der Lüfter am Kondensator einzuhalten versucht. Bei der Auswahl des neuen Kondensators wurden verschiedene Alternativen hinsichtlich Leistung und Baureihen verglichen und dann die langfristig energetisch günstigste ausgewählt. Mithilfe eines leicht überdimensionierten Rohrbündels im Kondensator konnte eine geringere Lüfterleistung gewählt werden und so ein insgesamt geringerer Strombedarf, bezogen auf die Kondensationsleistung, erreicht werden. Dabei zeigt sich wiederum, dass bei langlebigen Investitionen mit starkem Einfluss auf den Energiebedarf eine Betrachtung und der Vergleich mehrerer Alternativen bzw. Sonderlösungen ein gut investierter Mehraufwand sind.

Zudem wurde empfohlen, die Anlage mit einem Enthitzer zur Wärmerückgewinnung nachzurüsten, da die Anlage in der Heißgasleitung bereits mit Stutzen und Absperrventilen für diese Option ausgerüstet war und damit ein Einbau im laufenden Betrieb möglich ist. Für eine sinnvolle Einbindung in das Warmwassersystem müssen allerdings zunächst eine Bilanzierung durchgeführt und bauliche Anpassungen vorgenommen werden.

Die Anlagensteuerung war wegen neuer Sicherheitsrichtlinien und fehlender Ersatzteile für analoge Schaltverstärker ohnehin zum Ersatz angestanden, daher konnte die neue Steuerung nach dem Stand der Technik mit einer SPS und Visualisierung ausgerüstet werden, die die neuen Anlagenfunktionen integriert und gleichzeitig eine Kopplung an die zentrale Betriebsdatenerfassung erlaubt.

Durch die vorgestellten Maßnahmen wird eine Stromeinsparung von ca. 30.000–40.000 kWh/a erwartet.

*Photovoltaikanlage mit 330 W Modulen*

**Weitere Effizienzmaßnahmen**

Hohe Potenziale waren auch im Bereich Druckluftversorgung vorhanden. Hier wurden 5 alte Verdichter gegen eine Kombination aus einem drehzahlgeregelten Schraubenverdichter und einem Multi-Scroll-Verdichter mit übergeordneter Steuerung ersetzt. Da die Einsparung gegenüber der ineffizienten Altanlage bei deutlich über 35 % lag, konnte die Maßnahme im Rahmen einer sog. systemischen Optimierung durch das BAFA mit 30 % gefördert werden.

Zusätzlich wurde die alte Hallenbeleuchtung vollständig gegen moderne LED-Leuchten mit integrierten Bewegungssensoren ersetzt, die ebenfalls in dem o.a. Förderantrag enthalten war. Schließlich wurde auch noch eine Heißwasserumwälzpumpe im Rahmen einer Förderung ersetzt. Alleine diese Maßnahmen hatten beim Strombedarf ein Potenzial von über 200 MWh/a.

Details über die beschriebenen Maßnahmen wurden bereits an anderer Stelle veröffentlicht.

Als i-Tüpfelchen nahm die Brauerei im Juli 2014 noch eine Photovoltaikanlage mit knapp 100 kWp in Betrieb, die ca. 8 % des Strombedarfs decken wird. Durch eine sorgfältige Abstimmung der Leistung auf den Lastgang der Brauerei kann sichergestellt werden, dass kaum eine Netzrückspeisung stattfindet und damit fast nur Fremdstrom eingespart wird. Dies konnte durch eine Simulationsrechnung im Vorfeld gut abgestimmt und so eine optimale Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

Durch die Summe der beschriebenen Maßnahmen werden voraussichtlich folgende Energieeinsparungen erreicht:

- 270 MWh/a Gas
- 244 MWh/a Strom
- Zusätzlich ca. 90 MWh/a Fremdstromeinsparung durch die PV-Anlage

Die resultierende $CO_2$-Einsparung beträgt rund 210 t/a und ist für eine mittelständische Brauerei sehr beachtlich. Die Brauereiführung hat erkannt, dass eine konsequente Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen die erwünschten Erfolge liefert und Voraussetzung für langfristig verträgliche Energiekosten ist.

**Autor:**
Dipl. Brm. Franz Stolz,
FS Industrielle Energieberatung
Sperlweg 1, 84559 Kraiburg/Inn
T +49 8638 887627
stolz@fs-enertec.de, www.fs-enertec.de

**SCHLAGWÖRTER/SUCHBEGRIFFE**

- Energieeffizienz
- Förderung
- Heisswasseranlage
- Kälteanlage
- Maschinenzentrale
- Wärmerückgewinnung
- Energieoptimierung
- Planung

*Schüller Möbelwerk KG Herrieden*

# SCHNELLE, EFFIZIENTE UND SICHERE SYSTEM-LÖSUNGEN FÜR DEN ROHRLEITUNGS-BAU

Zurzeit errichtet die Schüller Möbelwerke KG ein neues Versandgebäude sowie eine damit verbundene neue Heizungsanlage. Ebenso werden bestehende Rohrleitungssysteme für Druckluft, Vakuum und Feuerlöschen erweitert. Wie schon vor einigen Jahren hat sich die Schüller KG auch diesmal für den Einsatz des genuteten Rohrverbindungssystems von Victaulic entschieden. „Der wichtigste Vorteil des Victaulic Systems besteht für uns im Ausschluss der Brandgefahr. Da die Versorgungsleitungen durch unsere Produktionshallen verlaufen, wollten wir die Feuergefahr möglichst komplett ausschließen. Daher und auch aufgrund der deutlich schnelleren Montagezeit gegenüber dem Schweißen sowie der flexiblen Einbaumöglichkeiten entschieden wir uns, das genutete Victaulic System einzusetzen", sagt Vitus Raab, technischer Leiter Betriebsmanagement der Schüller Möbelwerk KG.

### Schnelle, einfache und sichere Montage

Dieses Versprechen kann beim Einsatz von Victaulic ohne Wenn und Aber gehalten werden. Die montagefertigen Kupplungen (z. B. Typ 107) von Victaulic, welche ohne Drehmomentvorgabe mit einer normalen Ratsche oder einem Schlagschrauber montiert werden, stellen ausführende Firmen auch in großen Dimensionen (bis DN 300) vor keinerlei Probleme. Auch die Montage unter der Decke in großer Höhe kann mit Standardwerkzeug in kurzer Zeit erfolgen und spart somit Zeit. ,,Bei einem Bauvorhaben mit sehr strengen Sicherheitsanforderungen und engen Zeitplänen war für uns die Qualität der Rohrverbindungen und die Schnelligkeit der Montage sehr wichtig. Durch das Einsparen der Schweißarbeiten konnten wir ein sehr hohes Maß an Sicherheit und gleichbleibender Qualität auch in Brand gefährdeten Bereichen erreichen." (Sebastian Speer, Projektleiter Max Straube GmbH & Co. KG)

### Das „genutete" Konzept als Schlüssel zum Erfolg

Das Verbinden von Rohren mit genuteten Enden wurde bereits 1919 von Victaulic als erste mechanische Rohrverbindung eingeführt. Diese stellt eine Kombination aus mechanischer Kupplung und genuteten Rohrenden zum Verbinden von Rohrleitungssystemen dar. Victaulic ist DER Ansprechpartner für Systemlösungen im Rohrleitungsbau und besticht mit seiner Erfahrung von über

*Möglicher Pumpenaufbau im Heizungsbereich*

90 Jahren, seinen einzigartigen Produkten und deren hoher Qualität. Victaulic bietet Lösungen für „schwarzes", beschichtetes (z. B. AGI) oder verzinktes Stahlrohr sowie Edelstahl für Dimensionen von DN 50 bis 1500 an. Sie finden Victaulic in einer nahezu endlosen Vielfalt von Rohrleitungsanwendungen auf der ganzen Welt. Als Anwendungsbereiche können beispielhaft Heizungs-, Kühlungs-, Klima-, Brandschutz- und Sanitärinstallationen genannt werden.

*Bild links: Vakuumerzeugung – durch das spezielle Design der Dichtung ist ein Einsatz im Vakuumbereich ohne Weiteres möglich.*

*Bild rechts: Drucklufterzeugung mit Speicher – Victaulic Kupplungen und Armaturen sorgen für eine leckagefreie Druckluftversorgung.*

**SCHÜLLER MÖBELWERK KG**

Gegründet 1966 durch Otto Schüller, zählt das Unternehmen heute zu den Top 5 der Branche. Die rund 1.300 Mitarbeiter fertigen im fränkischen Herrieden jährlich über 100.000 Küchen – jede individuell auf den jeweiligen Kunden zugeschnitten, made in Germany und umweltorientiert.

Weitere Informationen unter www.schueller.de

### CPS Construction Piping Service

Durch den Einsatz von hochentwickelten BIM Koordinationsverfahren und Revit™ Softwarekompetenz können Sie sich darauf verlassen, dass die Abteilung Construction Piping-Service von Victaulic auch die kompliziertesten Bauprojekte erfolgreich modelliert.

Zur Optimierung zukünftiger Projekte bietet Victaulic zudem ein integriertes Planungs- und Managementsystem an. Die Victaulic Construction Piping Services Abteilung, die die Anforderungen an Material und Arbeitszeit bei der Installation von Nutrohr- und geschweißten Produkten vergleicht, kann Kunden die beste Lösung bezüglich ihres Bedarfs bereits während der Vorplanung aufzeigen. Darüber hinaus begleitet diese den weiteren Projektverlauf unterstützend, indem diese u. a. Ausführungszeichnungen und Materiallisten erstellt.

### Energie- und Kosteneffizienz

Eine effiziente Drucklufterzeugung sowie eine leckagefreie Druckluftverteilung werden hinsichtlich Energieeinsparung und der damit verbundenen Kostenersparnis immer wichtiger. Auch hier kann Victaulic durch die auf Druck reagierende Kupplung punkten.

**Autor:**
Frank Börstler,
Victaulic Europe
Gutenbergstraße 19, 64331 Weiterstadt
T +49 6151 95730
frank.boerstler@victaulic.com, www.victaulic.com

# PROZESSKÜHLUNG UND STROM-ERZEUGUNG FÜR KUNSTSTOFF-SPRITZGUSS-MASCHINEN MIT ADSORPTIONS-KÄLTEMASCHINEN UND BHKW

*Fortschrittliches KWKK System eines Betriebs in der Oberpfalz mit Vorbildfunktion für die gesamte Branche*

Berlin, Deutschland / Dezember 2013 – Seit Mai 2013 profitiert die Firma TRANSpofix an ihrem Hauptsitz zwischen Nürnberg und Regensburg von ihrer Anlage zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK). Das Unternehmen produziert eigenen Strom mit der Hilfe von drei Blockheizkraftwerken und verwendet die dabei anfallende Abwärme für Heizung und Kälteerzeugung. Als innovatives Unternehmen, das sich auf die Fertigung von hochmodernen Transportsystemen und die dazugehörigen Plastik- und Aluminiumteilen (Dickwandige Polyethylene) spezialisiert hat, war es fast selbstverständlich, auch eine äußert effiziente Haustechnikanlage zu verwenden. Nach eingehender Planung einigten sich Willibald Hergeth, Geschäftsführer der TRANSpofix GmbH, und Andreas Stephan, Juniorchef der Stephan Heizungsbau GmbH, auf eine Kombination von SenerTec Dachs BHKWs und InvenSor Adsorptionskältemaschinen. Die von der Firma InvenSor entwickelten Kältemaschinen wurden für ihre Effizienz bereits mehrfach ausgezeichnet. Sie nutzen die Abwärme von drei bei TRANSpofix installierten Blockheizkraftwerken (BHKW) als Antriebsenergie, um daraus Kälte zu produzieren. Derartige Anlagen sind inzwischen z. B. bei der Kühlung von Serverräumen Stand der Technik und auf dem Vormarsch auch in Anwendungen der industriellen Kunststofffertigung.

Die installierten BHKWs erzeugen den Strom für die komplette Hauptniederlassung der TRANSpofix in Berching und den Betrieb der Spritzgussmaschinen (SGM) zur Teilefertigung. Die erzeugte Abwärme wird als Antriebsenergie an die drei InvenSor Adsorptionskältemaschinen (AdKM) geleitet. Überschüsse werden im Winter zur Gebäudeheizung genutzt. Die thermisch angetriebenen Kältemaschinen können mit minimalem Einsatz von elektrischer Energie aus Abwärme Kälte erzeugen. Als umweltfreundliches Kältemittel verwenden sie reines Wasser und haben damit einen zusätzlichen großen Vorteil für die Umwelt gegenüber den vorher verwendeten Kompressionskältemaschinen.

Die drei Adsorptionsmaschinen vom Typ LTC 10 plus (Low Temperature Chiller) arbeiten bei TRANSpofix mit einer kombinierten Kälteleistung von 24 kW. Damit werden nicht nur die Spritzgussmaschinen gekühlt, sondern im Sommer auch die komplette Bürofläche (circa 900 m2) des Unternehmens. Bei ausreichend kalten Außentemperaturen werden die Produktionsmaschinen im Winter mithilfe der integrierten Free-Cooling-Funktion gekühlt, sodass die Abwärme der BHKWs für die Heizung zur Verfügung steht. Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung in vollendeter Form. Die produzierte Kälte wird in Form von Wasser in die Produktion geleitet und dort zur Abkühlung der geformten Kunststoffteile verwendet. Durch die ganzjährige Nutzung der drei BHKWs und der InvenSor AdKM erzielt dieses System einen sehr hohen Nutzungsgrad und kommt auf eine statische Amortisation von knapp fünf Jahren für die gesamte KWKK-Anlage – für industrielle Großanlagen ein ansprechend niedriger Wert.

Die Erwartungen des Geschäftsführers der TRANSpofix GmbH, Willibald Hergeth, wurden sogar übertroffen: „Ich muss wirklich sagen, dass die Einsparungen bis jetzt wirklich immens sind. Alle Komponenten der KWKK-Anlage harmonieren wunderbar und wir hatten bis jetzt quasi keine Downtime."

Im gleichen Raum wie die drei AdKMs steht ein Warmwasserpufferspeicher mit 3.500 Liter Fassungsvermögen, welcher die Wärme vorhält, die nicht direkt in die Gebäudeheizung oder zum Antrieb der AdKM fließt. Das Gleiche gilt für die Kälteseite: Hier installierte man einen Kaltwasserpufferspeicher mit 2.000 Liter Fassungsvermögen, um bei einer hohen Anforderung Kaltwasser nachzusteuern. Beide Puffer werden über Pumpen bedarfsgerecht gesteuert, sodass nie ein Engpass entstehen kann.

Die Inbetriebnahme der BHKWs wurde von Stephan Heizungsbau im Dezember 2012 durchgeführt, die AdKMs wurden im Mai 2013 dazugebaut. Andreas Stephan zeigt sich sehr zufrieden mit dem Gesamtsystem: „Die Installation verlief reibungslos und die ersten Daten bestätigen die immense Effektivität. Da wir auch die Abwärme der BHKWs ausnutzen, verringert sich die Amortisationszeit der Gesamtanlage noch einmal ein gutes Stück. Ich bin überzeugt, dass man diese Art von KWKK-Anlage im Spritzgussbereich noch öfter sehen wird. Die Zusammenarbeit mit der InvenSor GmbH war sehr professionell und wir werden diese noch forcieren." Stephan geht von einer jährlichen Laufzeit für die drei BHKWs von circa 7500 Stunden aus.

Um das KWKK-System auch in einer neuen Produktionshalle nutzen zu können, installierte Herr Stephan bereits Anfang November 2013 ein viertes BHKW, damit auch hier Strom und Wärme kostengünstig produziert werden können.

## INVENSOR – PIONIERE DER ANWENDERFREUNDLICHEN ADSORPTIONSKÜHLUNG

Die in Lutherstadt Wittenberg und Berlin ansässige InvenSor GmbH ist eines der führenden Unternehmen weltweit in der Entwicklung und Produktion von Adsorptionskältemaschinen in einem Leistungssegment von 5 kW bis 300 kW. Die Kältemaschinen von InvenSor erzeugen kaltes Wasser und nutzen dafür als Antriebsenergie Wärme statt Strom. Typische Wärmequellen sind Blockheizkraftwerke, Solaranlagen und industrielle Prozesse. Für die Kühlung gibt es vielfältige Anwendungsmöglichkeiten wie beispielsweise Rechenzentren, Büroräume, Verkaufsräume, oder die Kühlung von industriellen Prozessen. Ingenieuren des Unternehmens ist es gelungen, auch so genannte Zeolithe in den Adsorptionskältemaschinen sehr effektiv einzusetzen. Wasser dient als umweltfreundliches Kältemittel. Das Unternehmen, das 2009 und 2012 mit dem Kältepreis des Bundesumweltministeriums und 2010 mit dem Intersolar Award ausgezeichnet wurde, bietet Spitzentechnologie „Made in Germany".

Die InvenSor Adsorptionskältemaschinen gehören zu den anwenderfreundlichsten Geräten auf dem Markt. So lassen sich Zieltemperaturen für Kaltwasser und für den Rücklauf im Antriebskreislauf über das mehrsprachige farbige Touch-Display sehr einfach einstellen. Auch die Nutzung als Wärmepumpe ist schon vorbereitet und kann am Gerät aktiviert werden. Mit der bereits integrierten Hydraulik können Fachleute und Planer ihre speziellen Lösungen, wie z.B. Nutzung von Freier Kühlung an kalten Tagen, umsetzen, ohne die Komplexität und damit Fehleranfälligkeit der Gesamtanlage wesentlich zu erhöhen. Der leicht zu bedienende Inbetriebnahmemodus, die automatische Betriebsoptimierung und die standardmäßig vorhandene Internet-Schnittstelle machen die Geräte von InvenSor zu Plug&Play-Geräten, die selbst mit geringen Vorkenntnissen sehr gut zu bedienen sind.

**Autor:**
Invensor GmbH
Nussbaumweg 7–9, 06886 Lutherstadt Wittenberg
T +49 30 46307396
info@invensor.de, www.invensor.de

# OPTIMIERUNG DES ANLAGEN-BETRIEBS – MIT SES SYSTEM EFFIZIENZ SERVICE®

*Steigerung von Rentabilität und Verfügbarkeit durch umfassende Systemanalyse*

SES System Effizienz Service® zeigt Ihnen Möglichkeiten auf, einen energieeffizienten Betrieb von Pumpsystemen bei verlängerten Standzeiten einzustellen. Unabhängig vom Anwendungsbereich – ob Energie, Industrie, Wasser oder Abwasser – ist es uns durch die Erfassung umfangreicher Messdaten möglich, den Anlagenbetrieb zu bewerten und sowohl Einsparpotenzial (Energieeffizienzanalyse) als auch Ursachen für Schäden (Schadensanalyse) zu identifizieren. Wir bewerten den Betriebsbereich der Pumpen unabhängig von Aufstellungsart (trocken/nass) und Hersteller, ab einer Leistungsklasse von 30 kW. Auf Wunsch ist auch eine Messung im Ex-Bereich möglich.

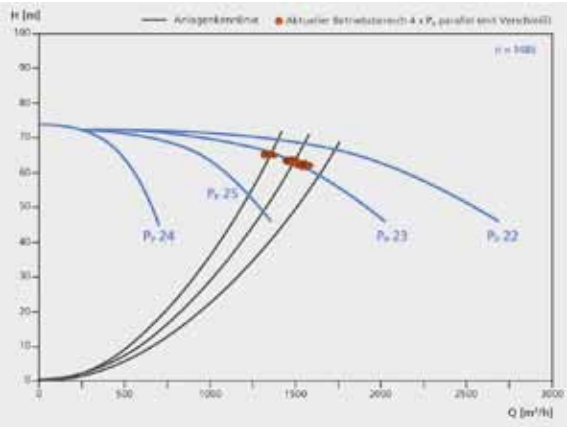
### Unsere Leistungen

- Erfassung von Prozess- und Schwingungsgrößen durch Vor-Ort-Messung:
- Druck (EN ISO 9906)
- Drehfrequenz
- Mediums- und Lagertemperatur
- Fördermenge
- Analogsignale (Kunde) 0/4-20 mA
- Schwingung (EN ISO 10816)
- Bestimmung der Wirkleistung durch mobile Leistungsmessung
- Durchführung von Frequenzanalysen zur Identifizierung von Schadensursachen
- Ergebnisbericht und -präsentation inklusive Maßnahmenplan und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Kostenfreie Zweitmessung zur Verifizierung der umgesetzten Maßnahmen

### Ihre Vorteile

- Transparenz über Förderdaten und Aggregatswirkungsgrad
- Kompetente Beratung durch erfahrene Projektingenieure
- Steigerung der Rentabilität und -verfügbarkeit durch Aufdeckung von Optimierungspotenzial bzw. Schadensursachen

- Sicherung des nachhaltigen Betriebs von Pumpen und Armaturen
- Hersteller-Know-how – von der Laufradanpassung über Retrofitmaßnahmen und Drehzahlregelung bis hin zur Neuauslegung von Pumpen




### Energieeffizienzanalyse in einem Stahlwerk

Die Analyse des Kühlwasserkreislaufs mit Blick auf Effizienzsteigerung ergibt eine Energieersparnis von über 23 Prozent. Die Spiralgehäusepumpen zirkulieren Kühlwasser in einem geschlossenen Kreislauf.

### Ergebnis SES

Bedingt durch Verschleiß werden aktuell vier statt drei Pumpen zur Deckung des Anlagenbedarfs benötigt.

### Optimierungsmaßnahmen

- Bedarfsgerechte Auswahl einer neuen Pumpenbaugröße mit optimalem Wirkungsgrad in Kombination mit Motoren der Energieeffizienzklasse IE3
- Reduzierung der dynamischen Verluste durch Verwendung von strömungsgünstigen Armaturen

**KOSTENEINSPARUNG DURCH SES**

| | |
|---|---|
| Energiekosten pro Jahr vor der Optimierung | 275.518 € |
| Energiekosten pro Jahr mit Drehzahlregelung | 211.749 € |
| Einsparung pro Jahr | 63.769 € |
| Kosten für Pumpen, Motoren, Armaturen | 86.127 € |
| Amortisationszeit | 1,4 Jahre |
| Energieeinsparung | 958.933 kWh |
| Einsparung $CO_2$ | 613 t |

**KOSTENEINSPARUNG DURCH SES**

Reparatur- und Instandsetzungskosten (pro Jahr)
24.862 €

### Schadensanalyse in einem Industriekraftwerk

Ziel der Systemanalyse ist die Ermittlung der Ursache für den wiederholten Ausfall der beiden Speisewasserpumpen – in Verbindung mit Schäden an Axiallager, Entlastungspartie und Gleitringdichtung. Die Gliederpumpen fördern Speisewasser zur Erzeugung von Prozessdampf.

### Ergebnis SES

Die Prozessdaten belegen einen Abfall im Zulaufdruck, verbunden mit einem kurzzeitigen Peak, der mit erhöhten Schwinggeschwindigkeiten korreliert. Ursache hierfür ist ein Temperatur-/Druckabfall im Speisewasserbehälter, resultierend aus einer zu großen Einspeisung von Kaltkondensat. Das zu diesem Zeitpunkt noch wärmere Kondensat in der Leitung zur Pumpe bildet Dampfblasen, die im Pumpeneintritt zerfallen (Dampfschlag).

### Optimierungsmaßnahmen

Zu große Temperaturschwankungen im Speisewasserbehälter durch eine gleichmäßigere Einspeisung von Kaltkondensat vermeiden

**Autor:**
KSB AG, Vertriebshaus Nürnberg
Bartholomäusstr. 26 c, 90489 Nürnberg
T +49 911 5860870
vertrieb-nuernberg@ksb.com, www.ksb.com

# VORISOLIERTE ROHRLEITUNGS-SYSTEME AUS PVC-U UND ABS

*Georg Fischer entwickelt und produziert als führender Anbieter von Rohrleitungssystemen und Komponenten aus Kunststoff und Metall anwenderorientierte Lösungen für den sicheren Transport von Flüssigkeiten und Gasen.*

*Das familiengeführte süddeutsche Unternehmen Eloxal Barz hat sich mit dem Eloxieren von Aluminium überregional einen Namen geschaffen. Eloxal Barz produziert für Kunden aus den unterschiedlichsten Bereichen wie für die Fahrzeug-, Sport- und medizinisch-technische Industrie. Aber auch Präzisionsteile aus der Feinmechanik werden eloxiert.*

**Was bedeutet der Vorgang des Eloxierens für die Anforderungen an das verwendete Rohrleitungssystem?**

Aluminium überzieht sich an der Atmosphäre sofort mit einer natürlichen Aluminiumoxidschicht. Diese nur sehr dünne und unregelmäßige Schutzschicht ist für die meisten Anwendungsfälle nicht ausreichend. Daher wird die Mehrzahl an Aluminiumbauteilen eloxiert. Hierbei wird mittels elektrochemischer Verfahren eine mindestens 1000-fache dickere Aluminiumoxid-Schicht erzeugt.

Eloxieren nennt man das elektrische Oxidieren von Aluminiumoberflächen (Elox = elektrolytisches Oxidieren). Dabei wird durch einen elektrochemischen Prozess die Oberfläche des Metalls chemisch umgewandelt. Ein Teil der Schicht wächst in den Grundwerkstoff und ein Teil wächst nach außen. Die Schicht weist hexagonale Poren auf. Nach dem Eloxieren werden die Poren der Eloxalschicht durch Verdichten geschlossen und die chemische Zwischenverbindung in ihre Endform überführt. Taucht man das Bauteil vor dem Verdichten in einen geeigneten Farbstoff, so lagert sich dieser in den Poren ein und wird nach dem Verdichten in die Eloxalschicht eingeschlossen.

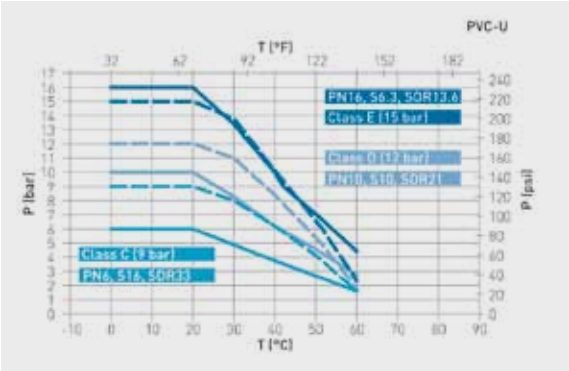
*Farbpalette für lichtechte und witterungsbeständige Schichten.*

Für die Schwefelsäure im Eloxalbad ist der chemikalienbeständige Rohrleitungswerkstoff PVC-U bestens geeignet. Kondensatbildung am PVC-U-Rohr muss aber verhindert werden, da abtropfendes Kondensat in der Anlage mit der säuregeschwängerten Luft beim Abtropfen Korrosion verursacht.

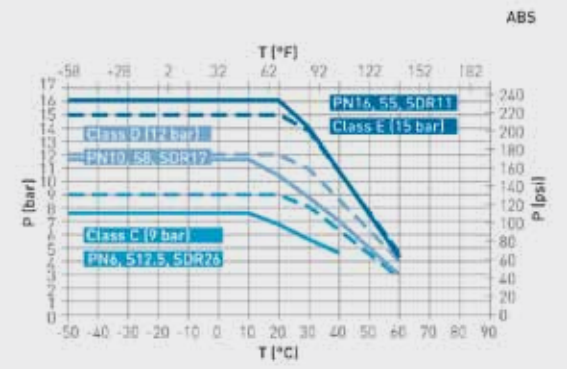
Die meisten Standardisolierungen erfüllen nicht dauerhaft die hohen Anforderungen bei den aggressiven Umgebungsbedingungen, so hat GF Georg Fischer sich an den Wünschen der Firma Barz orientiert und die PVC-U-Fittings und -Rohre werkseitig vorgedämmt. Das medienführende d 90 mm PVC-URohr erhielt eine Polyurethan-Isolation mit einem Lambda-Wert von 0,026 W/mK und einer Schaumdichte von 55 kg/m³. Das Außenrohr d160 mm für PVC-UFitting und Rohr ist aus PE HD-Material, das schlagfest, widerstandsfähig und im Bedarfsfall leicht zu reinigen ist. Die Verbindungsstellen von Fitting und Rohr werden mit einem Isolierprofil nach der Druckprobe gedämmt und mit einem PE-Schrumpfschlauch diffusions- und wasserdicht verschlossen.

**GF PVC-U System (0 °C bis +60 °C)**

Verbindungstechnik Muffenkleben – firmeneigene PVC-U-Rezeptur weichmacherfrei mit Trinkwassereignung. Das Allroundmaterial mit exzellenter Chemikalien- und Korrosionsresistenz bietet zahlreiche Anwendungsfelder im industriellen Rohrleitungsbau, Wasser- Abwasser- und Vakuumleitungen sowie viele Säuren- und Laugenleitungen können zuverlässig und leicht hergestellt werden.



Nicht nur für die Schwefelsäureleitung wurde ein vorisoliertes Rohr eingesetzt, auch für die Kühlwasserleitung, ein Glykol-Wasser-Gemisch im Temperaturbereich von -5 °C, hier wurde der klebbare Kunststoff ABS eingesetzt. ABS hat im unteren Temperaturbereich eine sehr hohe Schlagfestigkeit. Im Gegensatz zum vorisolierten PVC-U ist das vorisolierte ABS ein lagerhaltiges Standard-Sortiment mit dem Markennamen Cool-Fit ABS.




## ABS-System

ABS-Systeme erlauben Anwendungen im Temperaturbereich von -50 °C bis +60 °C. Die außergewöhnlich hohe Kerbschlagzähigkeit bezeichnet die Robustheit und Toleranz des Materials gegen Verletzungen der Oberfläche (halogenfreies Material).

## Vorteil

Bei den vorisolierten klebbaren Leitungssystemen kann das Rohr direkt in den isolierten Muffenfitting eingeklebt werden, Fitting an Fitting werden auf engstem Raum miteinander verbunden. Formteile können auf alle Dimension reduziert werden, ohne die Baulänge zu beeinträchtigen. Die Nachisolierung an der Verbindungsstelle ist nur 1 cm breit. Kältebrücken durch die Rohrhalterung können nicht entstehen, da die Rohrbefestigung am Außenrohr angebracht wird. Die schnellste Verbindung gerade bei den großen Nennweiten ist die Klebetechnik ohne Zweifel. Spezialwerkzeuge oder Maschinen werden für die Rohrverbindung nicht benötigt.

**Autor:**
Helmut Hötzl, Georg Fischer GmbH
Daimlerstr. 6, 73095 Albershausen
T +49 7161 3020
info.de.ps@georgfischer.com, www.gfps.com

Weiterhin verwendete Werkstoffe und Armaturen von GF Georg Fischer in der Eloxalanlage:
Rohrleitungen aus PE 100
Armaturen: PP-H Kugelhahn Typ 546, handbetätigt
Membranventile PP-H Typ 514, handbetätigt
Membranventil PP-H Typ Diastar, pneumatisch betätigt
Durchflussmesssystem Integraler Durchflusstransmitter 9900
Schmutzfänger PVC-U
Werkstoffeigenschaften PVC-U und ABS

| | ABS | PVC-U | |
|---|---|---|---|
| Halogenfrei | ja | nein | |
| UV stabilisiert | nein | ja | |
| Charpy Kerbschlagzähigkeit bei 23 °C | >=42* | >=6* | EN ISO |
| Charpy Kerbschlagzähigkeit bei –40 °C | >=10* | | EN ISO |
| Charpy Kerbschlagzähigkeit bei 0 °C | | >=3* | EN ISO |
| Max. Betriebstemperatur | 60 °C | 60 °C | |
| Min. Betriebstemperatur | –50°C | 0 °C | EN ISO |
| Vicat-Erweichungstemperatur | >= 94°C* | >=76 °C* | EN ISO |
| Einsatz in Chemikalienleitung | nein | ja | |

# INNOVATIVE TECHNISCHE GEBÄUDE-AUSRÜSTUNG

*Bild 1: Im Dezember 2014 wurde auf dem Außengelände der Medizinprodukteaufbereitung Tirol GmbH eine Hybrid-Hebeanlage verbaut.*

# INNSBRUCKER UNTERNEHMEN SETZT AUF XL HYBRID-HEBEANLAGE

**Alternative zur klassischen Hebeanlage leitet das Abwasser der Medizinprodukteaufbereitung Tirol GmbH zuverlässig ab**

Für Gewerbebetriebe ist es wichtig, dass anfallendes Abwasser immer zuverlässig abgeleitet wird, ohne dass es durch Stromausfälle oder durch einen Rückstau zu Betriebsunterbrechungen kommt. Die Medizinprodukteaufbereitung Tirol GmbH (Bild 1) hat sich für eine moderne Lösung entschieden: die Hybrid-Hebeanlage Ecolift XL des Herstellers KESSEL. Im Dezember 2014 wurde die neue Anlage innerhalb nur eines Tages installiert.

## Das natürliche Gefälle nutzen

Seit August 2013 werden im westlich von Innsbruck gelegenen Zirl wiederaufbereitbare Medizinprodukte von der Medizinprodukteaufbereitung Tirol GmbH gereinigt, desinfiziert, kontrolliert, gepflegt, gepackt sowie sterilisiert und anschließend wieder an die Kunden versandt. Bis zum Dezember 2014 gab es für dieses Gebäude noch keinen produktionserhaltenden Rückstauschutz, der eine unbeeinträchtigte Produktion auch im Rückstaufall ermöglicht hätte. Als diese Optimierung installiert werden sollte, wurde seitens Projektteam Tilak B+T/TB SpieglTec nach einer Alternative zu herkömmlichen Hebeanlagen gesucht.

*Bild 2: Die Alternative zur klassischen Hebeanlage: Ecolift XL.*

Die Lösung wurde bei der KESSEL AG gefunden. „Hybrid-Hebeanlagen können bei Gefälle zum Kanal eingesetzt werden und bringen gegenüber klassischen Hebeanlagen eine deutliche Ersparnis in den Betriebs- und Wartungskosten“, sagt Patrick Hörhager. Hybrid-Hebeanlagen wie Ecolift XL (Bild 2) nutzen den direkten Weg (Bild 3), das Gefälle zum Kanal (Bild 4). Nur bei Rückstau schließen die motorisch betriebenen Klappen und das Abwasser wird über eine Druckleitung mit Rückstauschleife in den Kanal gepumpt (Bild 5). So ist eine Nutzung der Ablaufstellen unterhalb der Rückstauebene auch während eines Rückstaus möglich, denn das Abwasser wird gegen den Rückstau in den Kanal gepumpt.

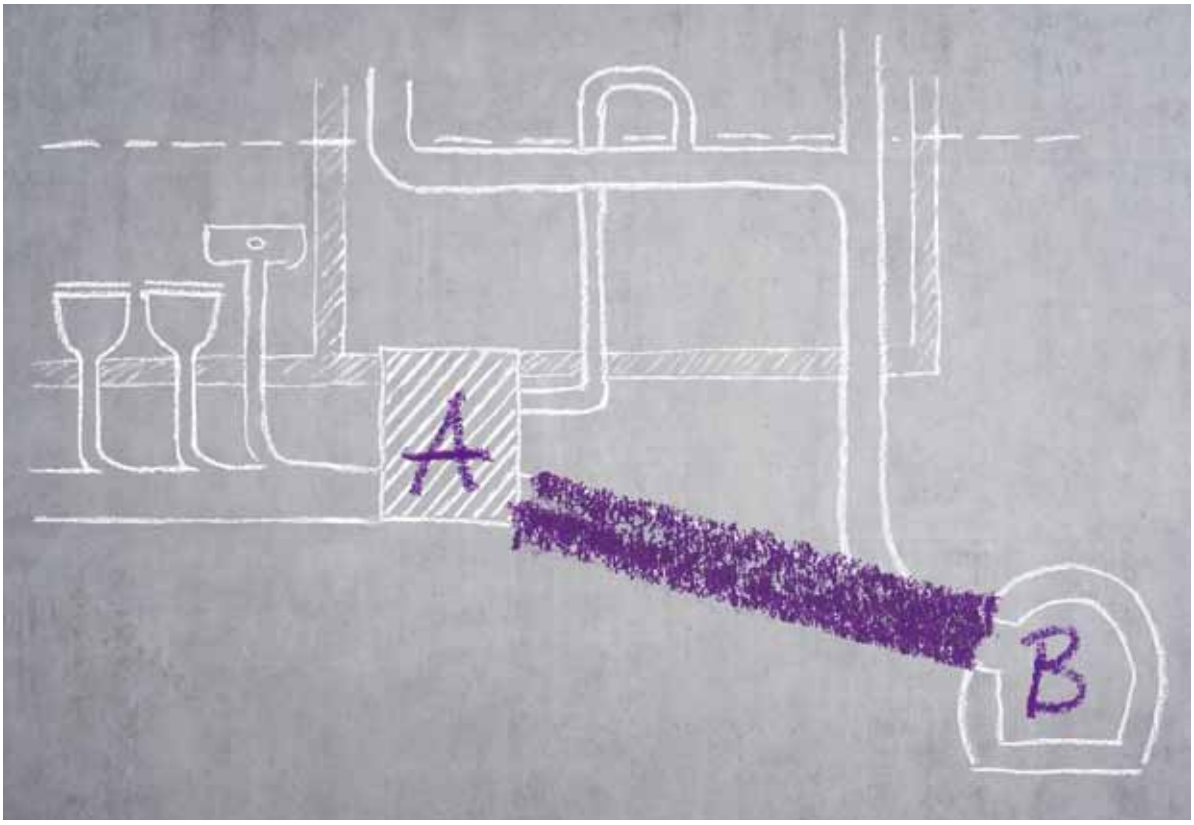



*Bild 3: Hybrid-Hebeanlagen nutzen den direkten Weg – das natürliche Gefälle zum Kanal.*

*Bild 4: Im Normalbetrieb fließt das Abwasser mit dem Gefälle zum Kanal ohne den Einsatz von Energie ab. So ist die Abwasserentsorgung während eines Stromausfalls gesichert.*

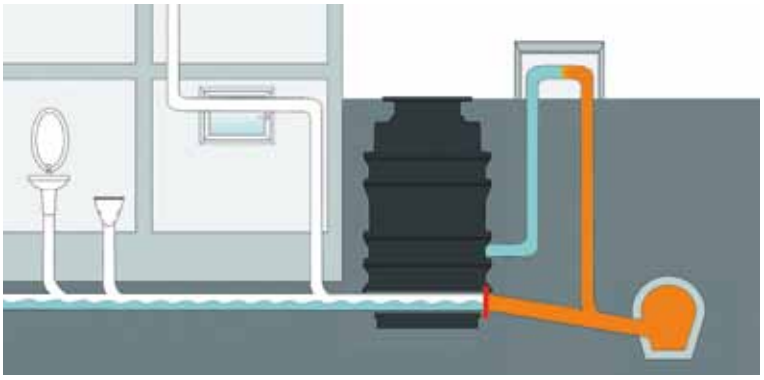


*Bild 5: Zuverlässig auch bei Rückstau: Im Rückstaufall schließt das automatische Verschlusssystem und das anfallende Abwasser wird über eine Druckleitung mit Rückstauschleife in den Kanal gepumpt.*

### Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb

Damit eine Hybrid-Hebeanlage auch reibungslos funktionieren kann, müssen nur wenige Voraussetzungen erfüllt werden. Zum einen ist ein Gefälle zum Kanal erforderlich, damit das Abwasser im Normalbetrieb auf direktem Weg abfließen kann. Zum anderen ist der fachgerechte Einbau ausschlaggebend für einen problemlosen Betrieb. Außerdem müssen Entlüftung und Zulaufleitung ordnungsgemäß verlegt werden.

### Sicher und sparsam

„Die Funktionsweise der Hybrid-Hebeanlage spart durch das seltene Pumpen – nur bei Rückstau und der einmal monatlichen Selbstdiagnose benötigt die Anlage Strom – Kosten für den Betreiber und schont die Umwelt. Darüber hinaus ist auch bei Stromausfall sichergestellt, dass das Abwasser zuverlässig abgeleitet wird", erklärt Hörhager. Während bei einer klassischen Hebeanlage das Abwasser in einem solchen Fall nicht in den Kanal gepumpt werden kann, nutzt die Hybrid-Hebeanlage das Gefälle und das Abwasser fließt ohne teure Hilfsenergie in den Kanal. Zudem schützt eine Hybrid- genau wie eine klassische Hebeanlage zuverlässig vor Rückstau: Hybrid-Hebeanlagen verfügen über eine Druckleitung mit Rückstauschleife, durch die im Rückstaufall das Abwasser in den Kanal gepumpt wird. Die Rückstauschleife sorgt dafür, dass während eines Rückstaus das Wasser aus dem Kanal nicht in das Gebäude zurückdrücken kann. So ist das Gebäude vor Schäden durch Rückstau sicher, ohne dass ständig eine Pumpe laufen muss.

### Schneller Einbau trotz hohem Grundwasserspiegel

Ecolift XL wurde innerhalb eines Tages außerhalb des Gebäudes in einen Kunststoffschacht integriert ins Erdreich eingebaut. „Der Kunststoffschacht konnte aufgrund seines geringen Gewichts schnell montiert werden. Auch der hohe Grundwasserspiegel stellte kein Problem dar", teilt das Projektteam mit. Der Schacht hält Grundwasser bis zu einer Höhe von drei Metern ab der Unterkante des Schachtes stand. Nachdem die Baugrube für die Anlage ausgehoben worden war, konnte das Technikmodul mit

*Bild 6: Während des Einbaus wurde zunächst das Technikmodul der Hybrid-Hebeanlage in der Baugruppe platziert und angeschlossen.*

*Bild 7: Das Schachtmodul wurde am aufgeschweißten Schachtring des Technikmoduls montiert. In nur einem Tag konnte der gesamte Einbau abgeschlossen werden.*

**DATEN UND FAKTEN DES PROJEKTS**

Bauherr
Tirol Kliniken GmbH
Gebäudetechnikprojektleiter:
Ing. Patrick Hörhager
Maximilianstraße 35
A-6020 Innsbruck

Ausführung
Strabag AG
Günther Hofer
Sterzinger Straße 1
A-6020 Innsbruck

Planung
SPIEGLtec GmbH
consulting engineers
Projektleiter: Hannes Messner
Niederfeldweg 9a
6230 Brixlegg/Tirol

Verwendete Produkte
Ecolift XL

aufgeschweißtem Schachtring eingesetzt und an die Abwasserleitung angeschlossen werden (Bild 6). Anschließend wurde das Schachtmodul darauf befestigt (Bild 7), die Aussparung rund um den Schacht wurde verfüllt und das Aufsatzstück wurde montiert und an die erforderliche Höhe angepasst. „Dank der guten Beratung durch die KESSEL-Mitarbeiter und die unkomplizierte Montage verlief der Einbau reibungslos“, erklärt das Projektteam.

**Autor:**
Lars Weißmann,
KESSEL AG
Bahnhofstraße 31, 85101 Lenting
T +49 8456 27364
lars.weissmann@kessel.de, www.kessel.de

Alle Bilder: KESSEL AG

# REFERENZ-OBJEKT: MENNEKES, LENNESTADT

Die Firma Mennekes aus Kirchhundem gilt als eines der weltweit führenden Unternehmen für Elektrosteckvorrichtungen und Ladestationen für Elektroautos. Aufgrund der stetigen räumlichen Weiterentwicklung am Hauptsitz wurde als letzte Baumaßnahme eine Büroetage ausgebaut. Von Anfang an stand hier eine energieeffiziente und komfortable Lösung für die Klimatisierung der Räume im Fokus, die sich aber auch in die moderne und offene Architektur des Gebäudes integrieren sollte. Die Etagenaufstockung besteht aus einem Stahlskelett mit umlaufender Glasfassade. Wunsch und Vorgabe war, dass die Stahlträgerstruktur in den Büroräumen erhalten und sichtbar bleibt. Da es keine Installationsebene gab, sollten alle Leitungen sichtbar verlegt werden, ohne dabei zu „technisch" zu wirken.

Unter Einbeziehung der großen Erfahrung der Firma aquatherm im Bereich der Heiz- und Kühldecken wurde ein Konzept für die Klimatisierung der Etage

erstellt. Durch eine Konstruktion mit Metalldeckensegeln, in die aquatherm black system-Register eingebracht werden, konnten die recht hohen Heiz- und Kühllasten gänzlich abgedeckt werden. Die Perforation und das Akustikvlies der Metallsegel bieten in Kombination mit den Registern ein sehr hohes Maß an Schallabsorption. Zusätzlich können aufgrund der individuellen und maßgerechten Fertigung der Deckensegel die zur Verfügung stehenden Deckenflächen optimal genutzt werden.

Die Geometrie der Räume erforderte sehr große Deckensegel, die nicht als eine Einheit gefertigt werden konnten. Somit mussten die Segel auf der Baustelle aus einzelnen Elementen zusammengebaut werden. Hierzu war eine reibungslose Zusammenarbeit zwischen dem Trockenbauer, der die Segel an der Decke befestigte, und dem Heizungsbauer, der einerseits just in time die aquatherm black system-Register in die Kassetten einsetzen musste und andererseits parallel dazu die Verrohrung anzubringen hatte, erforderlich.

**Autor:**
aquatherm GmbH
Biggen 5, 57439 Attendorn
T +49 2722 9500
infoservice@aquatherm.de, www.aquatherm.de

# REFERENZ-OBJEKT: KÖ-BOGEN, DÜSSELDORF

Der gigantische Kö-Bogen war zu Baubeginn 2009 das größte innerstädtische deutsche Bauprojekt und eines der größten Bauvorhaben in Deutschland überhaupt mit Investitionen von weit über 400 Millionen Euro. Mit seinen 26 Metern Höhe auf einem mitten in der Stadt 9.000 Quadratmeter umfassenden Grundstück und seinem kurvenreichen Gewand gilt er bereits jetzt als Stil-Ikone – ein komplexes städtebauliches Konzept, das sich auf die historischen Qualitäten der Innenstadt Düsseldorfs zurückbesinnt.

Vor allem das Zukunftsthema Nachhaltigkeit ist außerhalb und innerhalb des Gebäudes präsent und war bei der Planung des Kö-Bogens eminent wichtig, sowohl für den Projektentwickler als auch für die Stadt Düsseldorf. Die in diesem Projekt vertretenen aquatherm-Produkte haben die hohen Ansprüche bzgl. Umwelt und Nachhaltigkeit erfüllt.

Im Kö-Bogen wurde auf drei Etagen das aquatherm red pipe-Rohrleitungssystem in die Decke eingebaut, dafür wurden die Rohrleitungen in Beton eingegossen. Alle notwendigen Strang- und Zuleitungen wurden nach Zeichnung im aquatherm-Verteilerbau vorgefertigt, in Attendorn auf Dichtigkeit geprüft und ein Schweißprotokoll erstellt. Anschließend wurden die Produkte nach Düsseldorf geliefert und dort eingebaut.

Konkret wurden – auf 25 Bauabschnitte verteilt – ca. 3.400 Sprinkleranschlüsse und 6.500 Rohrmeter inklusive der Formteile eingebaut, sodass die Einbauzeit auch in die Wintermonate fiel. Beim Abdrücken der Rohre wurde daher ein Wasser-Glykol-Gemisch verwendet, um eine Beschädigung der Rohrleitungen durch Frost zu vermeiden. Die Anzahl der Sprinkleranschlüsse fällt sehr hoch aus, da man sich den Luxus geleistet hat, sie zu verdoppeln. So kann später die sogenannte Schutzfläche auch bei baulichen Veränderungen in den Räumlichkeiten, z. B. das Versetzen von Wänden, eingehalten werden.

**Autor:**
aquatherm GmbH
Biggen 5, 57439 Attendorn
T +49 2722 9500
infoservice@aquatherm.de, www.aquatherm.de

# XXL-VERTEILER FÜR CHINA

Die Sanitär- und Heizungsinstallationen eines jeden Bauobjektes sind nicht nur für Architekten und Planer immer wieder eine zeitliche und logistische Herausforderung. Die Umsetzung vor Ort stellt anschließend die ausführenden Bauleiter vor oft nicht unerhebliche Probleme. Weder die äußeren Voraussetzungen noch die zeitlichen Vorgaben lassen dann zu, sich mit der Konstruktion eines anspruchsvollen Verteilers detailliert zu beschäftigen. Dazu kommen hohe Arbeitskosten für den zeitlichen Aufwand und diverse Probleme direkt vor Ort, die meistens nur sehr kostenintensiv zu lösen sind.

Hier bietet aquatherm seinen Kunden eine Alternative: Wir planen und bauen für Sie Ihre Verteiler direkt im Werk komplett nach Ihren Vorgaben und versenden diese einbaufertig an jeden beliebigen Ort dieser Welt.

Dafür liefern Sie uns lediglich Ihre entsprechenden Zeichnungen und/oder Skizzen mit Maßangaben. Sie erhalten von uns ein Angebot einschließlich Materialauszug und Zeichnung. Ein kompetentes Team von erfahrenen Technikern steht Ihnen dafür mit Rat und Tat zur Seite.

Ein gutes Beispiel für die komplexe Arbeit des Verteilerbau-Teams ist der XXL-Verteiler, der für seinen Einsatz als Ballastleitung nach China verschifft wurde. Die Lieferung umfasste insgesamt fast 250 m aquatherm blue pipe SDR 17,6 MF-Rohre und über 100 Fittings in den Dimensionen 160-630 mm.

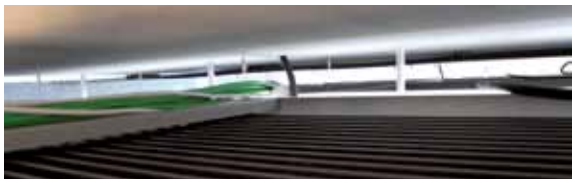
**Autor:**
aquatherm GmbH
Biggen 5, 57439 Attendorn
T +49 2722 9500
infoservice@aquatherm.de, www.aquatherm.de

# REFERENZ-OBJEKT: DES WAHNSINNS FETTE BEUTE, ATTENDORN

Als die Attendorner Strategieberatung für Markenkommunikation „Des Wahnsinns Fette Beute" (DWFB) den Bau eines neuen Agenturgebäudes in Form einer modernen Strategiefabrik plante, spielten die Themen Energieeffizienz und Raumklima eine besondere Rolle. Neben Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit sollten vor allem optimale Arbeitsbedingungen für die 37 Strategie- und Kreativarbeiter realisiert werden. Um das zu erreichen, setzte man bei der technischen Raumklimatisierung des 827 m2 großen Gebäudes auf die Planung und Beratung durch aquatherm sowie das aquatherm black system.

Um Form und Funktion in Einklang zu bringen, entschied man sich, wie in der industriellen Fertigung auch, die technische Infrastruktur in den Arbeitsbereichen sichtbar unter den Raumdecken unterzubringen. Die Raumklimatisierung, das Heizen und Kühlen, übernehmen aquatherm black system-Register, die in Deckensegel eingeklebt sind. In den für Workshops und Kundengespräche vorgesehenen Konferenz- und Meetingräumen, im Gebäudeflur sowie in den WCs ist das black system als Wand- oder Deckenheizung im Putz ausgeführt. Mit der Gebäudehülle sowie der gewählten Heiz- und Kühlanlage wurden die Voraussetzungen geschaffen, um das aquatherm black system optimal einsetzen zu können. Das fing bereits bei der unaufwendigen Montage der Register an. Diese wurden, für die Verwendung als Wand- und Deckenheizungen (-kühlungen) sowie in Kombination mit den Deckensegeln, werksseitig vorgefertigt.

Neben dem Heizen und Kühlen über aquatherm black system-Register (160 m² in Deckensegeln, 100 m² in Putzdecken, 20 m² in Wandputz) in Verbindung mit aquatherm Stellantrieben kamen auch das aquatherm blue pipe-Rohrleitungssystem (Zu- und Ablauf Heizungsanlage) sowie das aquatherm green pipe-Rohrleitungssystem (Frischwasserversorgung) zum Einsatz. Hier zeigt sich das kongeniale Zusammenspiel von innovativer Technik und modernem Design.



**Autor:**
aquatherm GmbH
Biggen 5, 57439 Attendorn
T +49 2722 9500
infoservice@aquatherm.de, www.aquatherm.de

# MODERNE TECHNIK FÜR KOMMUNALE INFRASTRUKTUR UND UMWELT

*Vormontierte Unterdükerung:*
*4 Stück FFG DN 200, 2000 lg. 1 Stück FFG DN 200, 1000 lg. 4 Stück FFK DN 200, 45 Grad*

# BACHDÜKER MIT EMAILLIERTEN FORMSTÜCKEN – KREISWASSER-WERK HEINSBERG

Das wirtschaftliche Unternehmen des Kreises Heinsberg versorgt als ortsnaher Wasserversorger ca. 130.000 Einwohner der Städte Erkelenz, Hückelhoven, Wegberg und Wassenberg mit Trinkwasser. Über ein ca. 900 km langes Rohrnetz mit rund 41.500 Hausanschlüssen wird das in den Wassergewinnungsanlagen Uevekoven, Matzerath, Beeck, Arsbeck, Wassenberg, Holzweiler und Erkelenz aufbereitete Trinkwasser verteilt.

**FAZIT**
Ein Düker (niederdeutsch, entspricht niederländisch duiker, „Taucher") ist eine Druckleitung zur Unterquerung einer Straße, eines Tunnels, eines Flusses/Baches oder von Bahngleisen etc. Das Rohr kann zum Beispiel eine Abwasser- oder Trinkwasserleitung sein oder auch eine Grundwasser- oder Öl-Pipeline.

(Wikipedia)

*Bachumleitung*

**Bachdüker mit emaillierten etec Formstücken von Düker**

Im Zuge laufender Sanierungsmaßnahmen für eine sichere Wasserversorgung wurde durch die Kreiswasserwerke Heinsberg GmbH im März 2015 eine Rohrleitung DN 200/175 erneuert. Die vorhandene Leitung aus den 50er-Jahren verbindet die Orte Baal und Lövenich. Im Rahmen dieser Maßnahme war es erforderlich einen „Düker" zu bauen. D.h. die Trinkwasserleitung unter der Bachsohle des Baaler Bachs zu verlegen. Für die Unterdükerung kamen Düker etec Formstücke zum Einsatz.

Zunächst wurde ein Graben unter der Bachsohle ausgehoben, der Baal Bach mit Tonpellets aufgestaut und der Bachlauf mit einem Kanalrohr über dem Graben umgeleitet.

Die etec Formstücke zur Unterdükerung wurden abschnittsweise vormontiert, stabilisiert und per Kran in den Graben eingesetzt. Nach lagen- und höhenmäßiger Ausrichtung wurde der Graben mit Kies verfüllt. Ein spezielles Kiesmaterial das sich durch die Strömungsbewegungen des fließenden Wasser selbst verdichtet. Im Anschluss an diese Arbeiten wurde der Düker an beiden Seiten an die Rohrleitung in den angrenzenden Straßenabschnitten angebunden. Die Bachsohle über dem Düker wurde neu hergestellt und die gesamte Fließsohle in ihren Urzustand zurückversetzt. Damit ist der Düker dauerhaft stabilisiert und vor Ausspülungen geschützt.

**Autor:**
Ursula Ritter,
Düker GmbH & Co. KGaA
Hauptstraße 39–41, 63846 Laufach
T +49 6093 87255
urr@dueker.de, www.dueker.de

*Einbau eines Schachts aus ecopolytec® bei einem Pilotprojekt / Foto: Langmatz GmbH*

# DIE ALTERNATIVE ZU KUNSTSTOFF: ECOPOLYTEC® VON LANGMATZ

***Wir tragen heute die Verantwortung für die Welt von morgen. Fossile Rohstoffe werden in Zukunft immer knapper, Recycling und vor allem nachhaltige Produktion gewinnt immer mehr an Bedeutung. Die Langmatz GmbH steht bereits dafür. Der Recycling-Prozess von Kunststoffen ist von Anfang an in die eigene Produktion mit eingebunden. Um auch in Zukunft nachhaltig produzieren zu können, hat sich Langmatz mit der Initiierung eines umfassenden Forschungsprojektes dazu entschieden, aktiv nach Alternativen für fossile Rohstoffe und reine Kunststoff-Produktion zu suchen. Über die letzten Jahre hat sich die Verwendung von Kunststoffen im Tiefbau bewährt. Kunststoffe zeichnen sich durch Langlebigkeit sowie einfachen Transport und Montage aus. Langmatz ist Hersteller für technische Systemlösungen in den Bereichen der Energietechnik, Telekommunikation und Verkehrstechnik. Die kundenspezifischen Produktentwicklungen werden größtenteils aus Kunststoff gefertigt. Darunter finden sich Komponenten für die Glasfasertechnik, Unterflurverteilsysteme und Kabelschächte aus Kunststoff sowie Outdoor-Gehäuse und Signalanforderungsgeräte.***

Im Rahmen eines von der bayerischen Forschungsstiftung öffentlich geförderten Projektes sollten über einen Zeitraum von zwei Jahren neue Materialien entwickelt werden, die für die Herstellung von komplexen und geschäumten Großbauteilen im Spritzgießverfahren geeignet sind und zu einem bedeutenden Teil aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Als übergeordnetes Ziel für Langmatz wurde die Herstellung eines Kabelschachtsystem-Modells ausgewählt, welches aus einem naturfaserverstärkten Thermoplast gefertigt wird. Die Forschungsergebnisse sollen das Potenzial von Wood Polymer Composites (WPC) für den Einsatz in hochwertigen Produkten aufzeigen und eine spätere Umsetzung fördern.

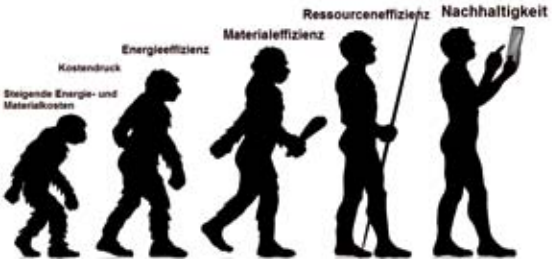
Langmatz startete das Projekt 2013 zusammen mit dem Süddeutschen Kunststoffzentrum (SKZ). Die neu entwickelten naturfaserverstärkten Kunststoffe konnten sehr gute mechanische Eigenschaften erreichen. Verschiedenste Materialmischungen wurden hierzu hergestellt und intensiv auf deren Eigenschaften intern und extern getestet. Mit der Herstellung erster großvolumiger Bauteile im Schaumgussverfahren betrat die Langmatz GmbH wissenschaftliches Neuland, was nicht nur beim WPC Innovationspreis internationale Beachtung fand. Deshalb wurde Langmatz für die finale Rezeptur ecopolytec® mit dem 3. Platz des internationalen WPC Innovationspreis ausgezeichnet. 2015 wurde ecopolytec® erneut prämiert: bei den GreenTec Awards, Europas größtem Umwelt- und Wirtschaftspreis. In der Kategorie Recycling und Ressourcen konnte sich Langmatz gegenüber zahlreichen Projekten behaupten und erreichte die TOP 3.

Ecopolytec®, das neue strukturgeschäumte WPC-Material, besteht mit 45 % Holzfaseranteil, Polypropylen und verschiedenen Additiven zu einem bedeutenden Teil aus nachwachsenden Rohstoffen. Der Schwerpunkt der Arbeiten während des Projektes lag in der Umsetzung der ermittelten Erkenntnisse in reale Bauteile. Die Herausforderung bestand im „Upscaling" der labormaßstäblichen Versuche auf Industriemaßstab bei reproduzierbaren Fertigungsparametern. Ecopolytec® kann problemlos auf der Industrieanlage verarbeitet werden.

Die ersten Schritte Richtung Markteinführung wurden bereits unternommen: Bei einem Pilotprojekt in Holzkirchen wurde im Zuge der Glasfasererschließung eines Neubaugebietes ein Langmatz EK338 Kabelschacht aus ecopolytec® eingebaut.

**Autor:**
Josef Lohr und Daniela Erben, Langmatz GmbH
Am Gschwend 10, 82467 Garmisch-Partenkirchen
T +49 8821 9200
info@langmatz.de, www.langmatz.de

# ENERGIE-EFFIZIENZ DURCH KONSEQUENTES ENERGIE-MANAGEMENT



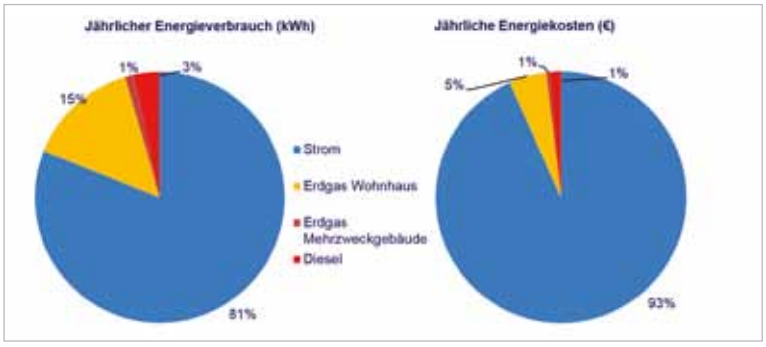

*„Evolution" von der Energieeffizienz zur Nachhaltigkeit*

***Die Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen wird seit einigen Jahren in zunehmendem Maße auf nationaler wie europäischer Ebene vom Gesetzgeber forciert. So enthält die EU-Richtlinie 2012/27/EU die explizite Verpflichtung für Unternehmen zur Energieeffizienz sowie zur Durchführung von Energieaudits für Nicht-KMU. Die Umsetzung der Richtlinie beinhaltet in Deutschland unter anderem steuerliche Erleichterungen für energieeffiziente Unternehmen. Seit April 2015 sind nun mit dem Inkrafttreten der Neufassung des Energiedienstleistungsgesetzes (EDL-G) alle Unternehmen, die nicht als KMU nach 2003/364/EG gelten, gesetzlich verpflichtet, bis zum 05.12.2015 ein Energieaudit nach den Anforderungen der DIN EN 16247-1 durchzuführen, sofern bis Ende 2016 kein Energie- bzw. Umweltmanagement nach DIN EN ISO 50001 oder EMAS eingeführt wird. Dass die systematische Erfassung und Bewertung der Energieströme im Unternehmen sowie das gezielte Ableiten von Effizienzmaßnahmen neben der Erfüllung der Gesetzesvorgaben auch ein wichtiges Instrument zur Schaffung von Wettbewerbsvorteilen darstellen kann, wird dabei oftmals übersehen.***

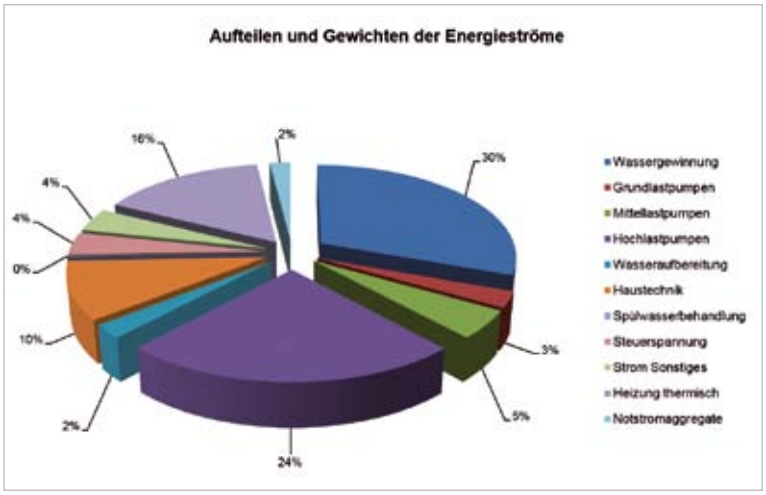
*Allgemeine Struktur einer Energieeffizienzanalyse*

### Vier Schritte zur Effizienz

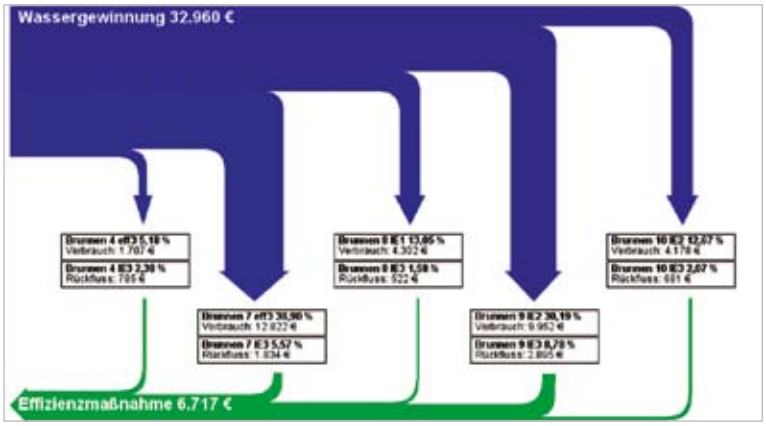
Herzstück sowohl eines Energiemanagementsystems wie auch des Audits ist die energetische Bewertung, das heißt die systematische Analyse und quantitative physikalische (in kWh) wie monetäre (in €) Bewertung der Energieströme im Unternehmen. Entscheidend ist dabei die Schaffung einer energetischen Transparenz des Unternehmens, die in aller Regel schon ohne großen Zusatzaufwand lediglich durch gezieltes Sichten und Ordnen bereits vorhandener Daten und Unterlagen erreicht wird, wie dies in Abb. 1 bildhaft dargestellt ist. Von der Energy Consulting Allgäu (ECA) ist hierfür aufgrund jahrelanger Erfahrung eine methodische Vorgehensweise entwickelt worden, die auf vier grundlegenden Schritten basiert (Abb. 2). Zunächst werden die im Unternehmen genutzten Energieträger vollständig erfasst und sowohl hinsichtlich ihres Energieinhalts in kWh als auch monetär in € bewertet. Die resultierende Gesamtenergiemenge wird entweder anhand vorhandener Messwerte oder durch gezielte Berechnungen auf ihre einzelnen Verbraucher aufgeteilt und diese nach ihrem Energieverbrauch gewichtet. Außerdem werden Energieeffizienzpotenziale erfasst und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten priorisiert. Darauf aufbauend können schließlich Energieeffizienzmaßnahmen abgeleitet werden. Priorität haben dabei für die ECA stets die individuellen Bedürfnisse des Unternehmens, an die die praktische Durchführung der Effizienzanalyse jedes Mal aufs Neue angepasst wird.



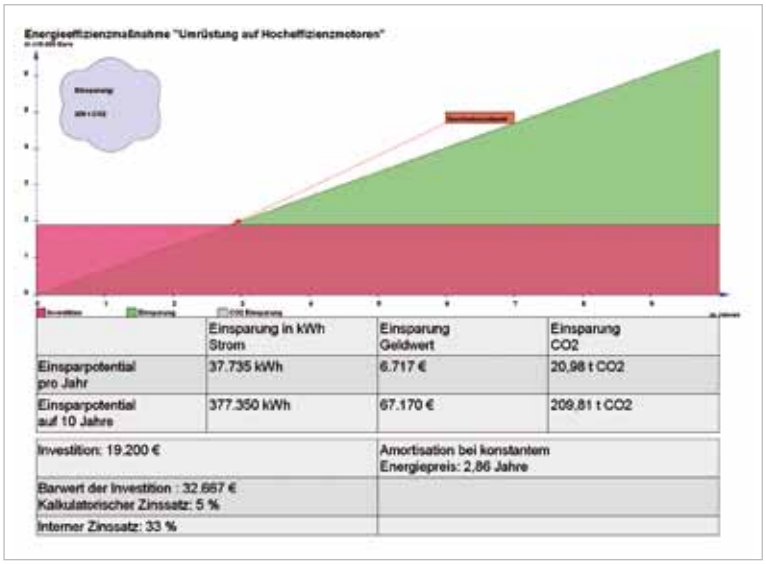

*Ergebnis einer Energieeffizienzanalyse bei einem Wasserzweckverband im süddeutschen Raum: Erfassung und Bewertung aller Energieträger*




*Aufteilung und Gewichtung der Energieströme*




*Energieströme und mögliche Effizienzpotenziale*




| | Einsparung in kWh Strom | Einsparung Geldwert | Einsparung CO2 |
|---|---|---|---|
| Einsparpotential pro Jahr | 37.735 kWh | 6.717 € | 20,98 t CO2 |
| Einsparpotential auf 10 Jahre | 377.350 kWh | 67.170 € | 209,81 t CO2 |
| Investition: 19.200 € | | Amortisation bei konstantem Energiepreis: 2,86 Jahre | |
| Barwert der Investition : 32.667 €<br>Kalkulatorischer Zinssatz: 5 % | | | |
| Interner Zinssatz: 33 % | | | |

*Ableitung von Effizienzmaßnahmen mit Wirtschaftlichkeitsdarstellung*

### Energieeffizienz in der Praxis

Diese Vorgehensweise wurde branchenunabhängig bereits in einer Vielzahl von Unternehmen erfolgreich angewandt. In einem süddeutschen Wasserzweckverband, bei dem die energetische Bewertung im Rahmen der Einführung eines Energiemanagementsystems nach ISO 50001 durchgeführt wurde, wurden im ersten Schritt die eingesetzten Energieträger sowie deren jährliche Verbräuche, bezogen auf das abgeschlossene Kalenderjahr, ermittelt und ein Gesamtenergieverbrauch abgeleitet. Aufgrund zweier separater Gaszähler konnte der Erdgasverbrauch bereits im ersten Schritt auf zwei Verbraucher aufgeteilt werden. Eine Aufteilung und Gewichtung des Gesamtenergieverbrauchs auf einzelne Verbraucher(gruppen) im zweiten Schritt ergab, dass vor allem Wassergewinnung, -aufbereitung sowie Pumpentechnik wesentliche elektrische Hauptverbraucher darstellen. Die einzelnen Verbräuche wurden dabei rechnerisch aus den zur Verfügung stehenden Daten wie Laufzeiten oder Produktionsmenge ermittelt. Erdgas wird zur Gebäudebeheizung verwendet, Diesel zum Betrieb von Notstromaggregaten. Im dritten Schritt wurden die aufgeteilten Energieströme grafisch dargestellt und den Effizienzpotenzialen gegenübergestellt, wie dies in der vorangehenden Abbildung exemplarisch für den Bereich Wassergewinnung gezeigt ist. Im letzten Schritt wurden schließlich konkrete Maßnahmen ermittelt und deren monetäre Einsparpotenziale errechnet und grafisch dargestellt. Aufgrund des hohen Kostenanteils des Energieträgers Strom konzentrierten sich die Maßnahmen hauptsächlich auf eine Optimierung der elektrischen Antriebe, da hier eine größere Hebelwirkung der Maßnahmen erwartet wurde. So konnte ermittelt werden, dass durch eine systematische Umrüstung auf Hocheffizienzmotoren pro Jahr etwa 3,5 % des Stromverbrauchs eingespart werden können, was ca. 3 % der jährlichen Energiekosten entspricht. Weiterhin wurde der Einsatz von Taupunktfühlern bei den vorhandenen Luftentfeuchtern vorgeschlagen, wodurch etwa 70 % der aktuellen Betriebskosten der Entfeuchter gespart werden könnten.

### Wirtschaftlicher Nutzen eines systematischen Energiemanagements

Die Experten der ECA können auf eine Vielzahl von Beispielen für Effizienzmaßnahmen zurückblicken und raten aus dieser langjährigen Erfahrung heraus ihren Kunden stets, die aus der Effizienzanalyse gewonnenen Erkenntnisse zur langfristigen Reduktion des Gesamtenergiebedarfs zu nutzen. Der wirtschaftliche Nutzen ist vielfältig. So werden beispielsweise Energie- und Wasserkreisläufe geschlossen und Ursachen ungewollter Energielasten können damit ebenso effektiv erkannt werden wie bisher ungenutzte Energie. Auf diese Art können die immer strenger werdenden gesetzlichen Vorgaben systematisch zur langfristigen Gewinnmaximierung genutzt werden.

**Autor:**
Michael Pschenitza,
Energy Consulting Allgäu GmbH
Messerschmittstraße 5, 87437 Kempten
T +49 831 9601620
info@energy-consulting-allgaeu.de,
www.energy-consulting-allgaeu.de

© *GioRez-Fotolia.com*

# STARKREGEN UND STURZ-FLUTEN NEHMEN WEITER ZU. WIE SCHÜTZEN SIE IHR KANALNETZ?

Kaum eine Woche im Sommer vergeht, ohne dass wir in den Medien von Starkregenereignissen lesen, welche zu Überflutungen führen. Die subjektiv empfundene Häufung dieser Ereignisse wird durch die wissenschaftliche Forschung zum Thema Klimawandel objektiviert. Dabei wird klargestellt, dass in den meisten Gebieten damit zu rechnen ist, dass Starkregenereignisse häufiger auftreten werden, als statistische Auswertungen dies bislang erwarten ließen.

Können wir diese Regenereignisse nur über unsere Kanäle ableiten? Dagegen sprechen deutlich hydraulische, aber auch wirtschaftliche Überlegungen. Es herrscht Einigkeit, dass ein Schutz der besiedelten Bereiche nur durch das komplexe Ineinanderwirken von Kanalnetz, Oberflächen und lokalem Objektschutz sichergestellt werden kann. Ein Risiko für Überflutungen wird aber verbleiben.

Dies stellt auch die Entwässerungspflichtigen und die Ingenieure vor neue Aufgabenfelder. Die klassische Kanalnetzmodellierung hat ausgedient, die Aussagen zum Teilsystem Kanal sind nicht mehr ausreichend. Aussagen zur Oberfläche und zum Verhalten des Wassers an der Oberfläche sind die mittlerweile (fast) maßgeblicheren Informationen. Denn nur so können Maßnahmen geplant werden, welche das Wasser schadlos an der Oberfläche ableiten und ein Überfluten effektiv verhindern. Nur so können aber auch Risiken vermittelt werden.

Solche Modellierungen der Oberfläche sind heute bereits sicher möglich. Auf Basis von Oberflächendaten (z. B. aus LaserScans) können Geländemodelle als Grundlage für die Berechnungen des Oberflächenabflusses generiert werden. Es ist überraschend, wie eine gekoppelte Berechnung von Kanal und Oberfläche die Ergebnisse konkretisiert und lokale Gefährdungspunkte genauer zu ermitteln hilft.

Die Oberflächenmodelle können aber auch im Rahmen von Fremdwasserermittlungen aus Oberflächenwasser genutzt werden. Dieses überlastet nicht nur die Kanalnetze, sondern auch die Pumpwerke und Kläranlagen sind davon betroffen. Bereits bei einem Wasserstand von nur 10 mm auf Straßen können mehr als 17 m³/h über die Fuge und die Lüftungsöffnungen des Schachtdeckels in das Abwassernetz einfließen. Neben erhöhten Betriebskosten drohen auch hier Überflutungen und dann mit hygienisch bedenklichem Schmutzwasser!

Wir stehen somit vor der Fragestellung: Wie viel Regenwasser darf wo in den Kanal und wie kann ich nicht erwünschte Einträge unterbinden? Die Beantwortung dieser Fragestellung führt unweigerlich zu einer Reduktion von Pumpenlaufzeiten, spart Betriebskosten auf den Kläranlagen, reduziert Havarieeinsätze und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der $CO_2$ –Emissionen. UNITECHNICS unterstützt Sie bei der Beantwortung dieser ganzheitlichen Fragestellung, auch durch den Einsatz modernster Berechnungssoftware und Lösungen für die Praxis.

© *Michael Schütze-Fotolia.com*

**Autor:**
Dipl.-Ing. Dipl.-Umweltwiss. Andreas Obermayer,
UNITECHNICS KG
Werkstraße 717, 19061 Schwerin
T +49 385 34337120
a.obermayer@unitechnics.de, www.unitechnics.de

*Verdichterstation Werne der Open Grid Europe (OGE)*

**Curaflex® Dichtungssysteme für die Erdgas-Verdichterstation Werne**

# WEIL SICHER EINFACH SICHER IST

Mit dem Ausstieg aus dem Atomstrom ändert sich der Energiemarkt kontinuierlich. Statt wie früher riesige zentrale Energiemonster zu bauen, sind Vielfalt und Einfallsreichtum angesagt. Nach und nach findet in Deutschland eine Dezentralisierung der Energieversorgung statt. Ein sensibles Netz unterschiedlicher Energieströme verbindet Erzeuger und Verbraucher und durchläuft Europa von Ost nach West und von Nord nach Süd. In Kombination mit Computern, Software, Technikern und Ingenieuren wird so unsere Versorgung mit Strom, Gas, Öl und weiteren Energieträgern sichergestellt.

Ein gewichtiges Netz für unsere Energieversorgung ist das europäische Erdgasnetz. Im Rahmen der Energiewende übernimmt das Erdgas eine wichtige stabilisierende Funktion. Die geschätzten Erdgasvorräte sagen, dass es noch für einen längeren Zeitraum als Energieträger vorhanden ist. Zudem ist Erdgas klimaschonend, es hat unter allen fossilen Energieträgern die beste Klimabilanz. Bei der Verbrennung dieses Gases entstehen 25 Prozent weniger Treibhausgase als bei Öl und 30 bis 35 Prozent weniger als bei Kohle. Auch aufgrund dieser Vorteile ist mittlerweile in Deutschland nahezu jeder zweite Haushalt an das Erdgasnetz angeschlossen.

*Erdgaspipeline: Unsichtbare Lebensadern*

Für den Transport und die Verteilung des Erdgases von den Quellen bis zum Verbraucher sind die Rohrleitungen (Pipelines), aus denen sich das Gasnetz zusammensetzt, von substanzieller Bedeutung. Sie ermöglichen den sicheren, störungsfreien und vor allen Dingen unsichtbaren Transport. Gewaltig sind die Gasmengen, die so über Tausende von Kilometern transportiert werden. Verbraucht davon werden allein in Deutschland jährlich ca. 100 Milliarden Kubikmeter Gas, zudem werden große Mengen über deutsches Territorium in andere EU-Staaten transportiert.

**Hauptlieferanten für Erdgas in Europa sind Russland, Norwegen und die Niederlande.**

Wenig im Bewusstsein der Öffentlichkeit ist nicht nur das riesige unterirdische Verteilungsnetz für diesen wichtigen Energieträger, sondern auch, welcher Aufwand, welche Logistik dahinter stecken, das Erdgas mit dem richtigen Druck und in gleichbleibender Qualität zu liefern, damit wir z. B. problemlos unsere Wohnungen heizen können.

Funktion, Wartung und Entwicklung dieser Erdgasnetze liegen in der Hand der Ferngasnetzbetreiber. Eines dieser Unternehmen ist in Deutschland die Open Grid Europe (OGE). Im Rahmen des Netzentwicklungsplans Gas (NEP Gas) verpflichten sich die Ferngasnetzbetreiber, ihr Leitungsnetz den zukünftigen Erfordernissen des Gastransports anzupassen.

## Verdichterstation Werne

**Aktuell:**

- Durchfluss: ca. 25 Milliarden $m^3$/Jahr, 6 Mio. $m^3$/h
- 8 Verdichtereinheiten
- 13 angeschlossene Pipelines
- Erdgas wird von 40–75 bar auf 67–100 bar verdichtet
- Leitungsdurchmesser: 1,02 m
- Investitionshöhe: 150 Mio. €

*Das Projekt in Zahlen*

Der NEP Gas wird jährlich erstellt und wird für die Unternehmen verpflichtend mit der Genehmigung durch die Bundesnetzagentur (BNetzA). Neben dem Ausbau des Ferngasleitungsnetzes werden auch die zum Transport benötigten Verdichterstationen mit in die Ausbaupläne einbezogen. Im NEP Gas 2012 ist der Ausbau der Verdichterstation von Open Grid Europe in Werne-Ehringhausen festgelegt worden.

Diese Verdichterstationen haben die Aufgabe, das Erdgas zu filtern, für den Weitertransport zu verdichten und bei Bedarf zu kühlen. Beim Transport verliert Erdgas an Druck. Hervorgerufen werden die Druckverluste einerseits durch die innere Reibung der Gasmoleküle im Gasstrom untereinander und andererseits durch die äußere Reibung des Gasstroms an der Rohrwandung. Dieser Verlust zwischen Eingangs- und Ausgangsdruck wird in den Verdichterstationen ausgeglichen bzw. wieder angehoben. Verdichterstationen werden etwa alle 100 Kilometer benötigt, um den Druck wieder zu erhöhen.

Damit die Erdgasleitungen partiell geöffnet beziehungsweise im Fehlerfall (zum Beispiel bei Leckagen) auch geschlossen werden können, befinden sich in den jeweiligen Verdichterstationen sogenannte Schieberstationen. Dort kann dann entsprechend der Betriebssituation mithilfe der dort installierten Verschlussarmaturen der Gasstrom gestoppt oder umgelenkt werden.

Für diese Schieberstationen der OGE in Werne-Ehringhausen lieferte die DOYMA GmbH & Co in den letzten Jahren je nach Ausbaustufe mehrere Dichtungseinsätze und Futterrohre. Diese spezialangefertigten Durchführungssysteme dichten die in die Stationen ein- und ausführenden Gasleitungen gegen eindringendes Wasser und Fremdgase ab. Damit leisten diese Durchführungssysteme einen wichtigen Beitrag zum störungsfreien Betrieb der Verdichterstationen.

Die Dimensionen der Rohre für den Erdgastransport bedingen zwangsläufig Abdichtungssysteme mit Durchmessern von 1000 mm und mehr. Im speziellen Fall der Verdichterstation Werne kam hinzu, dass die Gasleitungen bereits verlegt worden waren, sodass zur Abdichtung geteilte Dichtungssysteme eingebaut werden mussten – Systeme, die speziell für die nachträgliche Montage geeignet sind.

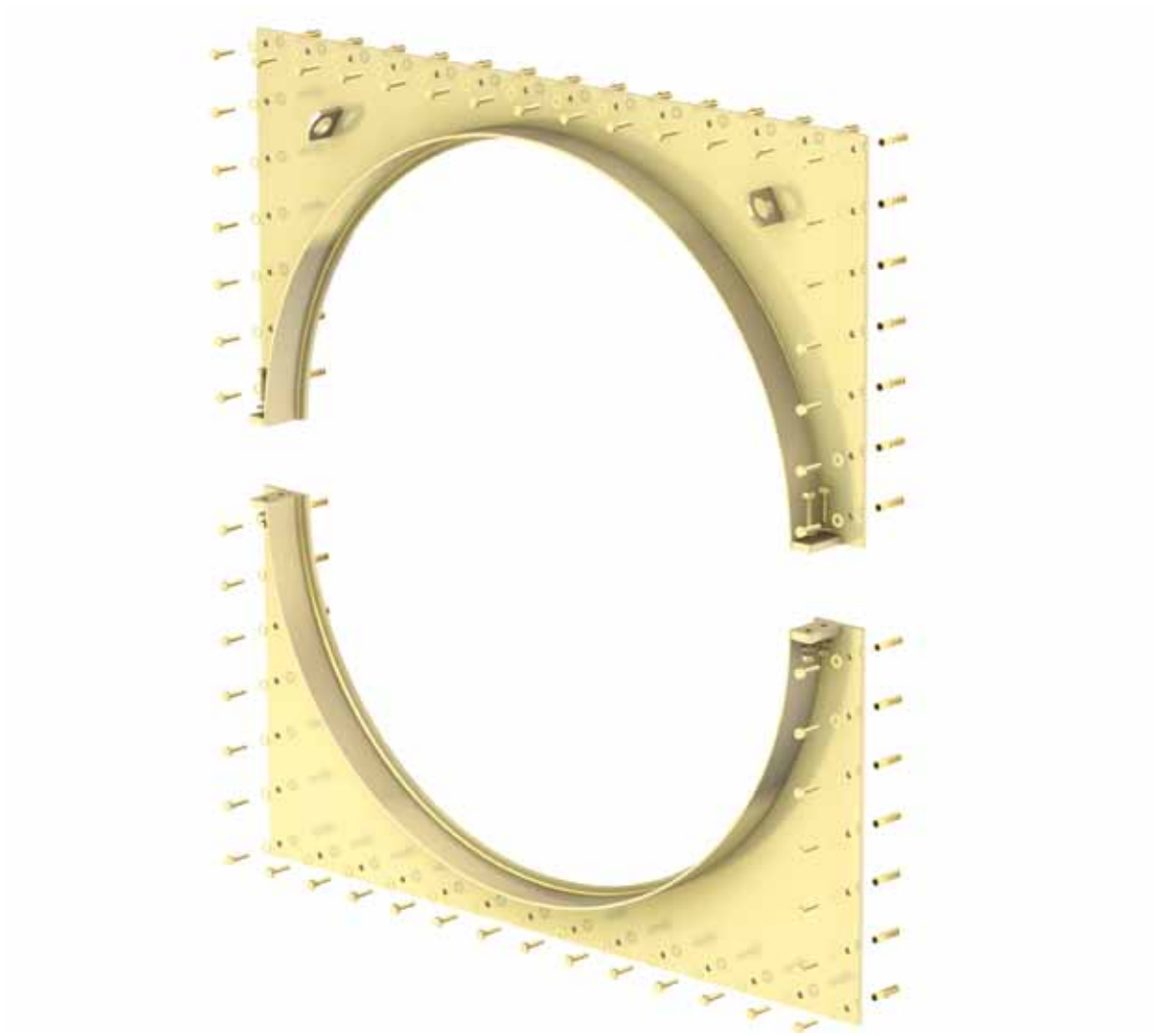
Folgende Produkte lieferte DOYMA für die Schieberstation:

Das Futterrohr Curaflex® 8000/T und den Dichtungseinsatz Curaflex® C 40/T.

Futterrohre haben die Funktion, dem eigentlichen Abdichtungselement – das ist der Dichtungseinsatz, auf Dauer sicheren Halt in der Gebäudewand und eine glatte Innenfläche als ideale Dichtfläche zu geben.

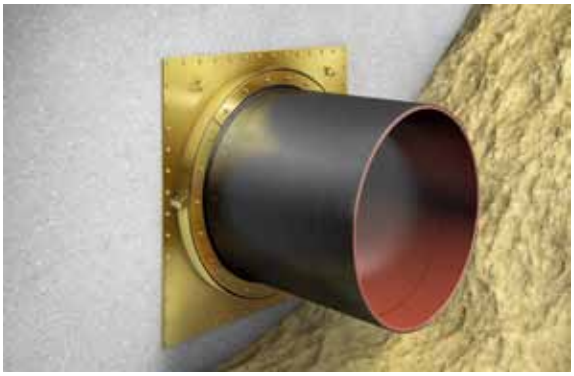
Das in diesem Fall eingebaute Futterrohr Curaflex® 8000/T Futterrohr kommt immer dann zum Einsatz, wenn der Ringspalt zwischen Wandöffnung/Kernbohrung und dem Rohr (Erdgas-Leitung) zu schmal für den Einbau eines Dichtungseinsatzes ist. Das System besteht aus einem Flansch mit einem aufgeschweißten Rohrstutzen. Damit das Futterrohr um die Erdgasleitung gelegt werden kann, ist es axial in zwei Hälften geteilt. Bohrungen im Flansch ermöglichen das Verdübeln mit der Wand. Vor der Endmontage des Futterrohres sollten alle Bereiche der Wand, an denen der Flansch aufliegt, mit speziellen Dichtmitteln bestrichen werden, um Feuchtigkeitsbrücken zu vermeiden.

Der Dichtungseinsatz Curaflex® C 40/T besteht aus mehreren Elementen, die nacheinander um das Rohr gelegt und miteinander verschraubt werden. So entsteht ein geschlossener Ring mit hoher Steifigkeit.



*Das Curaflex® Futterrohr 8000/T: Flanschmaße 1380 mm x 1380 mm*

Zur Endmontage des Systems ist der Curaflex® Dichtungseinsatz in den Ringspalt zwischen dem Rohrstutzen des Curaflex® Futterrohres 8000/T und der Erdgasleitung zu schieben. Anschließend werden die Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel verspannt. Die Kraft, die über die Gestellringe auf die EPDM-Gummidichtungen übertragen wird, dehnt das EPDM-Elastomer radial sowohl in Richtung des Dichtungseinsatzes als auch in den Ringspalt aus und sorgt so für eine sichere, elastische Abdichtung.



*Einbausituation: Curaflex® Futterrohr 8000/T in Kombination mit Dichtungseinsatz Curaflex® C 40/T*

*Eine sichere Kombination: der Aufbau des Dichtungssystems*

Die Gestellringe sind aus Stahl (S235JRG2) gefertigt, die Oberflächen sind galvanisch verzinkt, gelbchromatiert und versiegelt (ggv). Die EPDM-Dichtungen bestehen aus „DOYMA Grip", einer extrem rutschfesten und alterungsbeständigen Elastomermischung. Diese verhindert, dass reibungsverringernde Substanzen, z. B. als Weichmacher eingesetzte Mineralöle, den Dichtungseinsatz zum Rutschen bringen können. Das für diese Dichtungseinsätze verwendete Dichtgummi mit 2 x 40 mm Dicke hat eine geringere Shore-Härte als diejenigen bei Standard-Dichtungseinsätzen und ist deshalb besonders schonend in der Abdichtung. Es ist noch hervorzuheben, dass sich am Futterrohr zwei Anschlagmittel befinden, die eine exakte Ausrichtung des Systems ermöglichen.

Curaflex® Kombinationen verbinden die Sicherheitsleistung der Curaflex® Dichtungseinsätze mit den hochwertigen Curaflex® Futterrohren von Doyma und leisten daher einen entscheidenden Beitrag zum sicheren und störungsfreien Betrieb der Anlage. Denn Betriebsstörungen können weitreichende Konsequenzen für Industrie und Privathaushalte haben.

Der Einbau von langlebigen und qualitativ hochwertigen Produkten schont zudem die Umwelt und trägt damit auch zu einer positiven Umweltbilanz bei.

Die Wahl der zuverlässigen DOYMA-Produkte für die Verdichterstation Werne ist eine Bestätigung der Absicht des Auftraggebers, eine gesicherte Energieversorgung mit dem Energieträger Erdgas zu gewährleisten. Sicherheit auch in der Ausstattung der Anlagen durch den Einbau von Markenprodukten.

Erfahrung, Qualität und Service sind die Werte, die hier zum Tragen kommen. DOYMA gewährt als einziges Unternehmen im europäischen Markt im Bereich der Dichtungs- und Brandschutzsysteme auf seine Produkte eine 25-jährige Garantie. Ein Leistungsversprechen erster Güte für Zuverlässigkeit und Qualität.

Die Curaflex® Dichtungssysteme für diese Verdichterstation wurden über HTI Cordes & Graefe KG in Bremen/Stuhr geliefert und von einem regional tätigen Hoch- und Tiefbauunternehmen in Zusammenarbeit mit dem DOYMA Bezirksleiter eingebaut. Das Projekt ist mittlerweile erfolgreich abgeschlossen.

**Autor:**
Walter Brumberg,
Doyma GmbH & Co
Industriestraße 43-57, 28876 Oyten
T +49 4207 9166105
walter.brumberg@doyma.de, www.doyma.de

# ISS – INTEGRALE SANIERUNGS-STRATEGIE VON ABWASSER-PUMPWERKEN

*Die Ammerseewerke nutzen ein neues Instrument zur nachhaltigen Sanierung der Abwasser-Infrastruktur*

**Einleitung und Veranlassung**

Erhalt und Optimierung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur stehen bei vielen Kommunen zwangsläufig ganz oben auf der Tagesordnung. Bei der Einsparung von Energie auf Kläranlagen und der Sanierung von Kanälen sind hierzu in den vergangenen Jahren vielfach auch gute Fortschritte zu verzeichnen.

So sind die Ammerseewerke, die sich für die Ring- und Ortskanäle des Ammersee West-Ufers sowie für die dazugehörige Kläranlage Eching am Ammersee verantwortlich zeichnen, ihren Aufgaben rund um Kläranlage und Kanal bereits nachgekommen. Bisher offen waren aber die Antworten auf die Fragen nach Art, Umfang und Zeitpunkt für Instandhaltungs- und Optimierungsmaßnahmen der vorhandenen 37 Mischwasser-Pumpwerke.

Schnell zeigte sich, dass eine ausschließliche energetische Betrachtung der Pumpstationen, wie sie heute oftmals propagiert wird, viel zu kurz greift und ein integraler Ansatz gefunden werden muss, der weitere Belange wie die Arbeitssicherheit berücksichtigt.

Um alle genannten Aspekte für die Sanierung von Pumpstationen zu berücksichtigen, wurde die „Integrale Sanierungs-Strategie“ (ISS) entwickelt. Dazu werden als Grundlage objektive Beurteilungskriterien von Einzelschäden eingeführt, die durch einen neu entwickelten Algorithmus bewertet werden, sodass die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen gemäß Dringlichkeit und Wirtschaftlichkeit in einem vorgegebenen Zeitraum umgesetzt werden können.

Die Umsetzung der ISS für Pumpstationen gliedert sich in drei grundlegende Schritte

**1. Bestandsaufnahme und Kategorisierung der Schäden in**

- Bautechnik wie Zustand von Bauwerken, Bauteilen, Ausführung von Rohrdurchführungen, räumliche Abmessungen
- Maschinentechnik wie Zustand von Pumpen, Lüftungs- und Heizungsanlagen
- Betriebstechnik wie Effektivität von Arbeitsabläufen für das Betriebspersonal
- Energieverbrauch der jeweiligen Aggregate (hydraulisch/elektrisch/steuerungstechnisch)
- Betriebssicherheit hinsichtlich der Konsequenzen durch Ausfall einzelner Aggregate für den gesamten Kanalbetrieb
- Arbeitssicherheit hinsichtlich Gefährdungspotenzialen gegenüber Betriebspersonal und der Allgemeinheit

**2. Bewertung der Schäden durch Einzelschadensklassen von**

0 wie kein Schaden, bis 5, wie sehr starke Schäden mit erheblichen Auswirkungen

**3. Festlegung der Maßnahmen gemäß technisch-wirtschaftlicher Notwendigkeit**

- Festlegung der anzustrebenden Objektklasse mit dem Betreiber
- Ermittlung der Sanierungsmaßnahmen beginnend mit der ungünstigsten Objektklasse
- Wirtschaftliche Bewertung der Sanierungsmaßnahmen
- Priorisierung der Maßnahmen hinsichtlich Objektklasse und Wirtschaftlichkeit
- Bestimmung der Objektklasse nach der Sanierung
- Benennung von Maßnahmen, die nicht unmittelbar erforderlich sind, mit Angabe von deren Umsetzungszeitpunkt

*Undichte Fugen zwischen den Beton-Fertigteilen bei einer Pumpstation*

Beispielhaft sind in Bild 1 die undichten Fugen zwischen den Betonfertigteilen einer Pumpstation dargestellt. Dieser Schaden alleine rechtfertigt jedoch noch keine Sanierung. In Verbindung mit der unzureichenden Zugänglichkeit (Arbeitssicherheit), dem beschädigten Kompressor (Betriebssicherheit) und dem hohen Pumpen-Energieverbrauch, muss diese Anlage nach der Auswertung nach ISS jedoch priorisiert binnen eines Jahres saniert werden.

Vergleichbar mit der sogenannten FMEA (Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse) wird dann die Auswirkung einer Schadenskategorie mit einem Gewichtungsbeiwert multipliziert, um beispielsweise Schäden im Bereich der Arbeitssicherheit höher zu bewerten als den Energieverbrauch einer Pumpe.

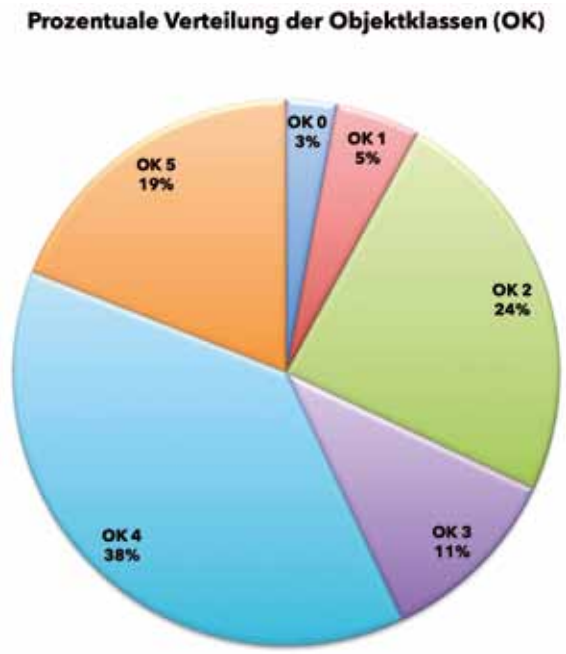
Mit der aus den Einzelschadenszahlen ermittelten Schadensanzahl und dem Gewichtungsfaktor je Schadenskategorie lässt sich dann für jede Pumpstation über eine mathematische Funktion eine Objektklasse gemäß nachfolgender Tabelle zuordnen.

Vergleichbar mit der sogenannten FMEA (Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse) wird dann die Auswirkung einer Schadenskategorie mit einem Gewichtungsbeiwert multipliziert, um beispielsweise Schäden im Bereich der Arbeitssicherheit höher zu bewerten als den Energieverbrauch einer Pumpe.

Mit der aus den Einzelschadenszahlen ermittelten Schadensanzahl und dem Gewichtungsfaktor je Schadenskategorie lässt sich dann für jede Pumpstation über eine mathematische Funktion eine Objektklasse gemäß nachfolgender Tabelle zuordnen.

| OBJEKTKLASSE | BESCHREIBUNG |
|---|---|
| Beschreibung | |
| 0 | kein Schaden, kein Handlungsbedarf |
| 1 | geringfügige Schäden ohne unmittelbar festzulegenden Handlungsbedarf |
| 2 | langfristiger Handlungsbedarf (> 60 Monate) |
| 3 | mittelfristiger Handlungsbedarf (24 bis 60 Monate) |
| 4 | kurzfristiger Handlungsbedarf (6 bis 24 Monate) |
| 5 | umgehender Handlungsbedarf (sofort) |

Für die Ammerseewerke ergab sich die in Bild 2 dargestellte Verteilung der Objektklassen, aus der ersichtlich ist, dass mehr als 50 % der Pumpstationen der Objektklassen 4 und 5 zuzuordnen sind, für die innerhalb eines Jahres Sanierungsbedarf besteht.




*Prozentuale Verteilung der Objektklassen für die 37 Pumpstationen*

**im Zuständigkeitsgebiet der Ammerseewerke**

Bild 3 gibt Auskunft über die Verteilung der Schadenskategorien, die weitgehend gleichmäßig verteilt sind. Es fällt auf, dass der größte Teil der Schäden in die Kategorie „Arbeitssicherheit" fällt, was auch den hohen Anteil der Objektklasse 5 transparent macht.

*Verteilung der Schadenskategorien der 37 Pumpstationen im Zuständigkeitsgebiet der Ammerseewerke*

**FAZIT**

In Anlehnung an die Tools der DWA zur Zustandserfassung und -bewertung von Entwässerungssystemen wurde für Pumpstationen ein analoges Verfahren entwickelt, das eine integrale Betrachtung der notwendigen Sanierungsmaßnahmen zulässt.
Ergebnis dieses neuen Verfahrens ist eine Prioritätenliste mit Angabe von Art und Umfang notwendiger Sanierungsarbeiten und deren zeitlicher Notwendigkeit.
Für die Sanierung der 37 Pumpstationen der Ammerseewerke konnten durch ISS aus einer Vielzahl von Daten gezielt die unmittelbar erforderlichen Sanierungsmaßnahmen herausgearbeitet werden, welche die Ziele der Arbeits- und Betriebssicherheit sowie auch den langfristigen Erhalt der bau- und maschinentechnischen Substanz verfolgen. Gleichzeitig wurden aber auch Maßnahmen identifiziert, die erst zu einem späteren Zeitpunkt umgesetzt werden können, ohne die Funktion bis dahin einzuschränken.
Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Fokussierung auf nur einen Aspekt bei der Sanierung von Pumpstationen wie die Senkung des Energieverbrauchs unzureichend ist, da Synergieeffekte ignoriert werden, die sich bei einer gesamtheitlichen System-Betrachtung ergeben. Vor dem Hintergrund einer wirtschaftlichen und nachhaltigen Funktionserhaltung von Pumpstationen empfiehlt sich daher die dargestellte „Integrale Sanierungsstrategie“, wie sie für die Ammerseewerke entwickelt wurde.

**Autor:**
Dr.-Ing. Ralf Mitsdoerffer und
Dipl.-Ing. Daniel Hoedemacker,
Ingenieurbüro GFM Beratende Ingenieure GmbH
Akademiestrasse 7, 80799 München
T +49 89 3801780
mits@gfm.com, hoedemacker@gfm.com
www.gfm.com

Manfred Schmid, Ammerseewerke gKU
Stegener Str. 99, 82279 Eching a. Ammersee
T +49 8143 992580
info@ammerseewerke.de, www.ammerseewerke.de

# AUTONOME, AUTOMATISCHE DRUCKREGELUNG – STEUERUNG OHNE EXTERNE ENERGIEQUELLE

Das Wissen um den wachsenden Bedarf an Energie, den zunehmenden Ausstoß an $CO_2$ und den Rückgang an Ressourcen bleibt selbst in der Anlagen- und Prozesstechnik nicht unbemerkt. Daher wird nach wirtschaftlichen Lösungen gesucht, die im Idealfall auf eine der teuersten Ressourcenarten, den elektrischen Strom, verzichten. Im Bereich der Wasserversorgung werden allerdings noch weitere Ansprüche gestellt. Die eingesetzten Armaturen müssen beispielsweise strömungsgünstig und wartungsfreundlich gebaut sein.

All diesen Anforderungen wird das automatische Membranregelventil gerecht. Es bezieht die zum Arbeiten benötigte Energie aus dem Fördermedium und bedarf daher keiner zusätzlichen Hilfsenergie. Zudem ist das automatische Membranregelventil eine der vielseitigsten Armaturen, die es am Markt gibt. Das Ventil ist für Druck- oder Durchflussregelung, Druckerhaltung oder stufenweise Regulierung sowie für weitere individuelle Kombinationsaufgaben geeignet. Zusätzlich erfüllt es ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit bei der Erfüllung seiner Regelaufgaben. Selbst umständliche Wartungsarbeiten entfallen, da das Ventil während der Instandhaltungsmaßnahmen in der Rohrleitung verbleiben kann.

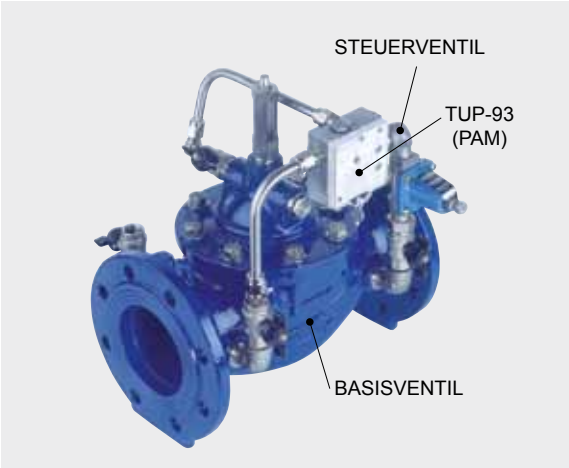



*Abb. 1: E2115-00 Druckreduzierventil*

## Aufbau

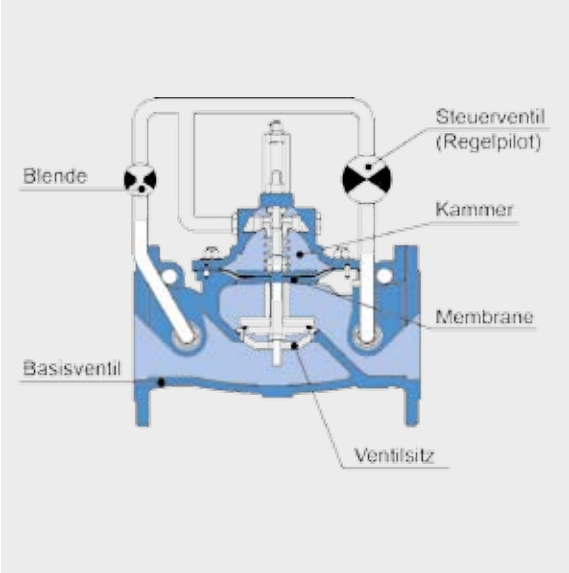



*Abb. 2:Schnittdarstellung*

Die Hauptelemente des automatischen Membranregelventils E2001 von Saint-Gobain PAM sind der blau dargestellte Grundkörper und ein Steuerkreis aus Edelstahl (vgl. Abb.1). Standardmäßig wird dieses Ventil am Beispiel von Abb. 2 von links nach rechts durchströmt. Ein kleiner Teil der Strömung tritt dabei in den Steuerkreis ein. Eine Blende zu Beginn des Steuerkreises regelt dabei den Zustrom und somit die Regelgeschwindigkeit der Armatur. Das Steuer- oder Pilotventil wiederum kontrolliert den in der Steuerkammer vorhandenen Druck und somit den Öffnungsgrad der Armatur. Getrennt wird das Basisventil von der Kammer (Steuerkammer) durch eine dazwischenliegende Membran, die dieser Armatur ihren Namen verleiht.

## Funktion

In den Abbildungen 3 bis 5 wird bildhaft das Regelverhalten des automatischen Membranregelventils von Saint-Gobain PAM in Abhängigkeit von der Einstellung des Pilotventils dargestellt. Die angenommene Fließrichtung des Mediums ist dabei von links nach rechts.

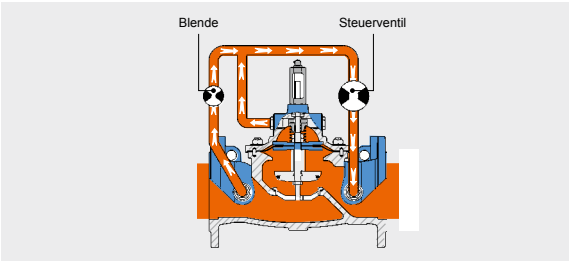



*Abb. 3: Geöffnetes Ventil*

Bei vollständiger Öffnung des Steuerventils tritt das im Steuerkreis befindliche Medium ungehindert aus dem Steuerkreis aus. Das Basisventil verbleibt in vollständig geöffneter Position.

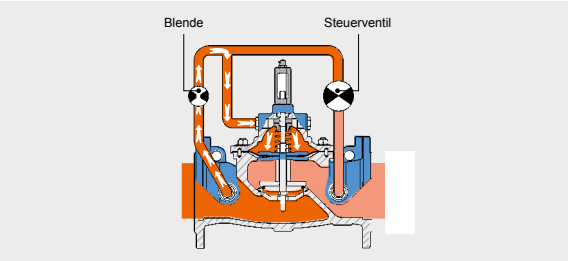



*Abb. 4: Geschlossenes Ventil*

Sofern das Steuerventil geschlossen ist, staut sich davor das Medium an und der resultierende Staudruck wird an die Kammer (Steuerkammer) weitergegeben. Das Ventil befindet sich dauerhaft in geschlossener Position.

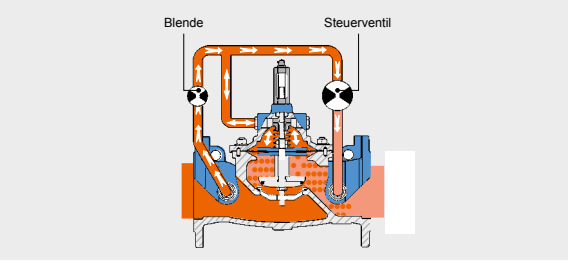



*Abb. 5: Ventil in Zwischenstellung*

Wird das Steuerventil auf eine entsprechende Zwischenposition eingestellt, so wirkt die eingestellte Federkraft dem Wasserdruck auf der Ausgangsseite des Ventils entgegen und es stellt sich ein hierzu korrespondierender Öffnungsgrad ein.

Saint-Gobain PAM hat die schlichte Blende durch eine patentierte zentrale Steuereinheit TUP 93 (Abb.1) ersetzt. Sie ermöglicht es, Öffnungs-, Schließ- und Reaktionsgeschwindigkeit der Armatur bedarfsgerecht einzustellen. Auf diese Weise lassen sich Druckstöße beim Schließen der Armatur verringern und unabhängig davon eine schnelle Öffnungsgeschwindigkeit realisieren, falls diese erforderlich ist z. B. im Falle einer Brandbekämpfung. Die Steuereinheit ist zudem mit einem Filter und einer Abdeckung aus Plexiglas ausgestattet, die sie vor unbefugtem Zugriff schützt.

Der weitere Aufbau des Steuerkreises definiert den Einsatzzweck der Armatur. Daher kann sie z. B. zur Füllstandregelung, Durchflussregelung, als Auf-/Zu-Ventil oder für ihren häufigsten Einsatzzweck, die Druckminderung, eingesetzt werden. Alle hier aufgezählten Varianten benötigen keine externe Energiezufuhr, um ihre Regelaufgabe zu erfüllen.

**Faustregel für die Dauerhaftigkeit**
**Dauerhaftigkeit = exakte Auslegung**
**+ Korrosionsschutz + regelmäßige Wartung**

Die Dauerhaftigkeit und Langlebigkeit von Armaturen hat bei Saint-Gobain PAM oberste Priorität. Aus diesem Grund ist die Erstellung einer individuellen Auslegung, passend für die kundenspezifischen Betriebsparameter wie Funktion, Eingangsdruck, Ausgangsdruck, Durchfluss und ggf. Temperatur des Mediums, notwendig. Im Zuge dessen wird ermittelt, ob ein Kavitationszylinder zum Einsatz kommen muss oder evtl. eine Nennweitenanpassung (geringe Nennweiten sorgen oft für wirtschaftliche Vorteile) sinnvoll ist.

Der Korrosionsschutz in Form einer Epoxy-Pulverbeschichtung mit einer Schichtstärke von mindestens 250 µm trägt ebenfalls seinen Teil zu der Dauerhaftigkeitsgleichung bei.

Um auch die dritte Komponente gewährleisten zu können, unterstützt Saint-Gobain PAM seine Kunden mit entsprechenden Wartungshandbüchern.

**Autor:**
Stephanie Kracht
Saint-Gobain PAM Deutschland GmbH
Saarbrücker Straße 51, 66130 Saarbrücken
T+49 681 8701426
stephanie.kracht@saint-gobain.com, www.pamline.de

© *Dron-Fotolia.com*

# GERUCH UND KORROSION

Zunehmende Extremwetterlagen stellen Betreiber von Entwässerungssystemen vor immer größere Herausforderungen. Bei Trockenheit und Hitze nehmen Geruchsbelästigungen und biogene Korrosion zu.

Die Deutschen verbrauchen immer weniger Wasser. Das ist gut – aber auch ein Problem. Denn je geringer die Abwassermenge, desto höher ihre Schmutzkonzentration. Bei weiten Fließstrecken und langen Fließzeiten beginnt das Abwasser dann bereits im Kanal bzw. in der Druckleitung zu faulen. Schwefelwasserstoff ($H_2S$) entsteht. Das giftige Gas ist verantwortlich für üble Gerüche. Höhere Temperaturen beschleunigen den Prozess. Der üble Geruch nimmt zu. Schlimmer noch: Über biochemische Prozesse führt Schwefelwasserstoff bereits bei geringer Konzentration zur Korrosion von Beton und zerstört ganze Abwasserbauwerke. Die Folge sind teure Investitionen – und letztlich Gebührenerhöhungen.

Das Entwässerungssystem jeder Stadt ist anders. Das ist die Herausforderung bei der Auswahl von Lösungen zur Vermeidung von Schwefelwasserstoff in Entwässerungssystemen. Eingesetzte Anlagen haben oft eine Einsatzzeit von mehreren Jahrzehnten. Wird eine Lösung nicht optimal ausgewählt, kann das aufgrund der langen Einsatzzeiten zu extremen Folgekosten und Mehrverbrauch an Energie führen. Wird z. B. eine Druckluftanlage zum Freiblasen von Druckleitungen falsch ausgelegt, sind die Folgen enorm. Auslegungsfehler haben sehr oft einen Mehrverbrauch an Energie von über 1000 kWh pro Jahr und dementsprechenden Mehrausstoß von $CO_2$.

Noch größer ist das Problem, wenn gewählte Systemlösungen überhaupt nicht zum gewünschten Erfolg führen und es weiter stinkt. Dann ist die gesamte Investition verloren und die Anwohner und Bausubstanz sind weiter durch Schwefelwasserstoff gefährdet.

Besser wäre es, Lösungen vorher ausprobieren zu können. Das UNITECHNICS Testmobil leistet genau das. Verschiedene Vermeidungsmaßnahmen gegen Schwefelwasserstoff können mit diesem Testanhänger ausprobiert werden. Die Anhänger können mobil überall aufgestellt werden und über Online-Zugriff gesteuert werden. In Verbindung mit Online-Messgeräten kann so jede denkbare Lösung getestet und ferngesteuert werden.

© *UNITECHNICS*

So können mit dem UNITECHNICS Testmobil die Dosierung verschiedener Chemikalien für Fettabscheider und Pumpwerke mit Druckleitungen getestet werden. Auch eine Abluftbehandlung für Pumpwerke oder Rechengebäude kann einem mobilen Test unterzogen werden, genauso wie eine Druckluftfreiblasung oder eine Belüftung mit einem mobilen Kompressor für Druckleitungen. Auch der Einsatz von Filtern und die mobile Analyse von Abwasserparametern ist problemlos möglich. Ganz ohne teure Investitionen und völlig risikofrei kann so die energie- und $CO_2$-optimale Lösung gefunden werden, die auch sicher funktioniert.

**Autor:**
Dipl. Wirt. Ing. Klaus Jilg,
UNITECHNICS KG
Werkstraße 717, 19061 Schwerin
T +49 385 34337120
k.jilg@unitechnics.de, www.unitechnics.de

# DEZENTRALE REGENERATIVE ENERGIE-VERSORGUNG 2.0

**Wärme, Kälte, Klima, Strom und Dampf: Alles aus einer Hand**

# ESB WÄRME: ENERGIE-KONZEPTE HAUSGEMACHT

Die ESB Wärme GmbH ist erfahrener Partner für effiziente Contracting-Lösungen und Dienstleistungsangebote im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung. Als engagierter Dienstleister steht die Frage, was wir für unsere Kunden tun können, an oberster Stelle unserer Unternehmensphilosophie. Mit uns erhalten Kunden alles aus einer Hand: Wärme, Kälte, Klima, Dampf, Strom. Realisiert werden konventionelle Anlagen mit Erdgas-Brennwerttechnik oder Biomasse ebenso wie innovative Anwendungen mit Blockheizkraftwerken oder Gaswärmepumpen, je nach individuellem Projektbedarf. Zahlreiche Kunden aus Industrie und Gewerbe, aus den Bereichen Wohnungswirtschaft und Hotellerie sowie Seniorenwohnheime, Kliniken und Nahwärmekunden vertrauen auf unsere Expertise. Die ESB Wärme GmbH ist eine 100%ige Tochtergesellschaft der Energie Südbayern GmbH (ESB), dem regional führenden und überregional agierenden Energiedienstleister mit über 50 Jahren Erfahrung im Markt. Die Energielieferung, der Energiehandel, der Betrieb von Energienetzen und die Energieerzeugung bilden die Geschäftsfelder des Mutterunternehmens.

**Zwei Projektbeispiele: BHKW-Inbetriebnahme am Fuße des Wettersteingebirges:**

# ESB WÄRME ERMÖGLICHT ZUKUNFTS-WEISENDE WÄRME-VERSORGUNG FÜR SCHLOSS ELMAU

***Schloss Elmau, das bekannte und zukunftsorientierte Wellness-Hotel im Wettersteingebirge und zugleich Veranstaltungsort des diesjährigen G7-Gipfels, setzt auf eine zukunftsorientierte Energieversorgung: Die ESB Wärme GmbH, erfahrener Partner für Contracting-Lösungen und Dienstleistungsangebote im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung, nahm Anfang 2015 das neue Blockheizkraftwerk (BHKW) als Heizzentrale vor Ort offiziell in Betrieb.***

Schloss Elmau – Luxury Spa & Cultural Hideaway, rund 100 km südlich von München und auf über 1000 Höhenmetern gelegen, setzt als wegweisender Akteur des Hotellerie-Gewerbes im Landkreis Garmisch-Partenkirchen auch auf moderne Energieversorgung. Die ESB Wärme GmbH hat zur Unterstützung der lokalen Wärmeversorgung der weitläufigen Hotelanlagen ein zukunftsorientiertes Energieversorgungsprojekt auf Basis innovativer und effizienter Technologie realisiert. „Als auf Contracting- und Energie-Dienstleistungsangebote spezialisierter und markterfahrener Partner erarbeitet ESB Wärme leistungsfähige, stets auf die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse ausgerichtete Lösungen im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung", erklärt Bernhard Reith, Geschäftsführer von ESB Wärme. „Schloss Elmau ist ein bekannter Touristenmagnet und war 2015 zudem Veranstaltungsort des G7-Gipfels – wir sind stolz, auch diesen prominenten Kunden mit unserer Fachkompetenz und unserem Service unterstützen zu können." Als die internationalen Staatsoberhäupter eintrafen, waren die Arbeiten längst abgeschlossen – seit der offiziellen Inbetriebnahme Anfang Februar liefert die neue BHKW-Heizzentrale effizient, zuverlässig und umweltschonend Wärme und Strom für das Hotel.

*Schloss Elmau Außenansicht.*

**Effiziente Technik im Einsatz an zukunftsträchtigem Hotelstandort**

Ausgangslage für das ambitionierte Projekt war die Errichtung eines neuen Hotelkomplexes und die Herausforderung einer geeigneten Energieversorgung. Auf Basis der Errichtung einer Erdgas-Installationsleitung durch den regionalen Energieversorger Energie Südbayern, zugleich Muttergesellschaft von ESB Wärme, konnte ein Großteil aller Arbeiten bereits bis Mitte letzten Jahres erfolgreich abgeschlossen werden. Die technischen Werte überzeugen: Im neu errichteten BHKW wird bei einer Betriebszeit von 7.500 Stunden im Jahr eine jährliche Wärmemenge von 2,6 Millionen kWh und eine Strommenge von 1,7 Millionen kWh erzeugt. Die thermische Leistung des BHKW beträgt ganze 363 kW, seine elektrische Leistung beläuft sich auf 238 kW. Rund 40 Prozent des kompletten Wärmebedarfs der Hotelanlage kann damit abgedeckt werden, und auch der erzeugte Strom wird größtenteils im Hotel selbst genutzt – was in etwa dem Stromverbrauch von 500 Drei-Personen-Haushalten entspricht. „Die erzeugte Energie wird über eine eigene Nahwärmeleitung und entsprechende Elektroverkabelung von der BHKW-Heizzentrale direkt zum Hotel transportiert", erläutert Bernhard Reith. „Durch dieses hocheffiziente Erzeugungssystem sind nun nicht nur ein kostenoptimierter Einsatz der Brennstoffe und eine höchstmögliche Versorgungssicherheit gewährleistet, ganz nebenbei wurde auch ein wesentlicher Beitrag zur Energiewende vor Ort geschaffen."

*Die Heizzentrale von außen. Die Anlage von innen.*

*Bei der Inbetriebnahme, v.l.: Bernhard Reith (Geschäftsführer ESB Wärme), Dietmar Müller-Elmau (Hotelier), Norbert Kindermann (Geschäftsführer Energie Südbayern), Anton Speer (Landrat Garmisch-Partenkirchen), Peter Imminger (Bürgermeister Gemeinde Oberau), Thomas Schwarzenberger (Bürgermeister Gemeinde Krün).*

**Attraktive Wärme- und Kälteversorgung für modernen Gewerbepark:**

# INBETRIEB-NAHME DER ENERGIE-ZENTRALE IM ASTO-PARK OBERPFAFFEN-HOFEN

Im Südwesten von München wird der neue „Aerospace & Technology Park Oberpfaffenhofen" (ASTO) zu einem attraktiven Technologiestandort ausgebaut. Zukunftsorientiertes Technologiegewerbe erfordert eine zukunftsorientierte Energieversorgung: Der ASTO-Gewerbepark setzt auf die ESB Wärme GmbH als erfahrenen Partner für Contracting-Lösungen und Dienstleistungsangebote im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung. Mitte 2014 erfolgte die offizielle Inbetriebnahme der neuen Energiezentrale vor Ort, realisiert durch ESB Wärme.

Am Sonderflughafen Oberpfaffenhofen in Gilching entsteht der „Aerospace & Technology Park Oberpfaffenhofen" (ASTO) als wegweisendes Technologiestandort-Projekt in Münchens Südwesten. Die ESB Wärme GmbH hat für die lokale Wärme- und Kälteversorgung des großen ASTO-Gewerbeparks ein zukunftsorientiertes Energieversorgungsprojekt auf Basis innovativer und effizienter Technologie realisiert. ESB Wärme ist erfahrener Partner für Contracting-Lösungen und Dienstleistungsangebote im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung. „Mit ESB Wärme erhalten Kunden alles aus einer Hand: Wärme, Kälte, Klima, Dampf, Strom", erläutert Bernhard Reith, Geschäftsführer der ESB Wärme GmbH, „kurz gesagt: Wird es zu kalt, machen wir es warm, und auch umgekehrt."

**Effiziente Technik im Einsatz an zukunftsträchtigem Standort**

„Unser Standort ist als Wiege der Deutschen Luft- und Raumfahrt bestens bekannt, hier sind bereits wichtige Unternehmen aus den verschiedensten Industriezweigen angesiedelt", beschreibt ASTO-Geschäftsführer Dr. Bernd Schulte-Middelich die Situation vor Ort, „in Abstimmung mit dem bisherigen Grundeigentümer EADS wurden seit 2008 die ersten 12.000 m² Büro- und Produktionsflächen des neuen Technologieparks bereitgestellt – direkt am Eingang des Flughafens und in Nachbarschaft zum DLR und renommierten Unternehmen entstehen weitere 30.000 m² Mietflächen mit einem Business-Hotel und umfassender Dienstleistungsinfrastruktur." ESB Wärme hat in die örtliche Energiezentrale umfassend investiert und das komplette Projekt umgesetzt. Die technischen Werte sind beeindruckend: „Es ist wichtig, stets auf die individuellen Vor-Ort-Bedürfnisse und die Wirtschaftlichkeit zu achten", erklärt Bernhard Reith, „als markterfahrener Partner freuen wir uns, ASTO bei der Realisierung dieses ambitionierten Projekts zu unterstützen."

**Autor:**
Bernhard Reith,
ESB Wärme GmbH
Ungsteiner Straße 31, 81539 München
T +49 89 68003480
bernhard.reith@esb-waerme.de, www.esb-waerme.de

# ENERGIE-EFFIZIENZ IM BEZIRK NIEDERBAYERN AM BEISPIEL DER KAISER-THERME IN BAD ABBACH

***Mit Erteilung des Planungsauftrags an das Ingenieurbüro Hausmann + Rieger GbR mit Unternehmensstammsitz in Buch am Erlbach nahm der Bezirk Niederbayern die Möglichkeit wahr, an der bezirkseigenen Anlage „Kaiser-Therme" in Bad Abbach fortschrittliche Energieeffizienzmaßnahmen vorzunehmen.***

In der bestehenden Heizungsanlage der Kaiser-Therme war ursprünglich ein Reserveplatz für einen dritten modulierenden Gasbrennwert-Kessel vorgesehen. Aufgrund des eigenen hohen Stromverbrauchs war hier ein Umdenken erforderlich. So wurden vom Bezirksgremium der Einbau und die Integration eines modernen gasbetriebenen BHKWs beschlossen.

**Projektbeschreibung**

In der Kaiser-Therme in Bad Abbach wurde im Jahr 2013 ein Blockheizkraftwerk mit einer Leistungsfähigkeit von 237 kW elektrischer und 372 kW thermischer Leistung eingebaut. In der Planungsphase wurde die Anlage vom Ingenieurbüro Hausmann + Rieger GbR nach Auswertung der Jahresganglinien und den zur Verfügung stehenden Platzverhältnissen auf die optimale Wirtschaftlichkeit dimensioniert, sämtliche dafür erforderlichen Komponenten wurden ausgeschrieben.

Besonders zu berücksichtigen waren u. a. die sehr engen räumlichen Verhältnisse für die Geräteeinbringung und -aufstellung, Zu- und Abluftführung, Abgasführung mit Schallschutzmaßnahmen und Anbindung an die Elektroversorgung und Gebäudeautomation.

Besonders hervorzuheben sind jedoch der Einbau eines Wärmespeichers und die optimale Ausnutzung der bereits in die Jahre gekommenen hydraulischen Installation. So lieferten beide vorhandenen Gasbrennwertkessel den Vorlauf in einen kleinen Vorlagebehälter mit einem Volumen von ca. 1,5 m³, der als hydraulische Weiche genutzt wurde. Mit dem Einbau des neuen Wärmespeichers war daher eine Änderung der hydraulischen Anlage notwendig. So wurde der neue Wärmespeicher ebenfalls aufgrund fehlender räumlicher Gegebenheiten als erdeingebaute Anlage aufgebaut und mit hydraulischen Leitungen und Steuerleitungen für die Temperatursensoren angebunden. Die vorhandene hydraulische Weiche und der Wärmeverteiler wurden derart funktioniert, dass nun Vorlauf- und Rücklauftemperaturen minimalen Abweichungen unterliegen. Hieraus resultieren äußerst geringe Taktfrequenzen des BHKWs und der nach wie vor vorhandenen modulierenden Gasbrennwert-Kessel.

In der Bauphase wurde dann folgender Leistungsumfang umgesetzt:

- BHKW gasbetrieben – 372 kWth 237 kWel
- Hydraulische Verrohrung und Anbindung an das bestehende Leitungsnetz
- Be- und Entlüftungsleitungen zur Anlagenkühlung
- Erdeingebauter Pufferspeicher, mit 14.300 l Nutzvolumen und Sensoren
- Abgasführung mittels Edelstahlauskleidung eines bestehenden Abgaskamins
- Erneuerung der Druckhaltestation in Abstimmung auf die neue Heizungshydraulik
- Elektrische Schaltanlage zur Einspeisung und Eigennutzung des erzeugten Stroms
- Aushub und Verfüllung der Baugrube
- Abmauerung von Außenwandöffnungen mit Schallschutzziegeln

**Anlagenbeschreibung**

Die vom BHKW erzeugte Energie wird überwiegend im Eigenverbrauch genutzt. Überschüssige Wärme speichert der Pufferspeicher und sorgt so für eine erhebliche Laufzeitverlängerung des Kraftwerks.

Die Anlage ist auf die Gebäudeleittechnik aufgeschaltet und kann auch über Fernwartung beobachtet werden.

Durch die geplanten Schallschutzmaßnahmen ist keinerlei Schallentwicklung für die Badegäste nach den hohen Anforderungen im Kurgebiet vernehmbar.

Modulierender BHKW-Betrieb, angepasst auf den jeweiligen Wärmebedarf, ist möglich. Durch intelligente Pumpen kann der Wärmebedarf des Netzes optimal bereitgestellt werden. Dafür wurde die entsprechende Steuerungsschematik erarbeitet.

### Wirtschaftlichkeit

Die Anlage ist beim Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle wirksam zugelassen und beim Netzbetreiber angemeldet. Die Vergütung erfolgt gemäß KWK-Gesetz.

Die Anlage befindet sich seit 21.08.2013 im Dauerbetrieb und erzeugt wertvolle elektrische Energie für den Eigenverbrauch in der Limes-Therme und deckt dabei in erheblichem Maße die Grundlast der Wärmeversorgung.

Zur Prüfung, ob die Anlage die angenommenen Betriebsbedingungen erreicht und ob sich dabei ein wirtschaftlicher Anlagenbetrieb erzielen lässt, wurden sämtliche Betriebsparameter für das Kalenderjahr 2014 aufgenommen und den Annahmen aus der Entwurfsplanung vom 24.09.2012 gegenübergestellt.

### Betriebsstunden

In der Entwurfsplanung wurde von 6.300 Betriebsstunden ausgegangen. Durch die hervorragende hydraulische Einbindung mit dem Pufferspeicher, dem bis dato äußerst zuverlässigen, nahezu störungsfreien Anlagenbetrieb sowie der regeltechnischen Umsetzung der modulierenden Energieerzeugung konnten im Jahr 2014 stolze 7.530 Betriebsstunden erreicht werden.

### Anlagenverluste/Anlagenwirkungsgrad

Bei der Bilanzierung der Anlage ist immer der zu erzielende Ertrag mit den eingesetzten Mitteln zu vergleichen.

Beim Volllastwirkungsgrad handelt es sich dabei um eine Größe aus den technischen Datenblättern der Anlagenhersteller, die unter genormten (also optimalen) Bedingungen zu erreichen wäre. In der Entwurfsplanung wurde gemäß Herstellerangaben von einem Gesamt-Anlagenwirkungsgrad von 90,1 % ausgegangen. Das eingesetzte Fabrikat von Kuntschar + Schlüter erreicht einen Volllastwirkungsgrad von 91,03 %.

Bei der Bilanzierung über die jährlichen Energiemengen spricht man vom sogenannten Jahresnutzungsgrad. Dabei wird die jährliche Energieerzeugung dem jährlichen Brennstoffbedarf gegenübergestellt. Insgesamt ergibt sich ein absoluter, tatsächlicher Anlagennutzungsgrad von 73,8 %. Die Anlage erfüllt somit das Hocheffizienzkriterium der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments, in dem 70 % Jahresnutzungsgrad gefordert werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anlage nicht unter den für die Ermittlung des Volllastwirkungsgrads optimalen Bedingungen betrieben werden kann (Aufstellhöhe, Umgebungstemperaturen …). Weiterhin ist zu beachten, dass die Anlage modulierend betrieben wird. Dadurch passt der Motor seine erzeugte Leistung an den tatsächlichen Wärmebedarf an. Außerhalb des Volllast-Betriebspunktes reduziert sich allerdings der Wirkungsgrad. Zudem ist zu berücksichtigen, dass Brennwertnutzung bei den vorhandenen Systemtemperaturen nicht möglich ist. Demzufolge kann das BHKW auch nicht die gesamte im Brennstoff enthaltene Energie nutzen.

Der Wirkungsgrad, von dem in der Planung auf Basis von Herstellerdatenblättern ausgegangen wurde, konnte im modulierenden, auf die bestehenden Verhältnisse angepassten Anlagenbetrieb somit nicht erreicht werden. Die sich ergebenden Einbußen werden aber im hinreichenden Maß durch günstigere Entwicklungen anderer Planungsfaktoren kompensiert.

### Genutzte thermische Energie

Die Anlage ist auf den wärmegeführten Betrieb ausgelegt. Das heißt, dass die gesamte erzeugte thermische Energie im Wärmenetz der Kaiser-Therme genutzt wird. Es ist kein separater Wärmemengenzähler vorhanden. Die thermischen Energiemengen lassen sich jedoch aus Gasverbrauch, elektrischer Energieerzeugung und Wirkungsgrad relativ genau ermitteln. Im Jahr 2014 wurden 2.699.417 kWh thermischer Energie (Wärme) im Heizungsnetz der Kaiser-Therme aus KWK-Erzeugung genutzt.

### Netzeinspeisung elektrischer Energie

Erzeugte elektrische Energie, die nicht unmittelbar im eigenen Stromnetz verbraucht wird, wird in das Stromnetz eingespeist. Diese Energiemengen werden über

einen separaten Zähler erfasst. Im Jahr 2014 wurden 338.400 kWh elektrischer Energie (Wärme) in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

**Eigenverbrauch elektrischer Energie**

Aus der Differenz der gesamten erzeugten elektrischen Energie und der eingespeisten elektrischen Energie lässt sich der Eigenverbrauch ermitteln. Im Jahr 2014 wurden 1.285.762 kWh elektrischer Energie (Wärme) aus KWK-Erzeugung im Eigenverbrauch genutzt. Dieser Strom musste dementsprechend nicht vom EVU bezogen werden.

**Eigenverbrauchsquote**

Die Strombezugskosten sind höher als die zu gesetzlichen Vergütungen für eingespeisten Strom. Dementsprechend ist die Wirtschaftlichkeit einer Anlage umso höher, je höher die Eigenverbrauchsquote (Verhältnis des elektrischen Eigenverbrauchs aus KWK Erzeugung zur gesamten elektrischen KWK-Erzeugung). In der Kostenberechnung wurde von einer Eigenverbrauchsquote von 77 % ausgegangen. Im Jahr 2014 hat sich eine Eigenverbrauchsquote von 79,2 % eingestellt.

**Brennstoffbezugskosten**

Am BHKW ist ein separater, geeichter Gas-Mengenzähler vorhanden. Dabei wird die im Motor verbrannte Gasmenge erfasst. Multipliziert mit dem jeweiligen Gasbezugspreis der Kaiser-Therme ergeben sich die jährlichen Gasbezugskosten. Nach Auswertung der vorhandenen Gasabrechnungen ist für die Monate Januar bis September ein Gasbezugspreis von 3,32 Ct/kWh (brutto) und für die Monate Oktober bis Dezember ein Gasbezugspreis von 4,22 Ct/kWh (brutto) anzusetzen. Darin enthalten ist die Erdgassteuer in Höhe von 0,55 Ct/kWh. Gemäß § 53 a Energiesteuergesetz ist die Erdgassteuer für den Betrieb von KWK-Anlagen zurückzuerstatten. Insgesamt ergeben sich für das Kalenderjahr für den Betrieb des Blockheizkraftwerks Brennstoffbezugskosten von 209.926,00 €. Davon ist die Erdgassteuerrückerstattung in Höhe von 31.752,00 € abzuziehen. Es ergeben sich somit Brennstoffbezugskosten von 178.173,00 €/a.

**Vermiedene Gaskosten für Wärmebezug**

Durch die thermisch genutzte Energie des Blockheizkraftwerks verringert sich der Wärmebezug vom Gaslieferanten in Höhe der jeweiligen Gasbezugskosten. Im Jahr 2014 wurden 2.699.417 kWh thermischer Energie (Wärme) im Heizungsnetz der Kaiser-Therme aus KWK-Erzeugung genutzt, was einer Ersparnis von 96.764,00 € entspricht.

**Vermiedene Stromkosten für Strombezug**

Durch den Eigenverbrauch der erzeugten elektrischen Energie des Blockheizkraftwerks verringert sich der Strombezug vom Energieversorger in Höhe der jeweiligen Strombezugskosten. Im Jahr 2014 wurden 1.285.762 kWh elektrischer Energie (Wärme) aus KWK-Erzeugung im Eigenverbrauch genutzt, was einer Ersparnis von 211.379,00 € entspricht.

In der Entwurfsplanung wurden die Stromkosten zu 13,00 Ct/kWh (brutto) angenommen. Die tatsächlichen Stromkosten betragen nach Auswertung der Stromabrechnungen jedoch 16,44 Ct/kWh. Je höher die Strombezugskosten sind, umso wirtschaftlicher arbeitet ein BHKW, da die kalkulatorischen Einsparungen entsprechend ansteigen.

**Eigenverbrauchsvergütung**

KWK-Strom, der im Eigenverbrauch genutzt wird, wird zusätzlich zu den vermiedenen Stromkosten mit dem KWK-Zuschlag vergütet. Diese betrugen für 2014:

Energiemenge,
anteilig für den Leistungsanteil bis 50 kW:
6,44 Ct/kWh (brutto)

Energiemenge,
anteilig für den Leistungsanteil von 50–500 kW:
4,76 Ct/kWh (brutto)

Entsprechend der erzeugten Energie ergibt sich eine mittlere Eigenverbrauchsvergütung von 5,11 Ct/kWh. In der Entwurfsplanung wurde von einer mittleren Einspeisevergütung von 4,51 Ct/kWh ausgegangen. Dementsprechend ergibt sich eine Eigenverbrauchsvergütung für 2014 von insgesamt 65.754,00 €.

### Einspeisevergütung

Eingespeister Strom wird zusätzlich zum KWK-Zuschlag noch mit dem Baseload-Strompreis und den vermiedenen Netzentgelten vergütet.

Der Baseload-Strompreis beschreibt den üblichen, durchschnittlichen Preis für Grundlaststrom an der Strombörse EEX in Leipzig im jeweils vorangegangenen Quartal.

Im Jahr 2014 wurden folgende (brutto) Baseload-Strompreise je eingespeiste kWh Strom verrechnet:

| | |
|---|---|
| Quartal I/2014 | 4,467 Ct/kWh |
| Quartal II/2014 | 3,986 Ct/kWh |
| Quartal III/2014 | 3,718 Ct/kWh |
| Quartal IV/2014 | 3,749 Ct/kWh |

In der Kostenberechnung der Entwurfsplanung wurde von einem üblichen Preis von brutto 4,51 Ct/kWh ausgegangen.

Die vermiedenen Netzentgelte ermitteln sich nach § 18 StromNEV zu 0,46 Ct/kWh.

### Zusammenfassung

Der tatsächliche Anlagenbetrieb des BHKWs in der Kaiser-Therme in Bad Abbach übertrifft die in der Entwurfsplanung geschilderten wirtschaftlichen Erwartungen. Die Amortisation der Investitionskosten wird in Anlehnung an VDI 2067 aufs Brutto nach 2,02 Jahren erreicht.

Die in der Entwurfsplanung angenommenen Parameter, die aufgrund von Unsicherheiten (z. B. Energiebezugskosten oder gesetzliche Entwicklung der Vergütungen) vorsichtig angesetzt waren, haben sich überwiegend oberhalb der Erwartungen bestätigt. Die Anlage erfüllt mit einem Jahresnutzungsgrad von 73,8 % das Hocheffizienzkriterium der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments, in dem 70 % Jahresnutzungsgrad gefordert werden.

Eine Erhöhung des Jahresnutzungsgrads der Anlage wäre anzustreben, kann jedoch aufgrund anderer einflussreicher Faktoren, wie z. B. den modulierenden Betrieb und den gegebenen Wärmebedarf nur bedingt erreicht werden.

Für die deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit sind hauptsächlich zwei Faktoren verantwortlich:

### Laufzeiten

Durch die längere Laufzeit von 1.230 Stunden im Jahr kann das BHKW deutlich mehr Energie erzeugen als angenommen. Die extrem lange Laufzeit ist der Beleg dafür, dass die hydraulische Einbindung in das Gesamtsystem mit dem vorhandenen Puffervolumen optimal funktioniert. Die getroffenen lüftungstechnischen Maßnahmen erreichen auch im Sommer die gewünschte Effizienz, um die Aggregate ausreichend zu kühlen und somit die Laufzeiten zu verbessern.

### Strombezugskosten

Die derzeitigen Strombezugskosten liegen über den erwarteten Strompreisen. Dadurch wird eine im Eigenverbrauch genutzte kWh „wertvoller" und führt zu größeren Stromeinsparungen.

Gemäß KWK-Gesetz werden die Zuschläge lediglich für die ersten 30.000 Betriebsstunden vergütet. Nach ca. 4 Jahren ist die KWK-Förderung somit aufgebraucht. Anschließend sorgt das BHKW auch weiterhin für signifikante Einsparungen im Wärme- und Strombezug, zusätzliche Vergütungen können aber dann nicht mehr wahrgenommen werden. Demzufolge ergeben sich bei angesetzten konstanten Brennstoffbezugskosten von jährlich 178.173,00 €/a Einsparungen von 308.143,00 €. Die Einsparungen aus dem Betrieb des BHKWs belaufen sich somit jährlich immer noch auf 129.970,00 €/a und führen zu der geringen Amortisationszeit von 2,02 Jahren bei Berücksichtigung aller Faktoren.

Die Heizzentrale der Kaiser-Therme in Bad Abbach wurde um ein qualitativ hochwertiges Aggregat, das sich durch hohe Laufzeiten und Zuverlässigkeit auszeichnet, erweitert. Die wirtschaftlichen Erwartungen werden übertroffen.

**Autor:**
Ulrich Dirscherl
Christian Maierbeck
Ingenieurbüro Hausmann + Rieger GbR
Wasser- und Energiewirtschaft, Bäderbau
Flurstraße 6, 84172 Buch am Erlbach
info@ibhr.de, www.ibhr.de

*40 m² Solarluft-System Fachhochschule Herrsching.*

**Einfach und betriebssicher mit SolarLuft-Systemen von GRAMMER Solar – vom Wohnhaus bis hin zur Industrieanwendung**

# SONNENWÄRME UND FRISCHLUFT FREI HAUS

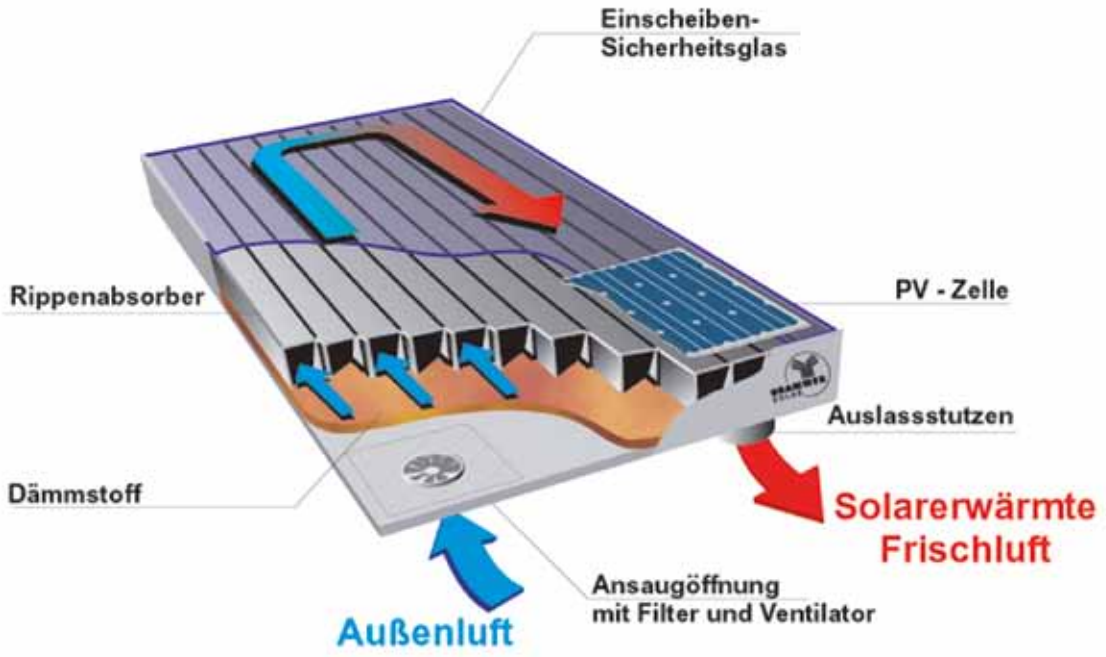
***GRAMMER Solar kann auf eine über 35-jährige Firmengeschichte zurückblicken und ist in der Fachwelt bekannt für seine innovative Solartechnik in den Bereichen Solare Lüftung und Photovoltaik. Zunächst mit Projekten zur solaren Trocknung gestartet, ist Grammer Solar heute ein ausgewiesener Experte für alle Arten von Solartechnik und Hersteller von standardisierten Luftkollektorsystemen. Grammer Solar hat Niederlassungen in Frankreich, Spanien sowie Chile und vertreibt die Produkte weltweit.***

Weil eine Solarluft-Anlage so einfach ist, können sowohl sehr kleine als auch beliebig große Anlagen gebaut werden, ohne dass es zu technischen Problemen kommt. Einfrieren, auslaufen, abdampfen ist bei Luft-gestützten Systemen gänzlich unmöglich. So ist ein störungsfreier Betrieb auch nach Stillstandsperioden und unter extremen Bedingungen gesichert.

**Solare Lüftung**

Solare Lüftungsanlagen von GRAMMER Solar lüften vollautomatisch und mit Energiegewinn. Ihr Einsatzbereich geht von der energetischen Gebäudesanierung über Gebäudeinstandhaltung bis hin zu Ferienimmobilien. Sie durchlüften die Räume regelmäßig mit trockener vorgewärmter Luft und halten diese konsequent trocken. Aufsteigende Feuchtigkeit im Keller, Schimmelbildung in Freizeitimmobilien sowie Feuchte in historischen Gebäuden werden mit einer solaren Lüftung wirkungsvoll bekämpft.

Die zunehmende Dichtigkeit der Gebäudehülle verlangt nach einem energetisch sinnvollen Lüftungskonzept. Mit dem Kollektorkonzept TWINSOLAR compact bietet GRAMMER Solar eine ebenso einfache wie effiziente Lösung. Die Kollektoren sind dank integrierter Fotovoltaik solarautark und benötigen keinerlei Hilfsenergie.




### Solare Großanlagen

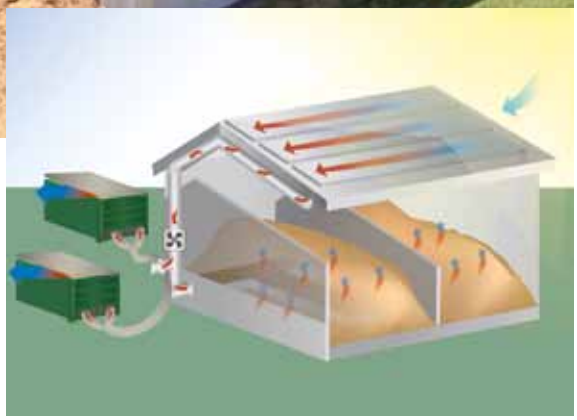
Überall dort, wo tagsüber viel warme Luft gebraucht wird, kommen solare Großanlagen von GRAMMER Solar zum Einsatz. Durch die einfache aber effiziente Technik sind die Anlagen nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich hochinteressant, sofern die Solarwärme mehrere Monate im Jahr genutzt werden kann.

### Solare Prozesswärme

Neben der solaren Lüftung größerer Immobilien werden die Anlagen zur Vorerwärmung der Luft vor konventionellen Lüftungsanlagen oder für industrielle Prozesse eingesetzt. Je nach Trockengut kann eine solare Belüftungstrocknung in vielen Fällen auch ohne konventionelle Zusatzenergie betrieben werden.

*Solarfassade Studentenwohnheim, Universität der Bundeswehr, Neubiberg*

*Solare Belüftungstrocknung von Holzhackschnitzeln, Hindenheim – Großkuchen*



Wärmegewinnung für Produktions- oder Trocknungsprozesse ist ein energie- und kostenintensiver Faktor für Unternehmen. Solare Luftkollektoren, die Luft in Wärmeenergie umwandeln, bieten eine effiziente Möglichkeit, um diese Kosten zu senken. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Anschaffung eines solchen Aggregats derzeit mit 50 % bezuschusst wird.

Ein ideales Anwendungsgebiet der solaren Belüftungstrocknungsanlagen ist die Trocknung von Holzhackschnitzeln. Deren Vorteile liegen klar auf der Hand: Die Luftkollektoren arbeiten sehr effizient und wartungsarm, steigern den Heizwert um bis zu 100 Prozent und machen die Brennstoffe lagerfähig.

**QUALITÄT „MADE IN GERMANY“**

Hochwertige Materialien, Fertigung in Deutschland, individuelle Beratung und Planung kennzeichnen die Arbeit von GRAMMER Solar. GRAMMER Solar fertigt seit über 35 Jahren Luftkollektoren „Made in Germany“ und ist der erste Solar Keymark-zertifizierte Hersteller von Luftkollektoren in Europa.

**STAATLICH GEFÖRDERT**

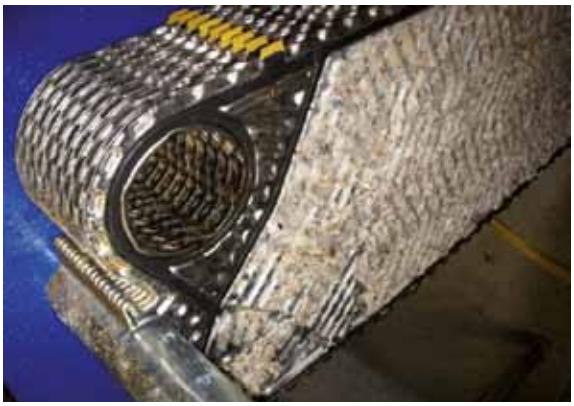
Luftkollektoren von GRAMMER Solar werden in Deutschland seit vielen Jahren im Rahmen der BAFA-Förderprogramme gefördert. Die erfolgreiche Solar-Keymark-Zertifizierung ermöglicht seit 2014 auch die Solarförderung in anderen europäischen Staaten.

**Autor:**
Dipl.-Ing. (FH) Rudolf Ettl
GRAMMER Solar
Oskar-von-Miller-Str. 8, 92224 Amberg
T +49 9621 308570
info@grammer-solar.de, www.grammer-solar.de

# WÄRMERÜCK-GEWINNUNG AUS ABWASSER – AUF DEN WÄRME-ÜBERTRÄGER KOMMT ES AN.

Abwasser steckt voller Energie. Ein verstecktes Potenzial, das zunehmend Beachtung erfährt. Mit konventionellen Wärmetauschern ist es jedoch schwierig, dieses Potenzial zu heben.

Sie neigen beim Einsatz mit Schmutzwasser schnell zu Verunreinigungen – dem sogenannten Fouling. Das führt zu einer Verschlechterung der Wärmeübertragung – die Effizienz des Systems sinkt zunehmend.



*Verschmutzter Plattenwärmetauscher durch Molkerei-Abwasser (Quelle: Stadt Aurich)*

Das Abwärmerückgewinnungs-System DUPUR® von Jaske & Wolf löst dieses Problem durch regelmäßiges Reinigen der wärmeübertragenden Flächen.

Herzstück des Rohrbündel-Wärmetauschers ist ein intelligentes Molchventil, das das gleichzeitige Reinigen aller schmutzführenden Rohrleitungen im Rohrbündel mit sogenannten Molchen ermöglicht. Der Molchvorgang erfolgt automatisch durch eine SPS-Steuerung während des Betriebs. Fouling oder ähnlichen Belagbildungen wird dadurch präventiv entgegengewirkt.

*Reinigungs-Molch in aufgeschnittenem Rohr*

Dadurch wird dauerhaft ein hoher Wirkungsgrad für einen wirtschaftlichen Betrieb gewährleistet. Durch hohe Rückgewinnungsraten bei kleinem delta T kann der überwiegende Teil der Abwärme wieder genutzt werden.

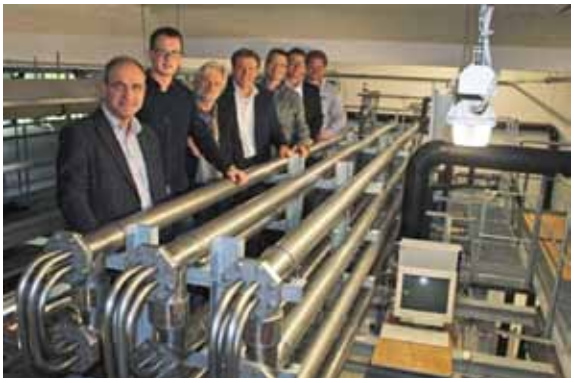
### Bewährte Technik

Die Technik ist erprobt und in unterschiedlichen Anwendungen erfolgreich im Einsatz. So wird seit 5 Jahren bei den Stadtwerken Osnabrück aus dem Filterrückspülwasser des Moskaubads die Wärme zurückgewonnen.

„Das Wärmerückgewinnungs-System entzieht dem 24 Grad warmen Abwasser thermische Energie und nutzt sie, um das Frischwasser von 12 Grad auf 20 Grad vorzuwärmen“, erklärt Dr. Peter Wolf, Geschäftsführer von Jaske & Wolf. Nach der Abwärmerückgewinnung wird das Rückspülwasser mit einer Temperatur von etwa 16 Grad in die Kanalisation eingeleitet. Da ist noch weiteres Potenzial drin.

„Physikalisch bedingt ist es mit einem passiven System, wie es bisher im Moskaubad eingesetzt wurde, nicht möglich, die gesamte zur Verfügung stehende Wärmeenergie zurückzugewinnen“, betont Prof. Dr. Ing. Matthias Reckzügel, Leiter des Kompetenzzentrums Energie an der Hochschule Osnabrück.

Genau an diesem Punkt wurde 2014 von Jaske & Wolf ein Forschungsprojekt initiiert. Das Projekt wurde unterstützt durch die Stadtwerke Osnabrück und dem Kompetenzzentrum Energie. Ziel war es, die Energieausbeute aus dem Abwasser weiter zu erhöhen.



**Optimierte Nutzung der Wärmequelle Abwasser**

Mit einer neuartigen Kombination aus dem DUPUR® Wärmetauscher und einer handelsüblichen Wärmepumpe ist es nun möglich, die im Abwasser enthaltene Wärme vollständig auszubeuten und für die Erwärmung von Frischwasser nutzbar zu machen.

Das Frischwasser wird dabei auf das gleiche Temperaturniveau erwärmt wie das Abwasser. Die mittlere erreichte Arbeitszahl bei der Wärmerückgewinnung beträgt fabelhafte 18.

„Das bedeutet, dass aus einer Kilowattstunde Strom rund 18 kWh Wärme zur Verfügung gestellt werden. Gängige Systeme erreichen im Idealfall lediglich Arbeitszahlen von 3,5 bis 5,5", unterstreicht Prof. Reckzügel die herausragende Performance der neuen Anlage im Moskaubad und ergänzt. „Die Kosten für die eingesetzte Primärenergie liegen dadurch deutlich unter 1 ct pro kWh."

„Damit ist es uns gelungen, den Energieverbrauch des Moskaubades noch weiter zu reduzieren", freut sich Stadtwerke-Bädertechnikchef Jürgen August.

Die $CO_2$-Einsparung gegenüber Primärenergie liegt bei 85 Prozent. „Mit „DUPUR®-active" werden in puncto Wirtschaftlichkeit aber auch in der Nachhaltigkeit ($CO_2$-Reduktion, Umweltschutz) neue Maßstäbe gesetzt", ergänzt Wolfgang Jaske.

Das DUPUR®-System eignet sich für schwebstoffhaltige und stark pigmentierte Abwässer und Prozessflüssigkeiten, wie sie z. B. in folgenden Prozessen anfallen:

- Schwimmbäder, Geothermie, Sümpfungswasser
- Getränkeindustrie, Brauereien und Brennereien, Flaschenwaschanlagen
- Lebensmittel-, milch- und stärkeverarbeitende Industrie
- Kläranlagen, Schlachtereien, Biogasanlagen
- Teilereinigungsanlagen, Spülmaschinen etc.
- Petro- und Verfahrens-Chemie, Lackieranlagen, Galvanik

Jaske & Wolf verfügt über mehrere Testanlagen, um die Eignung des Systems mit dem jeweiligen Abwasser zu überprüfen. Das schafft für alle Beteiligten Planungssicherheit. Die Versuchsreihen werden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unterstützt.

**Autor:**
Jaske & Wolf Verfahrenstechnik GmbH
Am Alten Flugplatz 16, 49811 Lingen
T +49 591 9154110,
info@jaske-wolf.de, www.jaske-wolf.de

# EFFIZIENTE TROCKNUNG VON SCHLÄMMEN MIT ABWÄRME

Eine weitere Lösung von Jaske & Wolf ist ein modularer Scheibentrockner.

Das System wurde speziell entwickelt für die Trocknung mit Abwärme – vor allem auch bei niedrigem Temperaturniveau.

Besondere Merkmale sind die kompakte Bauform, der geringe Platzbedarf und die hohe Effizienz bei der Trocknung.

Geringer Stromverbrauch und hohe Trockenleistung gewährleisten günstige Betriebskosten.

Durch den modularen Aufbau können bei Bedarf unterschiedliche Trocknungszonen eingestellt werden. Es lassen sich daher fast beliebige Trocknungskonzepte für z. B. Industrieabfälle, Flotatschlämme, Klärschlämme usw. realisieren.

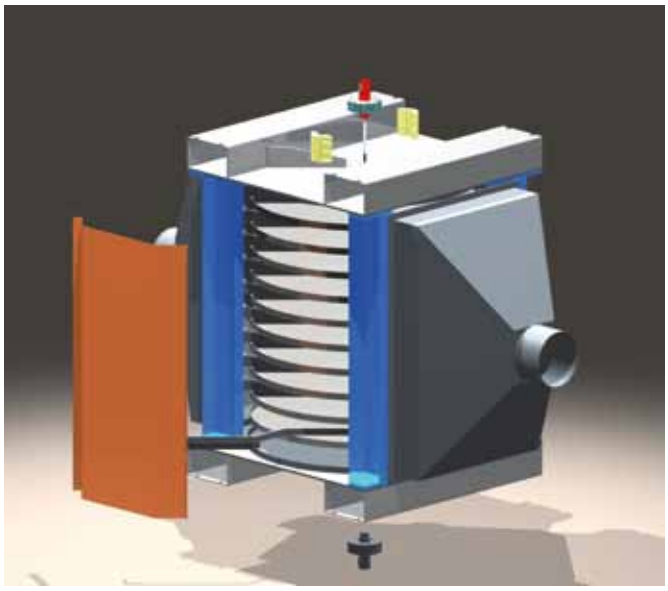
Die erste Anwendung des Trocknungs-Systems wurde bereits vor 10 Jahren beim HTI-Kunden Klingele Papierwerk in Delmenhorst in Betrieb genommen.

Die Trocknung stellt die letzte Verfahrensstufe einer ebenfalls von Jaske & Wolf entwickelten und gebauten Anlage zur Prozesswasser-Aufbereitung von Flexo-Druck-Spülwasser dar.

Das Spülwasser wird nach der Aufbereitung zu 100 % wieder im Betrieb eingesetzt. Die Reststoffe werden mit Abwärme getrocknet und weiter stofflich verwertet.

**Autor:**
Jaske & Wolf Verfahrenstechnik GmbH
Am Alten Flugplatz 16, 49811 Lingen
T +49 591 9154110
info@jaske-wolf.de, www.jaske-wolf.de

*Trocknen von Fettschlamm aus einer Flotation*



*Scheibentrockner: Aufbau eines Moduls*

**MERKMALE DES SCHEIBENTROCKNERS AUF EINEN BLICK**

- Effiziente Trocknung mit Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau
- Hoher thermischer Wirkungsgrad
- Geringer Platzbedarf
- Modular aufgebaut/erweiterbar
- Stabiler, betreuungs- und wartungsarmer Betrieb
- Günstige Betriebskosten durch geringe Antriebsleistung der Aggregate

*Stadtwerke Osnabrück, Hochschule Osnabrück, Jaske & Wolf Verfahrenstechnik*

# PROJEKT-PARTNER

### Stadtwerke Osnabrück

Die Stadtwerke Osnabrück sehen sich als wichtiger Treiber bei der Umsetzung innovativer Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen vor Ort. Dazu gehören u. a. der Ausbau und die Integration der erneuerbaren Energien, die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz durch den Einsatz modernster Technologien sowie die Begleitung innovativer Projekte. Gebündelt werden sämtliche Maßnahmen in der grünen Stadtwerke-Initiative KUK, KompetenzUmweltKlima. Hier vereint das Unternehmen seine Umweltkompetenz im Bereich der Energie- und Wasserversorgung, dem Nahverkehr, der Entwässerungs- oder der Bädertechnik.

Insbesondere in der Bädertechnik bzw. im energieintensiven Bäderbetrieb schlummern Potenziale für mehr Energieeffizienz. Die drei Bäder der Stadtwerke Osnabrück sind bei der Erschließung dieser Potenziale wahre Vorreiter: In den vergangenen Jahren wurden bereits zahlreiche Energieeffizienzmaßnahmen identifiziert und umgesetzt, sodass der spezifische Primärenergiebedarf pro Badegast kontinuierlich gesenkt werden konnte und kann.

Mit diesem bundesweit einmaligen Pilotprojekt zur vollständigen Wärmerückgewinnung aus Abwasser im Moskaubad leisten die Stadtwerke einen weiteren wesentlichen Beitrag zur Erreichung der eigenen, in der KUK-Initiative verankerten Umweltziele.

### Hochschule Osnabrück

Unter dem Dach der Science to Business GmbH - Hochschule Osnabrück firmiert das von Prof. Dr. Ing. Matthias Reckzügel geführte Kompetenzzentrum Energie. Das Kompetenzzentrum ist eine Kooperation der Hochschule und der Stadtwerke Osnabrück.

Die Tätigkeitsfelder des Kompetenzzentrums sind:

- Forschung und Entwicklung
- Transfer und Konzeption
- Vernetzung und Kooperation
- Tagungen und Veranstaltungen

Das Projekt Wärmerückgewinnung im Moskaubad wurde vom Kompetenzzentrum wissenschaftlich begleitet. Mehrere Studenten haben hierbei im Rahmen von Projekt- und Bachelorarbeiten praktische Erfahrungen sammeln und einen Beitrag zum Gelingen des Projekts leisten können. Die sehr guten Ergebnisse wurden geprüft und dokumentiert.

Energieeffizienz durch Wärmeeffizienz ist eine generell zukunftsweisende Aufgabe im Rahmen der Energiewende. Ohne rationelle Energienutzung ist eine ressourcenschonende Energieversorgung nicht möglich.

Dieses Projekt ist ein Beispiel, wie durch die Entwicklung neuer Technologien der Stand der Technik im Bereich Energieeffizienz neu definiert wird.

Weitere Projektbeispiele des Kompetenzzentrums sind:

- PInA – Informations- und Planungsportal Industrielle Abwärme
- Technische und ökonomische Machbarkeit energetischer Nachbarschaften
- ReWIn – Regionales Wärmekataster Industrie
- Strategieentwicklung für die systematische Optimierung der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe

**Jaske & Wolf Verfahrenstechnik**

Das 2002 aus einem Innovationswettbewerb gegründete Unternehmen entwickelt Verfahren und Technologien zur effizienten Nutzung von Abwärme für die unterschiedlichsten Einsatzbereiche.

Besonderes Augenmerk bei allen Lösungen stellt die Verknüpfung von Nachhaltigkeit, Energie und Umwelt dar.

Das interdisziplinäre Team von spezialisierten Mitarbeitern hat bereits eine Reihe von Verfahren entwickelt und über 24 Schutzrechte national und international auf den Weg gebracht.

Ein Schwerpunktthema ist die Rückgewinnung der Wärmeenergie aus Abwasser.

Die erste Anlage wurde bereits 2004 großtechnisch zur Aufbereitung flüssiger Abfälle realisiert und 2006 mit dem Bremer Umweltpreis (Klingele Wellpappenwerk Delmenhorst) ausgezeichnet.

2011 wurde das System erstmals in einem Schwimmbad für die Stadtwerke Osnabrück im Moskaubad eingesetzt. 2012 wurde das Projekt mit einem Innovationspreis ausgezeichnet.

Aufbauend auf den Erfahrungen der vergangenen Betriebsjahre, wurde die Anlage 2014 dahingehend weiter entwickelt, dass die im Abwasser enthaltene Wärmeenergie sehr effizient in vollem Umfang auf das Frischwasser übertragen wird. Es wurde eine Arbeitszahl von 18 erreicht.

**Autor:**
Jaske & Wolf Verfahrenstechnik GmbH
Am Alten Flugplatz 16, 49811 Lingen
T +49 591 9154110
info@jaske-wolf.de, www.jaske-wolf.de

# GRUND- UND REGENWASSER-BEWIRTSCHAFTUNG

# NACHHALTIGKEIT DURCH EINEN EFFIZIENTEN REGENWASSER-KREISLAUF

Regenwasserbewirtschaftung bedeutet heutzutage, dass zunehmende Niederschlagsmengen und immer extremer werdende Umweltereignisse aufgefangen und reguliert werden müssen. Hinzu kommen eine zunehmende Urbanisierung und die damit einhergehende Flächenversiegelung, die den natürlichen Regenwasserkreislauf stören. Diese Szenarien werden nicht ohne Folgen für die Wasserversorgung von Mensch und Umwelt bleiben. So wird es in der Zukunft für private und kommunale Lösungen darauf ankommen, nachhaltig und ganzheitlich zu sein. Komplette Lösungen umfassen das Sammeln, Transportieren, Vorbehandeln, Versickern oder Rückhalten sowie Drosseln von anfallenden Niederschlagsmengen.

Intelligente und effiziente Systeme von Wavin helfen, das Niederschlagswasser dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zuzuführen. Denn letztlich geht es ebenfalls darum, die Ressource Trinkwasser zu schützen und Richtlinien, wie die europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL), oder das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) einzuhalten.

So wurde das weltweit erste Audi Gebrauchtwagen :plus Zentrum des Audi-Konzerns im Bereich der Regenwasserbewirtschaftung mit Wavin ausgestattet. Die eingesetzten Systeme umfassen den gesamten Prozess – vom Niederschlag bis hin zur Versickerung.

*Regenwasserbewirtschaftung mit Wavin beim Audi Gebrauchtwagen :plus Zentrum in München*

**Sammeln**

Der Regenwasserkreislauf beginnt mit der Herausforderung, große Niederschlagsmengen in möglichst kurzer Zeit effizient von Hof-, Verkehrs- und Dachflächen abfließen zu lassen. Um diese Aufgabe zu bewerkstelligen, wurde für die Dachentwässerung beim Audi Gebrauchtwagen :plus Zentrum das Wavin QuickStream-Unterdruckentwässerungssystem eingesetzt. Die Dachabläufe sind so konstruiert, dass keine Luft mit in das System gelangt und der im Rohrnetz entstehende Unterdruck für einen effizienten und sicheren Regenabfluss sorgt. Insgesamt wurden bei rund 16.000 m² Dachfläche 70 Dachabläufe (QS-PE-75) installiert (DIN EN 1253 geprüft). Der QuickStream Dachablauf PE-75 schafft bei einer Anstauhöhe von nur 55 mm eine Entwässerungsleistung von 17,2 Liter pro Sekunde. Durch ein detailliertes Berechnungsverfahren und die, schon bei geringen Anstauhöhen, hohe Leistungsfähigkeit der Dachabläufe kann der Materialeinsatz bei der Unterdruckentwässerung im Vergleich zur Freispiegelentwässerung deutlich reduziert werden. In Summe werden dadurch weniger Dacheinläufe, weniger und kleiner dimensionierte Fallleitungen sowie weniger Kontrollschächte benötigt.

Neben Dachflächen ist auch die Entwässerung von Hof- und Verkehrsflächen in vielen Fällen notwendig, um den Niederschlag flächendeckend aufzufangen und zu sammeln. Hier eignen sich Linienentwässerungssysteme besonders gut. Wavin bietet mit einem umfangreichen Polymerbeton Entwässerungsrinnensortiment daher für nahezu jeden Belastungsfall eine solide Lösung nach DIN EN 1433 – sei es für Verkehrsflächen, die nur von Fußgängern oder Radfahrern benutzt werden, oder für Sonderflächen wie z. B. Rollbahnen und Flughafenbetriebsflächen der Belastungsklasse F 900.

**Transportieren**

Das Wasserhaushaltsgesetz legt nahe, bei dem Transport eine Trennung von Schmutz- und Regenwasser für zukünftig neu zu errichtende Entwässerungssysteme vorzusehen. Nachdem die Niederschlagsmengen von Dach- und Verkehrsflächen über entsprechende Systeme gesammelt worden sind, ist es daher zu empfehlen, das Niederschlagswasser in einen eigens hierfür vorgesehenen Regenwasserkanal abzuleiten. Hier lässt sich beispielsweise das Rohrsystem Acaro PP SN 12 einsetzen. Die Trennung von Regen- und Schmutzwasser entlastet Kläranlagen und erlaubt es, z. B. durch

*Lösungen für jede Phase im Regenwasserzyklus*

ein Versickerungssystem, das Niederschlagswasser der Umwelt und damit im Sinne der Nachhaltigkeit dem Grundwasser wieder zuzuführen.

### Vorbehandeln

Niederschlagswasser nimmt auf seinem Weg von Dach- und Verkehrsflächen auf Oberflächen befindliche grobe Schmutzstoffe, kleinste Schmutzpartikel oder auch in Wasser lösliche Schadstoffe auf. Um nachfolgende Systeme, aber vor allem auch um das Grundwasser zu schützen, kommen Vorbehandlungssysteme ins Spiel. Je nach Art der Verunreinigung kann es sich bei einem solchen System um einen Filterschacht zum Rückhalt von groben Verunreinigungen wie Laub handeln, um Absetz- und Sedimentationsfilterschächte zum Abfiltrieren von feinsten Schwimm- und Schwebstoffen oder um Substratfilter zum Entziehen von Schwebstoffen, Ölen, Fetten, gelösten Metallen und Phosphaten.

### Versickern oder Rückhalten

Wenn das Regenwasser von Verunreinigungen befreit ist, kann es – je nach örtlichen Gegebenheiten und planerischen Anforderungen – entweder dezentral versickert oder zurückgehalten werden.

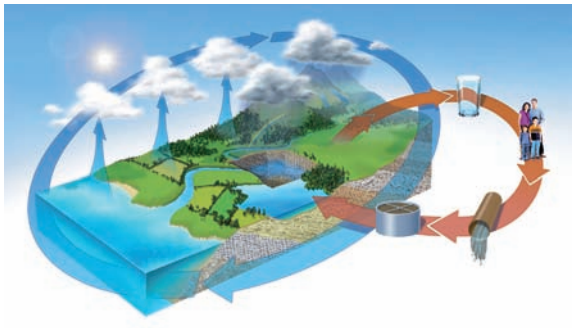
### Versickern

Zahlreiche Anforderungen, wie geringe Einbautiefen, hohe Grundwasserstände und Belastungen (Feuerwehrzufahrt), führten beim Bau des Audi Gebrauchtwagen :plus Zentrums zu der Entscheidung, auf Wavin AquaCell Plus zu vertrauen.

Heute wäre es möglich, die neueste Entwicklung aus dem Bereich der Regenwasserbewirtschaftung – Q-Bic Plus – einzusetzen. Das System bietet noch vielfältigere Einsatzmöglichkeiten, eine dauerhaft hohe Stabilität gegen vertikale und horizontale Belastungen sowie viele weitere Vorteile. 100 Prozent Polypropylen (PP) Neumaterial sorgt für hervorragende und konstante Materialeigenschaften sowie eine hohe Lebensdauer.

### Rückhalten

Eine andere Möglichkeit Speicherelemente einzusetzen, besteht in dem Bau von Rückhaltesystemen. Diese können die Funktion eines Lösch- oder Nutzungsspeichers zur aktiven, oberflächlichen Wasserentnahme oder eines temporären Zwischenspeichers übernehmen. Zur Erstellung einer Rückhaltung werden Speicherelemente wie Q-Bic Plus vollständig mit PE- oder EPDM Folie ummantelt und verschweißt.



*Der natürliche Regenwasserkreislauf*

### Perfekte Balance

Der Kreislauf schließt sich letztlich in der Verdunstung, die durch Sonneneinstrahlung und die damit einhergehende Oberflächenerwärmung von freien Gewässern zustande kommt. Die feinen Tröpfchen sammeln sich zu Wolken und fallen schließlich als Regen wieder zu Boden.

Wavin hat das Ziel, durch perfekt aufeinander und die lokalen Gegebenheiten abgestimmte Komponenten und Systeme zuverlässige und langlebige Lösungen anzubieten: Nur so lässt sich eine nachhaltige Balance des Kreislaufs langfristig schützen und erhalten.

**Autor:**
Kim Karsten Ernst
T +49 5936 12389, kim.karsten.ernst@wavin.com

Julia Thieke
T +49 5936 12405, julia.thieke@wavin.com

Wavin GmbH, Industriestraße 20, 49767 Twist
www.wavin.de

# LÖSUNGEN FÜR DIE ZUKUNFT

*Die ACO Gruppe gehört seit Jahren zu den Weltmarktführern in der Entwässerungstechnik. Mit einem ganzheitlichen Ansatz, der ACO Systemkette, steht ACO für professionelle Entwässerung, wirtschaftliche Reinigung und kontrollierte Ableitung bzw. Wiederverwendung von Wasser. Mit der Entwicklung zukunftsfähiger und sicherer Systemlösungen reagiert die ACO Tiefbau Vertrieb GmbH auf steigende Anforderungen und die veränderten Umweltbedingungen.*

**Zunehmende Starkregenereignisse und Lärmbelastung erfordern gezielte Maßnahmen**

*Die Entwicklung der Bundesfernstraßen nach der Wiedervereinigung Deutschlands ist beeindruckend: Das Autobahnnetz wurde um 2.415 km auf 12.917 km erweitert.*

Die Häufung an Starkregenereignissen hat statistisch gesehen in den letzten Jahren zugenommen. Die Folgen: örtliche Überschwemmungen, eine Überlastung der Kanalisation usw. Nur gezielte Maßnahmen wie z. B. die Schaffung von Hochwasserausgleichsflächen und die Anpassung der Dimensionierung von Kanalisationen können vor weitreichenden Schäden schützen. Auch die Sicherheit der Autofahrer auf den Straßen ist bei großen Niederschlagsmengen immer wieder beeinträchtigt. Denn wird das anfallende Regenwasser nicht schnell und sicher abgeleitet, kann es zu einer Gefährdung durch Aquaplaning kommen.

**OPA und ACO DRAIN® Monoblock RD 200 V DF – eine hervorragende Kombination**

*Beim Einsatz offenporigen Asphalts sind Spezialrinnen, wie die ACO DRAIN® Monoblock RD 200 V DF, zur Aufnahme des Oberflächenwassers erforderlich.*

Bei der Verwendung eines offenporigen Asphalts (OPA) als Deckschicht ist der Einbau einer Spezialrinne erforderlich, die das Oberflächenwasser des Straßenbelags seitlich aufnehmen kann. Der offenporige Asphalt bietet nicht nur den Vorteil der Schallabsorption, er ist auch in der Lage, durch seine offenporige Struktur das Oberflächenwasser auf die abdichtende Schicht zwischen Binder- und Deckschicht abzuleiten. Offenporiger Asphalt wird ein- oder zweischichtig (OPA/ZWOPA) als oberster Teil des Oberbaus eingesetzt, wenn besondere Anforderungen an die Minderung des Verkehrslärms gestellt werden. Der OPA/ZWOPA ist somit als aktive Lärmschutzmaßnahme zu verstehen. Für die Entwässerung der Fahrbahnen wurden die ACO DRAIN® Entwässerungsrinnen vom Typ Monoblock RD 200 V DF aus Polymerbeton entwickelt. Die Verlegung der 2m-Rinnenelemente kann aufgrund des geringen Fertigteilgewichts von nur 88 kg pro Meter mit geringstem maschinellem und körperlichem Einsatz erfolgen. Sowohl die Baulänge und das geringe Gewicht als auch die Passgenauigkeit und die bereits werksseitig integrierte Lippendichtung am Rinnenelement führen zu einer sehr hohen Verlegeleistung.

*Die ACO DRAIN® Monoblock RD 200 V DF nimmt das Oberflächenwasser sowohl über obenliegende als auch seitliche Entwässerungsöffnungen auf.*

Zwei weitere Argumente der ACO DRAIN® Monoblock RD 200 V DF sprechen für den Einsatz: Durch das bewährte V-Profil und die damit verbundene optimierte hydraulische Leistung kann das Oberflächenwasser schnell und zuverlässig abgeleitet werden, sodass Aquaplaning vermieden wird. Ein weiterer Vorzug: die Materialeigenschaften des ACO Polymerbetons. Die sehr hohe Druck- und Biegefestigkeit, geringe Oberflächenrauigkeit, Frost- und Tausalzbeständigkeit, aber auch die Dichtigkeit und Chemikalienbeständigkeit lassen Polymerbeton zu einem bevorzugten Baustoff bei Neubau- und Sanierungsvorhaben im Tiefbau, wie z. B. beim Einsatz als Entwässerungsrinnen werden. Infolge der Chemikalienbeständigkeit, auch ohne zusätzliche Beschichtungen, können Polymerbetonprodukte u. a. auch in Tunnelbauwerken, Tankstellenbereichen und auf Flughäfen bis zur höchsten Belastungsklasse F 900 nach DIN EN 1433 eingesetzt werden.

### ACO Multitop Plus-Schachtabdeckung für die Infrastruktur von morgen
### Ruhig. Luftdurchlässig. Rutschfest.

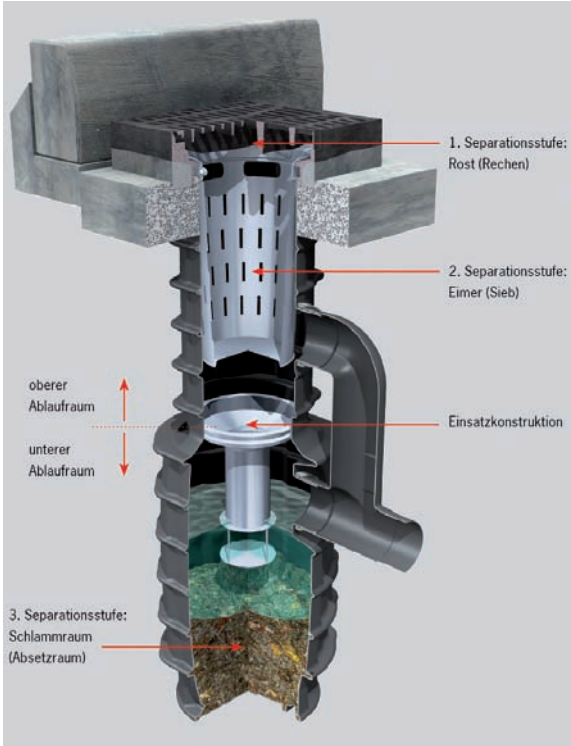
*Der oberflächenbündige Einbau der neuen ACO Multitop Plus-Schachtabdeckung sorgt für eine stets ruhige Lage des Deckels beim Überfahren.*

Mit der Entwicklung der neuen Schachtabdeckung Multitop Plus hat ACO für gleich drei Probleme im Straßenbau eine Lösung gefunden. Ruhig macht die Schachtabdeckung eine extrem planebene Auflagefläche des Deckels in Kombination mit einer dämpfenden, austauschbaren und wartungsfreundlichen Einlage im Rahmen. Darüber hinaus trägt der Verzicht auf eine Mörtelfuge zur Entlastung des Schachts und damit zur Wirtschaftlichkeit und Langlebigkeit des in den Fahrbahnbelag einwalzbaren Systems bei.

Gegen Schäden im Kanalsystem durch aus Ablagerungen entstehenden Schwefelwasserstoff erhielt die Schachtabdeckung einen wesentlich größeren Lüftungsquerschnitt. Und das neue, sichere Oberflächendesign sorgt einbau- und fahrtrichtungsunabhängig für mehr Rutschfestigkeit beim Überfahren des Deckels. Alle Rahmen der ACO Schachtabdeckungen haben eine integrierte Aufnahme für eine mobile Einsteighilfe.

### ACO Separations-Straßenablauf erfüllt die Trennerlass-Anforderungen in NRW

Mit der Zunahme versiegelter Flächen im urbanen Bereich und Erweiterungen des Straßennetzes kommt es zu einer Erhöhung der Einleitung von Niederschlagswasser in die Kanalisation bzw. die Oberflächengewässer. Damit steigt auch der Anteil verschiedener Schadstoffe, die durch Straßenabläufe aufgenommen und über das Bodengrundwassersystem bei Versickerungen bzw. in die Gewässer eingeleitet werden. Um möglichst alle mit dem Straßenablauf aufgenommenen absetzbaren Feststoffe sowie Schadstoffe zurückzuhalten, wurde von der ACO Tiefbau Vertrieb GmbH der Separations-Straßen-Ablauf (SSA) entwickelt.




*Aufbau des ACO Separationsstraßenablaufs Combipoint (SSA)*

Mit dem Runderlass „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ (nachfolgend Trennerlass genannt) hat das Land Nordrhein-Westfalen Rahmenbedingungen zur Schadstoffminderung bei der Niederschlagsentwässerung über öffentliche und private Kanalisationen im Trennverfahren nach § 57 Abs. 1 Landeswassergesetz (LWG) als allgemein anerkannte Regeln der Abwassertechnik eingeführt und bekannt gemacht.

Im Zusammenhang mit der Empfehlung verschiedener Verfahren zur Behandlung des Niederschlagswassers wurden auch Straßenabläufe mit Schlammraum (SS) im Trennerlass aufgeführt. Dass der SS die gestellten Anforderungen nicht erfüllen kann, konnte nach Auswertung der Ergebnisse einer mehrjährigen In-situ-Untersuchung in der Stadt Herne nachgewiesen werden. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde von der S & P Consult GmbH, Bochum, und der ACO Tiefbau Vertrieb GmbH, Büdelsdorf, der Separations-Straßen-Ablauf (SSA) entwickelt. Nach Laborversuchen und mehrjährigen In-situ-Untersuchungen konnte nun bekräftigt werden, dass der SSA die im Trennerlass gestellten Anforderungen sicher erfüllt. Mit der Verleihung des IKT-Siegels (Institut für unterirdische Infrastruktur) wurde die Einhaltung der hohen Ansprüche des Trennerlasses durch ein unabhängiges Prüfinstitut bestätigt.

**Funktionsweise des SSA**

Im Gegensatz zum konventionellen Straßenablauf mit Schlammraum (SS) ist der SSA, dank seiner 3 Separationsstufen, in der Lage, mit dem Straßenabfluss transportierte Schwimmstoffe und sedimentierbare Feststoffe mit den partikulär gebundenen Schadstoffen sicher zurückzuhalten. Gleichzeitig wird die Mobilisierung der bereits im Schlammraum abgelagerten Feststoffe auch bei Starkregenereignissen unterbunden.

*Wirkprinzip der Einsatzkonstruktion, der sogenannten „Prallplatte“*

Die 1. Separationsstufe bildet der Aufsatz ACO Combipoint für Straßenabläufe. Er besteht aus einem BEGU®-Rahmen und Gussrost nach DIN EN 124 und soll die Funktion eines Rechens für den Rückhalt von Grobstoffen, wie z. B. Laubblättern, Ästen usw., auf der Straßenoberfläche übernehmen. Die 2. Separationsstufe bildet ein im Aufsatz eingehängter Eimer der Form A 4 nach DIN 4052-4. Er soll in der Funktion eines Siebes durch die vorgegebenen Schlitzöffnungen Partikel > 8 mm zurückhalten. Als dritte Separationsstufe dient ein Schlammraum. Alle zuvor noch nicht zurückgehaltenen absetzbaren Feststoffe sollen dort selbst bei Starkregenereignissen sedimentieren.

Die Kernkomponente des SSA bildet die Einsatzkonstruktion „Prallplatte“ zur Weiterleitung des Straßenabflusses zwischen den Separationsstufen 2 und 3 und zum kontrollierten Energieabbau außerhalb des Bereiches abgesetzter Feststoffe im Schlammraum.

### Einsatz des SSA

Der SSA ist generell prädestiniert für die dezentrale Niederschlagswasserbehandlung in den Herkunftsbereichen, in denen das Verschmutzungspotenzial überwiegend aus sedimentierbaren partikulären Feststoffen besteht. Der SSA kommt als ausschließliche Maßnahme zur Niederschlagswasserbehandlung im Sinne des Trennerlasses dann in Betracht, wenn der Anteil der verschmutzten Fläche am gesamten kanalisierten Einzugsgebiet gering ist.

### Verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen

Die Anforderungen an die Entwässerung von Schrottplätzen sind in den letzten Jahren enorm gestiegen. Als Folge unterliegen  Planung, Umsetzung und Betrieb einer Entwässerungslösung in der VDI-Richtlinie 4085 einer Reihe von bautechnischen Besonderheiten. Demnach sind mit Mineralkohlenwasserstoffen und Feststoffen belastete Niederschlagswässer aller befestigten Flächen, auf denen Schrott behandelt oder gelagert wird, zuverlässig zurückzuhalten und grundsätzlich an eine geeignete Abwasserbehandlungsanlage anzuschließen. Darüber hinaus sind verschärfte Einleitbedingungen in das Kanalnetz zum Schutz vor Überlastung durch große Regenflächen sowie Leichtflüssigkeiten unterschiedlicher Dichte und emulsionsbehaftete Spänelager zu beachten bzw. zu berücksichtigen.

Auf großflächigen Verkehrs- und Umschlagflächen von Schrottplätzen können betriebsbedingt Leichtflüssigkeiten und Feststoffe jeglicher Art und Größe anfallen. Auch ist die Menge der einzuleitenden Oberflächenwässer behördlich begrenzt, sodass die anfallenden Zulaufmengen zwischengespeichert werden müssen. Zusätzlich ist zu gewährleisten, dass die ebenfalls behördlich geforderten Reinigungsleistungen erfüllt werden.

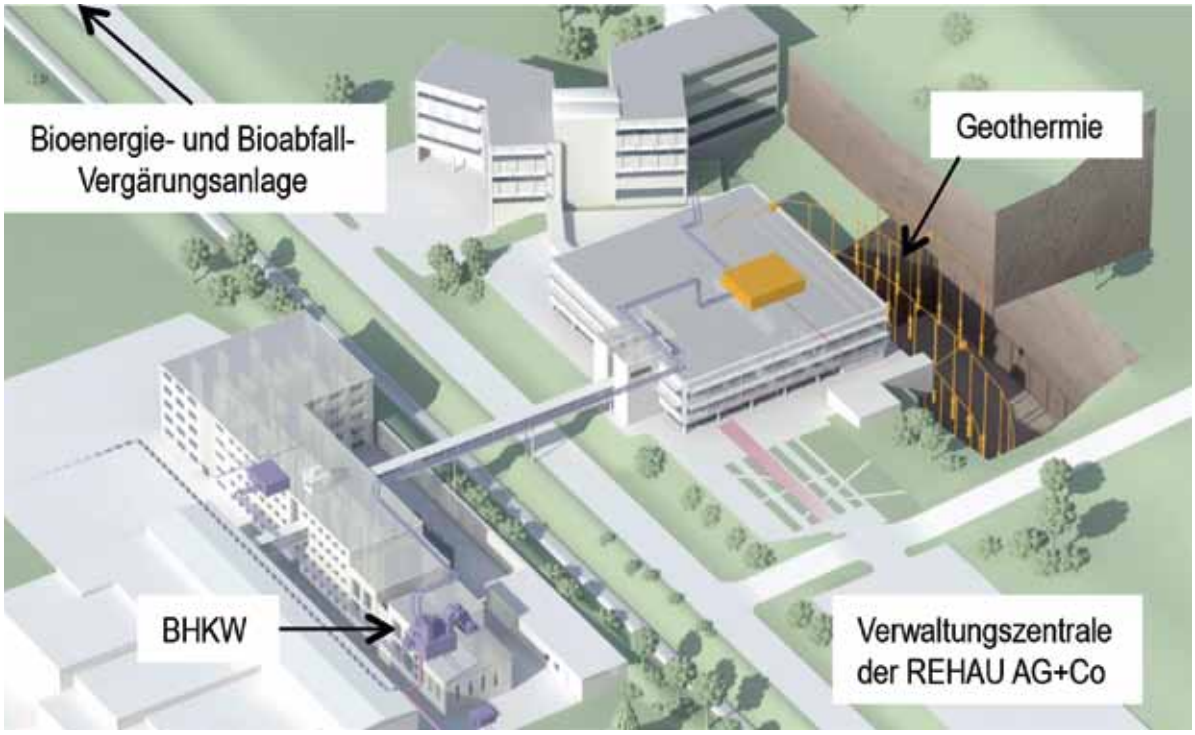
Die anfallenden Wassermengen werden in einem Regenrückhaltebecken gespeichert und parallel werden Schmutzpartikel zurückgehalten. Die Lösung besteht aus einer Kombination aus Regenrückhaltung und Sedimentation in vertikaler Anordnung , welche in puncto Platzbedarf und Folgekosten wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Systemen bietet. Die geregelte Abgabe des Abwassers an den nachgeschalteten Leichtflüssigkeitsabscheider erfolgt über einen im Regenrückhaltebecken integrierten Ablaufregler des Typs Regulator, welcher unabhängig vom Wasserniveau die aufschwimmenden Ölanteile kontinuierlich von der Oberfläche abzieht.

*Der ACO Leichtflüssigkeitsabscheider vom Typ Oleosmart-C NS 90 besticht durch seine filterlose Mehrkanaltechnologie.*

Dem Regenrückhaltebecken wird ein Leichtflüssigkeitsabscheider vom Typ Oleosmart-C NS 90 nachgeschaltet, welcher anfallende Leichtflüssigkeiten effektiv und effizient separiert. Der Leichtflüssigkeitsabscheider besticht durch seine filterlose Mehrkanaltechnologie. Nach dem Einströmen in den Abscheider wird das zu reinigende Abwasser mittels einer Tauchwand senkrecht nach unten geführt und anschließend im Koaleszenzkanal in drei Strömungen geteilt. Diese Aufteilung auf drei Fließwege führt zu einer deutlichen Verringerung der Turbulenz. Im Koaleszenzkanal sind Lochplatten quer zur Strömungsrichtung montiert, die zu unterschiedlichen Strömungen und Strömungswechsel führen. Die Eigenkoaleszenz – eine Berührung der Öltropfen untereinander – wird gefördert, zusätzlich findet Koaleszenz an den Lochplatten statt. Nach erfolgter Separation sammelt sich die Leichtflüssigkeit an der Wasseroberfläche. Durch die lange Fließstrecke des Wassers werden Sedimentationsraten von über 92 Prozent erreicht.

**Autor:**
ACO Tiefbau Vertrieb GmbH
Am Ahlmannkai, 24782 Büdelsdorf
T +49 4331 354500
tiefbau@aco.com, www.aco-tiefbau.de

# WÄRME UND STROM AUS BIOGAS UND BIOMASSE




# DAS BIOENERGIE-ZENTRUM HOCHFRANKEN IN REHAU: STROM UND WÄRME AUS ORGANISCHEN ABFÄLLEN

Deutschland hat sich zu dem Ziel bekannt, bis 2020 35 % des Strombedarfs regenerativ zu erzeugen. Für Regionen mit geringem Strombedarf ist dies relativ einfach zu erreichen, für solche mit hohem gewerblichen Anteil dagegen schwer.

Umso bemerkenswerter ist, dass die Industriestadt Rehau diese Zielsetzung bereits jetzt erreicht – und dabei sogar zu 75 % organische Abfälle nutzt.

Zum Erfolg trug bei, dass die federführende Rehau Energy Solutions, die örtlichen Industrieunternehmen und die zuständigen Behörden vorbildlich kooperierten.

*Die weltweit erste Bioenergieanlage, die die organischen Abfälle einer Gerberei energetisch verwertet.*

**DIE ENERGIEQUELLEN**

- Die Bioabfall-Vergärungsanlage Hochfranken mit einer Gasproduktion von 27.000 MWh/a
- Die Bioenergieanlage der örtlichen Gerberei mit einer Gasproduktion von 25.000 MWh/a
- Eine landwirtschaftliche Biogasanlage mit einer Gasproduktion von 8.000 MWh/a
- Ein Geothermiefeld mit einer Wärme- und Kältelieferung von 1.000 MWh/a

## Energienutzung

Das erzeugte und durch das Mikro-Gasnetz verteilte Biogas wird an verschiedenen Stellen in der Stadt Rehau mithilfe hocheffizienter Kraft-Wärmekopplung verbrauchernah in Strom und Wärme umgewandelt.

*RAUGEO PE-Xa Erdwärmesonden*

**DIE ENERGIENUTZUNG**

- Zwei BHKW mit je 635 kWel an der Gerberei
- Ein BHKW mit 500 kWel in der Heizzentrale der REHAU AG+Co
- Ein BHKW mit 400 kWel an der landwirtschaftlichen Biogasanlage und Wärmeversorgung von zwei Gewerbegebieten und einer Wohnsiedlung
- Ein BHKW mit 330 kWel zur Wärmeversorgung des Schulzentrums sowie des Hallen- und Freibades (2015 geplant)
- 300 kW Wärme und 240 kW Kälteleistung des Geothermiefeldes der Hauptverwaltung der REHAU AG.

**Infrastruktur**

Die Bioabfall-Vergärungsanlage und die Bioenergieanlage befinden sich gut 1 km westlich von Rehau. Das dort erzeugte Biogas wird in einem eigens geschaffenen Mikro-Gasnetz aus punktlastbeständigem RAUPROTECT zu den Verbrauchern in der Stadt geleitet.

Im Rahmen der Baumaßnahmen wurde auch der sanierungsbedürftige Betonkanal, der die Abwässer der Gerberei zur Betriebskläranlage, neben dem die Bioenergieanlage errichtet wurde, durch einen neuen Kanal mit hochlastbeständigem AWADUKT PP der Abm. 630 mm ersetzt. Eine besondere Herausforderung war dabei das geringe Gefälle von nur 0,5 %. Gemeistert werden konnte dieses Ingenieurbauwerk,

*AWADUKT PP und AWASchacht*

*RAUTHERMEX Nahwärmerohrleitung*

das auch 33 Schächte umfasste, von denen nicht zwei identisch waren, auch mithilfe des flexiblen Baukastensystems des AWASCHACHT-Programms.

Für die Errichtung des Nahwärmenetzes wurde auf das robuste, leicht zu verlegende und mit bester Wärmedämmung versehene RAUTHERMEX zurückgegriffen.

Beim Erdwärmesondenfeld kamen RAUGEO PE-Xa Sonden zum Einsatz, die aufgrund ihrer extremen mechanischen und thermischen Robustheit insbesondere für den Anwendungsfall Heizen und Kühlen ideal geeignet sind.

**ENERGIE- UND $CO_2$-BILANZ**

- Stromerzeugung: 34.500 MWh/a
- (41 % des Verbrauchs der Stadt Rehau)
- Wärmeerzeugung: 30.000 MWh/a
- $CO_2$-Einsparung: 28.750 t/a

**Autor:**
Volker Liebel,
Rehau Energy Solutions GmbH
Dürerstr. 23, 08527 Plauen
T +49 3741 550517
v.liebel@rehau-es.com, www.rehau-es.com

# WASTERGY® DIE BIOABFALL-VERGÄRUNGS-ANLAGE FÜR DIE ENTSORGUNG KOMMUNALER UND GEWERBLICHER BIOABFÄLLE

Ein Kernelement des Bioenergiezentrums Hochfranken ist die Bioabfall-Vergärungsanlage (BVA), in der der kommunale Bioabfall der Landkreise Hof und Wunsiedel sowie der Stadt Hof und auch gewerbliche Bioabfälle zu Biogas und wertvollem Kompost umgewandelt werden.

Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens bewirkt, dass die Bürger auf viele Jahre mit niedrigen Entsorgungskosten rechnen können.

**DIE KENNDATEN**

- Müllannahmekapazität: 32.000 t/a
- Biogasproduktion: 27.000 MWh/a
- Humusproduktion: 10.000 t/a

**Bioabfallvergärung**

Während bei der Kompostierung zwar Humus erzeugt wird, dazu aber erhebliche Mengen Energie aufgewendet werden müssen, und bei Müllheizkraftwerken Strom und Wärme produziert werden, aber nur Asche entsteht, werden bei der Bioabfallversorgung Strom, Wärme und wertvoller Humus erzeugt.

*Die Inhalte der Biotonnen von Stadt und Landkreis Hof sowie des Landkreises Wunsiedel werden angeliefert.*

**WASTERGY®**

- Extrem flexibel bzgl. der verarbeitbaren Abfälle: fest und flüssig, verpackt und unverpackt
- Biogasproduktion 25–30% über dem Stand der Technik
- Hochreiner Humus

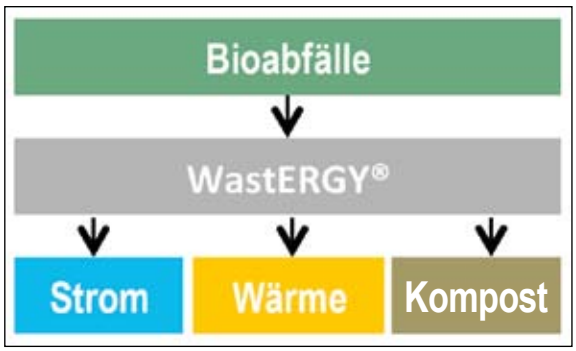
Der im Bioenergiezentrum Hochfranken realisierte WastERGY®-Prozess repräsentiert den neuesten und besten Stand der Technik im Bereich der Bioabfallvergärung.

Dabei wurde ein ganzes Bündel an Innovationen umgesetzt:

- In der Müllannahmehalle wird der Biomüll automatisch angenommen, zerkleinert, von Störstoffen getrennt und zu einer Gärsuspension aufbereitet.
- Dabei können alle Arten von kommunalem und gewerblichem Biomüll, und zwar verpackt und unverpackt sowie fest und flüssig, angenommen und verarbeitet werden.
- Die patentierte Helixhydrolyse ermöglicht eine echt zweistufige Vergärung und eine hohe Variabilität in der Abfallannahme.
- Die Flüssigvergärung ermöglicht eine perfekte Prozesssteuerung.
- Die Störstoffabtrennung erfolgt bereits während der Müllaufbereitung, was einen stabilen Prozess und einen minimalen Fremdstoffanteil in den Gärresten bewirkt.
- Der Reinheitsgrad des entstehenden Kompostes ist damit um ein Vielfaches besser als in den Güterichtlinien festgelegt.

Das Konzept hat auch das Bundesumweltministerium überzeugt, weshalb es im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms ausgezeichnet und gefördert wurde.

Die Erwartungen wurden in vollem Umfang erfüllt: Ende 2014 ging die Anlage in Betrieb und bereits im März 2015 wurde ein stabiler Grundlastbetrieb erreicht.



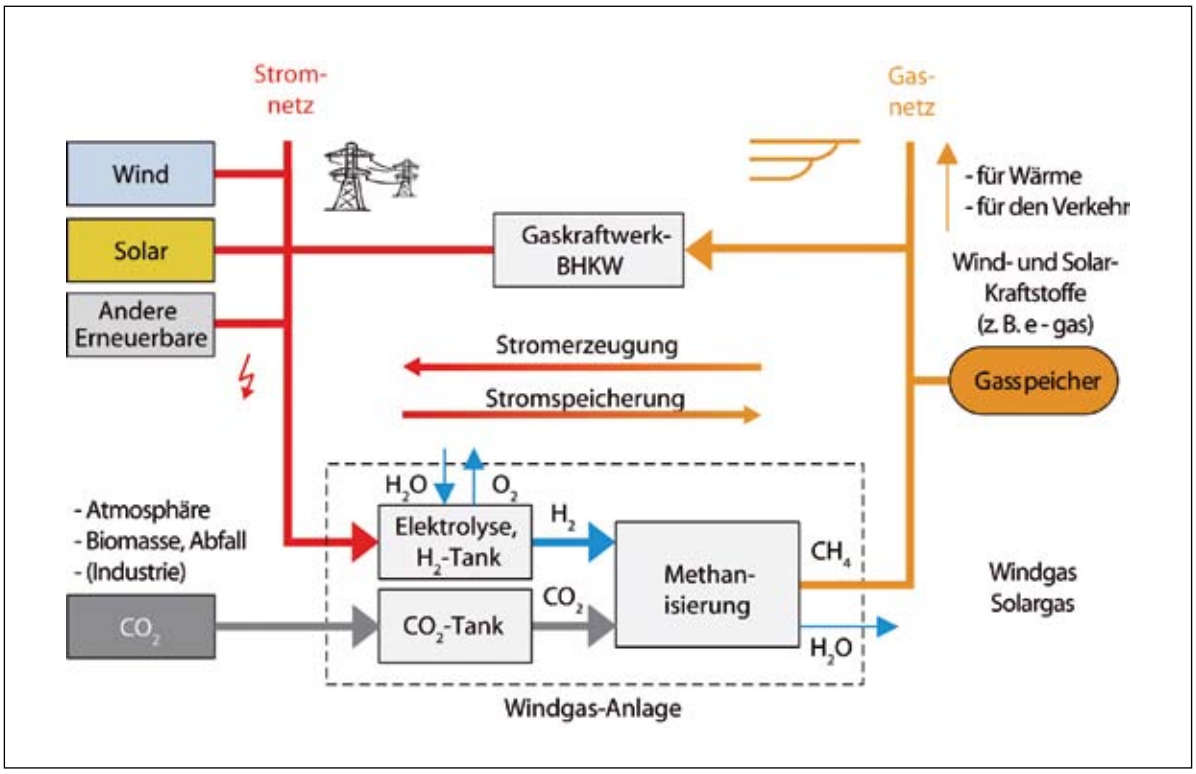

**Autor:**
Volker Liebel,
Rehau Energy Solutions GmbH
Dürerstr. 23, 08527 Plauen
T +49 3741 550517
v.liebel@rehau-es.com, www.rehau-es.com

**Power-to-Gas an der Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES) an der OTH Regensburg**

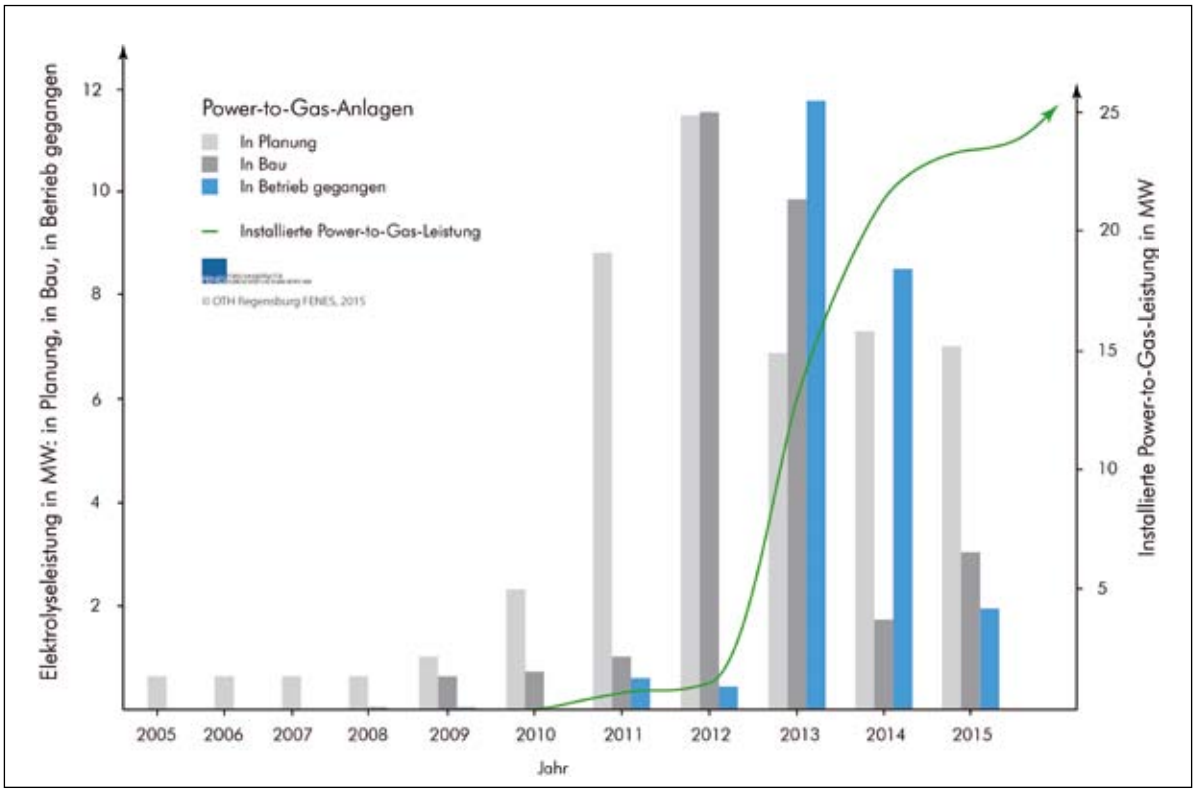
# ENERGIE-SPEICHERWENDE: POWER-TO-GAS ALS ESSENZIELLER BESTANDTEIL DER ZUKÜNFTIGEN ENERGIE-VERSORGUNG

Bereits das heutige, noch zu großen Teilen fossil geprägte Energieversorgungssystem basiert maßgeblich auf in fossilen Rohstoffen gespeicherter Sonnenenergie. Diese bisher einseitige Nutzung (durch Ausspeicherung) fossiler Ressourcen gilt es im Rahmen der Energiewende durch alternative Formen der Energiespeicherung, eine an Angebot und Nachfrage angepasste Fahrweise von Erzeugung und Verbrauch sowie durch angemessenen Aus- und Umbau der bestehenden Energieverteilung zu ersetzen. Eine exakte Angabe, wann Stromspeicher in welchem Maße benötigt werden, ist aufgrund einer Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren wie beispielsweise der Entwicklung des Netzausbaus derzeit nicht möglich. Allein die Überschüsse aus regenerativer Erzeugung im Stromsystem werden sich Sterner und Stadler (2014) zufolge gegen Ende der Energiewende auf bis zu 60–100 TWh im Jahr belaufen, was über 10 % der Bruttostromproduktion in Deutschland im Jahr 2012 entspricht.

Dem Speicherkonzept Power-to-Gas (auch „Windgas") wird dabei zweifellos eine Schlüsselrolle zuteil. Keine andere Speicheroption bietet derart vielseitige Integrations- und Verknüpfungsmöglichkeiten, um die erforderlichen Speicherkapazitäten im Stromsystem zu erreichen sowie die Dekarbonisierung der anderen Energiesektoren (Wärme/Kälte, Verkehr und Chemie) zu ermöglichen.




*Windgas-Konzept mit Methanerzeugung. Aus erneuerbarem Strom wird mittels Elektrolyse Wasserstoff produziert, der in einer (biologischen oder chemischen) Methanisierungseinheit zu Erdgassubstitut aufbereitet und als erneuerbarer Energieträger ins Gasnetz eingespeichert werden kann. Dort steht er in allen Energiesektoren für verschiedene Anwendungen (z. B. Rückverstromung, Heizung, Mobilität, chemischer Grundstoff etc.) zur Verfügung. Quelle: Sterner und Stadler 2014.*




*Entwicklung der Windgas-Anlagenkapazität in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2015/17: Durchbruch der Windgas-Technologie zeichnet sich ab den Jahren 2009 bis 2012 sowohl in langfristiger Planung als auch in bereits in Betrieb befindlichen Anlagen ab.*

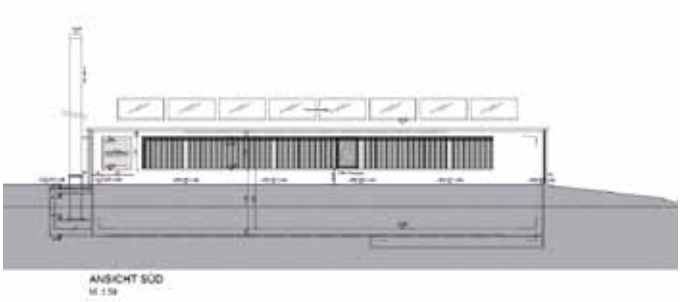
Power-to-Gas nutzt erneuerbaren Strom, um chemische Energieträger herzustellen. In der Einspeicherung wird Wasserstoff (H2) über eine Elektrolyse (alkalische, Membran- oder Hochtemperaturelektrolyse) erzeugt. Daran anschließen kann eine Methanisierung, welche aus H2 und $CO_2$ Methan (CH4) erzeugt, welches vollständig kompatibel mit der vorhandenen Erdgasinfrastruktur ist und als Substitut das fossile Erdgas ersetzen kann. Zur Speicherung und dem Transport dienen das Gasnetz, Poren- und Kavernenspeicher oder Druckgastanks. Das Speichergas kann äußerst flexibel über verschiedene Entladetechnologien (z. B. Gasturbine (Strom/Wärme), Erdgas-Verbrennungsmotor (Mobilität/Strom/Wärme), Gastherme (Wärme), etc.) in Anwendungen der Energiewirtschaft sowie Abnehmer der chemischen Industrie genutzt werden.

Um die im Zuge der Energiewende zunehmend wetterabhängig fluktuierende Stromerzeugung zu verstetigen, wird Power-to-Gas die einzige national verfügbare Speichertechnik, um relevante Energiemengen auch längerfristig (im Monats- und Jahresbereich) zu verschieben. Herkömmliche Speicher (wie beispielsweise Pump- oder Batteriespeicher) sind lediglich in der Lage, Schwankungen im Minuten- bis Tagesbereich abzufedern.

Power-to-Gas befindet sich derzeit in einem Entwicklungsumfeld von rasant zunehmender Bedeutung. Nachdem im Jahr 2005 die erste Anlage dieser Art in Planung ging, sind heute bereits über 23 MW Elektrolyseleistung in Power-to-Gas-Pilotprojekten realisiert. Bei günstiger Entwicklung der Rahmenbedingungen, das heißt der Ermöglichung einer sektorenübergreifenden wirtschaftlichen Speicherung durch reduzierte Abgabenlast, ist bis 2017 derzeit mit knapp 31 MW projektierter Windgas-Leistung in Europa zu rechnen (s. Bild 3). Auch weltweit nimmt das Interesse an Power-to-Gas stark zu und es ist mit einer Einführung der noch jungen Technologie am Markt in naher Zukunft zu rechnen. Dabei zunächst verursachte Mehrkosten können jüngsten Untersuchungen von FENES zufolge zukünftig durch Ausnutzung von Überschussstrommengen aus Wind- und Photovoltaik mehr als ausgeglichen werden.

**Autor:**
Martin Thema M.Sc., B.Eng.
Thomas Estermann M.Sc., B.Eng.
Andreas Hofrichter M.Sc., B.Eng.
FENES OTH Regensburg
Seybothstraße 2, 93053 Regensburg
T +49 941 9439200
martin.thema@oth-regensburg.de
www.oth-regensburg.de

*Nordansicht der Energiezentrale*
*(Abbildung: Architekturbüro Maurer)*




*Südansicht der Energiezentrale*
*(Abbildung: Architekturbüro Maurer)*

**Die Wärmeversorgung des Gewerbegebiets „Germeringer Norden"**

# GANZHEITLICHE PLANUNG IN DER KOMMUNALEN ENERGIE-VERSORGUNG

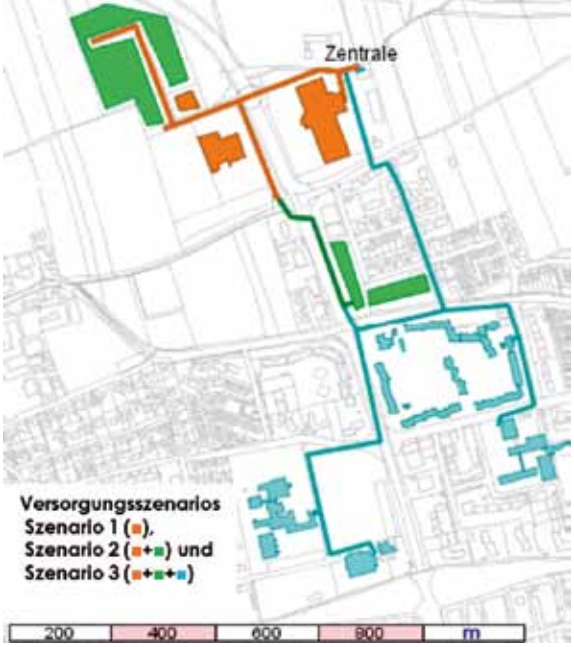
***Seit dem Jahr 2007 wurde die Versorgung eines Nahwärmenetzes in Germering bei München provisorisch über einen Ölkessel bewerkstelligt. Die Stadtwerke Germering, als Betreiber des Nahwärmenetzes, setzten sich zum Ziel, eine nachhaltige und wirtschaftliche Lösung für die Versorgung der Wärmekunden zu entwickeln. Gemeinsam mit der Team für Technik GmbH und der Stadt Germering wurde von der Idee einer neuen Wärmeversorgung bis zum Betrieb des neuen Biomethan-BHKWs das Projekt erfolgreich umgesetzt. In allen Projektphasen wurde dabei konsequent ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt.***

## Warum sind ganzheitliches Planen und Bauen notwendig?

Durch die größere Komplexität vieler Planungs- und Bauprojekte steigen auch die Interessen und Ansprüche der einzelnen Projektbeteiligten. Die Ziele der einzelnen Projektbeteiligten (im hier vorgestellten Projekt u. a. Bauamt, Genehmigungsbehörde, Denkmalschutz, Gasversorger) stimmen nicht immer mit den Zielen des Gesamtprojekts überein. Dies führt zwangsläufig zu Interessenkonflikten, die den Projekterfolg behindern können. Für das hier vorgestellte Projekt wurde der Ansatz des ganzheitlichen Planens und Bauens gewählt, der auf eine möglichst frühe Einbeziehung der Projektbeteiligten in den einzelnen Phasen des Projekts setzt und ein großes Augenmerk auf die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten legt [1]. Dabei ist es wichtig, unnötige Schnittstellen zu vermeiden und die notwendigen Informationen allen Projektbeteiligten gleichermaßen zur Verfügung zu stellen, um das Projekt zum Ziel zu führen. Besonders auf die Informationspolitik wurde im hier beschriebenen Projekt großer Wert gelegt.

## Grundlagen und Ausgangssituation

Bereits im Jahr 2007 war die Stadt Germering gemeinsam mit den Stadtwerken Germering bestrebt, die Energieversorgung der Stadt aus regenerativen Quellen zu bestreiten. Gemeinsam mit einer angrenzenden Gemeinde sollte ein Geothermie-Projekt entwickelt werden, um große Teile der Stadt mit regenerativer Wärme zu versorgen und gleichzeitig regenerativen Strom zu erzeugen. Dazu wurde von der Stadt in einem für die Fernwärmeerschließung günstigen Gewerbegebiet ein erstes Nahwärmenetz verlegt, um die Kunden frühzeitig an das Netz anschließen und mit Wärme versorgen zu können. Vorübergehend wurde die Wärme über einen provisorischen Ölkessel erzeugt, der nach Fertigstellung der geothermischen Anlage ersetzt werden sollte.



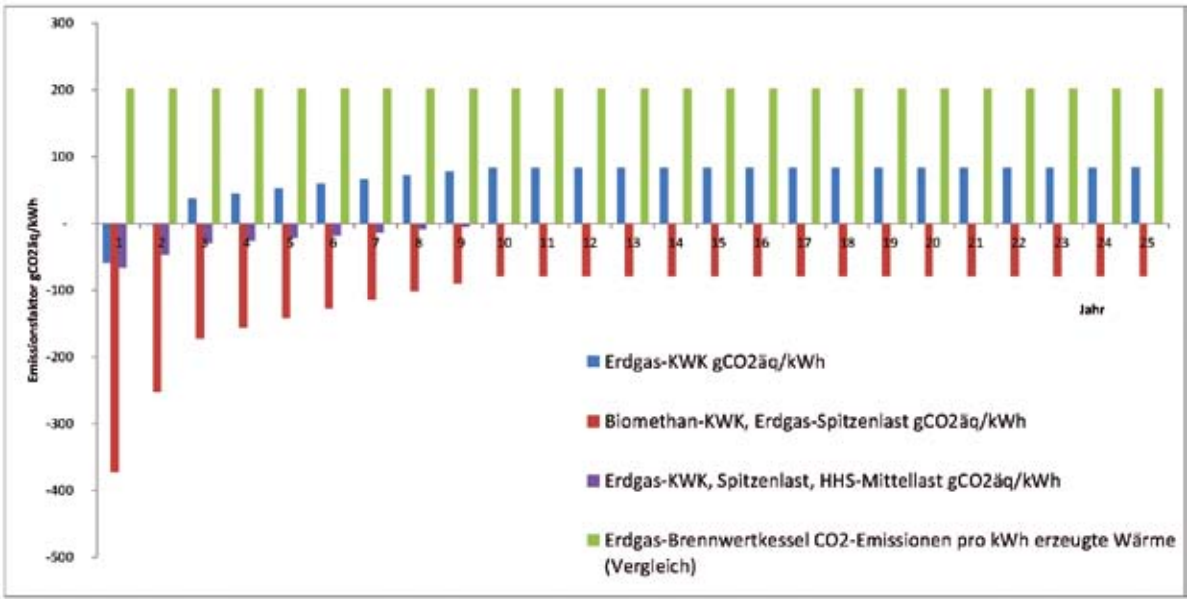

*Untersuchte Versorgungsszenarien (Abbildung Team für Technik GmbH)*

Die Verhandlungen mit den potenziellen Investoren in das Geothermie-Großprojekt verliefen jedoch schwieriger als anfangs gedacht und wurden schließlich auf unbestimmte Zeit verschoben. Die Stadtwerke Germering mussten daher eine alternative Wärmeerzeugung für das Gewerbegebiet konzipieren, um das eingesetzte Provisorium durch eine langfristige Lösung zu ersetzen.

## Konzeption einer innovativen und nachhaltigen Wärmeversorgung

Im Jahr 2011 wurde das Ingenieurbüro Team für Technik beauftragt, ein Konzept für die Wärmeversorgung des Gewerbegebiets „Germeringer Norden" zu entwickeln. Das Konzept sollte sowohl einen wirtschaftlichen Betrieb sicherstellen als auch dem Ziel der Stadtwerke Germering, die $CO_2$-Emissionen zu reduzieren, gerecht werden. Oberstes Ziel war es, den als Provisorium vorübergehend installierten Ölkessel möglichst schnell zu ersetzen.

Dazu wurden sowohl verschiedene Versorgungsvarianten als auch Erzeugungsvarianten hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und $CO_2$-Einsparung untersucht. Dabei wurden drei verschiedene Versorgungsvarianten geprüft – von einer kleinen Lösung mit wenigen großen Kunden (Szenario 1) über eine Variante unter zusätzlicher Berücksichtigung eines ausgewiesenen, aber noch nicht bebauten Gewerbegebiets sowie zwei im Bau befindliche Einkaufszentren (Szenario 2) bis zu einer großen Lösung, bei der auch noch eine dichte Wohnbebauung südlich der Einkaufszentren berücksichtigt wird (Szenario 3). Bei der Erzeugung wurden ebenfalls mehrere Varianten, wie z. B. KWK-Anlagen,




*$CO_2$-Emissionen der untersuchten Erzeugungsvarianten (Abbildung Team für Technik GmbH)*

gefördert nach KWKG oder EEG, sowie Biomasseanlagen, beleuchtet. Auf eine frühzeitige Abstimmung und Diskussion mit Auftraggeber, den politischen Entscheidern und der Stadtverwaltung wurde von Beginn an

*BHKW-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 527 kW (Foto: Team für Technik GmbH)*

großer Wert gelegt, um die Weichen des Projekts in die richtige Richtung zu stellen und den Rückhalt in den einzelnen Gremien sicherzustellen.

Im Falle der Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigte sich, dass die Versorgung mit einem Biomethan-BHKW und Erdgas-Spitzenlastkessel die wirtschaftlichste Variante darstellt. Die vergleichsweise gute Wirtschaftlichkeit ergab sich unter anderem dadurch, dass für den erzeugten Strom Anspruch auf Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2012) über 20 Jahre besteht. Alle anderen Varianten erzielten erheblich geringere, teilweise deutlich negative Kapitalwerte.

Das Ergebnis der Untersuchung war die Empfehlung, im Germeringer Norden eine neue Wärmeerzeugung für das bestehende Netz auf Basis von Biomethan-befeuerter Kraft-Wärmekopplung zu errichten. Dadurch können im Endausbau nach Szenario 2 ca. 1.600 Tonnen $CO_2$ pro Jahr gegenüber einer herkömmlichen dezentralen Versorgung mit Erdgas-Brennwert-Kesseln eingespart werden. Die Stadtwerke Germering entschlossen sich schließlich dazu, die Planung der neuen Energiezentrale gemäß den Ergebnissen aus dem Wärmeversorgungskonzept umzusetzen.

**Planung und Realisierung der neuen Energiezentrale**

Ziel der Planungen war, eine neue Zentrale in einem Neubau zu errichten, die die bereits gewonnenen Kunden und die zu erwartenden Kunden im nordwestlichen Teil des Gewerbegebiets mit Wärme versorgen kann, aber auch die Möglichkeit bietet, weitere potenzielle Kunden im Süden zu erreichen. Das BHKW sollte daher so dimensioniert werden, dass es zum einen in den ersten Betriebsjahren bei noch geringerem Wärmebedarf eine ausreichende Anzahl von Betriebsstunden erreicht, aber auch dass nach dem erwarteten Zuwachs der Kunden der Großteil der Wärmemenge durch das Biomethan-betriebene BHKW erzeugt wird.

Weiterhin sollte die Möglichkeit bestehen, die Zentrale in Bezug auf die Spitzenlast erweiterbar zu konzipieren. Im nördlichen Bereich des Wärmenetzes werden bereits drei Bestandskunden mit Wärme versorgt. Dabei handelt es sich um zwei Großmärkte mit 630 kW und 400 kW Anschlussleistung und ein Bürogebäude mit 50 kW Anschlussleistung. Im Zuge der Planung wurden die beiden Einkaufzentren im Süden und erste Neukunden im nordwestlichen Teil des Gewerbegebiets an das Netz angeschlossen, sodass diese ebenfalls aus der neuen Energiezentrale versorgt werden können. Eine Herausforderung bestand darin, die Versorgung der bereits angeschlossenen Kunden möglichst unterbrechungsfrei aufrechterhalten zu können.

Die neue Energiezentrale umfasste schließlich ein BHKW mit einer elektrischen Leistung von 527 kW und einer thermischen Leistung von knapp 700 kW. Durch den Grundlastbetrieb des BHKWs werden im Durchschnitt ca. 70 % der Wärmemenge durch das BHKW erzeugt (in den ersten Jahren ist der Anteil etwas höher; bei Aufsiedelung des Gewerbegebiets reduziert sich der Anteil etwas). Weiterhin wurden zwei Gas-Spitzenlastkessel mit einer thermischen Leistung von jeweils 3.700 kW geplant, wobei bei dem derzeitigen Ausbaugrad nur ein Gaskessel installiert ist. Es ist allerdings möglich, einen zweiten identischen Gaskessel in das Erzeugungskonzept zu integrieren, sodass knapp 7,5 MW Spitzenleistung zur Verfügung stehen können. Der Zeitpunkt der Installation und die tatsächliche Größe des zweiten Gaskessels werden allerdings von der Ausbaugeschwindigkeit des Gewerbegebiets bestimmt.

Der vom BHKW erzeugte Strom wird über einen Mittelspannungsanschluss in das öffentliche Netz eingespeist.

Durch die Rolle der Team für Technik GmbH als Generalplaner für die Anlage lief die komplette Kommunikation über das Ingenieurbüro, sodass auch hier alle Prozesse effektiv gestaltet werden konnten.

*Neubau der Energiezentrale in Germering, Ansicht Nord (Foto: Team für Technik GmbH)*

*Netzpumpen in der Energiezentrale (Foto: Team für Technik GmbH)*

**Betrieb der neuen Energiezentrale**

Auch beim Betrieb und der Sicherung der langfristigen Förderansprüche arbeiteten die Stadtwerke Germering und die Team für Technik GmbH eng zusammen. Ziel war es, einen zuverlässigen Partner für die Belieferung des BHKWs mit Biomethan zu finden, der durch einen günstigen Preis die Wirtschaftlichkeit der neuen Versorgung sicherstellt. Dadurch, dass nur von wenigen Kunden Verbrauchsdaten vorhanden waren, musste der Wärmebedarf der Verbraucher und des Netzes auf Basis der frühzeitig abgestimmten und im Projektverlauf verifizierten Rahmenbedingungen berechnet werden. Somit konnte durch die Angabe eines engen Bedarfskorridors ein für die Wirtschaftlichkeit der Anlage guter Preis erzielt werden.

*Netzpumpen in der Energiezentrale (Foto: Team für Technik GmbH)*

*Neubau der Energiezentrale in Germering, Ansicht Süd (Foto: Team für Technik GmbH)*

**PROJEKTBETEILIGTE**

| | |
|---|---|
| Bauherr: | Stadtwerke Germering, Stadt Germering |
| Generalplaner: | Team für Technik GmbH, München |
| Architekt: | Architekturbüro Maurer, München |
| Statik: | rb Bauplanung GmbH, München |

**FAZIT**

Die Stadtwerke Germering haben gemeinsam mit der Team für Technik GmbH mit einem ganzheitlichen Ansatz die Wärmeversorgung des Gewerbegebiets „Germeringer Norden" von der ersten Idee bis zum Betrieb umgesetzt. Die Rolle als Generalplaner, die regelmäßige Information des Stadtrates, die Einbeziehung der Stadtverwaltung sowie die Information der Bürger über die lokale Presse und über Informationsveranstaltungen garantierten eine problemlose Durchführung des Projektes ohne größere Widerstände. Auch während der Konzept-, Planungs- und Bauphasen wurde durch die enge Zusammenarbeit der Projektbeteiligten das Projekt zu einem Erfolg geführt. So entstand durch eine über mehrere Jahre gut funktionierende Zusammenarbeit zwischen Bauherr und Auftragnehmer eine innovative und nachhaltige Energieversorgung eines Gewerbegebiets mit einer $CO_2$-Einsparung von ca. 1.600 Tonnen gegenüber einer herkömmlichen dezentralen Energieversorgung über Erdgas-Brennwert-Kessel.

**Begleitende Maßnahmen**

Ein wichtiger Baustein des ganzheitlichen Ansatzes bei der Umsetzung war die Informationspolitik, die während der gesamten Projektlaufzeit umgesetzt wurde. Neben der beschriebenen frühzeitigen Einbindung der Projektbeteiligten wurden auch die Bürger und die Öffentlichkeit immer wieder über den Projektstand informiert. So wurde jede Möglichkeit genutzt, in der regionalen Presse über den Projektverlauf zu berichten, aber auch Informationsveranstaltungen, wie z. B. der von der Bayerischen Ingenieurkammer ausgerichtete „Tag der Energie", wurden dazu genutzt, mit interessierten, aber auch kritischen Bürgern ins Gespräch zu kommen, um diese über die Technologie und über die einzelnen Entscheidungen, die schlussendlich zur neuen Wärmeversorgung führten, zu informieren.

**Autor:**
Dipl.-Ing. (FH) Christian Eberl
Dipl.-Ing. Univ. Maximilian Walch
Dipl.-Ing. Univ., M.Sc. Alexander Buschmann
Team für Technik GmbH
Zielstattstraße 11, 81379 München
T +49 89 89146120
eberl@tftgmbh.de, www.tftgmbh.de

Literaturverzeichnis:

[1] Bayerische Ingenieurkammer-Bau (Hg.) (2012): Ganzheitliches Planen und Bauen, zweite Auflage

# GEOTHERMIE – HEIZEN UND KÜHLEN MIT ERDWÄRME

# GEOTHERMIE – SONDER-ANWENDUNGEN IN DER INFRASTRUKTUR

***Mit den Technologiefeldern der Geothermie und der Wärmepumpensysteme in Verbindung mit einer intelligenten Steuerung können Weichen und Freiflächen von den gemäßigten bis hin zu den extremen Klimazonen auf der Welt in den Wintermonaten verfügbar gehalten werden.***

Als Systemanbieter entwickelt, plant und baut die Triple S-GmbH geothermische Sonderanwendungen. Dabei ist eine Kernkompetenz des Unternehmens eine Weichenheizung für spurgeführte Verkehrssysteme. Die Weichenheizung kann unter Nutzung der Geothermie über das Erdreich oder das Grundwasser als Wärmequelle betrieben werden. In den innerstädtischen und industriellen Bereichen dient das Abwasser oder die industrielle Restwärme zum Betrieb der Weichenheizung.

Weitere Standbeine sind neben den Bahnsteigsystemen (triple.s Umsteiger Plus 2000 und Umsteiger Plus 2000 light), die Flächentemperierungen von Bahnsteigen, Brücken, Straßen, Rollfeldern, Gehsteigen (mit der Produktbezeichnung triple.s-rip). Gerade die Flächentemperierung von Bahnsteigen kann hervorragend mit den Weichenheizungen kombiniert werden.

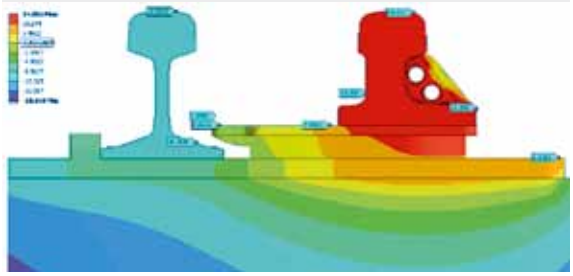
Bei der Entwicklung der triple.s-Systeme wurde die erste Priorität auf die Verfügbarkeit der Weichen gelegt und das unabhängig von extrem niedrigen Temperaturen in Verbindung mit starken Schneefällen. Die Technik bietet mit dem Betrieb von Weichenheizungen und Bahnsteigflächenheizungen eine hohe Verfügbarkeit von > 99,5 % der Infrastrukturanlagen und dies in Verbindung mit der Reduktion des Energieverbrauchs und der $CO_2$-Produktion von bis zu 70 %.

Für das Weichenheizungssystem liegt seit dem 01. November 2011 die unbefristete technische Freigabe für das gesamte Netz der DB AG vor.

### System-Weichenheizung

Ein Basiselement der Geothermie-Weichenheizung ist eine bereits in den 1960er-Jahren eingesetzte Heißwasserumlaufheizung mit wenigen energetischen Effizienzpunkten. So wurde die notwendige Wärme von Heizölbrennern erzeugt und mit einwandigen, nicht isolierten Rohren an die Weiche geführt.

Das System triple.s nutzt als Wärmequelle jede technisch und wirtschaftlich sinnvoll zu erschließende Wärmequelle aus dem Technologiefeld der Geothermie und, sofern vorhanden, dauerhaft verfügbare Rest- und Überschusswärme. Über einige Dutzend Meter tiefe Bohrungen wird hierbei entweder die Grundwasserwärme oder die Wärme der oberflächennahen Erdschichten angezapft. Eine neben dem Gleisbett aufgestellte, elektrisch betriebene Wärmepumpe hebt die in einem geschlossenen Kreislauf geführte Wärmetauscherflüssigkeit (Sole) auf Temperaturen von bis zu 50 Grad, die dann über selbst entwickelte Wärmetauscher an die sensiblen Teile der Weiche übertragen werden.



*Anwendung der Finiten-Element-Methode*

Das System triple.s besteht aus drei Hauptkomponenten: Natur-Wärmequelle, Systemeinheit mit Wärmepumpe und Wärmetauscher („Heizkörper" an der Schiene). Als Wärmequelle wird bei dem System die oberflächennahe Geothermie mittels Erdwärmesonden, Energiekörben oder Wärmeentzug des Grundwassers oder der dauerhaft verfügbaren Restwärme genutzt. Die Systemeinheit mit Wärmepumpe wird mit effizienter und eigens entwickelter Regelungs- und Wärmetauschertechnik ausgestattet. Der Wärmetauscher transportiert die Wärme an die Schiene. Er wurde energetisch so optimiert, dass unerwünschte Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert werden.

Die Installation und Deinstallation der Wärmetauscher an der Schiene zu Wartungszwecken benötigt nur einen geringen Zeitbedarf und fügt sich damit in die bahntechnischen Vorgaben und Regelwerke optimal ein. So können die Wärmetauscher unter laufendem Betrieb der gesamten Anlage, ohne Verluste von Flüssigkeiten, abgebaut und wieder angebaut werden. Die eigenen Mitarbeiter der DB Netz AG aus dem Anlagenmanagement können nach einem geringen Schulungsaufwand die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten selbstständig durchführen.

Die Problematik, dass die Eisenbahnbetreiber unterschiedliche Schienenformen in unterschiedlichen Dimensionen verwenden, wurde durch jeweils ein Wärmetauscherprofil für alle Haupt-Schienenformen auf der Welt gelöst. Das System kann bei allen vorhandenen Weichentypen eingesetzt werden, unabhängig von den Radien, den Schienenprofilen und der Art der Stellvorrichtung.

**System-Bahnsteigflächenheizung**

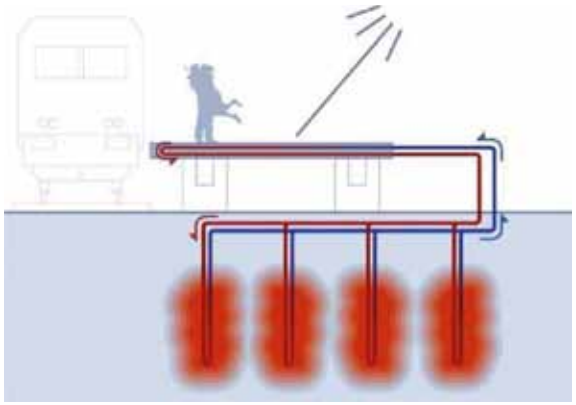
Das System nutzt die Bahnsteige als Wärmekollektor im Sommer. Über sie wird Strahlungsenergie der Sonne eingefangen und im Untergrund zwischengelagert. Im Winter wird die gespeicherte Energie wieder abgerufen, um die Bahnsteige und alle dazugehörigen Verkehrsflächen schnee- und eisfrei zu halten.

Die saisonale Speicherung der solaren Wärmeenergie im Untergrund kann im Wesentlichen durch zwei unterschiedliche Varianten erfolgen: mittels Grundwasserspeicher oder Erdwärmesondenspeicher.

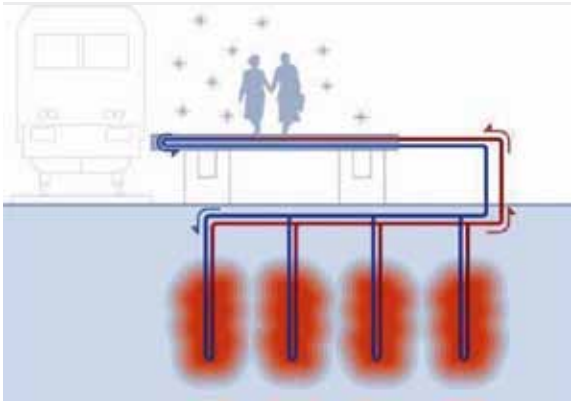
Die Variante Grundwasserspeicher nutzt einen im Untergrund vorhandenen Grundwasserleiter zur Speicherung, der aus den Freiflächen gewonnenen Wärme. Der Grundwasserleiter wird über Brunnen erschlossen. Im Sommer wird das geförderte Grundwasser durch ein in die Bahnsteigflächen eingelassenes Rohrsystem erwärmt und in den Untergrund eingespeist – es entsteht ein Wärmepool um den Infiltrationsbrunnen. Im Winter wird der Kreislauf umgedreht und das im Sommer erwärmte Grundwasser gefördert sowie die darin enthaltene Wärme genutzt. Grundwasserkreislauf und Heiz- bzw. Kühlkreis der Bahnsteigflächen sind dabei über einen zwischengeschalteten Wärmetauscher und/oder eine Wärmepumpe voneinander hydraulisch getrennt. Über einen Zeitraum von mehreren Jahren betrachtet, bilden sich wärmere und kältere Regionen im Grundwasserleiter aus.

Je nach Randbedingung sind jedoch auch andere Systemkonzeptionen mit mehreren Entnahme- und Infiltrationsbrunnen denkbar. Vorteile des Verfahrens sind die im Verhältnis zu Erdwärmesondenspeichern niedrigeren Investitionskosten sowie die Gewinnung großer Wärmeenergiemengen, unabhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Gesteins im Untergrund. Daher ist der Einsatz der Variante Grundwasserspeicher vor allem bei großen Projekten mit Wärmeleistungen über 100 kW sinnvoll.

Allerdings ist das Verfahren nicht überall einsetzbar, da an den Untergrund bestimmte Mindestanforderungen gestellt werden. So darf die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers nicht zu hoch sein. Des Weiteren stellen lokale Grundwasserchemie sowie die wasserrechtliche Genehmigungsfähigkeit weitere Hürden des Verfahrens dar.



*Erdwärmesondenspeicher Sommer*



*Erdwärmesondenspeicher Winter*

Zur Wärmespeicherung im Untergrund können auch Erdwärmesondenspeicher genutzt werden. Durch ein in die Freiflächen integriertes System von Rohren und Wärmetauschern wird die im Sommer entstehende Wärme aufgenommen und mittels Erdwärmesonden in tiefere Gesteinsschichten abgeleitet. Die direkte Umgebung der Erdwärmsonden erwärmt sich dadurch um mehrere Grad. Die Wärmespeicherung erfolgt dabei in der Regel im Festgestein. Je nach Sondenanordnung ist es möglich, ein kompaktes, vorher definiertes Gesteinsvolumen zu erwärmen und als Speicher zu nutzen. Im Gegensatz zum Grundwasserspeicherverfahren handelt es sich dabei um ein geschlossenes Kreislaufsystem ohne Kontakt zum Grundwasser. In den Erdwärmesonden zirkuliert als Wärmeträger ein Gemisch aus Frostschutzmittel auf Glykolbasis und Wasser.

Wie beim Grundwasserspeicher kehrt sich der Prozess im Winter um, allerdings ohne dass die Zirkulationsrichtung des Wassers in den Rohrleitungen geändert werden muss. Die Sonden entziehen dem Untergrund die gespeicherte Wärme und geben sie über ein Rohrsystem an die zu beheizenden Flächen ab (siehe Bild 5).

Limitierende Faktoren können gemäß VDI 4640 die geringe Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes, schnell fließendes Grundwasser sowie wasserrechtliche Genehmigungsfähigkeit darstellen.

*Funktionstüchtige Weichenheizung nach dem System triple.s im Bahnhof Vilseck*

**Referenzanlagen – Weichenheizungen**

In Deutschland wurden vier Bahnhöfe und in Russland ein Bahnhof mit dem triple.s-System ausgerüstet. Die älteste Anlage läuft seit sechs Wintern. An allen Anlagen konnte eine uneingeschränkte Verfügbarkeit der Weichen mit Energieeinsparungen bis zu 70 % nachgewiesen werden. Gerade in Russland mussten die Anlagen Temperaturen bis zu –40 °C und Schneefallraten bis zu 10 cm in der Stunde bewältigen.

Auch bei intensiven Schneefällen war die Verfügbarkeit der Weichen mit dem verbauten System immer gegeben, während die Weichen mit einer elektrischen Weichenheizung im Vergleich eine weitaus geringere Verfügbarkeit aufwiesen.

Allein im Jahr 2014 gingen rund 20 neue Weichenheizungen nach dem System triple.s in verschiedenen Regionen Deutschlands in Betrieb.

**Ausblick**

Durch eine ständige Weiterentwicklung der Wärmetauschertechnologie (Schlüsseltechnologie für die Weichenheizungssysteme) wird eine weitere Reduktion der Vorlauftemperaturen für das Weichenheizungssystem triple.s erzielt und die technologische Marktführerschaft weiter ausgebaut.

Mit unserem Partner, der SCHWIHAG AG, wird aktuell eine beheizbare Gleitstuhlplatte entwickelt. Die Beheizung der Gleitstuhlplatte kann sowohl mit Flüssigkeiten als auch mit stromgeführten Systemen erfolgen.

Dadurch können Weichen in extremen Klimazonen mit dem vorgestellten Heizsystem bestückt werden. Weiterhin wird der Eisabwurf auf allen Strecken der Welt wesentlich effizienter abgeschmolzen.

Die triple.s-Systeme können bei allen vorhandenen Weichentypen eingesetzt werden, unabhängig von den Radien, der Schienenprofile und Art der Stellvorrichtung. Für Weichen mit reduziertem Zungenprofil und für Straßenbahnen ist ein speziell entworfener Gleiswärmetauscher erhältlich. Die Entwicklung und Produktion findet in enger Zusammenarbeit mit der Rheinbahn AG statt.

In der Kombination von Weichenheizungen mit Bahnsteigflächenheizungen liegt ein weiterer großer wirtschaftlicher Mehrgewinn. In Deutschland sind ein Projekt in der Light-Rail-Sparte und ein Projekt mit der Vignolschiene in der Entwurfsplanung. In Polen und Tschechien stehen diese Kombinationen kurz vor der Ausführungsplanung.

Gerade bei der Nutzung unseres Systems für Straßenbahnen können wir hervorragende wirtschaftliche Lösungen in Verbindung mit der Nutzung des Abwassers als Wärmequelle im städtischen Bereich projektieren. Die Beheizung der Bahnsteige und Gehwege kann als zusätzlicher Gewinn ohne größere zusätzliche Kosten realisiert werden.

Trotz zum Teil extremer Wetterbedingungen (starke Schneefälle in Verbindung mit tiefen Temperaturen und Verwehungen) waren bei Geothermie-Weichenheizungssystemen keinerlei Systemausfälle zu verzeichnen.

**Autor:**
Michael Funke,
Triple S-GmbH
Ringstraße 40, D-82223 Eichenau
T +49 8141 5346750
info@triplesgmbh.de, www.triplesgmbh.de

**ZUSAMMENFASSUNG**
Die triple.s-Systeme basieren auf der Nutzung von Umwelt- und Prozesswärme zum Betreiben von Weichen- und Flächenheizungen. Es werden eine Wärmequelle, eine Wärmepumpe und ein Wärmetauschersystem mit einer intelligenten Steuerungs- und Regelungstechnik verknüpft.
Ziel ist es, den Energieverbrauch und die $CO_2$-Produktion um bis zu 70 % im Vergleich mit konventionellen Weichenheizungssystemen zu reduzieren, bei höherer Verfügbarkeit der Weichen.

Die Nachweisführung wurde im Regelbetrieb der Bahnbetreiber bei den ersten 25 Anlagen in Deutschland und Russland bereits erbracht.
Beim Projekt zu Erprobung einer Bahnsteigflächenheizung ergibt sich aus den ersten vier Betriebsjahren die Erkenntnis, dass das System eines geothermisch beheizten Haltepunktes störungsfrei funktioniert. Technische Optimierungsmöglichkeiten wie auch die Wirtschaftlichkeit des Systems konnten bestätigt werden.

**Initiative $CO_2$**
T +49 8121 44 881, F +49 8121 44 205
katrin.standl@initiative-co2.de, www.initiative-co2.de