

17. Holzenergie-Symposium



Rolle von Holz im Energiesystem

Das 17. Holzenergie-Symposium wurde am 16. September 2022 an der ETH Zürich von über 130 Personen besucht. Fachleute stellten Innovationen zur Technik und Strategien zur künftigen Nutzung vor. Die Informationen sind im Tagungsband dokumentiert [1].

Text Thomas Nussbaumer*

Bilder Verenum AG, Carole Tornay, Müller & Reichmuth, Florian Lüthy, Spörl & Vogel, Zsolt Garai, Matthias von Senfft

Die Nutzung der Holzenergie konnte in den letzten 30 Jahren in der Schweiz rund verdoppelt werden. Aktuell sind 522 533 Holzfeuerungen in Betrieb, die pro Jahr etwa 5.8 Mio. m³ Holz nutzen, wie Andreas Keel von Holzenergie Schweiz ausführte. Dies entspricht 16 TWh/a oder 6% unserer Energieversorgung. Bei einem ökologischen Potenzial von 7.4 Mio. m³ oder 20 TWh/a und einem theoretischen Potenzial des Schweizer Waldes von über 10 Mio. m³ kann die Nutzung zwar noch erhöht werden, die Grenzen sind aber absehbar. Wie Keel ausführte, war der Energieholzmarkt lange Zeit ein Angebotsmarkt und die Versorgung konnte durch Erhöhung der Produktion sichergestellt werden. Ab dem Jahr 2020 änderte dies, als die Nachfrage wegen folgender Faktoren stark anstieg:

1. Die Covid-19-Pandemie verstärkte das Interesse an Wohnraumfeuerungen.
2. Das Bewusstsein zum Klimawandel förderte den Umstieg auf erneuerbare Energien.
3. Förderprogramme unterstützten den Wechsel auf Energieholz.
4. Die Unsicherheiten als Folge des Kriegs in der Ukraine verstärkten die Entwicklung, sodass sich der Angebots- in einen Nachfragemarkt wandelte.

Der Umstand, dass Energieholz ein Koppelprodukt der Waldbewirtschaftung und der stofflichen Verwertung ist, wurde damit zum Nachteil, da das Angebot mit der stark steigenden Nachfrage nicht mithalten kann. Kurzfristig sind deswegen vor allem bei Holzpellets und Stückholz Versorgungsengpässe möglich.

Beitrag von Biomasse zur Energiestrategie 2050

Giulia Lechthaler vom Bundesamt für Energie befasste sich mit der Frage, wie das Ziel von Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2050 erreicht werden kann. Sie leitete die Strategie ab, dass die begrenzt verfügbare Biomasse vor allem in der Industrie und in thermischen Netzen zur Spitzenlastdeckung, aber nicht zur Wasserstoffherzeugung eingesetzt werden soll. Fernwärmenetze sind damit ein wichtiger Pfeiler zur Substitution fossiler Energien und sie werden künftig nebst Abwärme vor allem Holzheizwerke, Anlagen zur Wärme-Kraft-Kopplung mit Biomasse und Grosswärmepumpen nutzen. Demgegenüber sollen strombasierte synthetische Treibstoffe nur in Bereichen mit mangelnden Alternativen wie im Schwerverkehr und der Aviatik eingesetzt werden. Zudem



Der Tagungsleiter Thomas Nussbaumer begrüsst die Teilnehmenden an der ETH Zürich. Giulia Lechthaler vom BfE stellte im Einführungsreferat die Energieperspektiven des Bundes vor.

müssen unvermeidbare CO₂-Emissionen mittels Carbon Capture and Storage (CCS) kompensiert werden.

Förderung durch Energie Zukunft Schweiz

Da die Dekarbonisierung im Wärmesektor zu langsam vorankommt, wird der Ersatz fossiler durch erneuerbare Heizungen von Energie Zukunft Schweiz AG unterstützt, wie Carole Tornay ausführte. Energie Zukunft Schweiz wird von der Stiftung für Klimaschutz und CO₂-Kompensation KliK finanziert. KliK wird durch Abgaben auf fossile Treibstoffe finanziert, die auf Basis des CO₂-Gesetzes erhoben und durch das Bundesamt für Umwelt reguliert werden. Der als «Klimaprämie» bezeichnete Förderbetrag von Energie Zukunft Schweiz richtet sich nach der jährlich eingesparten Menge CO₂ und beträgt 1,80 Franken pro jährlich eingespartem Liter Heizöl oder Kubikmeter Erdgas, was 18 Rappen pro Kilowattstunde entspricht [2]. Bei 2000 Vollbetriebsstunden pro Jahr kommt dies etwa 360 Franken pro Kilowatt Leistung gleich, weshalb die Förderung für grosse Anlagen besonders attraktiv ist. Zur Förderung von Holzheizungen wird die Erfüllung einer der folgenden Qualitätsanforderungen verlangt:

- bis 70 kW: BfE-Leistungsgarantie und Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz
- 70 kW bis 500 kW: QMmini
- ab 500 kW und bivalente Systeme: QMstandard

Bis anhin konnten rund 300 Holzheizungen mit 4,5 Mio. Franken unterstützt werden (Bild 1).

Holz für 100 % erneuerbare Gebäudewärme

Der Tagungsleiter und Autor des vorliegenden Beitrags stellte ein Szenario zur Wärmeversorgung der Gebäude im Jahr 2050 vor. Die Hälfte des Holzpotenzials dient dabei für Spitzenlast im Winter und deckt 25 % des Jahresbedarfs. 75 % werden mit 12 m² Fotovoltaik pro Person und damit betriebenen Wärmepumpen gedeckt. Die Arbeit wird in einer Folgeausgabe von HK-Gebäudetechnik vorgestellt.

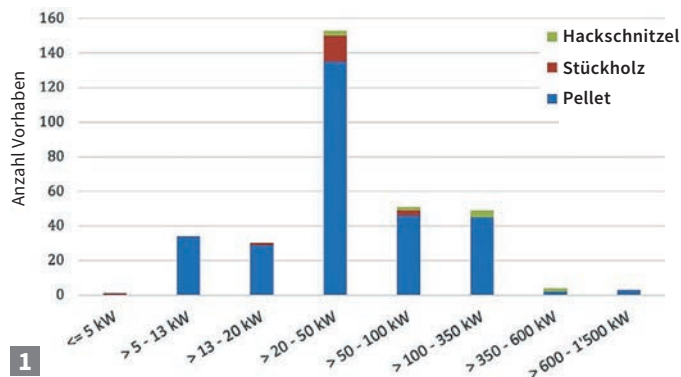
Holzheizkraftwerk in der Zentralschweiz

Das Holzheizkraftwerk in Haltikon SZ wird seit zwei Jahren von der Agro Energiezentrum Rigi AG betrieben. Das Fernwärmenetz versorgt mehrere Ortschaften in den Kantonen Schwyz und Luzern und wird durch die Ecogen Rigi Genossenschaft betrieben.

Pirmin Reichmuth stellte die in Bild 2 dargestellte Anlage vor. Diese umfasst eine 20 MW Rostfeuerung mit Abgasreinigung und -kondensation sowie eine 5 MW Dampfturbine zur Stromerzeugung. Die Anlage produziert jährlich 32 GWh Strom für rund 8000 Haushalte, 64 GWh Fernwärme für 6000 Haushalte und 22 GWh Wärme zum Betrieb eines Bandrockners, in welchem Sägemehl aus dem benachbarten Betrieb getrocknet und zu Holzpellets verarbeitet wird. Als Brennstoff werden jährlich rund 300 000 m³ aufbereitetes Altholz angeliefert. Aufgrund der Anlagengrösse werden hohe Anforderungen an die Emissionen gestellt und sicher eingehalten. Dank der Synergien zur Holzverarbeitung und der Stromproduktion sind Wärmepreise von 14 bis 18 Rappen pro Kilowattstunde möglich, womit der Ausbau des Fernwärmenetzes gesichert werden kann. Zur erfolgreichen Umsetzung und dem Beitrag zur Unabhängigkeit trägt auch die Einbindung der Bevölkerung als Genossenschaft bei.

Altholzfeuerung Basel 2

Wie Florian Lüthy ausführte, versorgt Industrielle Werke Basel (IWB) rund 6400 Kunden mit jährlich 1 TWh Fernwärme und



betreibt das grösste Fernwärmenetz der Schweiz. Zur Wärmeerzeugung dient unter anderem das seit 2008 in Betrieb stehende Holzkraftwerk HKW1, das naturbelassenes Holz und maximal 30 % Altholz der Klassen A1 und A2 nutzt. Um den CO₂-neutralen Anteil zu erhöhen, wurde mit dem HKW2 eine zweite Anlage geplant und in Betrieb genommen. Bei der Konzeption wurde ein erhöhter Anteil von Altholz angestrebt, da dies ökologisch und ökonomisch vorteilhaft ist. Um den Einfluss des Altholzanteils auf die Anlage zu beurteilen, wurden im HKW1 Tests mit Korrosionssonden durchgeführt und das HKW2 im Anschluss auf maximal 70 % Altholz und Dampfparameter von 455 °C und 65 bar ausgelegt. Das HKW2 verfügt über eine stationäre Wirbelschicht (Bild 3), die mit Quarzsand bei 820 °C betrieben wird. Die strengen Emissionsgrenzwerte werden deutlich unterschritten. Die Anlage weist 7.5 MW elektr-

sche und 17.5 MW thermische Leistung auf und produziert pro Jahr 25 GWh Strom und 70 GWh Wärme. Die Investition betrug rund 45 Mio. Franken. Für die Brennstoffversorgung wurde ein einziger Lieferant gewählt, der den Brennstoff nach Bedarf anliefern kann. Dies hat sich bewährt und die Versorgung konnte sichergestellt werden, obwohl das Angebot an Altholz seit 2020 wegen veränderter Rahmenbedingungen im europäischen Handel zurückgegangen ist.

Fernwärmenetz mit künstlicher Intelligenz

Arnaud Blatter und Alexandre Bruchez von der Altis Groupe SA stellten Erfahrungen mit dem Fernwärmenetz von Verbier VS vor, das über drei Heizzentralen mit Pelletkesseln zwischen 760 kW und 1500 kW verfügt. Der Betrieb wird mit einer vorausschauenden Regelung optimiert, die anhand von Wetterprognosen und künst-

licher Intelligenz den künftigen Wärmeleistungsbedarf abschätzt. Eine der Heizzentralen verfügt zudem über ein neuartiges System zur Kondensation und Entstaubung der Abgase, welches mit einer Wärmepumpe eine Wärmerückgewinnung von 12 % und niedrige Feinstaubemissionen ermöglicht.

Fossillfreie Wärmeversorgung mit Holzkessel-Kaskaden

Der Tagungsleiter stellte ein Forschungsprojekt zu Kaskadenanlagen mit Holz vor, das in der vorhergehenden Ausgabe von HK-Gebäudetechnik separat beschrieben wurde [3].

Adaptive Feuerungsregelung und Tieflastbetrieb

Automatische Holzheizungen müssen steigende Anforderungen erfüllen und sollten variable Brennstoffsortimente



AROTEC AG | Sagistrasse 4 | 6275 Ballwil | 041 449 49 00
info@arotec.swiss | www.arotec.swiss



Luft und Licht für jeden Raum

Ab- und Zuluftdeckensysteme für die Be- und Entlüftung von Grossküchen.

Design und Intimität im diskreten Raum

Sanitäre Trennwandsysteme und Garderobenschränke

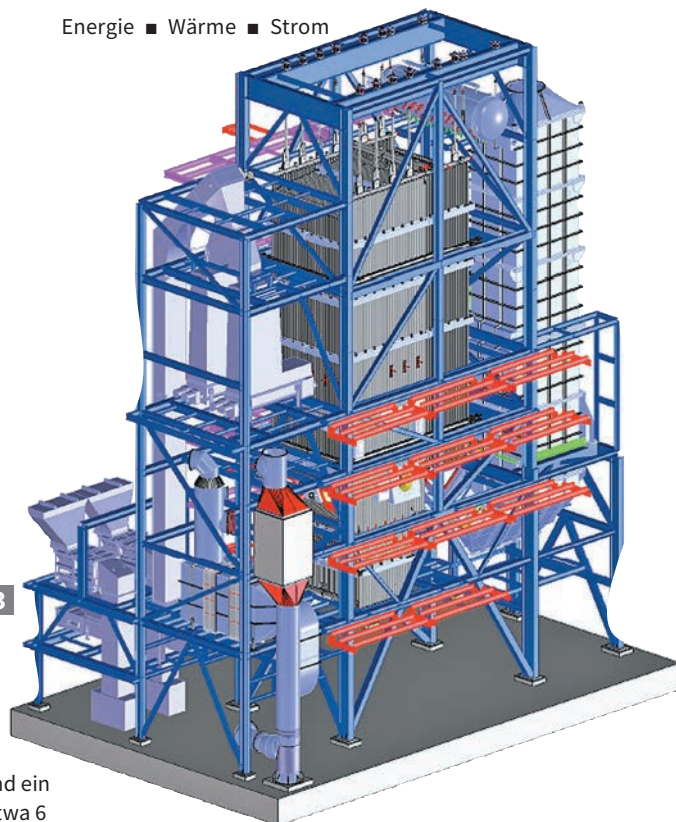


Energie ■ Wärme ■ Strom

1 Von Energie Zukunft Schweiz geförderte Holzheizungen. [Tornay 2022] in [1]

2 Holzheizkraftwerk in Haltikon SZ. [Müller & Reichmuth 2022] in [1]

3 Stationäre Wirbelschicht der Altholzfeuerung Basel 2. [Lüthy 2022] in [1]



nutzen können. Reinhold Spörl von Schmid AG stellte eine adaptive Feuerungsregelung vor, welche dazu folgende Regelkreise nutzt:

- Brennstoffregelung nach Restsauerstoffgehalt: Bei zu hohem Sauerstoffgehalt wird die Brennstoffzufuhr erhöht, bei zu tiefem reduziert.
- Leistungsregler: Bei zu tiefer Leistung werden Luftmenge und Abgasrückführung erhöht, bei zu hoher reduziert.
- Abgasrückführung: Das Verhältnis von Luftvolumen zu Abgasrezirkulationsvolumen wird in Abhängigkeit der Maurengstemperatur und des Brennstoffwassergehalts geregelt.
- Glutbettregelung: Für ein konstantes Brennstoffbett werden die Luftmengen in Abhängigkeit der Rostbelegung angepasst.

Die Regelkreise greifen ineinander und ermöglichen eine sanfte Regelung. Damit

werden auch bei variierenden Eigenschaften die Sollleistung und ein niedriger Sauerstoffgehalt von etwa 6 Vol.-% erreicht sowie die optimale Verbrennungstemperatur und ein konstantes Glutbett eingehalten. Die Regelung benötigt als zusätzliche Signale den Wassergehalt des aktuell umgesetzten Brennstoffs, einen Wärmezähler, die mit Lichtschranken erfasste Rostbelegung sowie eine robuste Sauerstoffmessung im Abgas. Erfahrungen mit ersten realisierten Anlagen nach Bild 4 zeigen, dass Änderungen des Wassergehalts im Bereich von 10 % bis gegen 40 % gut ausgeregelt werden. Die Technik wird für Kessel von 700 kW bis 8000 kW angeboten.

Nebst der adaptiven Regelung stellte Spörl ein Konzept für eine zwischen 15 % und 100 % modulierende Kesselleistung vor. Dazu werden eine massive Feuerraumauskleidung sowie eine Vorwärmung der

Verbrennungsluft eingesetzt und der Brennstoffwassergehalt limitiert. Der erweiterte Modulationsbereich ermöglicht eine höhere Flexibilität und eine Reduktion der Anlagekosten.

Feuerungstechnologie mit Gegenstromvergasung

Die Firma Polytechnik hat unter dem Namen POLY-H.E.L.D. (High Efficiency and Low Dust) eine Feuerung entwickelt, die auf dem in Bild 5 gezeigten Prinzip der Gegenstromvergasung basiert. Wie Zsolt Garai ausführte, ermöglicht dies eine ausgeprägte Luftstufung und eine emissionsarme und effiziente Verbrennung unterschiedlicher Brennstoffe. So betragen die

SIND SIE NOCH GANZ DICHT?

FALLS NICHT, FINDEN SIE BEI UNS FÜR JEDES PROBLEM EINE PASSENDE LÖSUNG.



PNEUMATISCHE ABWASSERSTOPFEN

In Abwasserleitung einsetzen – Luft einfüllen – Dicht! Pneumatische Abwasserstopfen bewähren sich seit über 30 Jahren in vielen Betrieben zum Verschliessen von Abwasserleitungen, bei Druckprüfungen und Reparaturen. Sie sind aus Naturgummi hergestellt, was höchste Qualität, Sicherheit und lange Lebensdauer garantiert.

TYP TEST

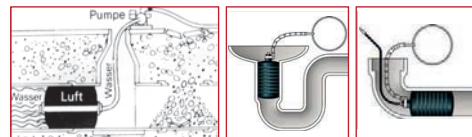
Der Typ Test wird in Rohrleitungen eingesetzt und eignet sich zum Verschliessen und Absperren von Rohren. Alle Stopfen vom Typ Test sind 90° biegsam.

TYP MUNI

Der Typ MUNI wird in Rohrleitungen eingesetzt. Mittels Durchgang in der Mitte kann Wasser problemlos um- oder abgeleitet werden. Falls nötig, kann mit dem mitgelieferten Drehverschluss die Leitung auch komplett verschlossen werden.



EINSATZMÖGLICHKEITEN:



ANWENDUNGSGEBIETE:

Bauunternehmen, Sanitär-Installateure, Rohrsanierungen, Gemeindewerkhöfe, Reparaturbetriebe/Abwasserkanal-Fernsehen, Kläranlagen, Kraftwerke, Hochwasserschutz, Flachdachsicherungen, Schwimmbadtechnik, Leckortung, u.v.m.

m.scherrera
sanitär- und baubedarf

Industriestrasse 25d • CH 9524 Zuzwil / SG
Telefon +41 (0)71 944 42 42 • Fax +41 (0)71 944 42 62
info@m-scherrera.ch • www.abwasserstopfen.ch



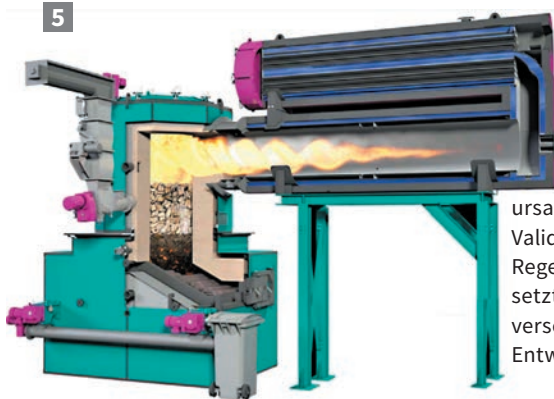
4 Holzkessel mit adaptiver Feuerungsregelung von Schmid AG. [Spörl & Vogel 2022] in [1]

5 Feuerungstechnologie von Polytechnik. [Garai 2022] in [1]

6 Kaskadenanlage mit Holzvergaser von Spanner Re² in Tansania mit 2 MW elektrischer und 4.5 MW thermischer Leistung sowie Nutzung des CO₂ zum Gemüseanbau. [von Senfft 2022] in [1]



6



Staubemissionen mit holzartiger Biomasse ohne Staubabscheidung weniger als 30 mg/m³ bei 6 Vol.-% O₂ und mit Qualitätshackgut 10 bis 20 mg/m³. Die gestufte Verbrennung ermöglicht zudem niedrige Stickoxidemissionen und eine Leistungsmodulation von 25% bis 100%. Die Technik ist für Wassergehalte von 20% bis 45% geeignet und wird von 400 kW bis 3000 kW angeboten.

Mikro-Pelletofen «LowEmiStove»

Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der FHNW hat Tom Strebel ein Simulationsmodell für einen Pelletofen mit 1 kW bis

4 kW Leistung erstellt und zur Entwicklung einer Regelung genutzt. Als Basis wurde das Abbrandverhalten in einem Aufbau zur Verbrennung einzelner Pellets ermittelt. Für die Regelung dient vorab das Signal eines CO-Sensors, aus dem ein Sollwert für die Brennkammertemperatur abgeleitet wird. Die Regelung erfolgt danach über ein Temperatursignal. Das Ziel ist, die Verbrennung mit minimalem Luftüberschuss vor Anstieg des durch Luftmangel verursachten CO-Gehalts zu betreiben. Zur Validierung der Simulation wurde die Regelung am Ofen und im Modell eingesetzt. Durch Einsatz des Modells konnten verschiedene Strategien getestet und die Entwicklungszeit verkürzt werden.

Holzvergaser zur Wärme-Kraft-Kopplung

Matthias von Senfft stellte die Erfahrungen von Spanner Re² mit rund 1000 Anlagen zur Wärme-Kraft-Kopplung mit Holzvergäsern vor. Eine Einheit verfügt über eine elektrische Leistung von 35 kW (8.0 Liter Saugmotor), 49 kW (7.4 Liter Saugmotor) oder 68 kW (7.4 Liter Turbomotor). Die Motoren weisen Wirkungsgrade von rund 26% bis 28% auf, sodass die Wärmeleistung rund doppelt so gross wie die elektrische ist. Durch Kaskadenschaltung können Anlagen bis in den MW-Bereich realisiert werden. Der Vergaser basiert auf dem Gleichstromprinzip. Am Kopf befindet sich ein Sensor für den Füllstand, in der Mitte ein Glühzünder zum Starten und am Boden ein Scheibenrost zur Zerkleinerung der Kohlestücke. Nach dem Vergaser wird das Holzgas ge-

kühlt und in einem Filter von Kohle und Aschepartikeln gereinigt. Das gereinigte Holzgas wird mit Luft gemischt und dem für Schwachgas modifizierten Motor zugeführt. Die Motoren werden mit deutlich geringerer Leistung als mit fossilen Treibstoffen betrieben, was einen langlebigen Betrieb ermöglicht. Nebst Waldhackgut sind auch andere Brennstoffe wie zum Beispiel Nusschalen möglich. Typische Einsatzgebiete sind Hotels, Landwirtschaftsbetriebe und Holzverarbeitende Betriebe. Bild 6 zeigt eine Kaskadenanlage mit 2 MW elektrischer Leistung, bei der nebst Strom und Wärme zusätzlich das CO₂ aus den Abgasen im Sinne der Trigeneration zum Anbau von Tomaten genutzt wird.

Power-to-Gas zur Saisonspeicherung von Elektrizität

Im letzten Beitrag stellte Philipp Mäder von swisspower den Einsatz von Power-to-Gas (PtG) am Standort Dietikon vor, wo Limeco seit 2022 die erste industrielle PtG-Anlage mit direkter biologischer Methanisierung der Schweiz betreibt. Dabei wird Klärgas aus der lokalen Abwasserreinigung zusammen mit Wasserstoff verwertet. Die Produktion von Wasserstoff erfolgt durch Elektrolyse von Wasser mit Strom mit einer Leistung von 2.5 MW aus der lokalen Kehrlichtverbrennungsanlage. Aus dem Klärgas, welches zu rund zwei Dritteln aus Methan (CH₄) und einem Drittel aus Kohlendioxid (CO₂) besteht, wird mit Wasserstoff in einem Bioreaktor Methan produziert, das als Synthetic Natural Gas (SNG) bezeichnet wird. PtG-Anlagen können zur Flexibilisierung der Energieversorgung und



zur Saisonspeicherung beitragen, sind aber ohne Förderung nicht wirtschaftlich.

Energieholz in Europa

Sandra Hermle vom Bundesamt für Energie wies in einem Ausblick darauf hin, dass das Europäische Parlament in einem Entscheid zur Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III) «primäre holzige Biomasse» nur noch bedingt als erneuerbare Energie anerkennt und damit die Rolle von Energieholz neu beurteilt. Nach Ausführungen von Hermle trägt Holz jedoch zu einer sicheren und nachhaltigen Energieversorgung bei, weshalb eine sachliche Diskussion zur Nutzung des noch nicht ausgeschöpften Potenzials, wie sie am Holzenergie-Symposium geführt wurde, wichtig sei. ■

holzenergie-symposium.ch

Autor

* Prof. Dr. Thomas Nussbaumer ist Professor für Erneuerbare Energien an der Hochschule Luzern (hslu.ch) und Inhaber der Verenum AG in Zürich (verenum.ch).

Literatur

- [1] T. Nussbaumer (Hrsg.): 17. Holzenergie-Symposium, ETH Zürich, 16.9.2022, 199 Seiten, holzenergie-symposium.ch
- [2] Energie Zukunft Schweiz, klimapraemie.ch
- [3] T. Nussbaumer, HK-Gebäudetechnik 6/2022, S. 40–44



WASSER IST UNSER ELEMENT

Von uns erhalten Sie so richtig Power

Sie wollen hoch hinaus? Wir liefern Ihnen den nötigen Druck.



HÄNY
Pumpen, Turbinen und Systeme

Häny AG • CH-8645 Jona • www.haeny.com

Lüftungsreinigung und Raumlufthygiene in Perfektion



Alle Arbeiten und Schulungen werden nach SWKI-Richtlinien durchgeführt.

-  Reinigung und Desinfektionen von Lüftungssystemen
-  Brandschutzkonzepte
-  Sicherheits-Checks
-  Hygieneanalysen
-  Seminare / Schulungen

Kontaktieren Sie uns. Wir schenken Ihnen einen Gutschein für eine kostenlose Inspektion Ihrer Lüftungsanlage.

tiventa AG
Staffelleggstrasse 5
5024 Küttigen
0848 000 458 / 062 844 42 05
tiventa@tiventa.ch / www.tiventa.ch
Unsere Standorte: Bern, Freiburg,
Zürich, Schwyz, Graubünden

tiventa
Kompetenzzentrum
für Raumlufthygiene®