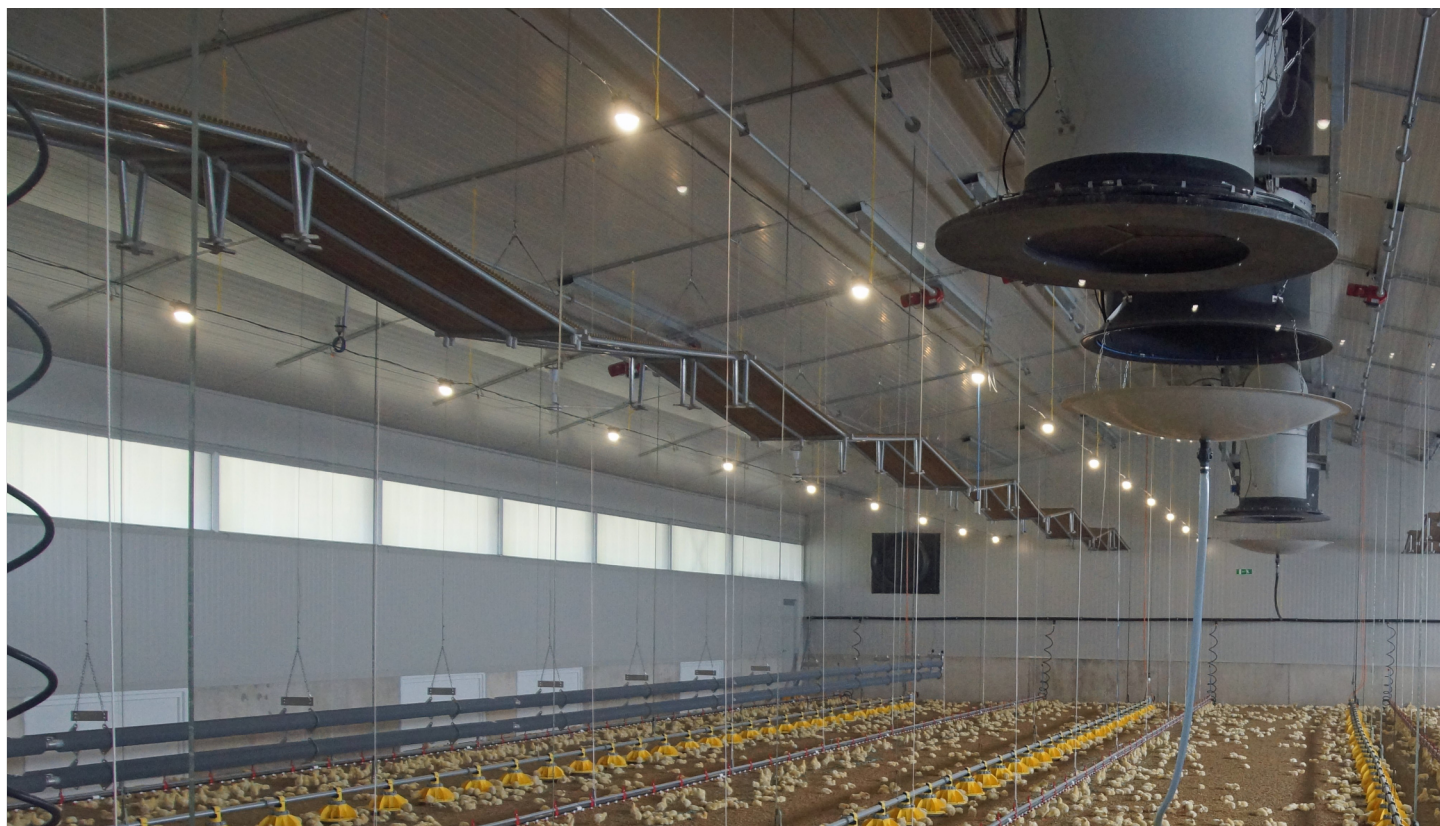


EIN HÜHNERSTALL ZUM VORZEIGEN

Geflügelzucht-Ställe müssen stark geheizt werden und verbrauchen entsprechend viel Energie. Durch Einsatz von Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung aus der Abluft und exzellente Gebäudedämmung lässt sich der Heizenergie-Verbrauch um bis zu vier Fünftel vermindern. Das senkt Betriebskosten und dient bei entsprechender Auslegung des Lüftungssystems auch dem Tierwohl. So das Fazit von zwei Projekten aus dem Kanton Bern, die mit Unterstützung durch das Pilot- und Demonstrationsprogramm des Bundesamts für Energie realisiert wurden. Die Projekte zeigen auch, dass Minergie-Technik in der Landwirtschaft zuverlässig funktionieren und wirtschaftlich betrieben werden kann.



Die Wärmeverteilung erfolgt in Hellsau über frei hängende Rippenrohre (2 Bahnen à je 4 Rohre links und rechts im Stall). Im Vordergrund ersichtlich ist ein Zuluftverteiler, welcher sicherstellt, dass die vorgewärmte Luft auch in die hinterste Stallecke gleichmässig verteilt wird; die Abluft entweicht über die zwei Rohre in der Mitte des Daches. Foto: Marianne Etter

Poulet ist in der Schweiz hinter Schwein die zweitbeliebteste Fleischsorte. Zwei Drittel der Produktion kommen aus den rund 1000 inländischen Mastbetrieben. Dort werden die Küken während 36 Tagen gemästet, bevor die Tiere geschlachtet und zu verschiedenen Geflügelprodukten verarbeitet werden. Küken benötigen viel Wärme, die Ställe müssen im ersten Teil eines Mastzyklus auf rund 32 °C geheizt werden. Später sinkt der Heizenergiebedarf, weil grössere Tiere sich selber warm halten. Ab dem 22. Lebenstag haben die Tiere Auslauf in einen überdachten, über die ganze Länge des Stalls offenen Bereich (Wintergarten), in dem Aussenklima-Bedingungen herrschen. So verlangt es der BTS-Standard (für: «Besonders Tierfreundliches Stallhaltungssystem»), dem die Mehrzahl der Schweizer Pouletproduktionsbetriebe verpflichtet ist.

Ein mittlerer Schweizer Betrieb mit 600 m² Stallfläche produziert während den acht Durchläufen (Umläufen) eines Jahres jeweils 9000 Standardpoulets mit jeweils rund 2.2 kg Lebendgewicht. Die Energie für die Beheizung des Stalls stammt bislang in der Regel aus Gas- oder Ölheizungen. Ein grosser Teil der Heizenergie entweicht später über die Lüftung an die Umwelt. Diese Verluste können durch Einsatz einer Anlage zur Wärmerückgewinnung (WRG) vermindert werden. Die aus der Gebäudetechnik bekannten WRG-Anlagen sind allerdings noch nicht Branchenstandard. Ein Grund dafür sind die aufwändige Wartung und die strengen Hygienevorgaben in der Geflügelproduktion: Der hohe Staubgehalt der Abluft kann in Verbindung mit Kondensationsfeuchtigkeit zur Verstopfung der herkömmlichen Wärmetauscher



Aussenansicht des Stalls in Zimmerwald mit PV-Dachanlage und verglastem Wintergarten. Rechts neben der Treppe sind Teile der Luft-Wasser-Wärmepumpe zu sehen. Foto: Bell Schweiz AG

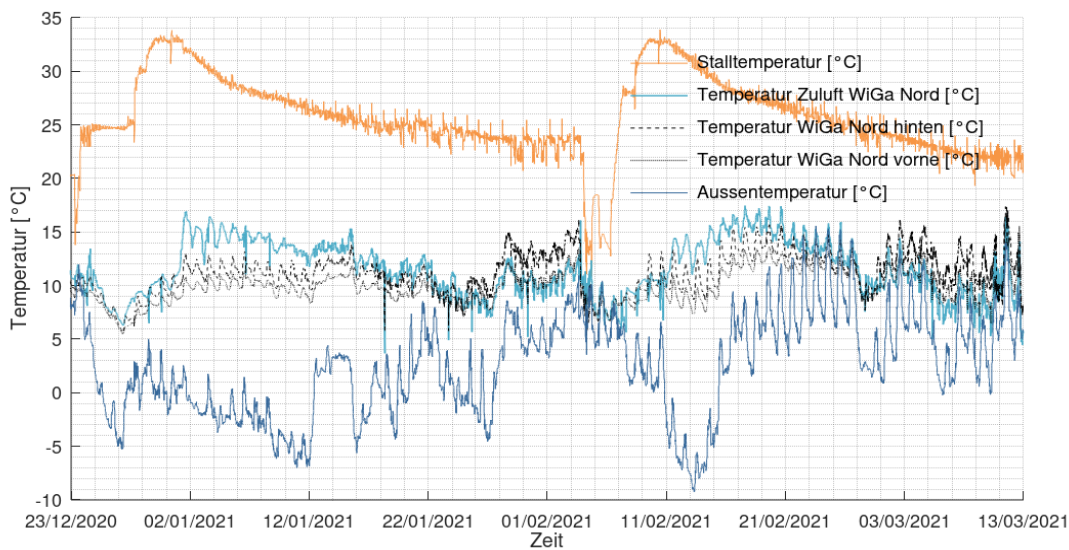
führen. Um das zu verhindern, müssen die Wärmetauscher nach jedem Umlauf gereinigt werden, was relativ arbeitsintensiv ist.

Bell erprobt Wärmerückgewinnung

Vor diesem Hintergrund hat die Bell Schweiz AG ein Energiekonzept entwickelt, das bei der WRG neue Wege geht. Bell versorgt den Detailhändler Coop mit Geflügel- und Fleischprodukten. Zu dem Zweck kooperiert das Unternehmen landesweit mit 360 Pouletproduktionsbetrieben. Einen davon betreiben die Familien Guggisberg und Nussbaum in Zimmerwald im Kanton Bern. Die Bell-Lieferanten nahmen im Sommer 2020 einen neuen Pouletstall in Betrieb. Dieser setzt dank der in Bell-Betrieben bisher kaum eingesetzten Wärme-



Pouletstall in Zimmerwald (BE): Bei kalten Temperaturen sind die Schieber des Wintergartens geschlossen. Ganz hinten sieht man den Zuluftwärmetauscher, womit durch das KVS immer frische, vortemperierte Luft in den Wintergarten gelangt. Foto: BZG Guggisberg und Nussbaum



Dank einer effizienten Wärmerückgewinnung kann die Temperatur der beiden Wintergärten (WiGa) in Zimmerwald auch bei Minustemperaturen auf über 10 °C bis 15 °C gehalten werden. Die Hühner können den Wintergarten damit auch im Winter nutzen. Grafik: Bell Schweiz AG

rückgewinnung neue Masstäbe bei der Energieeffizienz. Die Anlage ist als Kreislaufverbundsystem (KVS) konzipiert, Zu- und Abluftströme werden also getrennt geführt. «Das ist hygienisch die optimale Lösung, denn Staub und allfällige Krankheitskeime werden aus der Abluft gewaschen und gelangen nicht nach draussen, auch entfällt die aufwändige Reinigung nach jedem Umtrieb wie bei den Luft-Luft-Systemen».

Der Abluftwäscher im Pouletstall in Zimmerwald reinigt die Abluft und entzieht dieser gleichzeitig die Wärme. Foto: Bell Schweiz AG



men», sagt Bell-Projektleiter Stefan Werren. Das KVS ermöglichte einen guten Kompromiss zwischen Effizienz und Kosten. Beheizt wird das Gebäude durch eine Wärmepumpe. Sie entzieht die Energie über einen Wärmetauscher der Umgebungsluft und bringt sie auf eine Vorlauftemperatur von 45 bis 55 °C, höher als im Wohnbereich üblich.

Die Anlage in Zimmerwald ist ein Demonstrationsprojekt des BFE. Unterdessen liegen die Monitoringergebnisse für das

Winterhalbjahr 2020/21 vor: Der Bedarf an Nutzenergie für die Gebäudeheizung für einen durchschnittlichen Poletproduktionsbetrieb mit 1100 m² Stallfläche liegt bei 200'000 kWh/a. Die bisherigen Messwerte lassen darauf schliessen, dass der Heizenergie-Bedarf auf ca. 46'000 kWh/a sinken wird, also um 77%. Vorteilhaft ist die Anlage auch für die Tiere: Um die Zuluft gleichmässig im Stall zu verteilen, wird sie – nach der Vorwärmung mit Abwärme aus der Abluft – zunächst durch die zwei Wintergärten geleitet, die an beiden Seiten des Stalls angebaut sind. Das erhöht die Temperatur in den Wintergärten: Die Aussenflächen bieten den Hühnern damit auch bei tiefen Aussentemperaturen Auslauf.

Sole-Wasser-Wärmepumpe in Micarna-Maststall

Einen vergleichbaren Schritt in Richtung Nachhaltigkeit machten Hans und Matthias Leuenberger, als sie 2019 in Hellsau nördlich von Burgdorf (BE) einen neuen Geflügelstall bauten. Die Leuenbergers produzieren im Auftrag der Migros-Tochter Micarna. Ihr neuer Stall verfügt wie der Pouletstall in Zimmerwald über eine Wärmedämmung nach Minergie-Standard. Die Heizwärme stammt ebenfalls von einer Wärmepumpe, die die Wärme allerdings nicht aus der Luft, sondern aus dem Erdreich bezieht. Die Wärmerückgewinnung erfolgt über einen sogenannten Rohrbündel-Wärmetauscher: Dieser besteht aus einem Bündel von stehenden Rohren von jeweils 5 cm Durchmesser. «Diese Konstruktionsweise stellt sicher, dass das Gemisch aus Staub und Kondensationswasser den Wärmetauscher nicht verstopft», sagt David Stauffer, Inhaber der Firma Globogal AG, die das Energiesystem des Pouletstalls zusammen mit der Firma WPC Wärmepumpencenter AG entwickelt hat.



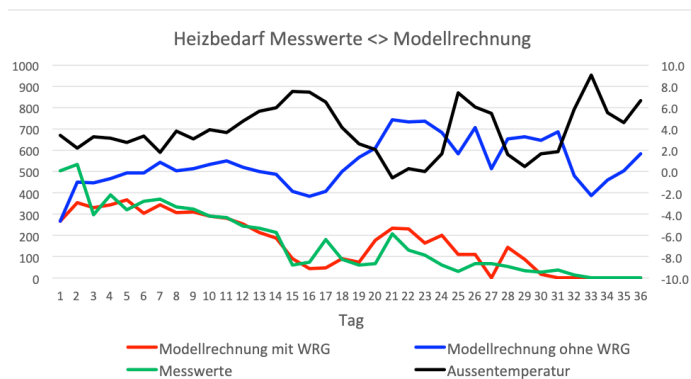
Der Micarna-Maststall in Hellsau (BE): Zwischen den Modulen der Photovoltaik-Anlage (70 kWp) sind die beiden Rohrbündelwärmetauscher zu sehen, links hinter dem Gebäude drei Futtersilos und der Wärmespeicher. Für die Wärmepumpe wurden rund um das Stallgebäude 2800 m Soleleitungen im Erdboden verlegt. Foto: BFE-Schlussbericht

Der Energieverbrauch des Stalls wurde von April 2019 bis März 2020 im Rahmen eines BFE-Demonstrationsprojekts erhoben. Hätte das Gebäude früher rund 160'000 kWh Heizwärme pro Jahr gebraucht, waren es im Monitoringzeitraum 69'000 kWh. «Drei Viertel der Einsparung verdankt sich der grosszügig dimensionierten Wärmerückgewinnungs-Anlage, der Rest der verbesserten Wärmedämmung», sagt Ludo Van Caenegem, der Hauptautor des Monitoringberichts. Dank der Wärmepumpe sind für die Bereitstellung der Heizenergie nur 19'000 kWh Strom erforderlich. Der Energiebedarf des Stalls und des zugehörigen Wohnhauses (insgesamt gut 32'000 kWh) konnten dank Wärme- und Stromspeicher zu 40 % aus der eigenen Photovoltaik-Anlage (Jahresproduktion: 78'000 kWh) gedeckt werden. «Der Einsatz von Wärme-

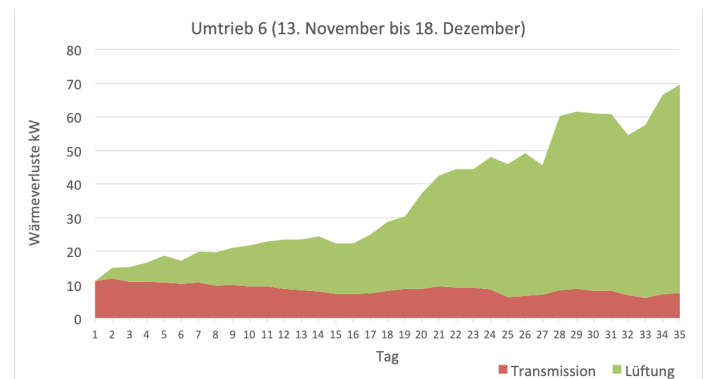
pumpen und Wärmerückgewinnung sollten in der Schweizer Geflügelmast eigentlich Pflicht sein», sagt Stauffer. Rund jeder dritte Betrieb könnte mit einem entsprechenden Energiesystem nachgerüstet werden, schätzt Stauffer. Die Mehrkosten beziffert er mit knapp 400'000 Fr für einen Stall. Die Einsparungen bei den Energiekosten (20'000 Fr./Jahr) seien nach 20 Jahren amortisiert.

Branchenspezifische Eigenheiten

Die beiden Projekte illustrieren das Potenzial von Wärmepumpen im industriell-gewerblichen Bereich. Die Erfahrungen sind allerdings nur bedingt auf andere Branchen übertragbar, weil die Pouletproduktion sehr spezifische Bedingungen hat. Dazu gehören die grossen Temperatur-



Heizbedarf während eines 36tägigen Mastdurchgangs («Umtriebs») im Pouletbetrieb in Hellsau: Bei Nutzung der Wärmerückgewinnung (WRG) nimmt der Wärmebedarf im Verlauf des 36-Tage-Zeitraum tendenziell ab (grün). Ohne WRG müsste deutlich mehr geheizt werden (blau), insbesondere im zweiten Teil des Umtriebs, weil dann die hohe Luftfeuchtigkeit durch Lüften abgeführt werden müsste. Grafik: BFE-Schlussbericht



Während die Wärmeverluste über die Wände während eines Mastdurchgangs («Umtriebs») relativ konstant bleiben, nehmen jene über die Lüftung im zweiten Teil des Mastdurchgangs stark zu, weil dann die zunehmende Wasserdampfmenge aus der Atmung der Tiere durch eine erhöhte Lüfrate aus dem Stall befördert werden muss. Die Grafik bezieht sich auf den Stall in Hellsau. Grafik: BFE-Schlussbericht

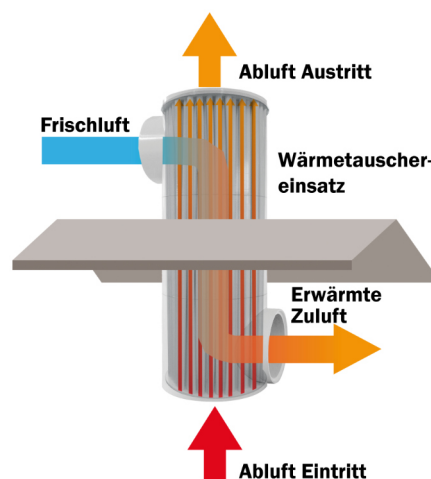
und Feuchtigkeitsunterschiede in den Ställen, der hohe Luftaustausch von bis zu 60'000 m³/h, um die CO₂-Konzentration unter dem Grenzwert von 3000 ppm zu halten, aber auch die hohe Staub- und Ammoniakbelastung der Stallluft. Solche Besonderheiten führen auch zu besonderen Problemstellungen. Etwa der Frage, ob die Anforderungen des Minergie-Standards an die Wärmedämmung im vorliegenden Fall möglicherweise übertrieben ist, da grössere Tiere viel Energie abgeben, die aus dem Stall entweichen können muss.

Geklärt wird im Bell-Projekt ferner, wie die BTS-Haltung weiterentwickelt werden kann. Gemäss dem Standard müssen bei Aussentemperaturen von über 13 °C die Schieber zur Umgebung ganz geöffnet sein, was je nach Alter der Hühner mitunter kontraproduktiv ist, weil es diesen dann zu kalt ist und sie sich in den Stall zurückziehen. Die Praxiserfahrungen zeigen, dass solange ein Heizbedarf herrscht und die Wärmerückgewinnung läuft, eine starre Temperaturgrenze für die Tiere und das Klima im Stall nicht zielführend ist. «Die BTS-Haltung sollte dem neuen Lüftungssystem entsprechend angepasst werden», fordert Stefan Werren.

- Der **Schlussbericht** zum BFE-Projekt «Minergie-A/P Mastgeflügelstall» in Hellsau (BE) ist abrufbar unter: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=44231>. Der Schlussbericht zum Bell-Projekt in Zimmerwald (BE) wird gegen Ende 2021 vorliegen (unter: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=41787>).

- **Auskünfte** erteilt Dr. Men Wirz, verantwortlich für das Pilot- und Demonstrationsprogramm des BFE: [men.wirz\[at\]bfe.admin.ch](mailto:men.wirz[at]bfe.admin.ch).

- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Gebäude und Städte finden Sie unter www.bfe.admin.ch/ec-gebaeude.



Wärmetauscher, wie er im Pouletstall in Hellsau verbaut ist: Die Zu- und Abströme sind vollständig getrennt. Illustration: REVENTA

P+D-PROJEKTE DES BFE

Die im Haupttext vorgestellten Projekte wurden vom Pilot- und Demonstrationsprogramm des Bundesamts für Energie (BFE) unterstützt. Mit dem Programm fördert das BFE die Entwicklung und Erprobung von innovativen Technologien, Lösungen und Ansätzen, die einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz oder der Nutzung erneuerbarer Energien leisten. Gesuche um Finanzhilfe können jederzeit eingereicht werden.

- www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration