

#### Die neue Monte-Rosa-Hütte

## Wie viel Energie braucht sie im Betrieb?

*Die neue Monte-Rosa-Hütte gilt als Vorzeigebau für nachhaltiges Bauen. Doch ist noch unklar, ob die Hütte das immer wieder erwähnte Ziel von 90% Selbstversorgung erreichen wird und ob sie auch in der Realität so viel Energie spart wie angekündigt. Eine Annäherung an die ausgeklügelte Energieversorgung des Prestigebaus und die Forschung «am lebenden Objekt».*

Sie war eine Ikone, bevor überhaupt mit dem Bau begonnen wurde. Und den Glanz der neuen Monte-Rosa-Hütte nutzen die Beteiligten auch nach ihrer Eröffnung diesen Frühling, sei es, dass der Fassadenhersteller oder wichtige Sponsoren mit dem Projekt werben oder

die Initiantin, die ETH Zürich, die neue Monte-Rosa-Hütte auf die Titelseite ihres Jahresberichts stellt. Bereits existiert auch schon eine gut 200 Seiten starke Monografie zur Hütte. Neben der schon jetzt als wegweisend bezeichneten Architektur wird oft auch auf den nachhaltigen Umgang mit Energie verwiesen, trotz dem hohen Ausbaustandard.

#### Menschen heizen mit

Dem sparsamen Umgang mit Energie kam von Anfang an grosse Bedeutung zu, und er schlägt sich im Gebäude nieder. So ist die Gebäudeform einerseits mitbestimmt durch ein möglichst gutes Oberflächen-Volumen-Verhältnis und andererseits durch eine grosse Fotovol-

taikanlage auf der Südseite. Deren ideale Neigung bestimmten die Planer mit 66,2 Grad. Damit soll das direkte wie auch das reflektierte Licht ideal eingefangen werden. Die 110 Quadratmeter grosse Anlage liefert eine maximale Leistung von 16 Kilowatt pro Stunde. Neben den Fotovoltaikzellen am Gebäude gibt es auch eine Anlage von thermischen Sonnenkollektoren unterhalb der Hütte für die Warmwasseraufbereitung. Mit den 60 Quadratmetern können Spitzenleistungen von 40 Kilowatt pro Stunde erzielt werden. Wärmeenergie für Wasser oder Luft liefern auch die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage und bei Bedarf ein mit Rapsöl betriebenes

**Treibende Kräfte hinter dem Projekt (v.l.): Reto Jenatsch, ehemaliger Präsident der Hüttenbaukommission, Meinrad Eberle, Projektleiter der ETH Zürich, und Peter Planche, Präsident der Sektion Monte Rosa. Im Hintergrund ein Modell der Hütte.**



Foto: Maurice K. Grünig/Gta/ETH Zürich



Foto: Ludwig Weh

**«Leuchtturm» der Nachhaltigkeit? Die neue Monte-Rosa-Hütte soll Massstäbe setzen in Bezug auf ihren Energieverbrauch.**

Miniblockheizkraftwerk. Gespeichert wird diese Energie in zwei thermischen Wärmespeichern und einem Boiler. Ist genügend Wärmeenergie vorhanden, können Gäste sogar duschen. Wie erwähnt benötigt die Hütte auch Energie für Warmluft. Doch diese hält sich in engen Grenzen. Einerseits verfügt das Gebäude über eine dicke mineralische Dämmung. Andererseits produzieren die Besucher selber Wärme. Eine Person «heizt» erfahrungsgemäss mit etwa 70 bis 80 Watt.

**Wasser: Aufbereitung braucht Strom**

Das Wasser für den gesamten Bedarf der Hütte stammt aus einer 40 Meter höher gelegenen Kaverne mit einem Volumen von 200 Kubikmetern. So benötigt die Wasserversorgung des Gebäudes aufgrund des Druckunterschiedes keine Pumpen, auch das spart Energie. Weil die Kaverne frostsicher ist, braucht es keine Energie mehr zum Schmelzen von Schnee. In der alten Hütte war der Hüttenwart an Spitzentagen fast nur damit beschäftigt. Energie benötigt dagegen die Wasseraufbereitung. Für einen Reinigungszyklus der mikrobiologischen Kläranlage mit einer Speicherkapazität von 4,5 Kubikmetern sind 39 Kilowatt-

stunden nötig. Das gereinigte Wasser wird für Toilettenspülung und Waschmaschinen wiederverwendet. Doch auch hier ist das Verhältnis zwischen Energieproduktion und Verbrauch labil. Verwendet der Hüttenwart zu viel Geschirr, etwa indem er mehr Geschirr verwendet als berechnet, kippt das Gleichgewicht, weil für die Warmwasseraufbereitung, aber auch die Klärung mehr Energie benötigt wird.

**Graue Energie<sup>1</sup> im Fokus**

Der Reduktion grauer Energie schenken die Verantwortlichen spezielle Beachtung. So simulierte eine Gruppe der

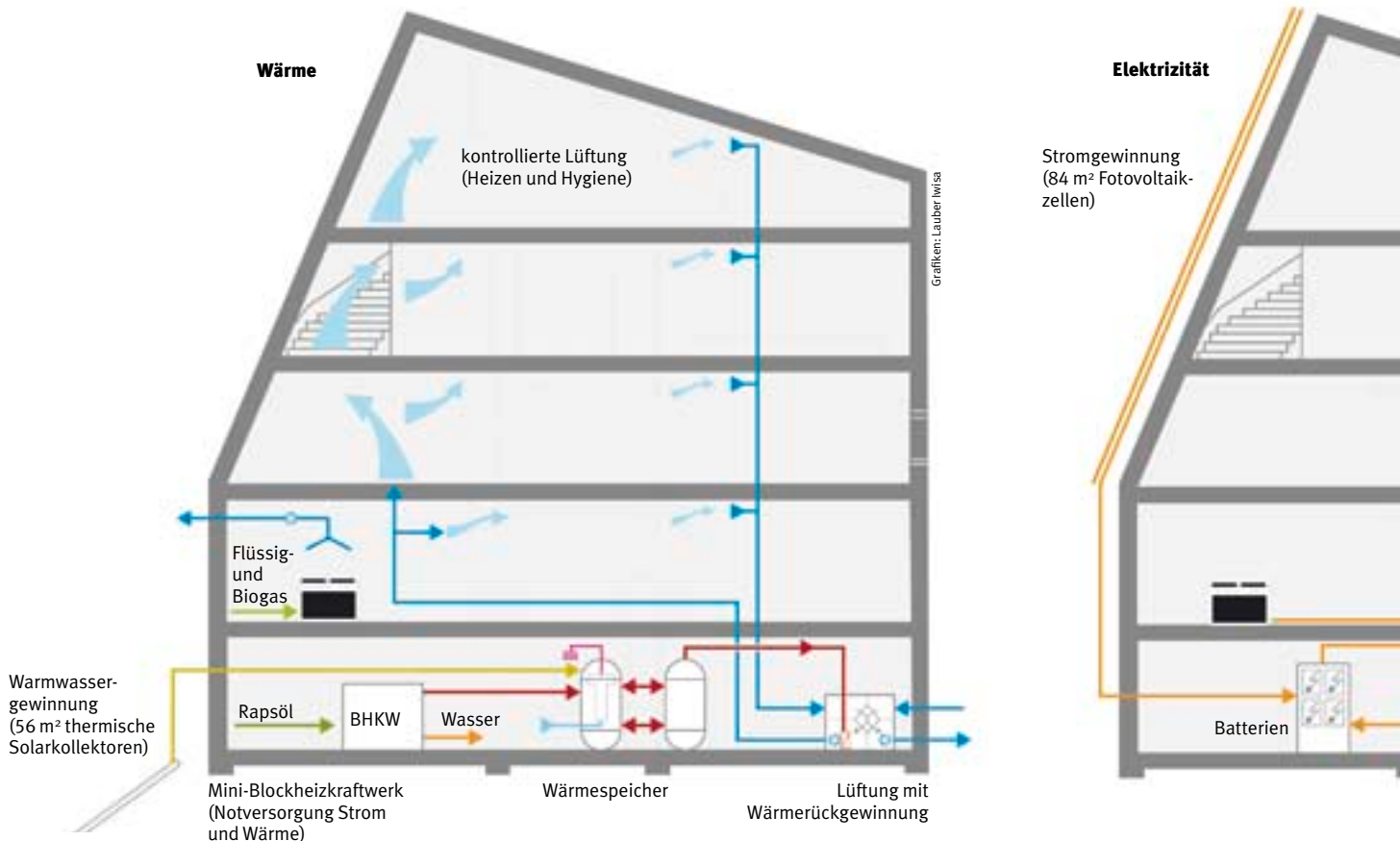
ETH Zürich bereits im Voraus, wie viel Energie die geplante Hütte mit ihren 120 Schlafplätzen von der Herstellung der Materialien bis hin zur Entsorgung benötigen würde. Sie kamen dazu auf einen Bedarf von gut 8000 Gigajoule an nicht erneuerbarer Energie für die Konstruktion und Entsorgung. Ein Gigajoule entspricht etwa der Energie von 30 Litern Benzin. Auf Quadratmeter Geschossfläche

<sup>1</sup> Graue Energie ist die Energiemenge, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung benötigt wird. Dabei werden alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung berücksichtigt und der Energieeinsatz der Produktionsprozesse addiert.

**Fließendes Wasser und Duschen: Auch das ist in der neuen Monte-Rosa-Hütte Standard. Die Abwasserreinigung ist mit rund 30 Prozent der grösste Energieverbraucher.**



Fotos: Ludwig Weh



**Der Wärmekreislauf: Wärme stammt aus den thermischen Solarkollektoren und im Notfall vom Blockheizkraftwerk. Aber**

**auch die Menschen liefern Wärme. Mit dem Überschuss wird das Wasser in der Kaverne erwärmt.**

**Strom liefern die Fotovoltaikzellen an der Südfassade oder im Notfall das Blockheizkraftwerk. Zwingend**

**Holz aus Walliser Wäldern: Auch bei der sogenannten grauen Energie sollte die neue Hütte Massstäbe setzen und wurde deshalb mit nahe wachsendem Holz gebaut.**



**Der Hauptteil der Energie soll von der Sonne kommen: Solarzellen für thermische Energie, montiert unterhalb der Hütte, und Fotovoltaikzellen am Gebäude selbst.**

che umgerechnet ergibt das einen Wert von rund 8 Gigajoule. Auch wenn nicht ganz gleich gerechnet wurde, kann als Vergleich das Altersheim Trotte in Zürich angeführt werden. Dieses Haus mit 105 Betten benötigte gemäss einem SIA-Merkblatt zu grauer Energie knapp 37 000 Gigajoule für die Erstellung und kommt auf einen Wert von 3,15 Gigajoule pro Quadratmeter. Dieser tiefe Wert hängt auch mit dem grossen Gebäudevolumen zusammen, das tiefe Werte begünstigt.

Graue Energie sparten die Planer in der neuen Monte-Rosa-Hütte beispielsweise auch, indem sie bei der Tragkon-

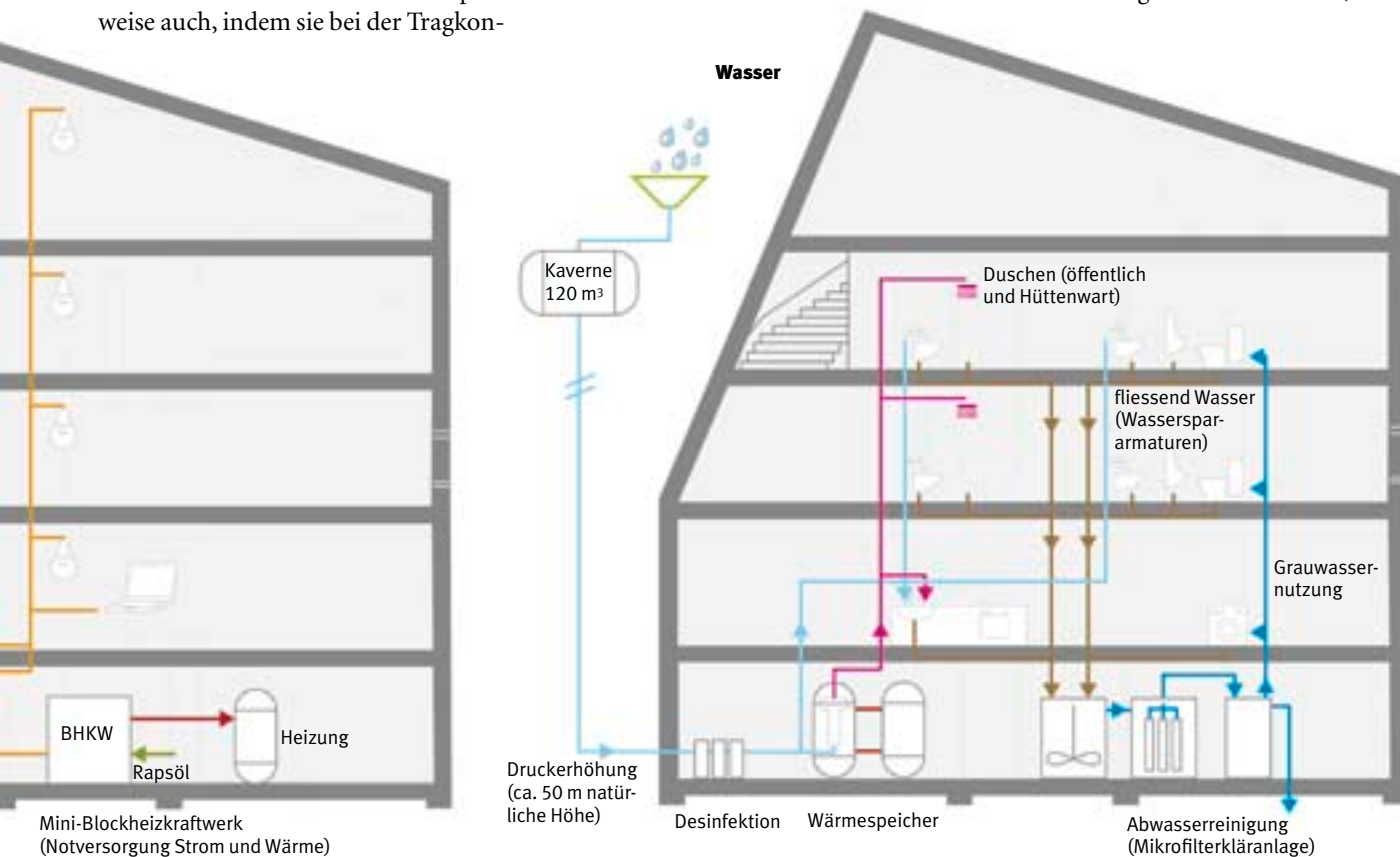
struktion viel des erneuerbaren Rohstoffes Holz verwendeten. Sie sind zudem mit weniger Lüftungskanälen ausgekommen als üblich. Denn Strömungssimulationen der Luft zeigten, dass die Zuluft unten bei der Eingangstüre zugeführt und oben bei der Türe abgesaugt werden kann und trotzdem eine genügende Durchlüftung entsteht.

Die Forschungsgruppe, welche die Menge an grauer Energie bestimmt hatte, berechnete zudem nach Messungen in der alten Monte-Rosa-Hütte, dass für die

neue Hütte etwas mehr Elektrizität benötigt wird. Doch der Anteil der nicht erneuerbaren Energie sollte gemäss den Schätzungen trotzdem massiv gesenkt werden können. Auch die Kohlendioxidemissionen sollten pro Übernachtung um zwei Drittel kleiner werden. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass das energieintensive Schneeschmelzen mit Kohle wegfällt.

### **Computer steuert die Energieversorgung**

Damit möglichst wenig nicht erneuerbare Energie verbraucht wird, erhielt die



Mini-Blockheizkraftwerk (Notversorgung Strom und Wärme)

**nötig sind tonnenschwere Bleiakumulatoren als Speicher für die elektrische Energie.**

**Das Wasser stammt aus einer Kaverne oberhalb der Hütte. Es wird filtriert und erwärmt. Nach dem Verbrauch gelangt das**

**Wasser in eine Kläranlage und wird als sogenanntes Grauwasser für die Spülung der Toiletten oder zum Waschen verwendet.**

Hütte als Novum ein vorausschauendes, computergestütztes Regelungssystem (siehe Grafik S.33). Es verknüpft die verschiedensten Daten von den Wetterprognosen über Buchungen bis zur Warenkontrolle und Abwasserreinigung. Es soll den Einsatz der verschiedenen Energiequellen optimieren. Beispielsweise kann dieses System die energieintensive Abwasserreinigung in eine Phase mit viel Sonne und wenig Besuchern verlegen. Alle diese Massnahmen sollen den Selbstversorgungsgrad auf 90% steigern – theoretisch.

Doch wurde das Ziel erreicht? Verfügt der SAC jetzt über eine Hütte mit einem solch hohen Selbstversorgungsgrad? Die Antwort lautet: noch nicht. Auf Anfragen bei der Hütte selbst und bei den verschiedenen Projektbeteiligten antwortet der Projektleiter der ETH Zürich, Meinrad Eberle, dass ein Selbstversorgungsgrad von 90% eine Schätzung darstelle. «Technisch gesehen wäre es auch möglich gewesen, eine Hütte mit 120% Energieversorgung – also ein energieprodu-

zierendes Gebäude – zu errichten. Das wäre aber einfach viel teurer geworden», erklärt Eberle. Bereits jetzt kostete die Hütte trotz vielen nicht verrechneten Forschungs- und Planungsarbeiten seitens der beteiligten Forschungsinstitutionen rund 6,5 Millionen Franken. «Das Ziel für die ETH-Forscher ist es, unter den vorgegebenen Bedingungen das Optimum herauszuholen», sagt Eberle. «Es ist jetzt sehr spannend, zu analysieren, wie sich ein solch komplexes System im Betrieb verhält.»

Das bestätigt auch der für die vorausschauende Regelung verantwortliche ETH-Forscher Lino Guzzella. Erst der Betrieb wird ihm zeigen, wie weit der Hüttenwart den manuellen Betrieb verwendet oder ob er sich auf den vollautomatischen Betrieb verlässt. Einfluss auf den Energiebedarf der Hütte hat natürlich auch das Verhalten und die Anzahl der Besucher. «Offene Fenster und Türen etwa könnten die angestrebten Einsparungen torpedieren», meint Urs-Peter Menti. Der am Projekt beteiligte Forscher der Hochschule Luzern geht aber davon aus, dass solche negativen Einflüsse nicht gross sein werden.

### **Die Ist-Werte sind besser als geplant**

Offen ist, wie weit die neue Monte-Rosa-Hütte andere Vorzeigebauten bezüglich der Verbrauchswerte übertreffen wird. Die ETH-Forschungsgruppe von Stefanie Hellweg, welche die Energiebilanzen für die neue Hütte erstellt hat, konnte zum Zeitpunkt ihrer Studie noch keine Vergleiche zum Energieverbrauch von Bauten wie dem Schiestlhaus in Österreich oder der Keschhütte ziehen. Der Grund: Es fehlten die Verbrauchsdaten. In der Zwischenzeit existieren aber solche Daten für die Keschhütte. Diese wird Stefanie Hellweg dann mit echten Daten der neuen Monte-Rosa-Hütte vergleichen.

Zuversichtlich, dass die Hütte bei der grauen Energie auch nach Abschluss der Forschungsprojekte gut dastehen wird, stimmen Stefanie Hellweg Messungen während der Bauphase. So habe ein Ist-Soll-Vergleich eine gute Übereinstimmung ergeben. Die Ist-Werte seien sogar um 10% besser als die ursprünglich errechneten Werte gewesen. Ein Grund



Foto: Ludwig Weh

**Wer Energie sparen will, muss gut isolieren. Unter der Aluminiumhaut der Hütte ist eine dicke Schicht Isolationsmaterial montiert.**

dafür seien etwa Materialeinsparungen beim Bau des Fundaments. Ob die Helikopterflüge, die zahlreicher als geplant waren, die Bilanz beeinflussen werden, kann Hellweg noch nicht sagen. Dies, weil die Helis von einem näheren Standort aus durchgeführt worden sind. Momentan geht die Forscherin davon aus, dass die veranschlagten 8000 Megajoule pro Quadratmeter Geschossfläche immer noch zutreffen. Dies sei ein sehr guter Wert für ein Gebäude an diesem abgelegenen Standort auf 2900 Metern.

### Das Kochen kann verbessert werden

In den 90% Energieselbstversorgung ist das Kochen aber nicht mit berücksichtigt. Stefanie Hellweg meint, dass hier noch Optimierungspotenzial bestehe. Der installierte Herd steht zwar in Verbindung mit einem effizienten Elektroherd, der den Überschussstrom aus der Fotovoltaikanlage verwerten kann, wird aber immer noch mit Gas betrieben. Zu-

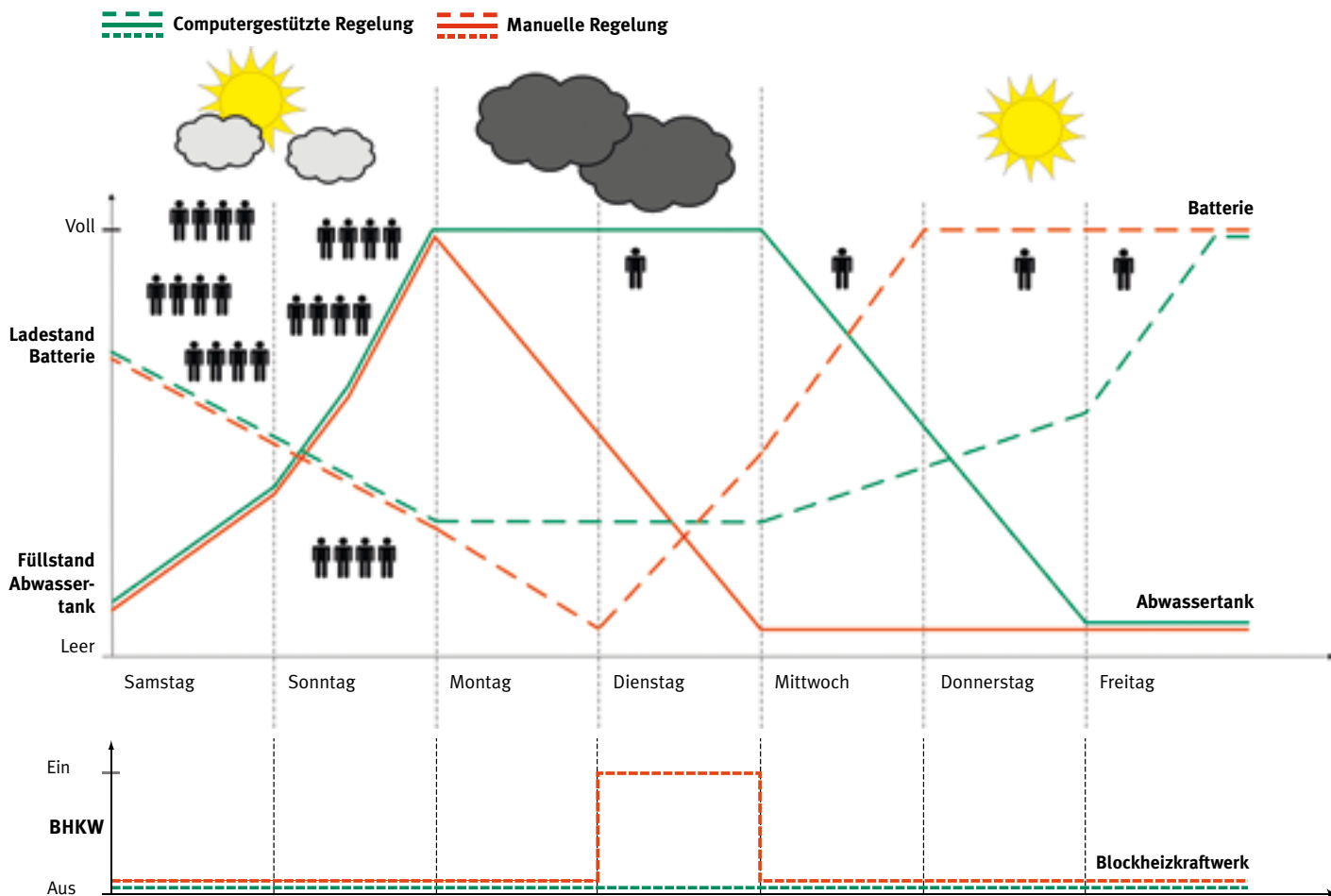
mindest bei längeren Schönwetterperioden könne somit «erneuerbar» gekocht werden, sagt die Forscherin. Stefanie Hellweg vermutet aber, dass das Kochen in der Betriebsphase der Hütte am meisten Kohlendioxid verursachen wird – nach den Versorgungsflügen mit dem Helikopter.

Ist das Ziel von 90% Autarkie vielleicht doch etwas hoch gesteckt? Für Projektleiter Meinrad Eberle kommt diese Frage noch viel zu früh. «Für eine Antwort braucht es noch mehr statistische Daten zu Besucherzahlen, Nutzungsgewohnheiten oder Wetterdaten und danach natürlich eine Beurteilung des Verhaltens dieser Komponenten, und schliesslich sind Optimierungsschritte über Monate erforderlich.» Es besteht also Forschungsbedarf. ▲

Christoph Meier, Chur

### Neue Monte-Rosa-Hütte

Am Wochenende vom 10. und 11. Juli weihet die Besitzerin, die Sektion Monte Rosa, die neue Monte-Rosa-Hütte offiziell ein. Wie jeweils üblich, wird der Neubau dabei von einem Priester gesegnet. In Betrieb ist die Hütte aber bereits seit März 2010. Die neue Monte-Rosa-Hütte ist ein Gemeinschaftsprojekt der ETH Zürich, der SAC-Sektion Monte Rosa und des Zentralverbands sowie der Hochschule Luzern und der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt EMPA. Der 6,5 Millionen Franken teure Bau wurde von Sponsoren wie Holcim, Alpiq und dem Bundesamt für Umwelt ermöglicht und hat 2009 den Milestone für Nachhaltigkeit, den Holcim Award in Bronze sowie das Pfefferzeichen in der Kategorie Tourismus erhalten. Mehr Infos unter: [www.neuemonterosahuette.ch](http://www.neuemonterosahuette.ch); Reservationen unter [www.section-monte-rosa.ch/cabanes\\_4\\_booking\\_de.htm](http://www.section-monte-rosa.ch/cabanes_4_booking_de.htm). Eine telefonische Reservation ist nicht möglich.



Die einzelnen Komponenten der Energieproduktion in der Monte-Rosa-Hütte sind in ihrer Funktion weitgehend optimiert. Zusätzlich lässt sich nur dann Energie sparen, wenn das Zusammenspiel vorausschauend koordiniert wird. In der Grafik machen dies die roten und grünen Linien deutlich. Nach einem Wochenende mit mittlerer Sonneneinstrahlung und

voller Belegung ist der Tank der Kläranlage (ausgezogene grüne und rote Linie) voll, der Ladestand der Batterie (lang gestrichelte Linien) sinkt langsam ab. Wird die Kläranlage am Montag und Dienstag eingeschaltet (rot), sinkt der Batterieladestand weiter, und am Dienstag müsste das Blockheizkraftwerk (BHKW, kurz gestrichelte Linie) die fehlende Energie produzieren. Fließt nun aber die Wetterprognose

ins Energiemanagement mit ein (grüne Linien), bleibt das Schmutzwasser im Tank, bis die Sonne wieder scheint. Damit lässt sich der Einsatz externer Energie reduzieren. Geplant ist, dass ein Computer den Energieeinsatz steuert.