

Energie

im Tropenhaus Frutigen



Herzlich willkommen im Tropenhaus Frutigen!

Schön, dass Sie uns besuchen. In diesem Themenheft erfahren Sie Spannendes und Wissenswertes rund um das Tropenhaus Frutigen. Die genutzten erneuerbaren Energiequellen sowie die Wärmegewinnung im Tropenhaus Frutigen stellen wir im Speziellen vor.

Das Themenheft ersetzt keinen Besuch in unserer Ausstellung und Fischzucht. Es dient der Vorbereitung für Sie und Ihre Schulklasse vor einem Besuch im Tropenhaus Frutigen.

Auf unserer Internetseite finden Sie Details über die von uns betreuten Angebote wie die Schulklassenführung oder diverse Intermezzi. (www.tropenhaus-frutigen.ch)

Inhalt

Projekt Tropenhaus Frutigen	4
Unsere Kernbereiche	5
Geothermie	7
Photovoltaik und Solarthermie	9
Energie aus Wasserströmung: Trinkwasserkraftwerk	11
Energie aus Biomasse: Biogasanlage	12
Kreislaufanlage im Tropenhaus Frutigen	13
Quellen	14

Projekt Tropenhaus Frutigen

Warmes Wasser aus dem NEAT Basistunnel

Mit der Realisierung des NEAT-Basistunnels stellte sich die Frage: Wohin mit 70 Litern glasklarem Wasser, das pro Sekunde auf der Nordseite bei Frutigen ungehindert aus dem Berg fliesst? Das 18 Grad warme Wasser direkt in die Gewässer abzuleiten, hätte die einheimischen Fischbestände, insbesondere die Seeforelle, gefährdet.

Mit Restwärme ein tropisches Gewächshaus beheizen

Statt das Bergwasser kostspielig und energieverwendend abzukühlen, kann die Wärme im Tropenhaus Frutigen zweifach sinnvoll und nachhaltig genutzt werden: Im warmen Wasser züchtet das Tropenhaus Fische. Nach dieser ersten Nutzung gewinnt es mithilfe zweier Wärmepumpen aus demselben Wasser Heizwärme. Dank dieser Wärme wachsen und gedeihen tropische Pflanzen und Früchte. Einerseits verbraucht das Tropenhaus Frutigen mehr elektrische Energie, als es selber produzieren kann. Andererseits produziert es ein Zuviel an thermischer Energie. Diese gibt es in einen Wärmeverbund ab und bezieht dafür Ökostrom.

Trinkwasserkraftwerk

Woher genau kommt der übrige Strom im Tropenhaus Frutigen? Zum einen aus dem Trinkwasserreservoir Frutigen: Überschüssiges Wasser fliesst nicht einfach den Bach hinunter, sondern treibt im 110m tiefer gelegenen Tropenhaus eine Pelton-Turbine an und erzeugt Strom. Die teilweise aus Plexiglas gebaute Turbine gibt den Blick auf ihr Inneres frei. Die Besucher können bei vollem Betrieb zuschauen, wie sie arbeitet.

Photovoltaikanlage und Solarthermie

Zum anderen liefert die Photovoltaikanlage (Sonnenstromanlage) auf dem Dach des Hauptgebäudes rund 35 kWh Strom. Das entspricht dem Bedarf von rund zehn Haushalten (durchschnittliche Schweizer Vierpersonenhaushalte à 3500 kWh pro Jahr). Mit Sonnenkollektoren (Solarthermie) wird zudem warmes Brauchwasser erzeugt.

Biogasanlage

Schliesslich gewinnt das Tropenhaus Frutigen sogar aus dem gesamten organischen Abfall - auch dem Klärschlamm der Fischzuchtbecken - Strom, produziert von der ortsansässigen Biogasanlage. Der dort produzierte Strom deckt den Bedarf von weiteren 100-150 Haushalten.

Unsere Kernbereiche

Tropengarten

Das Tropenhaus Frutigen produziert nicht nur Störfleisch, Oona Kaviar und andere Fischfilets, sondern erntet in seinen Gewächshäusern auch exotische Früchte, Pflanzen und Gewürze. Bananen, Papayas, Karambolen, Guaven, Avocados, Ananas, Kumquats, Zwergbananen: allesamt kleine Geschmacksfeuerwerke!

Pro Jahr erntet das Tropenhaus Frutigen rund zwei Tonnen. Alle Früchte werden im hauseigenen Restaurant Tropengarten verarbeitet und im Tropenhaus-Shop angeboten. Zudem vermitteln verschiedene Themenwege den Besucherinnen und Besuchern Wissenswertes über einzelne Pflanzen.

Auf dem Kaffeepfad beispielsweise erfahren sie mehr über verschiedene Kaffeesorten oder wie der Kaffee aus der Kirsche am Baum in die Tasse kommt. Auf dem Bananenpfad stossen sie auf allerhand Anekdoten über die beliebteste Frucht der Schweizer. Etwa, warum die Banane so krumm und vor allem so gesund ist. Der Gewürzpfad ist ein Fest für feine Nasen und beschwört mit seinen Düften ferne Erdteile herauf. Zum Abschluss bietet der Orchideengarten mit über 300 Pflanzen eine farbenprächtige Augenweide.

Dauerausstellung

Dauerausstellung "Wie der Fisch auf den Berg kam": Warum gilt der Stör als Dinosaurier unter den Fischen? Was hat er ausgerechnet in Frutigen zu suchen? Die Dauerausstellung von 2015 nimmt Jung und Alt mit auf eine überraschende Entdeckungstour und erläutert in fünf Themenwelten und mit über 80 Elementen alle Besonderheiten um das Tropenhaus Frutigen. Informativ, spielerisch oder virtuell und mit vielen Aktivitäten, die zum Experimentieren einladen, vermittelt sie den Gästen viel Wissenswertes und auch einiges Kurioses und bietet ein interaktives Gesamterlebnis.

Alpine Fischzucht

Neben dem warmen Wasser aus dem Innern des Lötschbergs ist die Kreislaufanlage des Tropenhauses Frutigen das Geheimnis zum Erfolg: Die Wasserbecken der Fischzucht sind so angeordnet, dass immer das gleiche, aufbereitete Wasser in ihnen zirkuliert.

Es tummeln sich rund 80'000 Störe in den Zuchtbecken. Dazu kommen noch ca. 1 Mio. weitere barschartige Fische. Seine führende Rolle in nachhaltiger Fischzucht hat sich das Tropenhaus Frutigen seit den ersten 2005 in der Anlage gezüchteten Störfischen kontinuierlich erarbeitet. Zusammen mit dem Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin an der Universität Bern optimierte es die Haltungsbedingungen und entwickelte neuartige, tierfreundlichere Methoden der Fischzucht weiter.

Kaviarproduktion

«Oona», der echte Schweizer Alpen Kaviar des Tropenhauses Frutigen ist der erste und einzige Kaviar von Stören, die in Schweizer Bergquellwasser aufgewachsen sind. Dies sowie optimale und modernste Haltungsbedingungen garantieren beste Qualität in der Fischzucht des Tropenhauses Frutigen. Auch der nachhaltigen Produktion gilt oberste Priorität. Die Verarbeitung findet in sorgfältiger Handarbeit vor Ort statt und gewährleistet einen raschen Prozess vom Fisch in die Dose.

Der Fokus der Kaviarqualität liegt bewusst auf seiner Frische. Es ist das erklärte Ziel des Tropenhauses Frutigen, ehrlichen, authentischen und möglichst kurz gelagerten Kaviar herzustellen und anzubieten; ohne jegliche Zusätze und Konservierungsstoffe.

Gastronomie

Die Tropenhaus-Gastronomie lässt sich täglich durch die hochwertigen Produkte aus der Fisch- und Kaviarzucht und die Fülle von Früchten und Gewürzen aus dem Tropengarten inspirieren. Sie sind die Hauptdarsteller, welche die Küchenbrigade lustvoll mit saisonalen Produkten, möglichst aus der Region, kombiniert. Im Restaurant Tropengarten inmitten tropischer Pflanzen, besticht nicht nur das besondere Ambiente, sondern auch die Küche – eine Küche, die auf kürzestem Weg in die Tropen entführt.

Geothermie

Erdwärme

Als die Erde vor fast fünf Milliarden Jahren entstand, war sie ein glühender Feuerball. Bis heute glüht diese Wärme nach. Erdwärme entsteht aber auch immer wieder neu. Denn im Erdinneren zerfallen radioaktive Atomkerne und setzen dabei Energie frei.

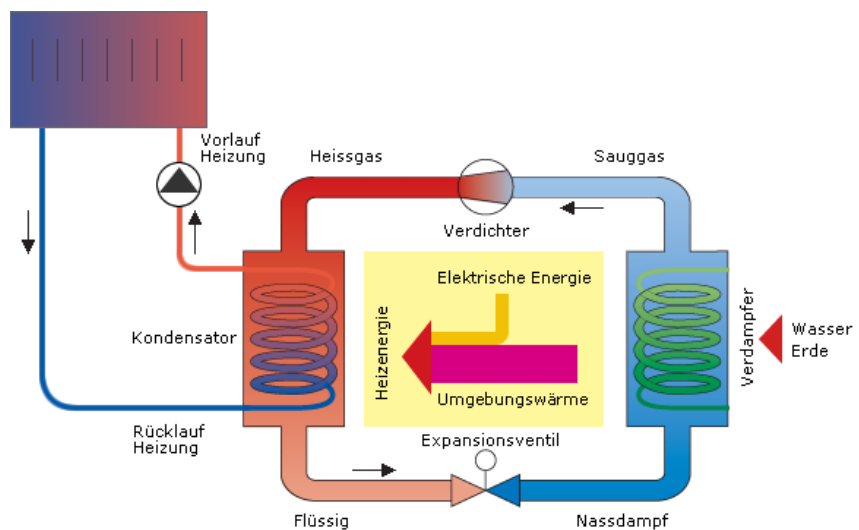
Auch der Gesteinsdruck selbst erzeugt Wärme.

Schon nach wenigen Metern Tiefe wird die Erdwärme messbar. Mit jedem Kilometer Tiefe wird es etwa dreissig Grad wärmer. Die Energiemenge im Erdinneren ist für menschliches Ermessen unerschöpflich. Das Lötschbergwasser, in dem die Störe des Tropenhauses schwimmen, hat sich auf seinem Weg durch den Berg an dieser Erdwärme aufgewärmt.

Der Mensch kann die Wärme der Erde nutzen. Schon die alten Römer bauten Thermalbäder, wo man in warmem Wasser baden konnte. Heute bohrt man tiefe Löcher in die Erde, um an die Wärme heranzukommen – und damit beispielsweise Häuser mit Hilfe von Wärmepumpen zu heizen.

Der Wärmeverbund Frutigen ist ein Beispiel für Mitteltemperatur-Geothermie. Da das 18 Grad warme Wasser aus dem Lötschberg-Basistunnel kommt, ist eine Tiefenbohrung unnötig. An den Wärmeverbund angeschlossen sind neben dem Tropenhaus das Interventions- und Erhaltungszentrum der BLS und die Firma Wandfluh Produktions AG in ein paar hundert Meter Entfernung.

Modell Wärmepumpe



Funktion Wärmepumpe (Quelle: www.sommerheizungen.ch)

Ein Wärmetauscher entzieht warmem Wasser oder warmer Luft Wärme und überträgt diese auf ein Kältemittel, welches dadurch in gasförmigen Zustand übergeht (Verdampfer). Anschliessend wird das Kältemittel komprimiert, wodurch es sich erhitzt (Kompressor). Diese Hitze gibt es an das Wasser des Heizsystems ab (Kondensator), bevor sein Druck reduziert wird (Expansionsventil). Nun wird das Kältemittel wieder flüssig und der Kreislauf kann von vorne beginnen.

Wärmepumpe im

Nachdem das warme Bergwasser zur Aufzucht der Fische gedient

Tropenhaus Frutigen

hat, misst es noch rund 14°C. Es wird nun zu den beiden Wärmepumpen im Untergeschoss des Hauptgebäudes geleitet. Sie haben je eine Leistung von 500 kW. Dort entzieht ihm ein Wärmetauscher einen Teil der restlichen Wärmeenergie (etwa 4°C) und überträgt sie auf den Wasserkreislauf des Wärmeverbunds. Dieser Kreislauf dient zum Beheizen der angeschlossenen Gebäude, insbesondere des Gewächshauses. Das abgekühlte und gereinigte Bergwasser hat nun eine Temperatur von ungefähr 10°C und kann ohne Bedenken in die Engstlige eingeleitet werden.

Die Wärmepumpen im Tropenhaus Frutigen haben, dank dem warmen Bergquellwasser, einen Wirkungsgrad (COP-Wert) von 4,8. Der COP-Wert (Coefficient of Performance) gibt das Verhältnis von Wärmeleistung und der dazu erforderlichen Antriebsenergie (Strom) an. Das heisst konkret: 77% des Wärmeoutputs kann man aus der Umgebungswärme (hier Bergwasser) gewinnen, nur etwa 23% zusätzlicher Input an Strom sind notwendig.

Photovoltaik und Solarthermie

Solarzelle = photovoltaische Zelle

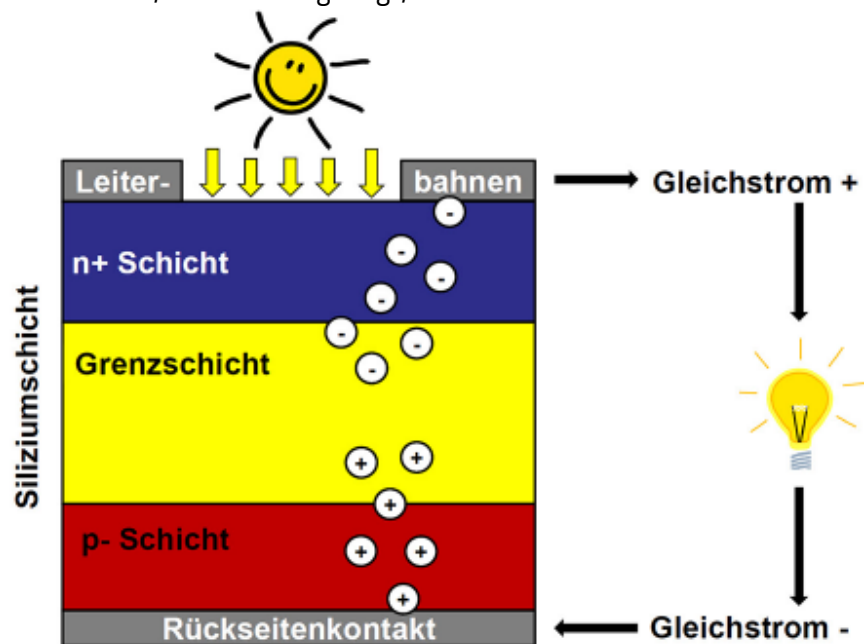
Photovoltaikzellen werden auch Solarzellen genannt. Das Wort "Photovoltaik" setzt sich zusammen aus dem griechischen Wort für "Licht" und aus der Einheit für elektrische Spannung, dem "Volt". Eine Photovoltaikzelle wandelt kurzwellige Strahlungsenergie, in der Regel Sonnenlicht, direkt in elektrische Energie um. Die physikalische Grundlage der Umwandlung ist der photovoltaische Effekt.

Funktion einer Solarzelle

Bei der Umwandlung der Sonnenstrahlen in Strom wird eine spezielle Eigenschaft des Sonnenlichts genutzt: Das Sonnenlicht besteht aus unzähligen winzigen Energieträgern (Photonen). Treffen diese auf bestimmte Stoffe (z.B. Silizium), setzen sie die negativ geladenen Elektronen frei. Diese wandern dann nach oben zu den Leiterbahnen. Die positiv geladenen «Löcher» wandern gleichzeitig zum Rückseitenkontakt.

Da negative und positive Ladungen sich anziehen, die Grenzschicht aber eine direkte Verbindung verhindert, müssen die Elektronen den «Umweg» über die angeschlossene Leitung nehmen. Unterwegs bringen sie z.B. eine Lampe zum Leuchten.

So entsteht, vereinfacht gesagt, Strom.



Schematische Darstellung Funktion Photovoltaikanlage. (Quelle: www.sms.ckw.ch)

Photovoltaikanlage auf dem Tropenhaus

Die Anlage ist auf dem Dach des Besuchergebäudes montiert. Auf einer Fläche von ca. 1000 m² produzieren 190 Solarpanels im Jahr etwa für 10 Haushalte Strom. Bei optimaler Sonneneinstrahlung erreichen sie eine Spitzenleistung von etwa 35kW. Der Strom wird nicht direkt im Tropenhaus Frutigen gebraucht, sondern in das öffentliche Stromnetz eingespeisen. So kann er optimal verteilt und genutzt werden.



Photovoltaikanlage auf dem Hauptgebäude des Tropenhaus Frutigen.

Solarthermie

Im Unterschied zu Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenkollektoren Sonnenlicht nicht in Strom um. Sondern sie übertragen die Lichtenergie der Sonne direkt auf ein Übertragungsmedium, meistens ist das Wasser mit Frostschutzmittel. Dieser Wärmeträger führt die Wärme aus dem Kollektor ab und diese wird direkt verwendet oder gespeichert.

Die Sonnenkollektoren im Tropenhaus Frutigen befinden sich auf dem Dach der Fischwasser-Reinigungsanlage und umfassen eine Fläche von 30m².

Sie liefern das heisse Brauchwasser, das zum Beispiel in der Gastronomie oder in der Fischverarbeitung benötigt wird.



Sonnenkollektoren auf der Reinigungsanlage.

Energie aus Wasserströmung: Trinkwasserkraftwerk

Durstlöscher als Energiespender

Trinkwasserfassungen liegen in der Regel in der Höhe, über allen Verbrauchern, damit im Trinkwassernetz ein Wasserdruck erzielt werden kann.

Gerade diesen Druck kann man für die Energiegewinnung ausnutzen, was bereits an vielen Orten realisiert worden ist. Das Trinkwasser wird dabei in keiner Weise verunreinigt. Es wird also eine bestehende Infrastruktur (Leitung, Reservoir) zusätzlich für die Stromerzeugung verwendet.

Im Tropenhaus Frutigen wird nur das Trinkwasser genutzt, das im Reservoir überläuft, also der Überschuss. Bei längerer Trockenheit oder zu Zeiten, in denen viel Trinkwasser gebraucht wird (v.a. morgens und abends), steht die Turbine still und produziert keinen Strom.

Frutiger Trinkwasser zu Strom

Das Reservoir, das das Wasser für das Trinkwasserkraftwerk liefert, steht rund 110m höher als das Tropenhaus. Das heisst, dass das Wasser hier einen Druck von fast 11 Bar – das Elfache des normalen Luftdrucks – aufweist. Es treibt eine Pelton-turbine an, die an einen Generator gekoppelt ist. So wird maximal 33kWh Strom produziert.

Pro Jahr produziert das Trinkwasserkraftwerk so viel Strom, wie 40 Haushalte verbrauchen. Zum Vergleich: Ein Kühlschrank verbraucht pro Stunde etwa 200 Watt (während der Kompressor läuft), eine Geschirrspülmaschine 1000 Watt, ein starker Fön bis 2000 Watt.



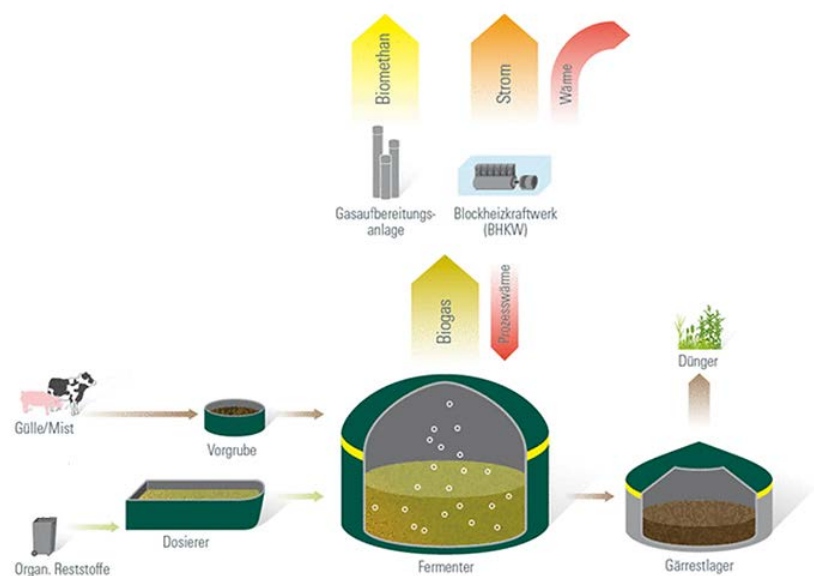
Pelton-Turbine im Tropenhaus Frutigen.

Energie aus Biomasse: Biogasanlage

Den organischen Abfall aus der Gastronomie, dem Tropengarten, den Klärschlamm aus den Fischzuchtbecken sowie die Reste aus der Fischverarbeitung liefert das Tropenhaus an eine Biogasanlage in unmittelbarer Nähe. Diese produziert ungefähr für 100-150 Haushalte im Jahr Strom; neben den organischen Abfällen aus dem Tropenhaus werden auch die Klärschlämme der ARA Frutigen verwendet.

Funktion Biogasanlage

Verschiedene Arten von Mikroorganismen nutzen die komplex zusammengesetzte Biomasse als Nährstoff- und Energielieferanten. Eigentlich ist Biogas ein Faulgas, da es bei einem Faulungsprozess entsteht. Die Faulung ist dabei die Vergärung von organischem Material unter anaeroben Bedingungen. Anaerob bedeutet, dass kein Sauerstoff bei dem Prozess mit auf den Faulkörper einwirkt. Anders als beim aeroben (mit Sauerstoff) Abbau (z.B. Kompostierung) können die Organismen bei der anaeroben Vergärung aber nur einen geringen Teil der enthaltenen Energie nutzen. Die anaerob nicht nutzbare Energie befindet sich im „Abfallprodukt“ Methan. Allgemein gesehen ist Biogas ein Gemisch aus Methan und Kohlendioxid. Normalerweise wird Biogas in bestimmten, dafür vorgesehenen Biogasanlagen hergestellt. Aber auch andere Gasprodukte, die bei der Mülldeponie und in der Kläranlage entstehen, werden teilweise als Biogas bezeichnet.



Grafische Darstellung einer Biogasanlage. (Quelle: www.agraset.de)
 Organischer Abfall vergärt im Fermenter. Die Gärreste werden in einem Lager gesammelt und können als wertvoller Pflanzendünger wiederverwendet werden. Mit dem im Fermenter entstandenen Gas kann ein Blockheizkraftwerk betrieben und Strom sowie Wärme produziert werden oder es kann an das Erdgasnetz abgegeben werden.

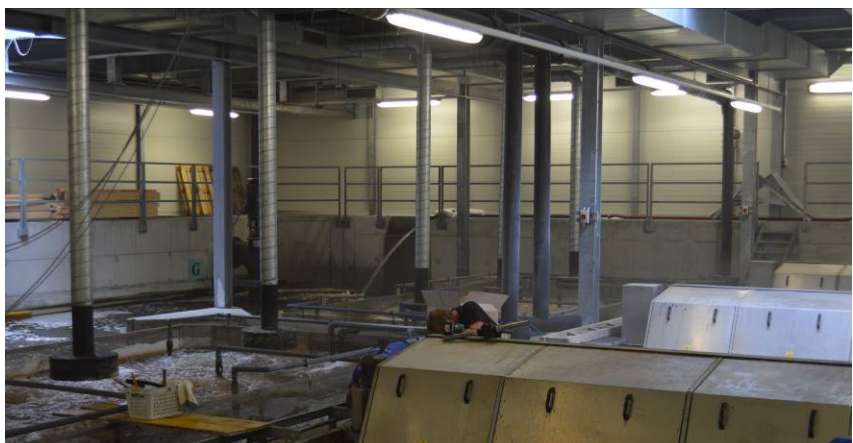
Kreislaufanlage im Tropenhaus Frutigen

Damit das warme Bergquellwasser optimal genutzt werden kann, wird es immer wieder gereinigt und wieder in der Fischzucht verwendet. Die Wasserbecken der Fischzucht sind so angeordnet, dass immer das gleiche, aufbereitete Wasser in ihnen zirkuliert. Pumpen drücken es aus den zentralen Wasseraufbereitungsanlagen in die Becken hinein, unten fließt es ab und wieder zurück in die Reinigung. Es braucht so z.B. in der Fischzucht-Halle nur rund 1% Frischwasserzufuhr.

Stufen der Wasseraufbereitung

Die Wasseraufbereitung erfolgt in mehreren Schritten:

1. Trommelfilter reinigen das Wasser mechanisch. Herausgefilterte Partikel, wie Kot und Futterreste, die grösser sind als 60 µm, kommen zur Verwertung in die Biogasanlage.
2. In den Bioreaktoren reinigen dort angesiedelte Mikroorganismen das Wasser biologisch, indem sie Ammonium zu Nitrat umwandeln. Das gereinigte Wasser wird weiterverwendet und ergänzt mit 1% Frischwasser in das Reservoir, den Pumpensumpf, gespült. Das überschüssige gereinigte Wasser fließt über die Wärmepumpe in den Tropenhausbach und danach in die Engstlige.
3. Ein Teil des Wassers wird jeweils noch über eine UV Anlage geführt, um Keime abzutöten
4. Die Pumpen schöpfen aus dem so genannten Pumpensumpf, in der Fischzuchthalle ist das ein 300m³ grosses Reservoir, Wasser und leiten es zurück zu den Becken.
Zur Veranschaulichung des Wasserumschlags: Würde kein Wasser mehr zugeführt, würde es nur 3 Minuten dauern und das Reservoir wäre leer.



Die Trommelfilter rechts im Bild, der Bioreaktor links.

Quellen und nützliche Adressen

Internet

Erneuerbare Energien

Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz AEE

<https://www.aeesuisse.ch/de>

Im Auftrag des Bundes setzt sich die Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz AEE für eine Schweizer Energieversorgung ein, die sich stärker auf CO₂-neutrale, risikoarme und nachhaltige Quellen stützt.

Bundesamt für Energie BFE

www.bfe.admin.ch/

Das Bundesamt für Energie BFE ist das Kompetenzzentrum für Fragen der Energieversorgung und der Energienutzung im Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK.

Solarenergie

Solarstrom macht Schule

Information und Unterrichtsmaterial rund um das Thema

Solarstrom

<http://sms.ckw.ch/>

Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie

www.sses.ch

<http://www.swissolar.ch/ueber-solarenergie/>

Biogas

Technische Hochschule Nürnberg: Auslegung einer Biogasanlage

<https://www.th-nuernberg.de>

Genossenschaft Ökostrom Schweiz, Branchenverband der landwirtschaftlichen Biogasanlagenbetreiber in der Schweiz.

<https://oekostromschweiz.ch/>

Geothermie

Schweizerischer Vereinigung für Geothermie SVG

www.geothermie.ch/

Die Schweizerische Vereinigung für Geothermie SVG hat die Förderung der Erdwärmennutzung in der Schweiz zum Ziel.

Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz FWS

www.fws.ch/

Ziel der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz FWS ist die Förderung der Verbreitung von Wärmepumpen-Anlagen für Heizung und Warmwasser.