

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 46 (1984)

Heft: 5

Artikel: LT-Extra : Energie

Autor: Wellinger, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081835>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Einführung

Sie werden sich fragen, warum die «Landtechnik» ausge rechnet jetzt eine Energie Sondernummer bringt, da kaum mehr jemand von Energie spricht. Gerade das ist einer der Hauptgründe, warum wir diese Nummer beschlossen haben. Die Tatsache, dass die Oel- und Holzpreise nicht mehr in den Hauptschlagzeilen der Tagespresse auftauchen, ist nämlich noch lange kein Grund anzunehmen, das Energieproblem sei ein für allemal gelöst. Im Gegenteil, je tiefer die Preise fallen, desto grösser wird der Schock über die nächste Erhöhung. Phasen stagnierender Energiekosten hat es schon verschiedentlich gegeben. Doch mit abnehmenden Vorräten an fossilen Brennstoffen werden diese «Erholungsphasen» immer kürzer. Die Landwirtschaft und die mit ihr verbundene Industrie haben die einmalige Chance, zu einem grossen Teil von der Preispolitik der Oelproduzenten unabhängig zu werden. Beide verfügen nämlich über einen wesentlichen Teil der

wenigen schweizerischen Energiequellen wie Wasser, Holz und Biogas. Das sind alles erneuerbare Energieträger. Bei ihrer vernünftigen Verwendung kann erst noch ein wesentlicher Beitrag gegen die Luftverschmutzung geleistet werden.

Wir wissen seit einigen Jahren, dass die Landwirtschaft über das Potential verfügt, mindestens den von ihr selbst verwendeten Energieanteil von rund 10^{15} J* pro Jahr (das sind 1,6% des Gesamtenergieverbrauches) aus eigenen Kräften zu produzieren. Mit der heutigen Nummer wollen wir anhand von konkreten Beispielen zeigen, wie dieses Potential in der Praxis tatsächlich genutzt werden kann. Wir hoffen, dass wir Ihnen damit einige Denkanstösse und Mut zur Planung einer eigenen Anlage geben können!

Noch bevor Sie aber an eine Substitution von Erdöl denken, sollten Sie sich fragen, wo Energie gespart werden kann. Sparen ist nämlich in der Regel billiger als das Sub

stituieren. Allen Beiträgen zur Verwendung erneuerbarer Energie voran stellen wir deshalb den Artikel über die Altbausanierung.

Die Technische Kommission 5, die für den Fachteil «LT-Extra: Energie» dieser Nummer verantwortlich zeichnet, schliesst damit gleichzeitig ihre erste Arbeitsphase ab, nämlich jene der Sichtung und Evaluation bestehender Möglichkeiten der Energienutzung. Mitglieder dieser TK sind: R. Biolley, W. Edelmann, F. Locher, Th. Pfister, M. Steiner und J. Wyser.

Ich möchte nicht verfehlen, auch den andern Mitarbeitern dieser Nummer, J.-M. Chapallaz, F. Nydegger, P. Siegel und G. Steiner für ihren Beitrag recht herzlich zu danken.

Also noch einmal: Nutzen Sie die Chance und Ihre eigene Energie!

A. Wellinger, Präsident TK 5

*) Joules (sprich «dschul»)

Altbauausanierung und Energiesparen

In der Schweiz gibt es eine grosse Zahl von sanierungsbedürftigen landwirtschaftlichen Bauten. Dies gilt insbesondere für Wohngebäude.

Sanierungsziele

Im allgemeinen können drei verschiedene Sanierungsziele genannt werden, die entweder einzeln oder kombiniert zu einer Baumaßnahme führen.

1. Werterhaltende Massnahmen

Darunter sind hauptsächlich Renovierungsarbeiten zu verstehen. Das Hauptanliegen besteht darin, das Gebäude in seiner bisherigen Nutzungsform zu erhalten. Insbesondere gilt es dabei, einem allenfalls drohenden Zerfall vorzubeugen.

Beispiel: Dachsanierungen, Fassadensanierungen usw.

2. Innere Renovation mit Komfortverbesserung

Die innere Raumeinteilung bleibt bestehen. Das Haus wird jedoch innerlich renoviert.

Beispiel: Einbau einer Zentralheizungsanlage, Einbau von neuen Fenstern, Verbesserung der Wärmedämmung.

3. Umbaumaßnahme

Die innere Struktur des Gebäudes wird meistens mehr oder weniger verändert. Sehr oft werden fehlende Räume durch kleinere Anbauten an das bestehende Gebäude ergänzt. Dies gilt besonders für Räume wie

Nassraum, Bad/WC, Duschen, Heizung usw.

Sanierungen sind in der Regel mit erheblichen Investitionen verbunden. Deshalb ist es von grösster Wichtigkeit, vor jeder Sanierungsmassnahme auch den derzeitigen Zustand und die projektierte Sanierung in bezug auf die Wärmeisolation und den Energieverbrauch zu analysieren. Wir wollen auf einige wichtige Punkte hinweisen.

Aussenwände

Bestehende Aussenwände sind sehr oft schlecht isoliert. Nach Möglichkeit sollte eine gute Isolation vorgesehen werden. Aus bauphysikalischen Gründen

wäre eine Aussenisolation in den meisten Fällen vorteilhaft. In der Praxis zeigt es sich jedoch, dass dies aus Kostengründen oder aus technischen Überlegungen kaum möglich ist. Somit wird oft eine innere Isolation vorgesehen. Sie hat den Vorteil, dass sie z.B. in einzelnen Räumen etappenweise ausgeführt werden kann. Sie hat auch wesentliche Nachteile. Sehr oft sind die Räume nicht allzu gross. Sie werden durch eine innere Isolation noch kleiner. Die Bildung von Wärmebrücken im Bereich der Decken, Fenster, Türanschläge usw. kann kaum vermieden werden. Die innere Isolation muss in der Regel durch geeignete Dampfsperren



Altbauausanierung: Wohnhaus vor der Renovation.

vor einer Durchfeuchtung geschützt werden. In kritischen Fällen ist es ratsam, einen versierten Baufachmann oder sogar einen Bauphysiker beizuziehen.

Die wirtschaftlich optimale Isolationsstärke liegt in der Regel zwischen 10 und 12 cm. Eine Sanierung mit einer neuen Isolation, die weniger als 8 cm Stärke aufweist, lohnt sich nicht.

Dachkonstruktionen

Bei älteren Wohnhäusern sind die Estrichdecken in der Regel sehr schlecht isoliert. Im Sanierungsfalle stellt sich die Frage, ob der Estrich mit zusätzlichen bewohnbaren Räumen ausgebaut werden soll oder ob er als nichtbeheizter Lagerraum weiter bestehen soll. Im ersten Fall würde man eine Isolation von 12 bis 15 cm Stärke möglichst stabil zwischen den Sparren befestigen. Diese ist vom Estrich her mit einer Dampfbremse abzudecken. Im zweiten Fall sollte unbedingt die bestehende Decke zwischen Obergeschoss und Estrich neu isoliert werden. Dies geschieht in der Regel dadurch, dass man den bestehenden Bretterboden abhebt und die Zwischenräume zwischen den Balken mit loser Mineralfaserwolle sauber ausstopft.

Bei diesen Massnahmen ist besonders darauf zu achten, dass keine Hohlräume offen bleiben. Die ganze Isolationsoberfläche muss äusserst sauber verarbeitet werden. Eine peinliche Kontrolle lohnt sich in jedem Falle. Trotz sorgfältigem Arbeiten werden nachträglich immer wieder einzelne Ritzen festgestellt, die noch ausgestopft werden können.

Fenster

Werden die bestehenden Fenster ersetzt, so sollten die neuen unbedingt mit einer Lippendichtung versehen sein. Eine Doppelverglasung oder Verbundglas ist heute selbstverständlich. Hat man grössere Fensterflächen auf der Nordseite oder bei Fassaden, die nach Nordosten oder Nordwesten gerichtet sind, soll der Einsatz einer Dreifachverglasung geprüft werden. Der Bauherr sollte unbedingt darauf achten, dass die Fenster sauber angeschlagen werden, d.h. dass sämtliche Ritzen zwischen Mauerwerk und Fensterrahmen gut abgedichtet werden.

Allgemein sollte man sich bewusst sein, dass durch den Einbau von neuen Fenstern das Gesamtbild des Gebäudes wesentlich beeinträchtigt werden kann. So sollte unbedingt auf eine angepasste Sprosseneinteilung geachtet werden, sofern die alten Fenster auch mit Sprossen versehen waren. Die Mehrkosten für diese zusätzlichen Sprossen sind in der Regel recht bescheiden. Diese Investition trägt jedoch wesentlich bei, den Charakter des bestehenden Hauses zu wahren.

Beispiel für die Wirksamkeit einer guten Isolation:

Im Zuge einer Hofsanierung will Herr F. Zeller ebenfalls das Wohnhaus vollständig renovieren. Die teilweise massiven Wände sind in gutem Zustand. Eine Ausnahme bildet eine Giebelwand aus Natursteinmauerwerk. Die Hanglage hat die Einwirkung von Wasser gegen die

Mauer begünstigt. Durch den nachträglichen Einbau einer Sickerleitung konnte das Wasser abgeführt werden. Seither konnte die Mauer austrocknen. Die beiden Längswände bestehen aus ausgefachten Holzriegeln. Der verputzte Bereich soll durch entfernen der Verputzrückstände als ursprüngliche Riegelwand wieder in Erscheinung treten. Es wird nicht einfach sein, ohne grossen Aufwand, die Riegel zu sanieren. Hier wird der Bauherr unter fachkundiger Anleitung erhebliche Eigenarbeiten leisten. Im weiteren werden auch die stark beschädigten Fenster durch neue Verbundglasfenster ersetzt. Es ist selbstverständlich, dass diese Fenster mit Sprossen versehen werden.

Im Innern des Wohnhauses werden erhebliche Umbauarbeiten vorgenommen. Die günstigen Voraussetzungen des Altbauwerks ersparen jedoch grössere Veränderungen der tragenden Konstruktionen. Die wesentlichen Massnahmen sind für den Einbau einer neuen Küche, eines Nassraumes mit Dusche und WC, sowie eines Badezimmers geplant.

Es war von Anfang an klar, dass Herr Zeller als Waldbesitzer eine Holzheizung einbauen wollte. Die Zentralheizung soll aus Kostengründen möglichst einfach konzipiert werden. Auf einen Pufferspeicher wird vorerst bewusst verzichtet. Der preisgünstige Holzkessel lässt sich dank einer speziellen Vorrichtung sehr gut den variablen Temperaturbedürfnissen anpassen. Diese Konzeption verursacht etwas mehr Betreuungsaufwand. Es lassen sich jedoch mindestens Fr. 10'000.– an Investitionen einsparen.

Ein wichtiges Anliegen des Bauherrn war, möglichst wenig Holz für die Heizung zu verbrauchen. Es wäre ja auch schade, gutes Nutzholz zu «verheizen». Es besteht auch die Möglichkeit, Brennholz zu verkaufen. Somit war es klar, dass bei der ganzen Umbauplanung auf eine optimale Isolation geachtet wurde.

In der Folge wurde mit einem Klein-Computer eine Modellrechnung durchgeführt:

Variante 1:
Renovation des Wohnhauses mit neuen Fenstern und innerem Umbau jedoch ohne zusätzliche Isolation der Wände und Decken.

Variante 2:
Renovation wie Variante 1, jedoch mit Nachisolation, Wände $k=0.4$, Decke $k=0.3\text{W/m}^2\text{K}$.

Die beheizte Bruttogeschossfläche beträgt in beiden Fällen 240 m².

Das Ergebnis war verblüffend. Für eine Heizperiode mit durchschnittlichen Temperaturen würde für die Heizung und Warmwasseraufbereitung für Wohnhaus und Stall folgende Holzmenge benötigt:

Variante 1: 34 Ster pro Jahr.

Variante 2: 12 Ster pro Jahr.

Der Bauherr konnte sich ohne zu zögern für die Variante 2 entscheiden. Nebst dem Energiesparen hat die gute Isolation auch einen zusätzlichen Vorteil: die Wandoberflächentemperatur auf der Innenseite wird stark erhöht, was den Wohnkomfort beträchtlich steigert.

Trotz den unvermeidlichen Mehrkosten hat sich Herr Zeller für eine energiesparende Lösung entschieden. Wir gratulieren ihm dazu.

Bio

Holz als Brennstoff

Die Verwendung von Holz zur Energiegewinnung hat in der Schweiz Tradition, stellt es doch neben Wasser die einzige namhafte lokal verfügbare Energiequelle dar. 1978 betrug der Anteil des Holzes am Energieverbrauch 1,2%, was etwa einer Mio m³ Holz entspricht. Für das Jahr 2000 erwartet die Gesamt-Energiekommission (GEK) eine Erhöhung der Nutzung auf 3 Mio m³, einem Stand, wie er in den Kriegsjahren 39–45 erreicht wurde. Diese Menge verteilt sich zu 40% auf Waldholz und zu 60% auf Holzabfälle aller Art. Ziel der heutigen Entwicklung der Holznutzung kann aber nicht nur sein, die Produktion zu erhöhen, sondern gleichzeitig auch deren technische Nutzung, den

feuerungstechnischen Wirkungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Ausgangspunkt der Entwicklung bildete das offene Feuer mit einem Wirkungsgrad von lediglich 10 bis 15%. Bereits mit der Entwicklung der ersten einfachen Öfen konnte die Wärmenutzung auf 30 bis 40% verbessert werden und erreicht schliesslich mit den Kachelöfen bis über 70%.

Zwei der neuesten Entwicklungen im Ofenbau, die Schnitzelfeuerung und die Vergasung, die wir Ihnen vorstellen wollen, erreichen bereits über 80% Wirkungsgrad. Beide Systeme bestechen daneben durch ihre extrem niedrigen Abgaswerte.

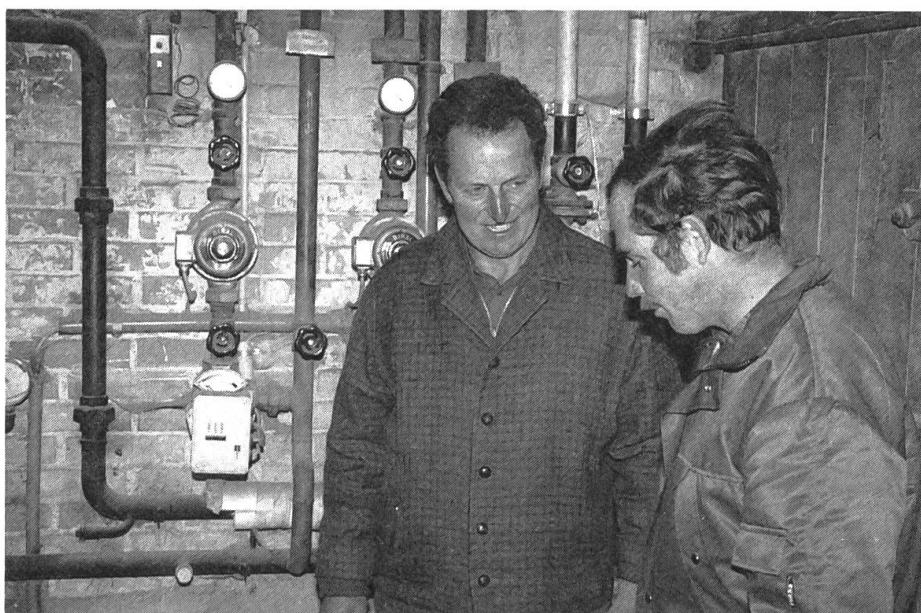


Abb. 1: M. Steiner (rechts) im Gespräch mit seinem Interviewpartner Jakob Niklaus, Hindelbank.

1. Schnitzelfeuerung

Die Schnitzelfeuerung verlangt grundsätzlich drei maschinelle Einheiten:

- die Schnitzelmaschine,
- die Lager- und Fördereinheit,
- den Ofen.

In der Schweiz kommen heute zwei Systeme von *Schnitzelmaschinen* zum Einsatz, das statio-näre und das bewegliche System.

Der *stationäre* Schnitzler, der von einem Elektromotor ange-trieben ist und, je nach Leistung, Stämme mit mehr als 30 cm Durchmesser verarbeiten kann, wird in der Regel am Ort eines Grossverbrauchers installiert, wobei gleichzeitig verschiedene Abnehmer in einem kleinen Umkreis beliefert werden können. Grossschnitzler sind völlig auto-matisiert und können von einem Mann bedient werden.

Der *mobile*, über die Zapfwelle eines Traktors angetriebene, Schnitzler kommt den Bedürf-nissen der Landwirtschaft eher

entgegen, kann er doch leicht überbetrieblich eingesetzt wer-den. Es lässt sich dabei jede Art von Holz verwenden, namentlich auch Abfallholz, Äste, Auffor-st und Rundholz bis zu 18 cm Durchmesser. Zur Bedienung benötigt man zwei bis drei Arbeiter, um das Holz in die Maschine zu schieben. Beim Schnitzeln rechnet man mit ei-nem Treibstoffverbrauch von zir-ka 1,5 l pro m³ Holz.

Die *Lager- und Fördereinheit* ist in der Regel eng mit dem Ofen gekoppelt. Die Schnitzelzufuhr zum Brennraum wird mit Hilfe von Förderschnecken je nach Wärmebedarf automatisch ge-regelt.

Gespräch mit Jakob Niklaus, Hindelbank BE

LT: Was bewegte Sie zum Bau und Betrieb einer vollautomatischen Holzschnitzelfeuerung?

Ni: Vor rund 3 Jahren hatten wir eine Vorratszentralheizung, die wir mit Spälten beschickten. Damals wurden 3 Häuser be-heizt. Der Holzbedarf betrug rund 100 Ster. Somit lagerten wir rund 300 Ster Spälten auf unserem Hofplatz.

Der enorme Holzbedarf, die grosse Arbeitsbelastung und die Platzprobleme zwangen uns, ein anderes Heizungssystem zu su-chen. Zudem hatten wir seit ge-raumer Zeit Probleme mit der Versottung von Brennraum und Kamin. In vielen Inseraten und Zeitschriften wurden die Holz-schnitzelfeuerungen angeprie-sen. Wollte man den Werbesprü-chen glauben, konnte man doch einiges von diesen Anlagen er-warten.

LT: Sind Ihre Erwartungen in Erfüllung gegangen?

Ni: Nach zweijähriger Erfahrung kann ich ja sagen. Heute kön-nen wir mit weniger Holz 5 Ge-bäude problemlos beheizen. Ich schätze die Energieausbeute um rund 25% besser, ohne aber genaue Zahlen angeben zu kön-nen. Auch scheint das Problem der Versottung der Vergangen-heit anzugehören. Der Arbeits-aufwand für die Schnitzelher-stellung ist um ein Vielfaches geringer geworden.

LT: Wie werden Schnitzel herge-stellt, getrocknet und gelagert?

Ni: Das Durchforstungs- und Abfallholz, das während des Winters anfällt, lassen wir bis in den Sommer hinein am Haufen trocknen. An einem Schönwettertag wird das Holz mit einer speziellen Schnitzelmaschine in rund 2 bis 3 cm lange und 1 cm dicke Schnitzel zerhackt (s. Abb. 2) und direkt in Kartoffel-Paloxen abgefüllt. Die Stun-deleistung beträgt rund 10 m³ Schnitzel. Es ist dabei sehr wichtig, dass das zu verarbei-tende Holz sorgfältig sortiert und geordnet aufgeschichtet wird, um möglichst wenig Zeit für die Beschickung zu verlieren. Die gefüllten Paloxen werden anschliessend rund 3 Monate zugedeckt auf dem Hofplatz auf-gestapelt und getrocknet. Vor der beginnenden Kartoffelernte



Abb. 2: Holzschnitzel für die automatische Feuerung.



Abb. 3: Das «Kommandopult» der Schnitzelfeuerung.

werden die Schnitzel mit einem Gebläse in den grossen Lager-silo gefördert.

LT: Wie funktioniert nun die Heizungsanlage resp. die Feuerung?
Ni: Die Heizung ist elektronisch gesteuert und funktioniert voll-automatisch (s. Abb. 3). Nur die Betriebstemperatur resp. den Wärmebedarf muss ich manuell einstellen. Je nach Wärmebe darf steuert die Elektronik die Förderschnecke, die mehr oder weniger Holzschnitzel aus dem Vorratstagesbehälter in den Brennraum fördert (s. Abb. 4). Die Brenngeschwindigkeit wird mit Luftklappen gesteuert. Es werden nur soviel Schnitzel gefördert, wie tatsächlich ge braucht werden. Dies funktio niert auch bei Schwachlast, ohne dass das Feuer erlischt oder der Kessel verrust.

LT: Ist dieses Heizsystem nicht sehr störungsanfällig?

Ni: Anfänglich war ich dieser Elektronik gegenüber sehr

skeptisch. Der nun zweijährige Betrieb war problemlos und stö rungsfrei. Einzig der Antriebs motor der Förderschnecke musste ersetzt werden.

LT: Wieviel Zeit müssen Sie für Wartung und Überwachung aufwenden?

Ni: Für die tägliche Wartung und Überwachung brauche ich rund 5 Minuten. Täglich muss der Vorratsbehälter mit Schnitzel beschickt werden (s. Abb. 4). Der Ascheanfall ist äusserst ge ring, sodass der Aschebehälter nur einmal im Winter geleert werden muss.

LT: Herzlichen Dank für dieses Gespräch und eine warme Stube während des Winters!

2. Holzvergasung zu Heizzwecken

Die Technik der Holzvergasung, weitverbreitet während des Zweiten Weltkrieges, als das Holzgas hauptsächlich in Ver-

brennungsmotoren verwendet wurde, bildet die Grundlage für den Holzgas-Brenner.

Die Konstruktion des Holzgas-Brenners trägt dem spezifi schen Verbrennungsvorgang des Holzes Rechnung. Dieser Verbrennungsvorgang lässt sich in folgende Phasen, die jeweils an bestimmte Temperaturberei che gebunden sind, aufteilen:

Trocknung bis ca. 150° C.

Pyrolyse (Entgasung, thermische Zersetzung)

bis ca. 500° C.

Verbrennung bis ca. 1200° C.

Während bei herkömmlichen Feuerungsanlagen diese Pha sen nebeneinander, d.h. relativ unkontrollierbar ablaufen, sind beim Holzgas-Brenner die einzelnen Zersetzungsstufen räumlich aufgegliedert. Dadurch ist die Voraussetzung für eine optimale energetische Ausnut zung des Brennstoffes Holz ge geben.

Die Hauptbestandteile des Holzgas-Brenners sind Brennstoffbunker, Primärfeuerraum und Brennerdüse. Er arbeitet nach dem Prinzip eines Quer strom-Vergasers (Abb. 5).

Die Pyrolyse- und Trocknungs zone liegt oberhalb des Primär feuerraumes im hermetisch ab gedichteten Brennstoffbunker. Die Pyrolysegase werden durch den Primärfeuerraum geleitet, wo sie in leicht brennbare Gase aufgespalten werden. Die Primärluft wird unter den Rost geführt. Die Ausbildung des Primärfeuerraumes gewährleistet die hohen Temperaturen, welche für die Bildung des Holzgases erforderlich sind. In der Brenner düse wird vorerwärmte Sekun därluft beigemischt, was zur vollständigen, russ- und teer freien Verbrennung des Holzga



Abb. 4: Kontinuierlicher Schnitzelfluss in den Brennraum. Im kleineren hellen Haufen sind frisch zugeführte Schnitzel, im grösseren dunklen Haufen sind Schnitzel, die von unten her abgebrannt werden.

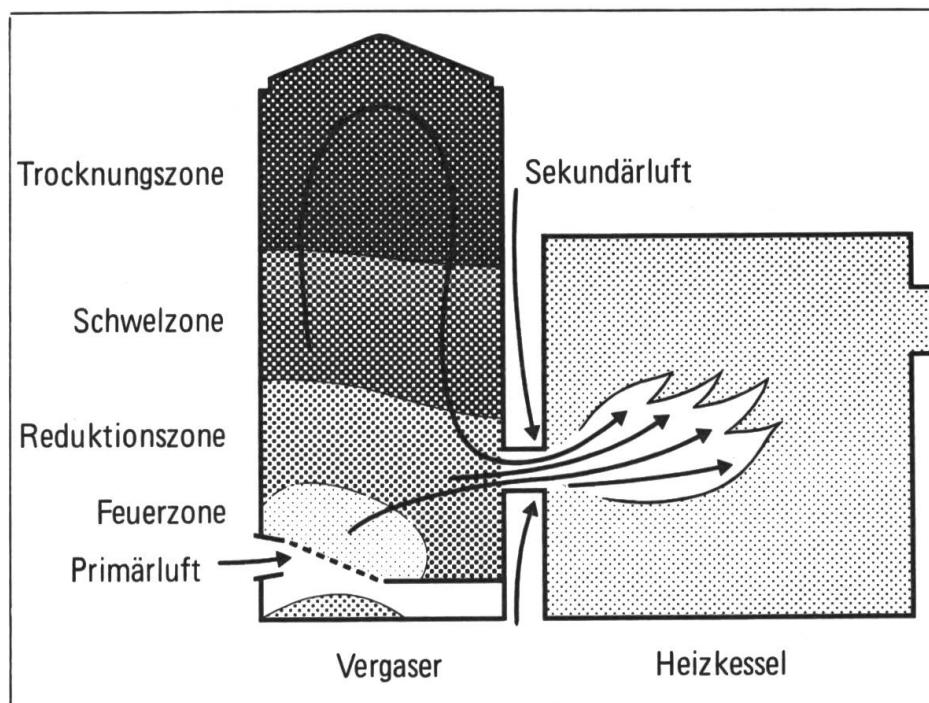


Abb. 5: Funktionsschema des Holzgas-Brenners.

ses führt. Die Brennerdüse mündet anstelle des Oelbrenners in den Heizkessel.

Die Regelung der Primär- und Sekundärluftzufuhr erfolgt über Klappen, die vom Kesselthermostaten gesteuert werden.

Dieser kontrolliert den ablaufenden Verbrennungsvorgang, ermöglicht eine gute Aussteuerbarkeit des Brenners über den ganzen Leistungsbereich und ergibt auch bei Schwachlast keine Einbusse an Verbrennungsqualität und Wirkungsgrad.

Für den Betreiber fällt neben den feuerungstechnischen Vorteilen vor allem die Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit ins Gewicht:

- einheimischer Brennstoff ist in allen Erscheinungsformen gleichermaßen gut verwendbar: Abfallholz, Altholz, Hackschnitzel, Spälten, Klötze, Sägemehl, Stückholz, Rindenabfälle;

- minimaler Wartungsaufwand dank einfacher, robuster Konstruktion ohne elektrische Steuerung;
- lange Brenndauer dank grossem Brennstoffbunker – grosses Füllintervall.

Die vom Heizkessel getrennte Aufstellung ermöglicht, durch eine reine Ergänzungsinvestition, das bestehende Heizsystem auf Holzenergie umzustellen, da der Brenner mit jedem Heizkessel kombinierbar ist. Der Apparat ist verschiebbar auf Schienen gelagert. Er kann bei Bedarf zurückgeschoben und der Oelbrenner wieder eingeschwenkt werden. Auf gleiche Weise bleiben alle Teile der Heizungsanlage für Reinigungsarbeiten gut zugänglich.

Gespräch mit Franz Kolb, Schreinerei in Riom GR

Zu der seit 1½ Jahren in Betrieb stehenden Anlage haben

uns ihr Besitzer, Herr Franz Kolb und sein Heizungsinstallateur, Herr Walter De-Stefani, Chur, im Gespräch folgendes mitgeteilt:

Gründe für die Installation eines Holzgas-Brenners

Herr Kolb konnte in seinem Doppelbrandkessel Hobel- und Sägespäne nicht zufriedenstellend verfeuern. Zudem führte die Holzverbrennung zu einer starken Kaminversrottung.

Das alle 2 Stunden notwendige Nachfüllen war zu arbeitsintensiv. Aus diesen Gründen suchte Herr Kolb nach einer neuen, für seine Zwecke optimale, Heizanlage.

Art und Verbrauchswerte des Brennmaterials

Im Holzgas-Brenner verwendet Herr Kolb alle in seinem Betrieb anfallenden Schreinereiabfälle in beliebiger Stückelung. Ein grosser Teil fällt in Form von Spänen und Sägemehl an. Der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes bewegt sich zwischen 10 und 40%.



Abb. 6: Die Gesprächspartner F. Kolb (rechts) und De-Stefani.

Technische Details der Heizungsanlage Kolb

Beheizte Gebäudelichkeiten:
1 Wohnhaus mit 2 Wohnungen
und 1 Werkstatt.
Raumtemperatur:
Wohnung: 20–22° C
Werkstatt: ca. 18° C
Umbauter Raum:
ca. 1200 m³
Baujahr 1977
Heizkessel: Doppelbrandkessel mit Außensteuerung, Kesselleistung bei Feststoff
18–25,6 kW.
Holzvergaser: Biowatt-Fuego.

Im Temperaturbereich der Außenluft von –15° C bis 0° C bewegt sich der Holzverbrauch innerhalb 24 Stunden zwischen 60 und 40 kg. Dank der Installation des Holzgas-Brenners kann jetzt der Heizbedarf allein mit den Schreinereiabfällen mehr als gedeckt werden.

Bedienung und Unterhalt, Emmissionen

Wegen des langen Füllintervall-les und des extrem geringen Aschenanfalles ist der Bedie-nungsaufwand generell gering. Bei gemischter Füllung mit Stückholz und Sägemehl muss innerhalb 24 Stunden im Durch-schnitt zweimal nachgefüllt wer-den. Bei ausschliesslicher Ver-wendung von Briketts aus Sä-gespänen genügt eine Füllung für 24 Stunden Betrieb. Der Ascheanfall beträgt je nach Holzart zwischen 200 und 500 g pro 100 kg Brennmaterial. Unterhaltsarbeiten mussten seit der Inbetriebnahme keine aus-geführt werden. Ausgenommen davon sind übliche Reinigungs-arbeiten. Sowohl im Heizkessel wie auch im Kamin ist keinerlei Versottung (Teer- und Russ-rückstände) anzutreffen. Diese Feststellungen stammen vom Kaminfeger. Der Betrieb der Hei-zung erfolgt rauchfrei – in der unmittelbaren Umgebung des

Kamins ist keinerlei Ausstoss feststellbar.

Regelung

Die Regelcharakteristik der An-lage ist ausgesprochen gut. Die Temperatur des Warmwassers wird auch bei starken Bela-stungsschwankungen innerhalb von 5° C zwischen 75 und 80° C konstant gehalten.

Herr Kolb und Herr De-Stefani finden dieses Resultat vor allem deshalb bemerkenswert, weil das System ohne Ausgleichs-Speicher arbeitet.

Schlussbemerkungen

Herr Kolb betrachtet heute sein Heizproblem als vollumfänglich gelöst.

Aufgrund der guten Erfahrun-gen, welche nicht zuletzt auch durch eine sorgfältige Anlagen-betreuung positiv beeinflusst werden, konnte sich Herr Kolb für eine weitere Investition ent-schliessen und ergänzte die An-lage durch eine Spänebrikettier-maschine.

We/St/Si

Biogasanlagen

In der Schweiz sind zur Zeit mehr als 120 Biogasanlagen in Betrieb. 1979 waren davon erst 17 Anlagen erstellt, die jährliche Neubaurate betrug demnach in den Jahren 1979–1982 durch-schnittlich 36 Anlagen. Im ver-gangenen Jahr sank der Bau von neuen Anlagen auf zehn. Der Hauptgrund dafür dürfte wohl der tiefe Oelpreis gewesen sein.

Waren die ersten Anlagen – welche vor 1981 gebaut wurden –

noch mit einigen Kinderkrank-heiten versehen, zu deren Über-windung ein echter Pioniergeist nötig war, so sind die neueren Anlagen nun störungsarm. Nach wie vor braucht es jedoch für ei-nen optimalen Betrieb das Ver-ständnis des Betriebsleiters für die biologischen Vorgänge. Biogasanlagen können grund-sätzlich auf allen tierhaltenden Betrieben erstellt werden, was auch die Verteilung der heutigen Anlagen zeigt. Von den bis Ende

1982 erfassten Biogas-Betrie-ben halten 44% Rindvieh, 24% Schweine und 32% haben ge-mischte Bestände, unter denen auch solche mit Hühnerhaltung zu finden sind. Einzig bei der Be-triebsgrösse sind aus wirt-schaftlichen Überlegungen untere Grenzen zu ziehen, die aber in jedem Fall neu zu be-stimmen sind, da sie vom Sy-tem, dem Energieverbrauch und der Eigenleistung abhän-gen. Bei den bisherigen Anlagen

variiert sie grob zwischen 18 und 50 GVE.

Das Kernstück einer Biogasanlage ist der Gärbehälter. Dabei können wir je nach Anwendung und «Erfindungsgeist» des Herstellers zwischen rund 15 verschiedenen Typen unterscheiden. Bei etwas grösserem Raster lassen sich drei Grundvarianten herausschälen:

1. Über Grund angeordnete Silo aus Kunststoff, Beton oder Holz.
2. Unterflur angeordnete, runde oder rechteckige Betonbehälter.
3. Unter dem Stall angeordnete Speicher- oder Durchflusssysteme.

In der Folge wollen wir je eines dieser Systeme am Beispiel von Anlagen, welche seit längerer Zeit in Betrieb sind, etwas genauer vorstellen.

1. Beispiel: Hochsilo

Sie können aus Beton, Kunststoff oder Holz gefertigt sein. Sie stellen wohl die am häufigsten verwendete Gärbehälterform dar, da insbesondere in Grundwasserzonen ein Hochbau fast unumgänglich ist. Oft findet man sie aber auch bei Betrieben, die keine Anordnung des Fermenters im Anschluss an den Stall erlauben und ohnehin eine Beschickungspumpe verlangen. Auch in Kombination

mit hochstehenden Endlagergruben sind sie verbreitet.

Hochsilos aus Kunststoff können vorgefertigt angeliefert werden und sind daher relativ kostengünstig im Vergleich zu Betonanlagen, wenn keine Eigenleistung erbracht werden kann.

Gespräch mit

Josef Wyser, 6017 Ruswil

Sepp Wyser – der erst 1971 von Gösgen nach Ruswil umgesiedelt war – besitzt heute einen gut arrondierten Betrieb, der neben etwas Ackerbau (Tabak) vor allem Graswirtschaft umfasst (vgl. Kästchen). Als technisch interessierter Bauer besuchte er schon 1970 die sechswöchige Kurskombination des SVLT in Riniken – eine Ausbildung, die ihm neben seiner «Tüfteler-Nase» den Rückhalt gab für den Ausbau seiner Biogasanlage.

Auf die *Frage, was ihn 1979 bewog, eine Biogasanlage zu bauen*, meinte Herr Wyser: Ausgangspunkt war die Warmluftbelüftung, auf die wir am Eingang des Entlebuches mit den häufigen Niederschlägen angewiesen sind. Vor den Lüfter installierte ich einen Wärmetauscher, dessen Wasserkreislauf vom Holzkessel aus geheizt wurde. Diese Warmbelüftung erwies sich als sehr wirksam. Der Zeitaufwand für die Holzaufbereitung wurde vor allem in den Sommermonaten zu gross empfunden. Da die Heizölpreise dauernd stiegen und die Sonnenenergie noch nicht weit verbreitet war, entschloss ich mich zum Bau einer Biogasanlage.

LT: Was für Kriterien führten zur Wahl des bestehenden Anlagensystems?

Wy: Ich wählte von Anfang an

Betrieb:

S. Wyser, Ruswil LU
(670 m.ü.Meer)

22.00 ha Kulturland in Siloverbotszone

3.50 ha Ackerfläche, Rest Dauergras und Kunstwiesen
3.50 ha Wald.

42 GVE Rind und 80 MSP, wobei nur die Gülle von 30 Kühen der Biogasanlage zufließt. Fremdgülle von rund 220 Mastschweinen, totaler täglicher Gülleanfall: 3–3.5 m³.

Biogasanlage

Vorgrube:

80 m³ (alte Göllegrube)

Gärbehälter:

Betonsilo in Schalenbauweise mit Außenisolation abgedeckt mit Gutamit.

Volumen:

160 m³ brutto, bzw. 150 m³ netto.

Lagergrube:

Rundbehälter von 540 m³ abgedeckt mit Kunststofffolie, dient so gleichzeitig als Nachgärgrube und Gasspeicher div. Gruben mit total 380 m³ Inhalt.

Gasspeicher:

Volumen variabel je nach Güllestand von 100 m³ bis 600 m³.

Gasverwertung:

Strom- und Warmwasserproduktion mit Totem (Fiat).

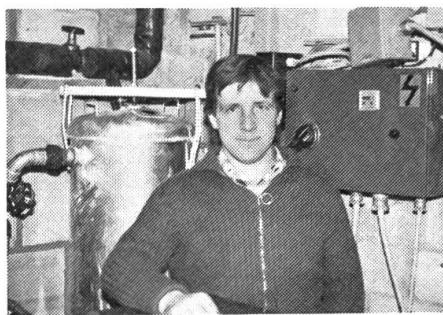


Abb. 1: J. Wyser, Ruswil.

ein System, welches ich unter Mithilfe eines Baufachmanns in Eigenleistung erstellen konnte. Die Systemplanung übernahm damals die Firma Huber. Da jedoch keine so grossen Kunststoff-Fermenter hergestellt werden, entschloss ich mich, einen Betonfermenter zu bauen, den ich aussen mit Kunstoffaser-

Abfällen aus einem Textilunternehmen isolierte. Die Gasnutzung wollte ich möglichst vielseitig und sinnvoll nutzen. Da bei alleiniger Nutzung des Gases für Heizzwecke, insbesondere im Sommer, ein Gasüberschuss zu erwarten war, entschied ich mich für die Installation einer Wärme-Kraft-Koppelung (WKK). Dies ermöglicht mir eine vollständigere Gasnutzung. Zudem kann ich

die überschüssig produzierte Stromenergie ins öffentliche Netz einspeisen.

LT: Haben Sie also die Anlage, wie sie heute steht, in einem Guss geplant und gebaut?

Wy: Teils, teils. Im Baujahr 1979 waren die Biogaskenntnisse noch nicht auf dem Stand, wie sie heute sind. Im Laufe der Zeit machte ich da und dort einige Verbesserungen und Anpassungen. Die gegenseitigen Kontak-

te mit Leuten aus Praxis und Forschung haben doch einiges dazu beigetragen, dass die Anlage optimiert werden konnte. Eine der Anpassungen ist z.B. die Gasspeicherung. Da ich einen neuen, grossen Lagerbehälter für die Gülle (Abb. 2) bauen musste, suchte ich nach einer Möglichkeit, diesen gleichzeitig als Gasspeicher zu nutzen. So montierte ich eine flexible Plastikfolie über dem Jauchesilo. Zugleich kann ich noch das anfallende Gas der Nachgärung auffangen. Um die thermische Abwärme des Totem besser nutzen zu können, führe ich nun mittels einem Inox-Rohr die Abgase des Totem (Abb. 3) in die Vorgrube. Auf diese Weise erwärmt sich die Frischgülle auf rund 15–25° C. Momentan bin ich daran, einen vom Biogas-Projekt entwickelten Schwefel-Wasserstoff-Filter in die Gasleitung einzubauen.

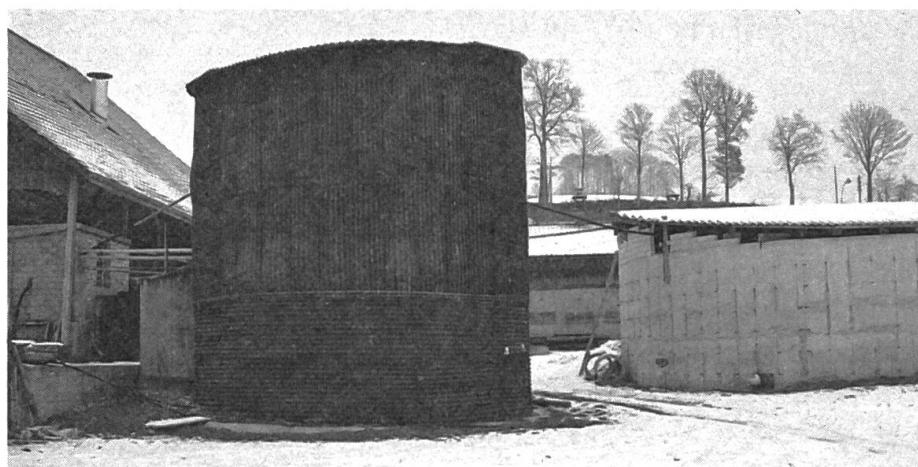


Abb. 2: Bildmitte: Der isolierte Biogasreaktor.
Rechts: Lagersilo für vergorene Jauche, zugleich Speicherraum für das produzierte Biogas.
Links (unter dem Scheunenvordach): Der Maschinenraum aus Backsteinen.

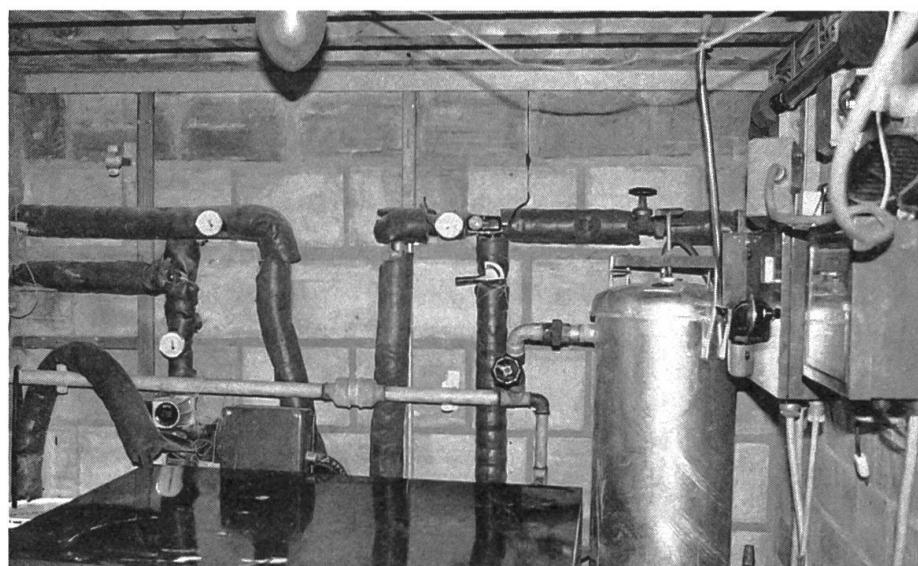


Abb. 3: Ein Blick in den Maschinenraum. Im Vordergrund erkennt man das Totem, welches Strom und Warmwasser produziert. Rechts im Bild sieht man die von der FAT entwickelte Entschwefelungsanlage.

Energienutzung

Die produzierte Energie wird auf dem Betrieb Wyser auf vielfältigste Art und Weise verwendet. Man darf dabei den Nutzungsgrad als optimal bezeichnen.

Die durchschnittlich produzierte Gasmenge von rund 100 m³ pro Tag fliesst fast ausschliesslich ins Totem. Der produzierte Strom wird primär auf dem eigenen Betrieb genutzt und nur die Überschussmenge ans Netz abgegeben (rund 40%). Die in Form von 80° C warmen Wasser anfallende thermische Energie, welche rund 55% der Energie des verwerteten Biogases ausmacht (s. LT Nr. 15/82 «Mit Biogas betriebene Wärme-Kraft-Koppelungen»), wird saisonal verschieden genutzt:

Winter:

- Beheizung des Zweifamilienhauses (260 m² beheizte Wohnfläche).

Frühjahr:

- Beheizung des Treibhauses mit Tabak-Setzlingen.
- Brauchwarmwasser.

Sommer:

- Heutrocknung.
- Getreidetrocknung.

Herbst:

- Tabaktrocknung.

Ganzes Jahr:

- Prozesswärme für die Biogasanlage.

Wartung und Betreuung der Anlage

Wyser: Der tägliche Rundgang zur Kontrolle der Anlage (Gas- bzw. Stromproduktion, Temperatur) sowie des Einschaltens der Beschickungspumpe, verlangt lediglich etwa 5 Minuten. Einzig während der sehr kalten Winterperioden habe ich ab und zu vereiste Leitungen oder Schieber aufzutauen, da bei mir – systembedingt – etliche Rohre überirdisch verlegt sind. Während den drei kalten Wintertmonaten macht das zusammen

aber kaum sechs Stunden aus. Etwas mehr Arbeit gibt das Totem, für dessen Servicearbeiten ich allmonatlich rund eine Stunde brauche. Einmal im Jahr mache ich Unterhaltsarbeiten am Gärbehälter, für die ich jeweilen 2-3 Stunden aufzuwenden habe.

Wirtschaftlichkeit

LT: *Mit der Biogasproduktion leisten Sie sicher einen wertvollen Beitrag zur Substitution von Erdöl. Aber letztlich stellt sich doch die alles entscheidende Frage nach den Kosten dieser doch recht ausgereiften Auflage.*

Wy: Die gesamten Investitionen waren dank umfangreicher Eigenleistungen, relativ bescheiden. Ich habe ausgerechnet, dass mich das ganze System mit Gaspeicher (wobei die Kosten für den Güllensilo nicht eingerechnet werden, da er einem Nachbarn gehört) und die Nachfolgekosten etwa Fr. 60'000.– gekostet hat. Davon sind rund Fr. 48'000.– reine Materialkosten.

LT: *Hätten Sie nicht doch billiger mit Holz aus dem eigenen Wald geheizt?*

Wy: Als ich mir überlegte, welches Heizungssystem am kostengünstigsten abschneiden würde, stellte ich eine Wirtschaftlichkeitsrechnung auf. Die anfallenden Kosten einer Öl- oder Holzheizung (Brennmaterial, Amortisation Heizanlage etc.) und die Kosten für die elektrische Energie verglich ich mit den zu erwartenden Kosten für eine Biogasanlage und den Ersparnissen aus der Produktion von elektrischer Energie. Diese Wirtschaftlichkeitsrechnung fiel zugunsten der Biogasanlage aus. Wie es sich nun nach fünfjährigem Betrieb zeigt, stimmte diese Wirtschaftlichkeitsrechnung. Das anfallende Abfallholz kann ich gleichwohl auf dem eigenen Hofe nutzen. Im Winter brauche ich regelmässig 2 Ster Brennholz als Zusatzenergie zum Heizen und im Sommer (je nach Witterung) 3-4 Ster für die Heutrocknung.

LT: *Herr Wyser, herzlichen Dank für dieses Gespräch. Wir möchten es nicht unterlassen, Ihnen zu dieser wohlgegangenen Anlage zu gratulieren.* WI

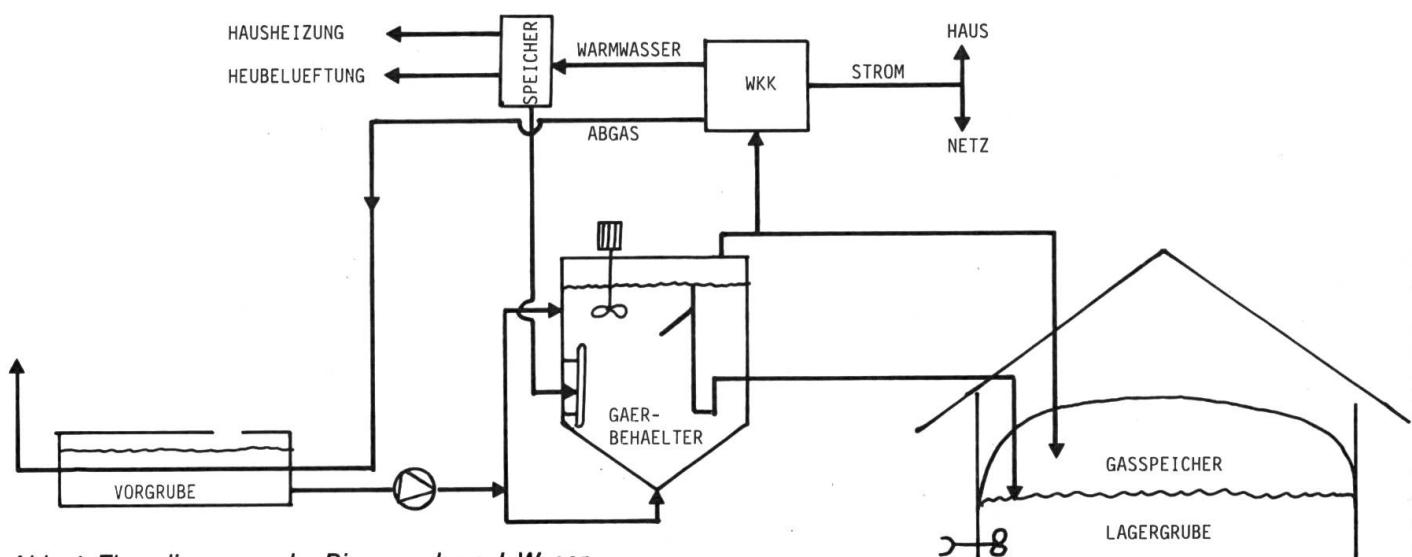


Abb. 4: Flussdiagramm der Biogasanlage J. Wyser.

2. Beispiel: Unterfluranlage

Die Unterfluranlagen sind am ehesten mit einer konventionellen Güllengrube vergleichbar. Sie werden aus armiertem Beton hergestellt und mit einer wirkungsvollen Isolation versehen. Im Gegensatz zu den Güllengruben muss speziell im Bereich der Decke und des oberen Teils der Wände auf eine optimale Gasdichtigkeit geachtet werden.

Der Unterflurfermenter wird mit einem Zu- und Ablaufsiphon versehen. Bei den meisten Anla-

gen gelangt die Frischgülle aus dem Treibmistkanal direkt in den Einlaufsiphon. Somit wird eine Vorgrube eingespart und es kann auf eine Förderpumpe verzichtet werden. Die vergorene Gülle fliesst durch Verdrängung über den Auslaufsiphon auf dem kürzesten Weg in die Endlagergrube. Das Gärsubstrat muss zur Verhinderung einer Schwimmdecke regelmässig gerührt werden. Das Rührwerk wird über ein Zeitrelais nach Bedarf automatisch eingeschaltet. Das produzierte Biogas wird im Hohlraum über der gärenden Gülle aufgefangen. Es bildet sich dabei ein Gasdruck. Dieser Druck gewährleistet den Abtransport des Gases durch die Gasleitungen bis zu den Verbrauchern (Heizkessel usw.). Ein separater Gasspeicher ist nur in besonderen Fällen erforderlich. Im Gegensatz zu den Überfluranlagen wird innerhalb des Hofareales kein Platz an der Oberfläche beansprucht. Diese Fermenter können an jeder beliebigen Stelle gebaut werden und sind befahrbar.

Bei ungünstigen Bodenverhältnissen, insbesondere bei hohem Grundwasserspiegel, ist dieser Anlagetyp ungeeignet.

Anlässlich einer Betriebsbesichtigung konnten wir uns kurz mit einem Anlagebesitzer unterhalten. Er betreibt eine Unterfluranlage seit einiger Zeit und berichtet über seine ersten Erfahrungen.

LT: Herr Winzeler, wie kamen Sie dazu, eine Biogasanlage zu bauen?

Wi: Wir besitzen ein 300-jähriges 4-Familienhaus mit relativ grossem Energieverbrauch und einer Zentralheizung, welche vorher nur mit Öl betrieben



Abb. 1: Herr Winzeler bei seiner Biogasanlage.

wurde. Als wir den Stallneubau planten, machte ich mir Gedanken, welche Alternative zum Heizöl in Frage kommt. Außerdem war es mein Wunsch, von den Energiepreisen nicht mehr so abhängig zu sein.

LT: Welche Alternative zur Biogasanlage kam für Sie noch in Frage, und weshalb haben Sie nicht diese gewählt?

Wi: Da wir genügend Wald besitzen, um mit dem eigenen Holz unser Haus zu beheizen, wäre es natürlich naheliegend, eine moderne Holz-Speicherheizung zu installieren. Dazu wäre es jedoch notwendig gewesen, einen neuen Heizraum zu erstellen. Die gesamten Kosten für eine Holzheizung wären also bestimmt grösser gewesen als für die Biogasanlage. Wegen der zusätzlichen Arbeitsbelastung am Skilift während der Wintermonate ist es uns recht, wenn wir in dieser Zeit kein Holz rüsten müssen.

LT: Warum haben Sie sich für ein Unterflursystem entschieden?

Wi: Ein zwingender Grund waren sicher die Auflagen der Behörden. Da der ganze Weiler unter Denkmalschutz steht, wäre bei uns ein Überflursilo gar nicht in Frage gekommen. Außerdem

Betrieb:
Armin Winzeler, Hinteralbis,
8135 Langnau a. Albis.

Betriebsdaten:
800 m ü. Meer
20 ha Wies- und Weideland
3 ha Ackerfläche
4 ha Wald.
30 GVE Rindvieh, von welchem der Flüssigmist über einen Treibmistkanal direkt in die Biogasanlage fliesst.

Biogasanlage (LBA)

Gärbehälter:
Beton kubisch unterflur mit Aussenisolation aus Roofmate, 12 cm stark.

Volumen: 63 m³.

Lagergrube:
Beton kubisch unterflur 210 m³.

Gasspeicher:
keiner, das anfallende Gas wird dauernd verwertet.

Gasverwertung:

- Prozessenergie für die Aufheizung des Gärbehälters.
- Heizung Wohnhaus.
- Warmwasser Wohnhaus und Stall.

brauchen wir keine Güllenpumpe, da der Flüssigmist mit natürlichem Gefälle in die Biogasanlage und nachher in das Endlager fliesst. Für mich war es auch wichtig, dass ich beim Bau Eigenleistungen erbringen konnte.

LT: Wieviel Gas produziert Ihre Anlage, und für welchen Zweck nutzen Sie dieses?

Wi: Im Winter sind es rund 40 m³ Biogas pro Tag und im Sommer je nach Weidegang entsprechend weniger.

Folgende Gasverbraucher werden gespiesen:

- Prozessenergie (Aufheizen des Gärbehälters)
- Wohnhausheizung, nur im Winter
- Warmwasser für Wohnhaus und Stall, während des ganzen Jahres.

Im Winter schaltet zusätzlich bei tiefen Außentemperaturen au-

tomatisch die bestehende Oelheizung ein, da dann das Biogas nicht ausreicht. Im Sommer habe ich grössere Gasüberschüsse. Ich hoffe in Zukunft eine Lösung zu finden, um dieses Gas sinnvoll zu verwenden.

LT: Welcher Aufwand ergibt sich für die Wartung und Betreuung der Anlage?

Wi: Zweimal täglich kontrolliere ich die Heizkessel, lese die Temperaturen ab und notiere den Stand der Gaszähler. Da sich der grösste Teil der Biogasaninstallationen neben dem Milchraum befindet, kann ich die Kontrolle gut mit den Stallarbeiten kombinieren. Für diese Arbeiten brauche ich rund 10 Minuten pro Tag. Jährlich zweimal russe ich die Gas-Heizkessel.

LT: Hatten Sie bis jetzt Probleme mit der Anlage?

Wi: Nach Inbetriebnahme der

Biogasanlage mussten die metallenen Heizflächen im Gärraum, welche undicht wurden, durch solche aus Kunststoff ersetzt werden. Diese Arbeiten wurden in Garantie ausgeführt. Es ergab sich jedoch ein Betriebsunterbruch.

LT: Wie sieht es mit der Wirtschaftlichkeit der Anlage aus?

Wi: Die jährliche Einsparung entspricht rund 4500 Liter Oel. Die Gesamtinvestitionen für die Biogasanlage inkl. allen notwendigen Sanitär-Heizungs- und Elektroinstallationen betragen Fr. 61'000.-. Da ich überzeugt bin, dass die Energiepreise auch in Zukunft steigen werden, glaube ich längerfristig gesehen an die Wirtschaftlichkeit meiner Anlage.

Ausserdem spielen für mich weitere positive Nebenwirkungen, welche man nicht in Zahlen ausdrücken kann, eine wichtige Rolle:

- kein Verätzen der Pflanzen beim Gülleausbringen
- bedeutend weniger Geruchbelästigungen beim Ausfahren der Gülle, was sich besonders in der Nähe von Wohngebieten bemerkbar macht.
- grössere Eigenversorgung.

LT: Was würden Sie heute an Ihrer Biogasanlage anders bauen?

Wi: Ausser geringfügigen Detailänderungen würde ich die Anlage nochmals gleich erstellen.

LT: Was würden Sie einem Interessenten empfehlen, bevor er eine Anlage baut?

Wi: Vor allem bei einem bestehenden Neu- resp. Umbau würde ich die Erstellung einer Anlage ernsthaft prüfen.

Besichtigung von bestehenden, gut funktionierenden Anlagen.

Mir scheint wichtig, dass das

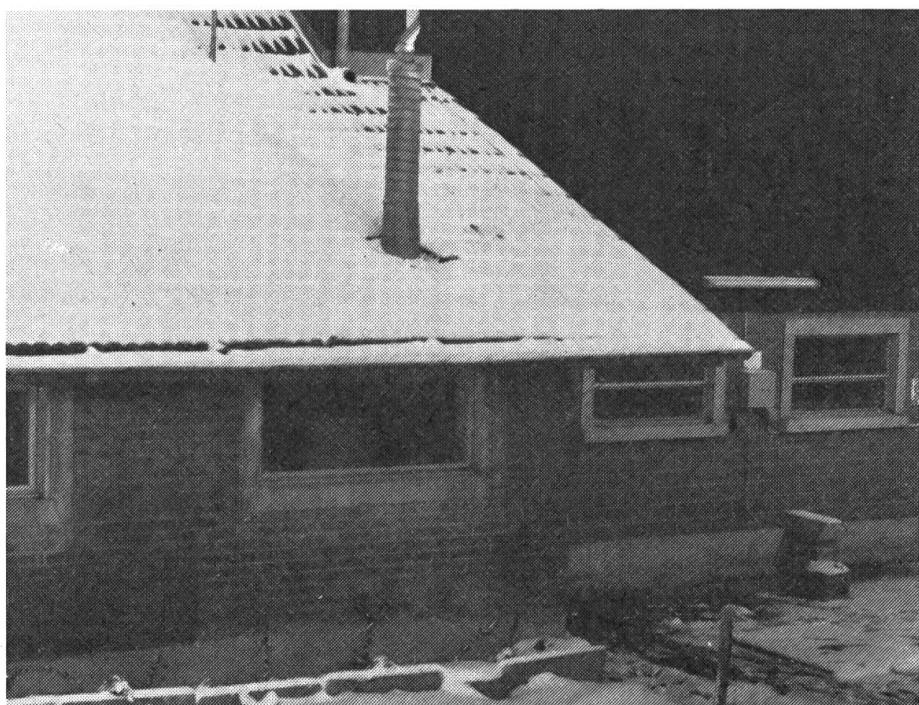


Abb. 2: Die Biogasanlage ist zwischen altem und neuem Stall, praktisch unsichtbar, eingebettet. Auf dem Dach ist das neue Kamin für den Biogasbrenner sichtbar.

produzierte Gas möglichst vollständig verbraucht werden kann. Daher ist es sinnvoll, vorgängig eine sorgfältige Planung und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellen zu lassen. Von Bedeutung ist meiner Ansicht nach, dass ein zukünftiger Bauherr sich bis zu einem gewissen Grad mit seiner Biogasanlage identifizieren kann und auch bereit ist, diese regelmäßig zu betreuen.

LT: Würden Sie wieder eine Biogasanlage erstellen?

Wi: Ja, auf jeden Fall, meine Familie und ich haben Freude an unserer Anlage.

LT: Herr Winzeler, wir danken Ihnen für dieses Gespräch. Bio

Anlagen sind unbeheizt, behalten eine minimale Temperatur von über 13° C aber auch im Winter, da sie unter dem Stall angeordnet sind.

Inzwischen sind fünf weitere Kaltanlagen errichtet worden, wobei zwei neue Varianten erprobt wurden. Bei einer ist die Gärgrube nicht unter, sondern vor dem Stall angeordnet, dafür wird mit einer einfachen Heizung – unter Verwertung des Überschussgases – die Temperatur auch im Winter über rund 13° C gehalten.

Die andere Variante ist eine Art Speicherdurchfluss-System, bei der die Aufenthaltszeit auch etwa 70 Tage beträgt. Ist der Gärbehälter voll, wird nicht entleert, sondern im Durchflussverfahren weiter beschickt, wobei die vergorene Gülle in einem Lagerbehälter überläuft.

Betrieb:

H. Güntensperger, Bodmen
Maststall: (750 m ü. Meer)
Tierart: 330 Mastschweine
Fütterung: Schotte, Fertigfutter

Biogasanlage:

Anordnung:
Unter dem Stall, unbeheizt, isoliert mit 6 cm Roofmate.

Volumen: 300 m³.

Gasspeicherung:
Gasballon (30 m³) im Stahltank.

Gasverwendung:
Dampfkessel Käserei.

Weitere Angaben siehe
LT 2/82, S. 95–104

3. Beispiel: Kaltanlage, Speichersystem

Die sogenannten Kaltanlagen, die bei Temperaturen zwischen etwa 10° und 25° C arbeiten, entsprechen der zur Zeit neuesten Entwicklung im Biogasanlagenbau. Verbunden mit der tiefen Temperatur sind lange Aufenthaltszeiten von 70–120 Tagen. Die Gärgruben übernehmen dabei gleichzeitig die Funktion von Lagergruben. Obwohl die Gasproduktion etwas geringer ist als bei mesophiler Vergärung, sind diese Anlagen gleichwohl eher wirtschaftlich, da die Mehrkosten gegenüber der konventionellen Göllelagerung bescheiden sind.

Die ersten zwei Anlagen, die in der Schweiz gebaut wurden, waren sogenannte Speichersysteme, bei denen die Gülle kontinuierlich zufließt, während die Entleerung nur dann erfolgt, wenn die Gülle als Dünger auf dem Feld gebraucht wird. Beide

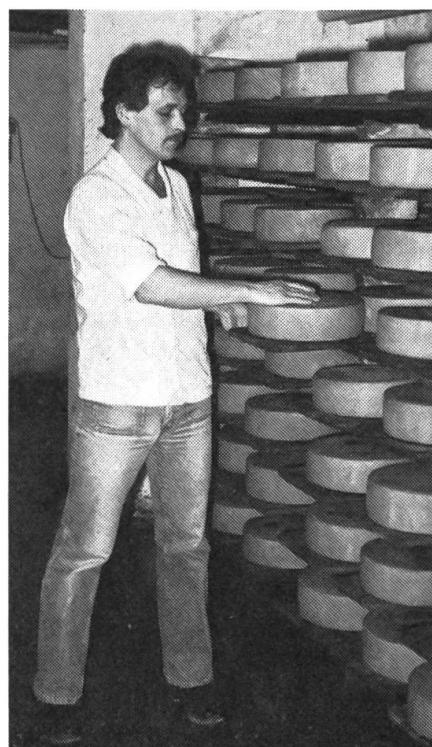


Abb. 1: Heinz Güntensperger, Bodmen.

Da die Betreiber der fünf neuen Anlagen noch über zu wenig Praxiserfahrung verfügen, haben wir den Besitzer der «Anlage B» (LT 2/82) über seine Eindrücke befragt.

Gespräch mit H. Güntensperger, Käserei Bodmen, 9601 Dreien SG

LT: Herr Güntensperger, wie kamen Sie bereits 1979 dazu eine Kaltanlage zu erstellen, obwohl die Technologie eigentlich noch recht neu war?

Güntensperger: Als ich mit der Planung meines neuen Schweinestalles begann, war der Begriff «Biogas» in aller Munde. Ich wandte mich deshalb mit der Anfrage an die FAT in Tänikon, ob sich allenfalls der Einbau eines solchen Systems auch bei mir lohnen würde. Mit der Aussicht auf relativ geringe Investitionskosten interessierte ich mich schon bald für eine Kaltanlage. Ein Besuch bei Herrn Horrisberger, dem «Erfinder» dieses

System überzeugte mich dann vollends.

LT: Waren es finanzielle Gründe, welche Sie zum Bau einer Anlage veranlassten?

Gü: Das Motiv der Wirtschaftlichkeit stand eigentlich im Hintergrund bei den Überlegungen, eine Biogasanlage zu bauen. Es war vielmehr das technische Interesse, welches mich dazu trieb. Trotzdem wollte ich nicht allzu grosse Risiken eingehen und liess es im ersten Jahr beim Bau der Anlage bewenden, ohne das Gas zu nutzen. Erst im zweiten Jahr, als ich vom Erfolg überzeugt war, begann ich meinen Dampfkessel auf Gas umzurüsten.

LT: Hatten Sie Schwierigkeiten beim Starten oder beim Betrieb der Anlage?

Gü: Technisch hatte ich überhaupt keine Probleme. Der Start der Gasproduktion war jedoch sehr langsam und erstreckte sich über rund ein halbes Jahr. Da ich das Gas noch nicht nutzte, störte das aber wenig.

Mehr Schwierigkeiten bereitete mir das Umspülungssystem. Bei der Rezirkulation von vergärender Gülle werden wesentlich mehr Gase freigesetzt als bei Lagergülle. So sind mir zu Beginn, bei zu langer Umspülzeit drei



Abb. 2: Übersicht über den Betrieb:

- a) Neuer Schweinestall, unter dem sich die Biogasanlage befindet.
 - b) Alter Stall, dessen Gülle ebenfalls in die Biogasanlage geleitet wird.
 - c) Käserei.
- Der Speicherballon befindet sich links hinter dem eingezäunten Garten.

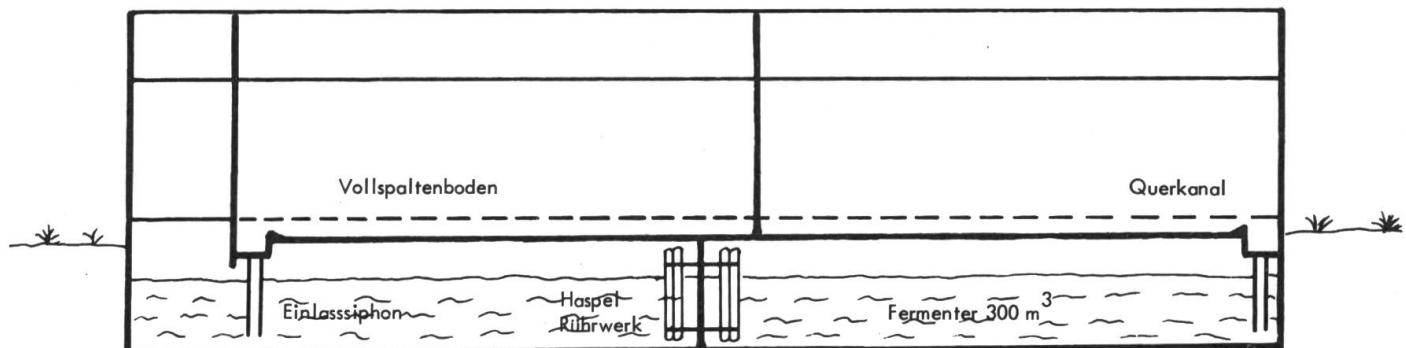
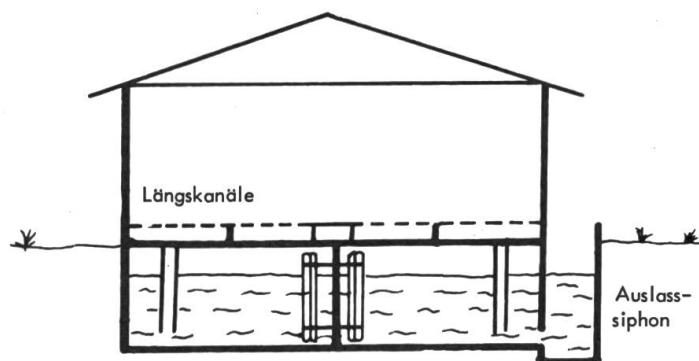


Abb. 3: Skizze des Maststalles mit Biogasanlage des H. Güntensperger.

Schweine wegen den H₂S-Gasen eingegangen. Jetzt habe ich den Prozess im Griff, doch künftigen Erbauern würde ich ausschliesslich eine Schieberentmistung empfehlen.

LT: Nutzen Sie das Gas vollständig in der Käserei?

Gü: Ja, der Energiebedarf ist – mit Ausnahme der Sommermonate, wo bei Gärtemperaturen um 18–20° C die Gasproduktion gut doppelt so gross ist wie im Winter – in der Regel grösser als die Produktion. Zuerst diente mir der Gärbehälter gleichzeitig als Gasspeicher. Überschritt der Druck das durch das Sicherheitsventil vorgegebene Maximum von 50 cm WS, so entwich das Gas. Auf diese Weise verlor ich insbesondere bei voller Gru-

be bis zu 40% des produzierten Gases. Deshalb installierte ich nachträglich einen Gasballon, der nun die ganze Produktion auffängt. Der für den Brenner nötige Vordruck wird jetzt mit einem Gasgebläse erzeugt.

Die Nutzung des Gases erfolgt in der Regel in zwei Etappen. Am Abend wird der Kessel mit Biogas auf rund 110° C aufgeheizt. Am Morgen wird er dann (wenn nötig) mit Oel auf Dampf gebracht, um die Milch auf 55° C aufzuheizen. Anschliessend wird wieder mit Gas fertig gekäst.

LT: Sie sagen, dass in den Sommermonaten das Gas für die ganze Käsefertigung reiche. Wieviel Gas brauchen Sie dann zum Beispiel für einen Laib Appenzeller?

Gü: Im Sommer habe ich für die Verarbeitung von 1000 kg Milch einen Energiebedarf von rund 450 MJ. Umgerechnet ergibt das für einen Laib von 7 kg (80 kg Milch) einen Biogasbedarf von 1,7 m³.

Im Winter habe ich nicht nur eine schlechtere Gasproduktion, sondern wegen der Milchtemperatur auch einen höheren Energiebedarf bis zu 750 MJ pro 1000 kg Milch.

Unsere letzte Frage, ob Herr Güntensperger die Biogasanlage noch einmal bauen würde, beantwortete er so überzeugend mit ja, dass sein Bruder (ebenfalls Käser) der unserem Gespräch beiwohnte, sich endgültig dazu entschloss, bei der baldigen Stallsanierung eine Biogasanlage mit einzuplanen!

WI

Sonnenkollektoren

Sonnenkollektoren dienen dazu, die von der Sonne ausgehende Strahlungsenergie zu sammeln und an ein Transportmedium, wie wässrige Lösungen oder Luft, zu übertragen. Häufigste Anwendungsgebiete in der Praxis sind Warmwasseraufbereitung und Luftanwärmung für die Heubelüftung.

Obwohl die Technik der Sonnenkollektoren bestechend einfach ist, konnte sie sich bei uns noch nicht recht durchsetzen. Hauptgründe dafür sind die tiefen Einstrahlungswerte und die

teilweise hohen Erstellungskosten.

Die Einstrahlungswerte schwanken in unseren Breitengraden sehr stark. Daran sind vor allem Schlechtwetterperioden und Nebel schuld. So kann zum Beispiel ein guter Warmwasserkollektor bei normalen Einsatzbedingungen in den vier Monaten Mai, Juni, Juli und August zirka 57% des möglichen Jahreswärmeertrages leisten, währenddem er in der Übergangszeit März/April und September/Oktober nur 35% und in den vier

Wintermonaten November bis Februar gar nur 8% des Jahresertrages bringen kann.

Bei diesen Gegebenheiten scheint es bei uns besonders interessant, Sonnenkollektoren zu erstellen, die ihre grösste Leistung im Sommer erbringen müssen, wie beispielsweise für die Heubelüftung.

Bei unseren tiefen Jahres- und insbesondere Wintertemperaturen ist es nicht weiter erstaunlich, dass die Kosten für die Kollektoren relativ hoch ausfallen.

Warmwasser aus Sonnenkollektoren

Der Warmwasserkollektor dient in erster Linie der Erwärmung des täglichen Brauchwassers. Kernstück des Kollektors ist der schwarze Absorber. Er wandelt die Sonnenstrahlen in Wärme um und gibt diese an das ihn durchströmende Wasser ab. Beim sogenannten Thermosyphonprinzip liegt ein Speicherbehälter über dem Kollektor. Das warme Wasser steigt durch den thermischen Auftrieb selbst in den Speicher und kaltes Wasser strömt vom Speicherunterteil in den Kollektor. Bei der Warmwasserentnahme wird kaltes Wasser unten in den Speicher gedrückt, wodurch das warme über einen Überlauf zum Wasserhahn gelangt. Diese Anlagen müssen bei Frostgefahr entleert werden. Kompliziertere Systeme weisen einen separaten Kollektorkreislauf auf. Hier kann man dem Wasser Frostschutz beigeben, da die Wärme mit einem Wärmetauscher an das Brauchwasser im Speicher abgegeben wird.

Eine Umlözpumpe setzt das Gemisch in Umlauf, sobald die Temperatur am Kollektorausgang um ein paar Grad höher ist als die Speichertemperatur auf der Höhe des Wärmetauschers. Einfache Kollektoren bestehen nur aus dem Absorber. Etwas aufwendigere sind mit einer oder zwei durchsichtigen Platten (Glas oder Kunststoff) abgedeckt und auf der Rückseite isoliert. Sie erreichen etwas höhere Temperaturen und bessere Wirkungsgrade. Selektive Schichten (ein Film auf dem Absorber, der die Abstrahlungsverluste vermindert) helfen auch diese



Abb. 1: Sonnenkollektor für die Warmwasseraufbereitung im praktischen Vergleichstest an der Forschungsanstalt Tänikon (FAT).

Die Kollektoren auf dem Offenfrontstall sind nach Süden gerichtet, mit einem Winkel von 45° angestellt.

Kollektoren noch zu verbessern. Allerdings nimmt in dieser Reihenfolge auch der Preis zu. Der Warmwasserspeicher dient der Überbrückung der Nacht und einzelner Schlechtwettertage. Die in südlichen Breitengraden bestens bewährte Methode zur Erwärmung des Wasserbedarfes hat in unserem Lande ausgesprochen Mühe, Fuß zu fassen.

Obwohl sich verschiedene Institutionen (Universitäten, Forschungsinstitute, Firmen usw.) mit der Verbesserung und Optimierung von Sonnenenergieanlagen befassen, war es uns nicht möglich, einen Landwirtschaftsbetrieb mit einer gut funktionierenden Anlage zu finden.

Folgende Punkte müssen als Haupthindernisse für die Verbreitung von Sonnenenergieanlagen zur Warmwasseraufbereitung angesehen werden:

Klimatische Bedingungen

Die Schwankungen in der Intensität der Sonneneinstrahlung

sowie der Temperatur zwischen Sommer und Winter führen zu einem Abwägen, wie hoch der Anteil von der Sonne eingebrachter Energie zur Warmwasseraufbereitung im Winter sein soll. Je höher er angestrebt wird, desto mehr Speicherkapazität und Kollektorfläche werden benötigt. Daraus resultieren zwangsläufig recht hohe Überschüsse im Sommer. Es wird versucht, diesen Optimierungsproblemen unter Einbezug der Kosten mit Modellrechnungen beizukommen. Ein daher schwer zu berücksichtigender Faktor stellt aber der Nebel dar, welcher oft das Mittelland tagelang von der Sonneneinstrahlung abdeckt.

Energiepreise

Die nach wie vor reichlich und billig vorhandene fossile und elektrische Energie (Nachtstrom) macht es mit Preisen von 5–10 Rp./kWh den Sonnenenergieanlagen praktisch unmöglich, an die Grenzen der Wirtschaftlichkeit heranzukommen.

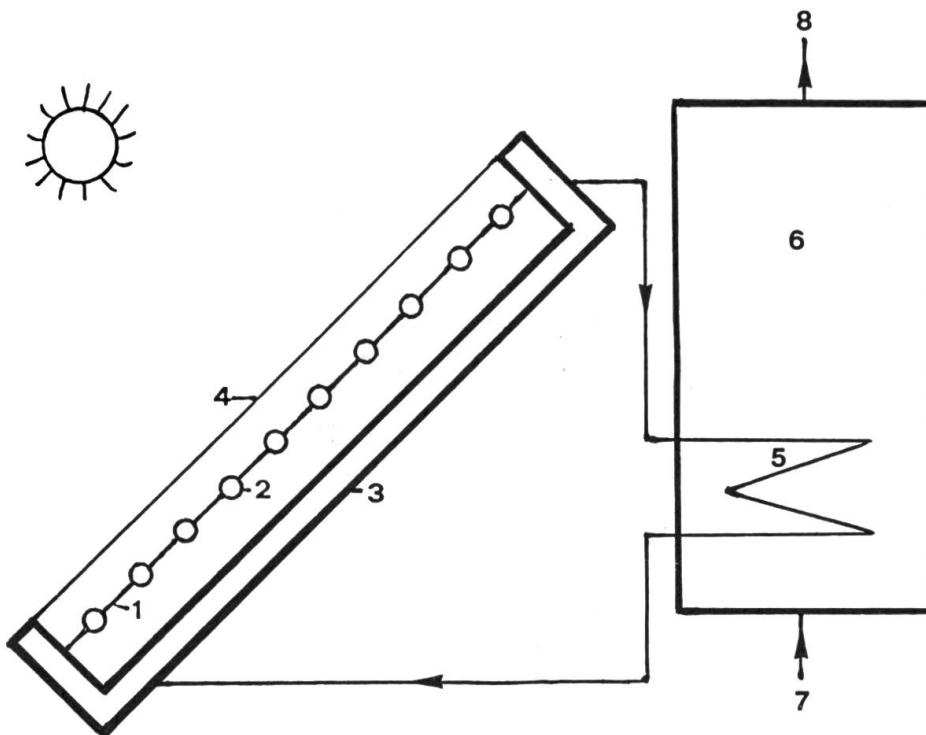


Abb. 2: Schematischer Aufbau eines Sonnenkollektors: Der Warmwasserkollektor besteht aus einem Absorber (1) der die eingefangene Sonnenwärme an durch die Rohrleitungen (2) fliessendes Wasser abgibt. Der Kasten (3) ist in der Regel isoliert und auf der Sonnenseite mit einer durchsichtigen Platte (4) abgedeckt. Im Wärmetauscher (5) erfolgt der Wärmeeintritt vom Kollektorkreislauf auf den Speicherinhalt. (6)= Wassertank, (7)= Wassereinspeisung, (8)= Warmwasser zum Verbraucher.

Sonnenkollektor für die Heubelüftung

Nahe der Hauptstrasse Gossau-Bischofszell liegt der Weiler Laubbach, zugehörig zur Gemeinde Wittenbach. Hier führt Landwirt Franz Arnold einen Milchwirtschaftsbetrieb mit 28 Kühen und eigener Aufzucht. Der Betrieb umfasst insgesamt 19 ha Eigen- und Pachtland und 3 ha Wald. Zum Betrieb gehört auch ein Schweinestall mit 25 Zuchtsauen.

Die Betriebsgebäude wurden im Jahr 1983 erweitert und modernisiert. Ein Gebläse mit Teleskopverteiler, zwei Heubelüftungsanlagen und ein Sonnenkollektor sorgen für eine leistungsfähige Futtereinlagerung. Das Prinzip des Sonnenkollektors ist dabei denkbar einfach. Die gesamte Luftmenge für die Heubelüftung wird von den Ven-

men, müssen sie doch meistens aus den vorher erwähnten Gründen parallel zu einer konventionelleren Boileranlage betrieben werden.

Somit bleibt der Warmwasserkollektor leider ein zwar nicht unerschwingliches, aber doch recht teures Werkzeug von Idealisten, welche Freude daran haben, wenigstens für die Warmwasserbereitung aus der vollständigen Öl- oder Elektrizitätsabhängigkeit auszubrechen.

Ny

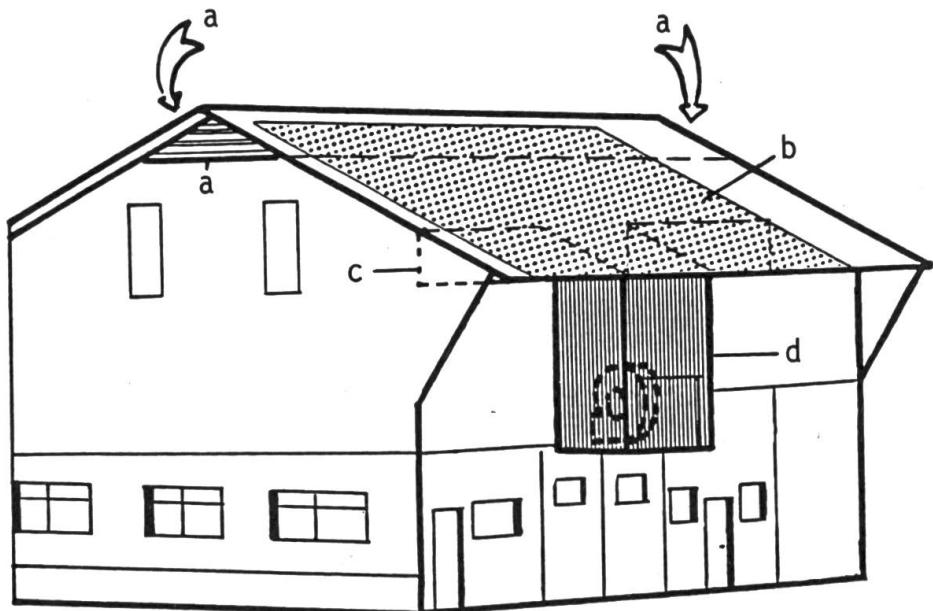


Abb. 1: Skizze und Einzelheiten der Heubelüftung:

- a) Lufteintrittsöffnung im Firstdreieck
- b) Eternitdach als Kollektor (Kollektorkfläche)
- c) Sammelkanal unter dem Vordach
- d) Lüfterkasten

**Kluger Rat –
Notvorrat!**

tilatoren knapp unter dem Eternitdach durchgesogen, wobei sich die Luft um 1–10° C erwärmt, je nach Tageszeit, Wetter und Luftmenge. Damit die Ventilatoren keine feuchte Abluft von den Belüftungsanlagen ansaugen können, war der Einbau eines dichten Unterzuges unter dem Süddach und eines Luftsaugkanals im First erforderlich (siehe Skizze Abb. 1).

Nach den Gründen für die Wahl eines Eternitkollektors gefragt, erklärt Herr Arnold: «Bereits bei der früheren Entscheidung «Neubau oder Umbau» spielte bei mir der künftige Anblick des Gehöftes eine bedeutende Rolle. Mir war bekannt, dass ein Lichtplattenkollektor eine grösse Leistung erbringen kann. Der gewählte Eternitkollektor ist demgegenüber unauffälliger, dauerhafter und auch kosten-günstiger. Ich bin froh, wenn ich in naher Zukunft keine Unter-

haltsarbeiten am Kollektor ausführen muss.»

LT: Was leistet der Sonnenkollektor? Ist er wirtschaftlich?

Zu diesen Fragen werden mit Sicherheit noch viele Diskussionen stattfinden. Die naheliegende Grösse, nämlich die raschere Trocknung des Futters durch die Lüfterwärmung, ist nur ein Teilaspekt. Hinzu kommen weitere Faktoren wie: Stromsparen, Belüftungsrisiko, Wetterrisiko, Futterqualität, Wiederanfeuchtung usw., die einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit ausüben. Dazu sind die einzelnen Erntejahre so verschieden, dass nur ein langjähriger Durchschnitt gültige Aussagen zulässt. Der sehr warme Sommer 1983 war für die meisten Belüftungsanlagen eine problemlose Angelegenheit. Eine Ausnahme bildete allerdings der Erntebeginn im Mai, wo eine extrem lange Schlechtwetterperiode das

Risiko gewaltig erhöhte. Ein Trocknungsfortschritt war in jenen Tagen nicht zu verzeichnen. Mit dem Heuwetter kam aber sogleich auch die Leistung wieder.

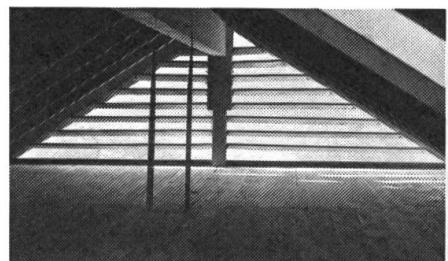


Abb. 3: Das Firstdreieck ist betretbar. Eine Jalousie schützt vor dem Regen.

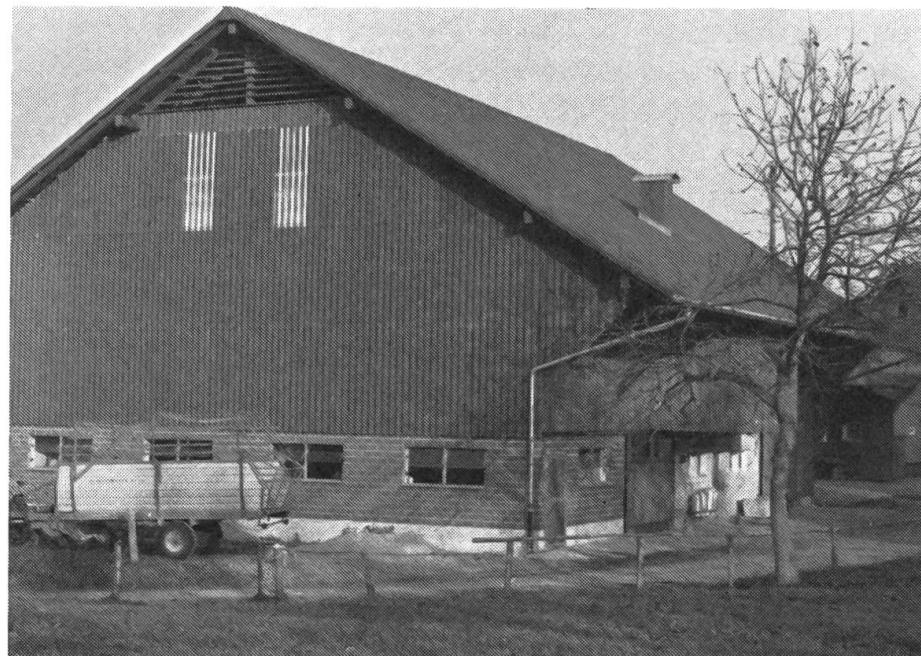


Abb. 2: Modernisierte Scheune des Franz Arnold in Laubbach SG. Gut sichtbar ist die Lufteintrittsöffnung im Firstdreieck für die Heubelüftung mit Sonnenkollektor.

LT: Was hat der Kollektor gekostet?

Gerne hätte Herr Arnold den Kollektor mit viel Eigenleistungen erstellt. Weil er aber im Zuge des Scheunenumbaus andere Vorhaben realisierte und die Arbeit am Dach nicht ungefährlich ist, liess er den Kollektor durch eine Holzbaufirma erstellen. Er weist eine Fläche von ca. 170 m² auf. In die Abrechnung sind auch die Kosten für den Sammelkanal und den Lüfterkasten mit eingeschlossen. Die Erstellungskosten betragen total Fr. 10'088.–, was einem Quadratmeterpreis von Fr. 59.– entspricht.

LT: Sonstige Einflüsse durch den Sonnenkollektor?

Sehr positiv bewertet Herr Arnold die Auskleidung des Süddaches und des Firstes mit Platten. Der Gebläsestaub hat hier keine Ablagemöglichkeit mehr und der Innenraum bleibt dadurch sehr sauber. Nachträglich wurde nur noch die Nordseite

des Daches verkleidet, allerdings ohne eine Nutzung der Sonne anzustreben.

Auf die möglichen Nachteile durch den Sonnenkollektor angesprochen, bestätigt Herr Arnold, dass er wohl von der Gefahr durch eine Untertrocknung des Futters gehört habe. Er

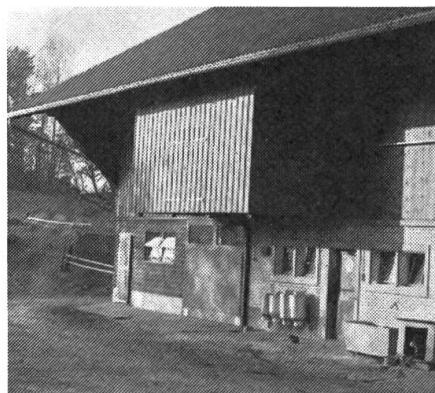


Abb. 5: Der Lüfterkasten über der Stalltür ermöglicht die Luftführung über das Dach, ist aber gleichzeitig ein Lärmschutz.

meint, dass es sicher eine Sache der Erfahrung sein werde, die richtigen Betriebsstunden für die Ventilatoren festzulegen und damit die möglichen Nachteile in Grenzen zu halten. An seinem Stock hätte er in diesem Jahr keine negativen Einflüsse durch den Kollektor feststellen können.

Im Ganzen gesehen

Herr Arnold ist mit seinem neuen «Gehöft» und speziell mit der leistungsfähigen Heubelüftung sehr zufrieden. Er glaubt, dass in Zukunft noch manche Landwirte die Vorteile der Nutzung der Sonne für die Belüftungstrocknung erkennen und entsprechende Anlagen ein-

bauen werden. Einen Schönheitsfehler seiner Anlage möchte er aber bei dieser Gelegenheit doch erwähnen: die Mittagsstromsperre. «Es braucht wirklich *starke* Nerven, wenn man zusehen muss, wie die Sonne in der Mittagszeit auf das Kollektordach brennt und die Ventilatoren in der besten Zeit nicht in Betrieb sein dürfen», meint Franz Arnold. Dazu kommt noch das Problem, dass die Ventilatoren nach der Sperre von Hand wieder eingeschaltet werden müssen. Eine automatische Schaltung wurde vom «Werk» aus nicht bewilligt. Hier sollte in Zukunft noch eine Änderung bewirkt werden können.

Pf.

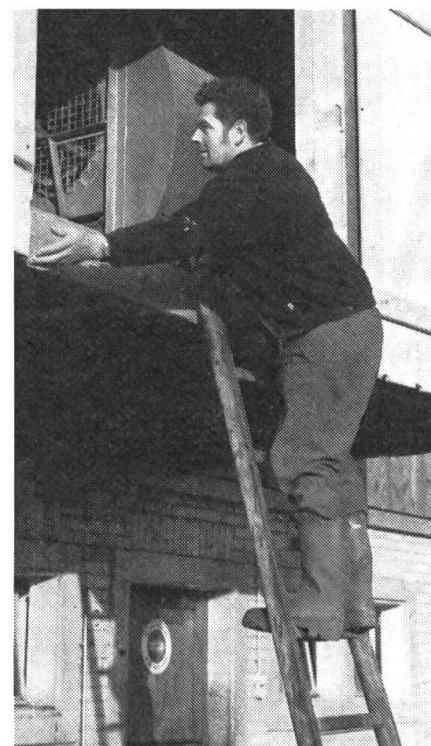


Abb. 4: Über eine kurze Leiter ist der Zutritt zu den Ventilatoren möglich. Landwirt Franz Arnold (Bild unten) hat auch die Möglichkeit vorgesehen, die Ventilatoren mit kalter Frischluft zu beschicken.

Verzeichnis der Inserenten

Aebi Sugiez, Sugiez	240
Agrar AG, Wil	287
AGROLA, Winterthur	276/282/U.S. 4
Agro-Service AG, Zuchwil	234/274
Airma-Technik AG, Arch	288
Althaus & Co. AG, Ersigen	286
APV, Ott Gebr. AG, Worb	280
BEA, SAV, Herzogenbuchsee	278
BINOTECH AG, Roggwil	228
Birchmeier & Cie. AG, Künten	233
Blasto AG, Rapperswil	226
Brack AG, Unterstammheim	236
Bürgi AG, Gachnang	284
Ciba-Geigy AG, Basel	U.S. 2/274
Dezhofer AG, Niederbüren	236/276/279
ERAG, Rüst E., Arnegg	230/234/274/281/286/288
Ford Motor Company, Zürich	227
Forrer P. AG, Zürich	273
Forster + Bischof AG, Volketswil	238
Früh J., Münchwilen	288
Gelenkketten AG, Hergiswil	278
Gerber + Reinmann AG, Schwarzhäusern	281
Gloor Gebr. AG, Burgdorf	234
Goodyear AG, Hegnau	235
Griesser AG, Andelfingen	230
HARUWY, Romanel	279
Huber W. AG, Lengnau	285
Junod Pneu-Shop, Pfäffikon	277
Kapp E. AG, Nassenwil	278
Kaufmann, Lämmenschwil	282
Kleber-Colombes AG, Zürich	225
Kleinanzeigen	288
Krefina Bank AG, St. Gallen	271
Küpfer Toni, Bex	279
Lorenz AG, Andelfingen	284
Marolf W., Finsterhennen	232
Matra AG, Zollikofen	283
Messer E. AG, Niederbipp	236/275
Miele AG, Spreitenbach	237
Müller Maschinen AG, Bättwil	232
Müller Franz, Ruswil	228
Rapid AG, Dietikon	231
Rastawerke AG, Murten	226
Rihs Rich., Safnern	234
Rohrer-Marti AG, Regensdorf	276/U.S. 3
Rotaver AG, Lützelflüh	286
Schaad Gebr. Derendingen	284
Silent AG, Dällikon	275
Teprotex AG, Regensdorf	278
Urech Max, Villmergen	226
VGL, Ebikon	229
VLG, Bern	230
Waadt-Versicherungen, Lausanne	280
Wanner-Reisen, Schaffhausen	232
Wild J. & Co., Untereggen	281
Wyss H.-R., Romanel	279
Zaugg Gebr. AG, Eggiwil	282
Zumstein AG, Zuchwil	226

Wärmerückgewinnung aus der Stall-Abluft

Bis anhin heizte man Nutztierräume, wo es nötig war, mit Öl, Gas oder Elektrizität. Lange wurde nicht wahrgenommen, dass mit dem beachtlichen Wärmepotential in der Abluft der Stall beheizt werden könnte. Eine geeignete Lösung dazu bietet sich mit dem Einsatz einer Wärmerückgewinnungsanlage (WRG-Anlage) an.

Funktion

Diese Art Wärmerückgewinnung wird ohne Kompressoren und Flüssigkeiten betrieben. In einem Kasten, meistens aus Kunststoff, befinden sich dicht nebeneinander gereiht, Kunststoff- oder Metallplatten, evtl. auch gespannte Folien oder Kunststoffröhren. Durch entsprechende Konstruktion entstehen zwei Luftkanalsysteme. Ein Ventilator fördert die Abluft durch den Tauscherkasten. Die warme Abluft erwärmt beim Durchströmen die Elemente und

gelangt anschliessend ins Freie. Ein zweiter Ventilator fördert Frischluft über ein eigenes Kanalsystem durch die erwärmten Elemente in den Stall. Ist nun die Zuluft entsprechend kühl, wird die Abluft im Tauscher abgekühlt. Es bildet sich Kondenswasser. Weil die frische Luft aufgewärmt wird, ist sie trockener und kann somit der Stall-Luft Feuchtigkeit entziehen. Dies wirkt sich auf das Stallklima positiv aus.

In der Praxis bewährt

Da in letzter Zeit die Nachfrage nach solchen Anlagen zugenommen hat, interessierte uns, welche Erfahrungen damit gemacht wurden. Zwei Schweine- und ein Kälbermäster berichten über ihre Erfahrungen. Alle haben die Anlagen seit einiger Zeit im Einsatz und verfügen über genügend Erfahrung. Die auf die gestellten Fragen erhaltenen Antworten decken sich bei allen drei Besitzern und entsprechen auch den Erfahrungen, die wir an der landwirtschaftlichen Schule Flawil machten.

LT: Hat die WRG-Anlage grundsätzlich die Erwartungen in bezug auf die Energieeinsparung erfüllt?

Die Erwartungen sind bis zum heutigen Zeitpunkt erfüllt, z.T. gar übertroffen worden. Bei genügendem Besatz der Ställe brauchten wir überhaupt keine Fremdenergie zur Beheizung.

Lediglich zum Betrieb der Ventilatoren benötigen wir etwas mehr Strom, weil mehr Luft durch den Stall gefördert wird. Dieser Mehrverbrauch wird aber durch die Energieeinsparung bei weitem wettgemacht. Das Vorwärmen beim Einstallen und evtl. etwas Grundlast der Heizung lässt sich bei kleinen Tieren nicht vermeiden. Später genügt aber die Abwärme der Tiere. In diesem Zusammenhang spielt auch die Isolation des Stalles eine entscheidende Rolle. (Anmerkung: Ein Besitzer eines Grossbetriebes hat kürzlich erwähnt, dass er seit dem Einbau der WRG-Anlagen im ganzen Gebäudekomplex über 10'000 Liter Heizöl eingespart habe.)

Tabelle 1:
Wärmeproduktion pro Tier

Mastschwein	60 kg	150 Watt
	100 kg	220 Watt
Zuchtschwein	200 kg	360 Watt
säugend	250 kg	400 Watt
Kälber	100 kg	250 Watt
	150 kg	370 Watt
Kükens	0,3 kg	2,8 Watt
Masthennen	1,5 kg	9 Watt
Milchkuh	600 kg	900 Watt

LT: Hat sich das Stallklima seit dem Einsatz der WRG-Anlage verändert?

Bei «normalen» Stallheizungen wird in der kalten Winterzeit nur soviel Frischluft gefördert als nötig ist, um die Schadgaskonzentrationen in den erforderlichen Grenzen zu halten. Erhöhte Frischluftzufuhr würde die Kosten für Energie ins Unermessliche steigen lassen. Mit der WRG-Anlage jedoch kann

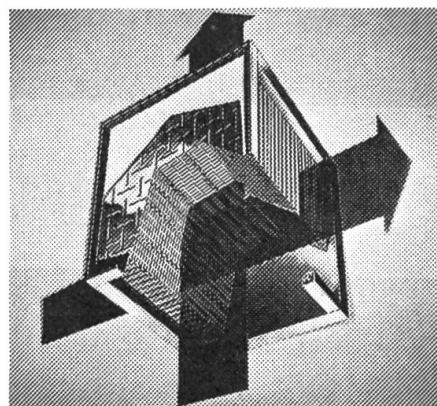


Abb. 1: Kreuzstrom-Wärmetauscher.

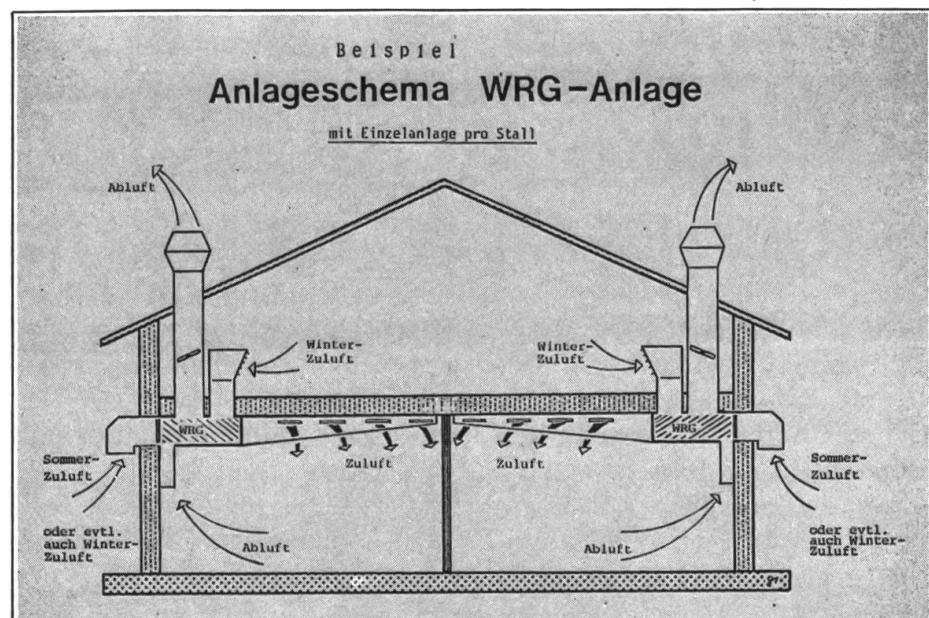
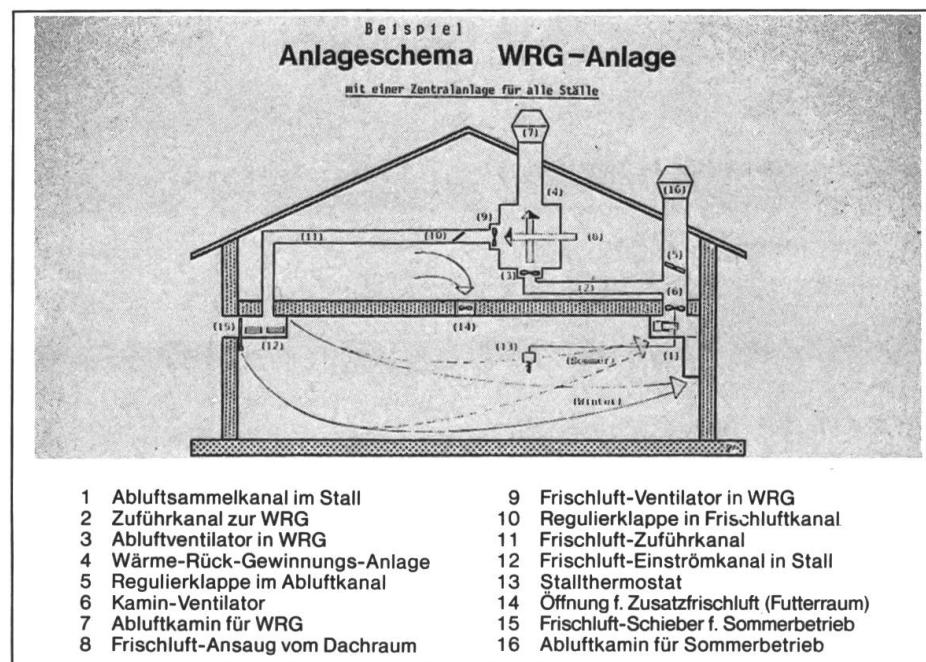


Abb. 2 a + b: Schema einer WRG-Anlage (1 Stall, 2 Ställe).



mehr Luft durch den Stall gefördert werden, weil die warme Abluft die Frischluft erwärmt und somit kein Fremdenergie-Mehrverbrauch nötig ist. Da die Frischluft relativ trocken ist, kann dem Stall auch mehr Feuchtigkeit entzogen werden. Die Stall-Luft wird in ihrer Zusammensetzung besser und ist

der Tiergesundheit förderlich. Baufehler und Isolationsmängel lassen sich aber auch so nicht grundlegend wegbringen.

LT: Wie steht es mit der Bedienbarkeit der WRG-Anlage?

Es ist sehr wichtig, dass man die Funktionsweise der WRG-Anlage sehr genau kennt.

Da diese Anlagen mit Zu- und Abluftventilatoren arbeiten, sind die bekannten Lüftungsprobleme besser in den Griff zu bekommen. Die Einstellung der richtigen Ab- und Zuluftmengen verlangt etwas Fingerspitzengefühl. Ein leichter Überdruck, also mehr Zuluft als Abluft, ist meistens vorteilhaft. Die neuen Anlagen sind mit recht guten Steuerungen versehen. Sie regeln in Abhängigkeit von der Stalltemperatur. Die Einregelung verlangt anfänglich eine gute Beobachtung. Nach dieser Einlaufphase sind die Anlagen jedoch einfach zu bedienen, da außer den Ventilatoren keine beweglichen Teile zu finden sind. Mit der weiteren Entwicklung der Elektronik und mit zunehmenden Erfahrungen mit solchen Anlagen kann auch die Überwachung und Steuerung der verschiedenen Faktoren noch verfeinert werden.

LT: Die Abluft beinhaltet hartnäckigen Schmutz. Sind diesbezügliche Probleme aufgetreten?

Die Luft- und Heizleistung hängt von der Sauberkeit der Tauscherelemente ab. Damit der Schmutz nicht hängen bleibt, soll ein genügender Abstand der einzelnen Tauscherteile, etwa 10 mm, vorhanden sein. Tatsächlich kann der Abluftstaub

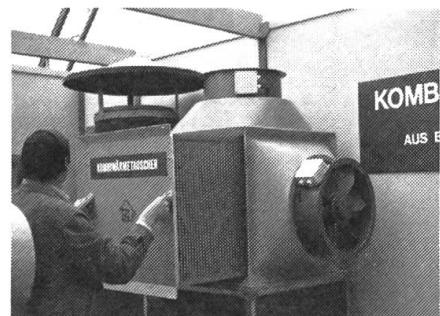


Abb. 3: Kreuzstrom-Wärmetauscher aus Kunststoffplatten gut demontierbar.

zusammen mit dem Kondenswasser eine unangenehme Verschmutzung verursachen. Dies stellt unseres Erachtens das grösste Problem des Tauschers dar. Eine durchdachte Planung ist wichtig. Es sollte in jeder Anlage eine Waschmöglichkeit eingebaut sein, die automatisch, nach vorgewählten Zeiten eingeschaltet wird. Somit kann der Tauscher nie übermäßig verschmutzen, und die Betriebsbereitschaft ist immer gewährleistet. Auch wenn die Tauscher einheit gut aus dem Gehäuse gezogen werden kann, reinigt man erfahrungsgemäss nicht jede Woche mit dem Wasserschlauch oder Hochdruckreiniger. Somit lohnt sich diese nicht sehr aufwendige Installation unbedingt. Die vielfach gepriesene Eigenreinigung durch das anfallende Kondenswasser genügt in den meisten Fällen nicht.

LT: Welche Heizleistung oder Temperaturerhöhungen sind mit einer solchen Anlage möglich?

Grundsätzlich spielen dabei viele Faktoren eine Rolle. Je nach Tauscheroberfläche, Luftmenge, Ab- und Zulufttemperaturen sind Temperaturerhöhungen im Bereich von ca. 10° C möglich, je nach Wetterverhältnissen auch mehr oder weniger. Je kälter die Zuluft und je wärmer die Abluft ist, desto mehr kann die Anlage leisten.

Ein Beispiel: Bei entsprechenden Temperaturunterschieden und Isolationsverhältnissen könnten rund 100 Mastschweine die benötigte Menge Frischluft um rund 10° C erwärmen.

LT: Stehen die Mehrkosten in einem gesunden Verhältnis zum Ertrag?

Es ist festzuhalten, dass eine andere Heizung eine beachtli-

che Menge Geld kostet, sei es eine Ölheizung mit Radiatoren oder Bodenschlangen, sei es eine elektrische Bodenheizung oder eine Heizung mit Gas. Diese Kosten müssen in ein Verhältnis mit dem Preis der WRG-Anlage gesetzt werden. Eine evtl. nötige Grundlastheizung müsste dabei selbstverständlich auch berücksichtigt werden. Nach den bisherigen Erfahrungen können keine einheitlichen Zahlen genannt werden, weil jede Anlage einzeln geplant werden muss. Rechnet man jedoch die eingesparte Energie, die besseren Stallklimaverhältnisse und die erweiterte Unabhängigkeit von Fremdenergie ein, ist durchaus eine vernünftige Abschreibungsdauer (ab ca. 8 Jahren) der Anlage erreichbar. Ausser den Ventilatoren sind keine grösseren Abnutzungerscheinungen zu erwarten, so dass eine lange Lebensdauer nach heutigem Stand zu erwarten ist. Somit kann auch die Wirtschaftlichkeit interessant werden. Gemäss einer Umfrage bei den Anlageherstellern dürfte eine gesamte Anlage Fr. 3.- bis 3.50 pro m³ stündlicher Luftleistung kosten.

LT: Würden Sie wieder ein WRG-Anlage einbauen lassen und welche Empfehlungen würden Sie den Lesern geben?

Im Zuge der stetigen Entwicklung in der Technik werden die Anlagen sicher noch da und dort verbessert. Aufgrund der allgemein positiven Erfahrungen würden wir wieder eine Anlage einbauen lassen. Die ganze Anlagenplanung erfordert Kenntnisse der Lufttechnik und der Steuerungsprobleme. Daher gehört eine Planung in die Hände eines erfahrenen Lieferanten,

der bei allfälligen Problemen auch nach dem Verkauf zur Stelle ist. Am besten fragt man andere Anlagebesitzer. Im übrigen sollte sich der Bediener der Anlage in die Vorgänge einzubauen versuchen. Einerseits kann es für ihn recht interessant sein und andererseits weiss er sich bei allfälligen Unzulänglichkeiten zu helfen.

Beim Bau einer WRG-Anlage sollen die folgenden Ratschläge berücksichtigt werden:

- auf korrosionsfeste Materialien achten,
- Tauscherelementabstand soll mindestens 8-10 mm betragen,
- geringeres Gewicht des Tauschers anstreben,
- achten auf wartungsfreundlichen Aufbau und einfache Bedienung (automatische Reinigungsmöglichkeit einplanen)
- kurze Leitungen anlegen, isolieren und mit Spülstutzen versehen,
- Axialventilatoren verwenden,
- Verhältnis max. Luftdurchsatz (m³/h) zu Oberfläche Wärmetauscher soll im Bereich von 50-100 liegen,
- möglichst einfache Steuerung anstreben,
- auf guten Service seitens des Anlagebauers achten.

Ferner soll darauf geachtet werden, dass die Einblas- und Absaugöffnung im Stall keine Zuglufterscheinungen bei den Tieren zur Folge haben und die Schadgase vollumfänglich abgezogen werden. Die Gesundheit der Tiere geht schlussendlich der Energieeinsparung voran!

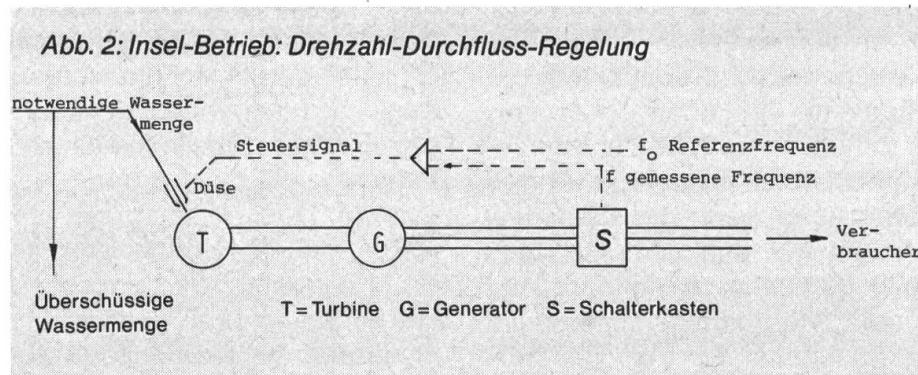
Kleinwasserkraftwerke

Die Nutzung von Wasserläufen ist eine der ältesten Formen der Energiegewinnung in unserem Lande. Zeugen aus alter Zeit sind die, da und dort noch erhaltenen, Mühlen mit ihren markanten Schaufelrädern.

Das Aufkommen von billigerer Energie in den letzten Jahrzehnten hatte zur Folge, dass viele Mühlen ihre Stromproduktion stillegten. Die Billigpreispolitik der EW's trug das Ihre noch dazu bei.

Zur Zeit beginnt sich im Strompreisgefüge ein Tendenzwende abzuzeichnen, die hauptsächlich auf die hohen Baukosten von neuen Elektrizitätswerken zurückzuführen ist. Diese Tendenzwende hat bereits die Instandstellung alter Mühlen zur Folge, ja sogar die Errichtung neuer Kleinwasserkraftwerke. Dies um so mehr, als teure Tief- und Hochbauten (Wasserzufluss, Gebäude usw.) meistens schon vorhanden sind.

Wir wollen versuchen, einige Probleme an einem praktischen Beispiel aufzuzeigen.



Kleinwasserkraftwerk am Bach Baumine im Waadtländer Jura.

Der richtige Name des Besitzers wurde auf eigenen Wunsch weggelassen. Wir nennen ihn Müller.

LT: Welche Gründe haben Sie bewogen, im Jahre 1982 ein Kleinwasserkraftwerk zu bauen?

Mü: Ökologische und energetische Probleme haben mich bewogen, unter Verwendung bestehender Anlageteile aus früherer Zeit ein Kleinkraftwerk zu bauen.

LT: Wie sind Sie bei der Planung vorgegangen?

Mü: Als erstes musste ich das Energiepotential des Baches berechnen. Während rund 18 Monaten registrierte ich die Wassermenge und zeichnete eine Kurve auf. Anschliessend erstellte ich eine Wirtschaftlichkeitsrechnung.

LT: Und diese war positiv?

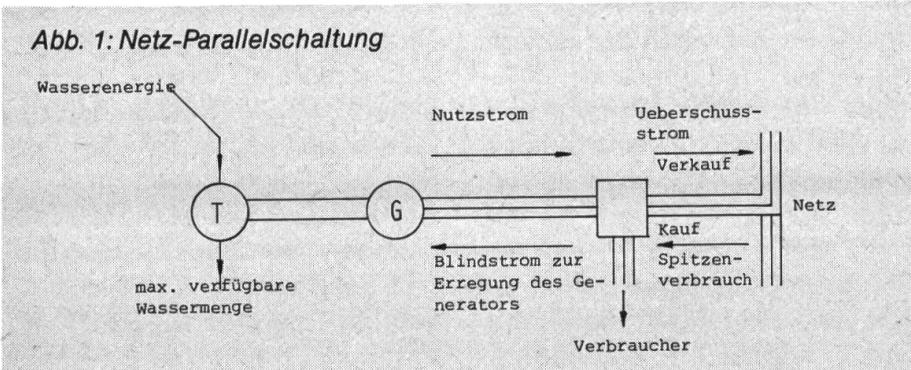
Mü: Die Wassermenge des Baches schwankt sehr stark. Während der Schneeschmelze und langen Regenperioden ist sie zu gross. Im Sommer reicht sie kaum aus, die Turbine anzutreiben. Das zu erwartende Energiepotential liess nur eine beschränkte Investition zu. Nach langem hin und her fand ich jedoch einen Ingenieur, der mir eine praktikable Lösung anbot.

LT: Welche Voraussetzungen mussten für die Wirtschaftlichkeit erfüllt werden?

Mü: Die Anlage konnte nur einigermassen wirtschaftlich sein, wenn

- der ins Netz abgegebene Strom vernünftig entschädigt wird,

Abb. 1: Netz-Parallelschaltung



- die Installationskosten niedrig sind und
- die Turbine automatisch geregelt werden kann.

LT: Konnten diese Bedingungen erfüllt werden?

Mü: Der Preis für eingespeisten Strom wurde schon für andere Kleinkraftwerke (Biogas) vom Werk festgelegt. Nach unserem Empfinden dürfte er aber noch etwas höher sein, da bei den EW's keine zusätzlichen Unkosten anfallen. Mein zuständiger Bauplaner zeigte sich engagiert und konstruierte selber eine Durchflussturbine mit automatischer Regelung. Die Kosten bewegten sich im Rahmen der zulässigen Investitionen. Da die zuständigen kantonalen Behörden dieses Projekt als interessant bezeichneten, wurde es mit einem Beitrag honoriert.

LT: Welche Formalitäten waren gegenüber den Behörden zu erfüllen?

Mü: Zu beachtende Formalitäten sind:

- öffentliche Ausschreibung (Wasserentnahme, Druckleitung, Gebäudeumbau etc.),
- Konzessionsgesuch für die Benutzung eines Wasserlaufes, was eine separate öffentliche Ausschreibung nötig macht.

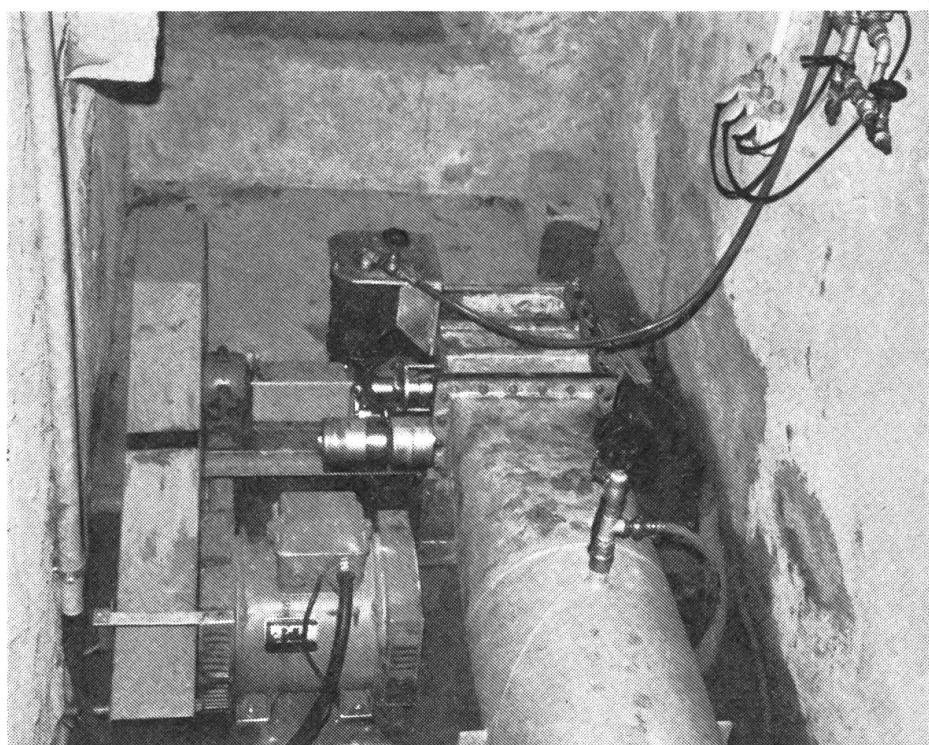


Abb. 4: Ansicht der Turbine und des Generators.

Auf lokaler Ebene erfolgte kein Einspruch. Die kantonalen Instanzen erteilten ihre Bewilligung angesichts der Anpassung des unterbreiteten Projektes an die Umgebung und unter Vorbehalt, dass eine Restwassermenge von 50 l/min garantiert werde.

LT: Welche Anforderungen stellte das EW?

Mü: Das EW erliess genaue Vorschriften über die Parallelschal-

tung des Asynchron-Generators, die Einspeisung des Überschussstromes und die Anordnung des Zählerbrettes.

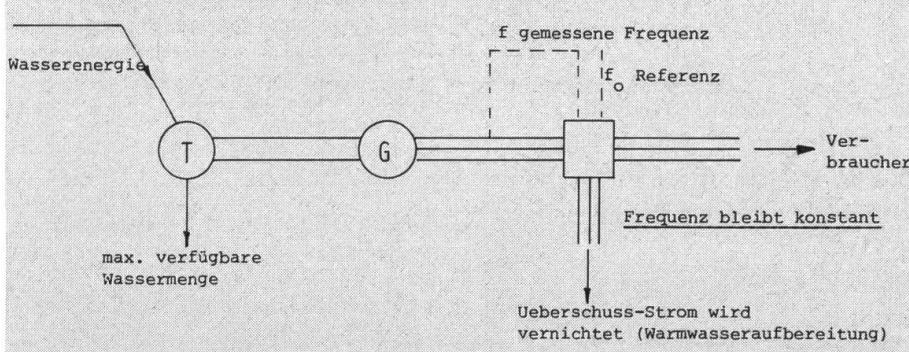
Ferner musste ich folgende Gebühren bezahlen:

- eine einmalige Gebühr für die Erhöhung der Anschlussleitung (stärkere Hauptsicherungen [Zuleitung] unter Berücksichtigung der Generatorleistung),
- Bewilligungs- und Abnahmespesen des Eidg. Starkstrominspektore.

LT: Gab es Probleme während des Baues?

Mü: Die elektromechanischen Einrichtungen verursachten keine Schwierigkeiten. Im Sektor «Bauwesen» war es schwierig, die Kosten am Zügel zu behalten. Die im Projekt vorgesehnen Sparmassnahmen scheiterten gelegentlich an Einzelarbeiten (z.B. Dichtheit), deren Beheben zusätzliche Spesen verur-

Abb 3: Insel-Betrieb: Drehzahl-Last-Regelung



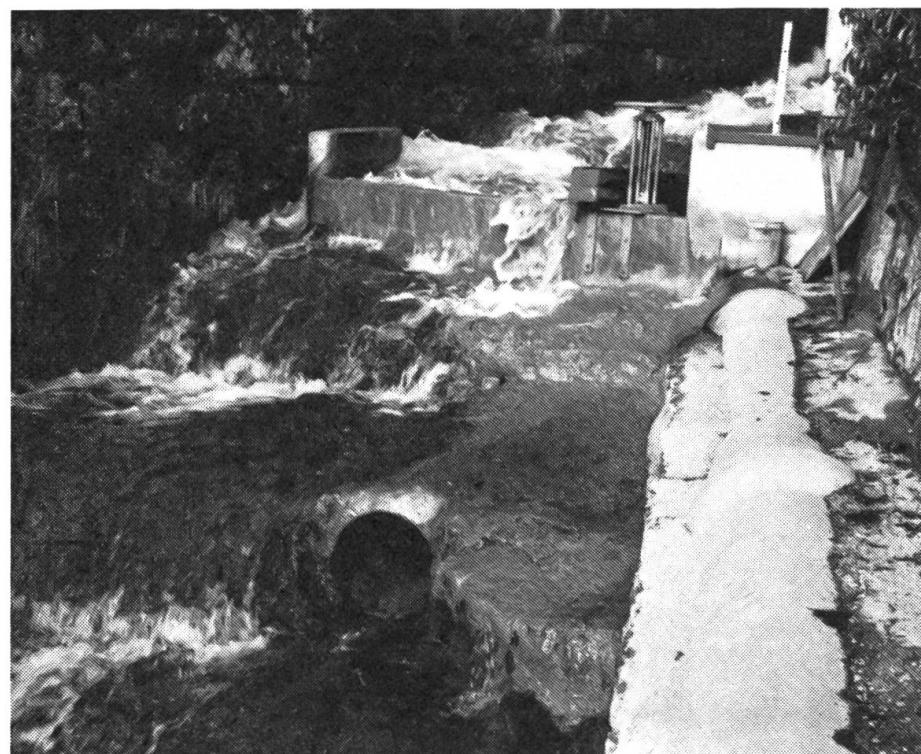


Abb. 5: Die neu gebaute Wasserentnahmestelle. In wenigen Jahren werden diese Röhren kaum mehr sichtbar sein.

sachte. Man muss sich darüber Rechenschaft geben, dass bei kleinen Investitionen kleine zusätzliche Arbeiten sofort ins Gewicht fallen.

LT: Welche Schwierigkeiten traten während des ersten Betriebsjahres auf?

Mü: Die Turbine, obwohl ein Prototyp, benötigte lediglich nebensächliche Verbesserungen. Am

meisten Schwierigkeiten verursachte die Wasserentnahme: im Frühjahr schwoll der Wasserspiegel zur Zeit der Schneeschmelze stark an und das Wasser führte allerhand Fremdkörper mit, wie Zweige, Blätter, Steine, Kies usw. Im Frühjahr 1983 deckte das Hochwasser das Gitter der Entnahmestelle vollkommen ab. Im Herbst

machte das fallende Laub eine sozusagen ununterbrochene Reinigung des Abdeckgitters notwendig, was von Hand gar nicht realisierbar ist. Da die Anschaffung eines mechanischen Reinigers unerschwinglich ist, wurde ein selbstreinigendes System in Form eines horizontalen Gitters realisiert. Mit dieser technisch befriedigenden Lösung konnten Kosten ausgemerzt werden.

Schlussfolgerung

Nach einem Betriebsjahr darf, nach Berücksichtigung der ausgeführten Verbesserungen, festgestellt werden, dass die Einrichtung wenig Beaufsichtigung und Unterhalt verlangt. Die derzeitige Technik, namentlich auf dem elektrischen Gebiet, erlaubt ein Kleinwasserkraftwerk mit annehmbaren Kosten zu automatisieren und das Intervenieren des Betriebsleiters auf einen täglichen Kontrollgang zu beschränken. JCh

Charakteristik des Kleinwasserkraftwerkes

Ort:	Baulmes VD
Bruttohöhe:	H = 9 m
Wassermenge nom.:	200 l/sec
Turbine:	Durchfluss FT 300/300
Generator:	Asynchron, 13 kW max. 11 kW nominal
Funktionsweise:	automatisch, Parallelschaltung mit Netz, Verkauf des überschüssigen Stromes an den örtlichen Verteiler
Projektierung:	J.-M. Chapallaz, ing. EPFL, 1145 Vuibœuf VD

«Schweizer LANDTECHNIK»

Administration: Sekretariat des Schweizerischen Verbandes für Landtechnik – SVLT, Hauptstrasse 4, Riken, Postadresse: Postfach, 5223 Riken AG, Postadresse der Redaktion: Postfach, 5223 Riken, Telefon 056-41 20 22, Postcheck 80-32608 Zürich. Inseratenregie: Hofmann-Annalen AG, Postfach 229, 8021 Zürich, Tel. 01-207 73 91. Erscheint jährlich 15 Mal. Abonnementspreis Fr. 28.–. Verbandsmitglieder erhalten die Zeitschrift gratis zugestellt. Abdruck verboten! Druck: Schill & Cie. AG, 6000 Luzern

Die Nr. 6/84 erscheint am 26. April 1984
Inseratenannahmeschluss:
31. März 1984
Hofmann-Annalen AG, Postfach 229
8021 Zürich, Telefon 01-207 73 91