

**Zeitschrift:** Schweizer Landtechnik  
**Herausgeber:** Schweizerischer Verband für Landtechnik  
**Band:** 35 (1973)  
**Heft:** 15

**Artikel:** Glasfaserverstärkte Kunststoffe in der Landwirtschaft  
**Autor:** Göbel, W. / Schmidlin, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1070327>

### **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:** 14.07.2025

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

# Glasfaserverstärkte Kunststoffe in der Landwirtschaft

W. Göbel, A. Schmidlin

## 1. Einleitung

Im Jahre 1990 soll die Kunststoffproduktion volumemässig die des Eisens überflügeln, und im Jahre 2000 sollen Kunststoffe die Hälfte des gesamten Werkstoffbedarfes decken. Der Kunststoffverbrauch verdoppelt sich alle zehn Jahre. Die Landwirtschaft blieb von diesem Kunststoffboom nicht unberührt. Sie benützt hauptsächlich Polyäthylenfolien, PVC-Rohre, Schaumstoffe und glasfaserverstärkte Polyesterharze. In bezug auf den Kunststoffverbrauch rechnet man in der Landwirtschaft mit einer mehr als 10%igen jährlichen Zuwachsrate. Mit dem Fertigen von glasfaserverstärkten Kunststoffen wurde erst in den 40er Jahren begonnen. In dieser Zeit des Experimentierens gab es auch Fehlentwicklungen. Die 60er Jahre waren durch eine grosse Produktionszuwachsrate und eine Vervollkommnung des Materials gekenn-

zeichnet. Trotzdem misstrauen viele Leute diesem neuen Werkstoff heute noch.

## 2. Verschiedene Anwendungsgebiete des Kunststoffes in der Landwirtschaft

Kunststoffolien werden zum Abdecken von Fahr- und Pressballensilos benutzt. Sie dienen als Haut für die Silagewürste. Sodann werden damit Drahtnetzsilos ausgekleidet (Abb. 1). Auch für Traglufthallen, als Verkleidung von Stahlrohrhallen und für Gewächshäuser eignen sich Kunststoffolien sehr (Abb. 2, 3 und 4).

Im Ausland werden Güllelagunen mit Folien ausgelegt. Es gibt Ventilatorflügel, -gehäuse und Lüftungsschläuche aus Kunststoff. Stallwandelemente werden mit Schaumstoff wärmedämmend ausgebildet. Man

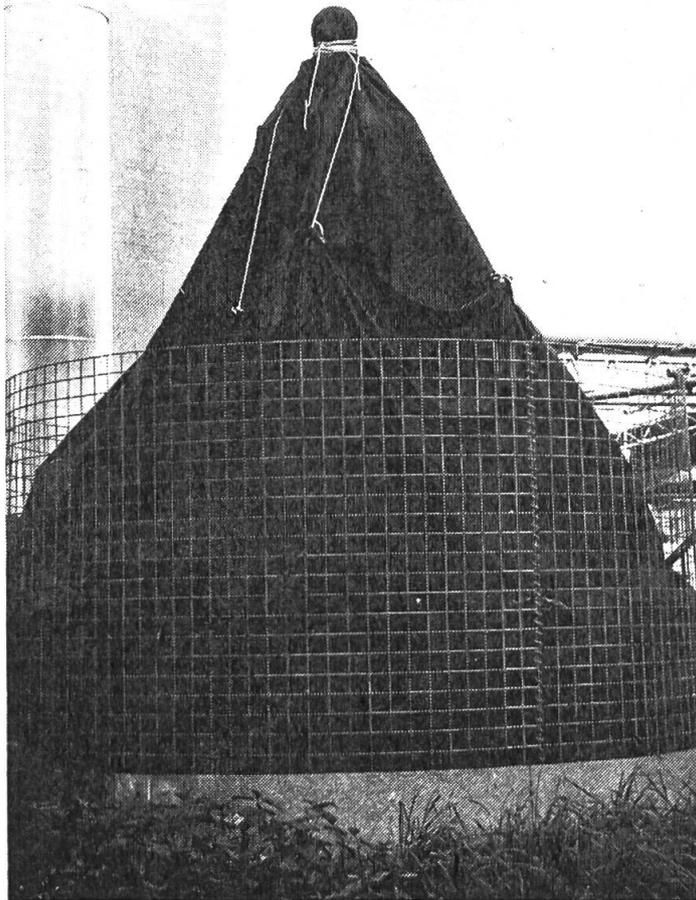


Abb. 1: Drahtnetz-Foliensilo

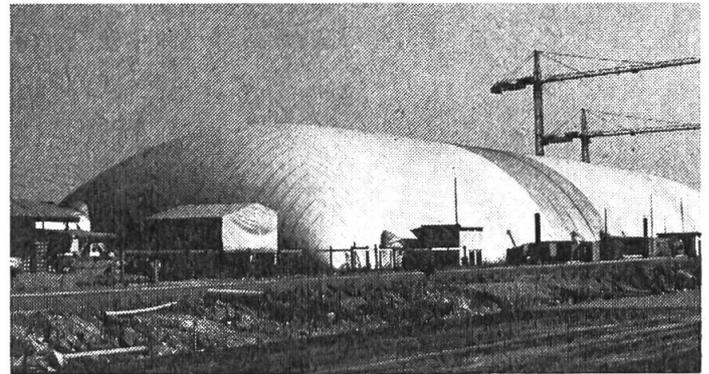


Abb. 2: Traglufthalle

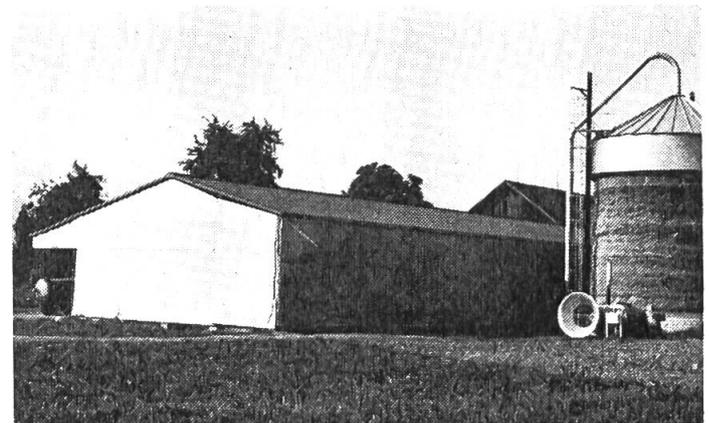


Abb. 3: Stahlrohrhalle, mit Folien verkleidet

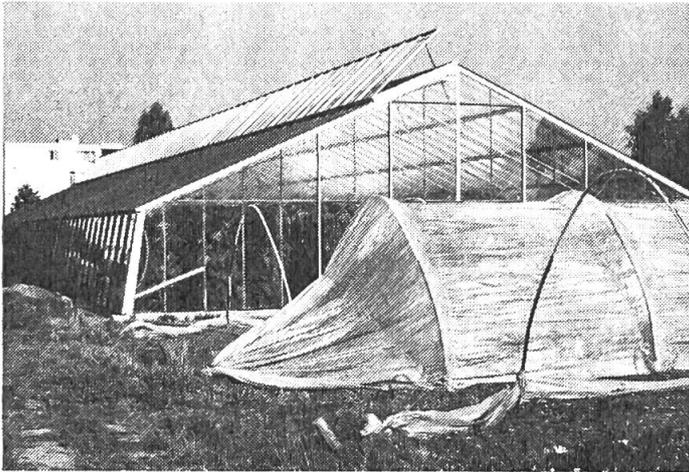


Abb. 4: Gewächshäuser

spricht in diesem Falle von einer Sandwichbauweise. Ferner werden alte Stallwände häufig mit Schaumstoff wärmedämmend isoliert.

Auf dem Gebiet des landwirtschaftlichen Bauwesens finden die glasfaserverstärkten Kunststoffe (GFK) vermehrte Anwendung, da sie mehr als die anderen

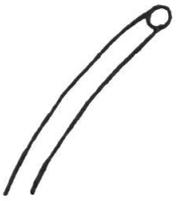
Verstärkungsart	Beschreibung
 <p>Roving-Strang</p>	20–60 Bündel à je 200 Fasern Faserdurchmesser 9 $\mu$ m
 <p>Matte</p>	Fasern geschnitten oder endlos
 <p>in jeder Richtung gleich stark</p> <p>Gewebe</p>	Das Gewebe besteht aus Rovings von 20–60 Bündeln
 <p>in jeder Richtung ungleich stark</p>	

Abb. 5: Die wichtigsten Glasfaserverstärkungsarten

Kunststoffe nicht nur raumabschliessende, sondern auch statische Funktionen übernehmen können. Die Mechanisierung beim Umschlagen und Lagern von Massengütern verlangt korrosionsbeständige Grossbehälter für Gülle, Kraftfutter, Dünger und Silage. Kunststoffe sind in hohem Masse korrosionsbeständig. Wegen der Bedeutung von GFK soll im Folgenden über verschiedene Herstellverfahren und über den möglichen Einsatz berichtet werden.

### 3. Glasfaserverstärkte Kunststoffe

#### Rohmaterial

Wie der Name «glasfaserverstärkte Kunstharze» sagt, sind die Reaktionsharze mit Glasfasern verstärkt, genauso wie der Beton mit Armierungseisen verstärkt werden kann. Man unterscheidet bei den Polyesterharzen **normale, chemikalienbeständige, wärmebeständige, elastische**, ferner solche, die dem Feuer mehr widerstehen, und solche, die auch bei tiefen Temperaturen beim Anmischen aushärten. Es sind

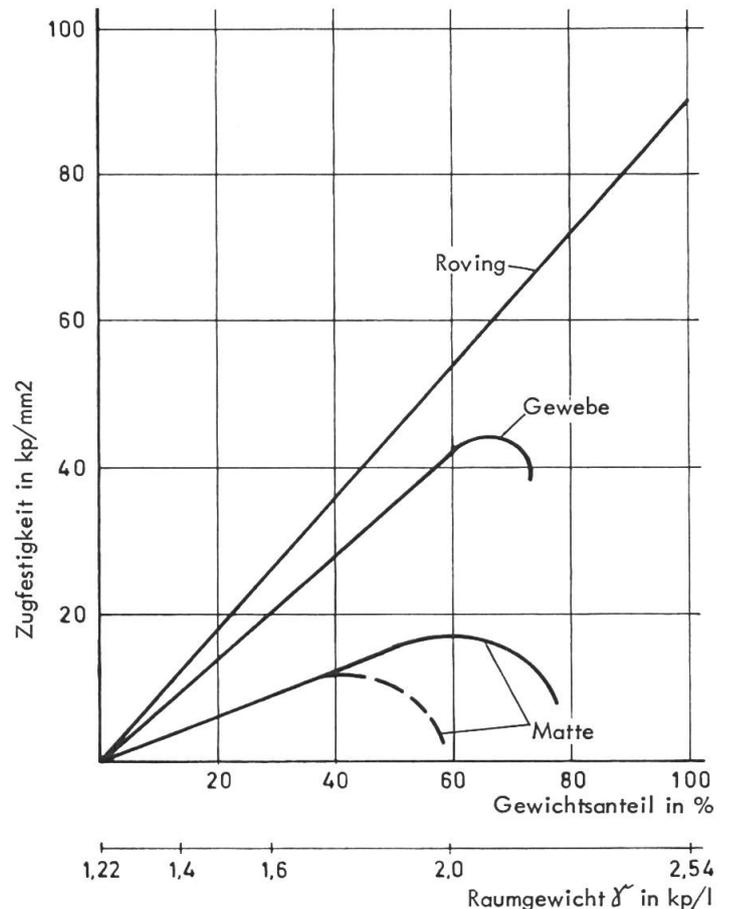


Abb. 6: Zugfestigkeit von GFK in Abhängigkeit der Verstärkungsart und des Glasfasergehaltes

dauerhafte Harze, weil deren Fadenmoleküle sich untereinander in allen drei Richtungen chemisch unlöslich verbinden.

Das ungesättigte Polyesterharz wird durch Beimischung eines Härter und Beschleunigers «gehärtet». Durch **Füllstoffe** können die Eigenschaften des reinen Harzes verbessert werden. Glas, Porzellan oder Quarzmehl erhöhen die Härte. Je mehr Füllstoffe (Holz- oder Korkmehl, Metallpulver, Asbestfasern) enthalten sind, desto mehr nimmt das Harz die Eigenschaften des Füllstoffes an.

Als Verstärkungsmaterial eignen sich Fasern aus Baumwolle, Seide, Nylon, Hanf, Flachs oder Glas. Glas erreicht die höchste Zugfestigkeit. Stränge aus Fäden von  $9 \mu\text{m}$  Dicke tragen  $140 \text{ kp pro mm}^2$  Querschnittfläche. Das Glas kann ganz verschieden in das Harz eingelegt werden: als Roving, Matte oder Gewebe (Abb. 5). Ein **Rovingstrang** kann aus 60 Bündeln von je 200 Elementarfäden à  $9 \mu\text{m}$  Durchmesser bestehen. **Matten** setzen sich aus geschnittenen

Rovingsträngen zusammen, die durch ein Bindemittel zusammengehalten werden. **Gewebe** werden aus Rovingsträngen hergestellt. Die Festigkeiten von Geweben betragen nur noch  $90 \text{ kp/mm}^2$ , da im Gewebe die Fäden etwas gekrümmt sind. (Erstklassiger Spannstahl trägt nur doppelt so viel.)

Die Glasfasern erhalten bei der Verarbeitung zu Rovings, Geweben oder Matten eine Spezialbehandlung, welche die Haftung zwischen Glasfasern und Harz erst ermöglicht. Mit den drei Rohmaterialien Harz, Füllstoff und Glas lassen sich ganz verschiedene GFK herstellen. Wie im Stahlbeton hängt die Festigkeit von der Lage und der Menge der Glasfasern ab (Abb. 6). Dünne Wandstärken lassen sich erreichen, wenn die Glasfasern in der Richtung der Beanspruchung liegen.

Bei Zugbeanspruchung ist GFK elastisch, bei Dauerbeanspruchung geht die Festigkeit um die Hälfte zurück. Die Wärmeausdehnung hängt vom Glasgehalt ab. Das Harz schützt die Glasfasern vor Chemikalien.

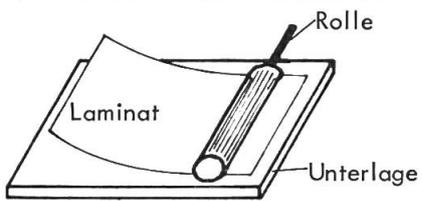
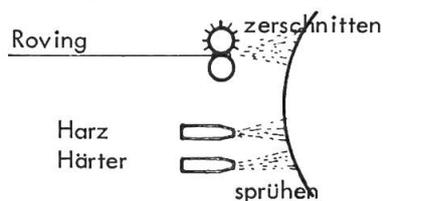
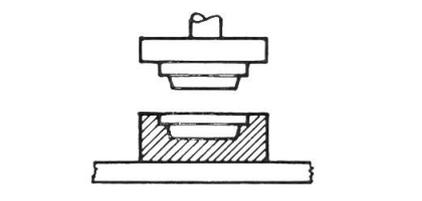
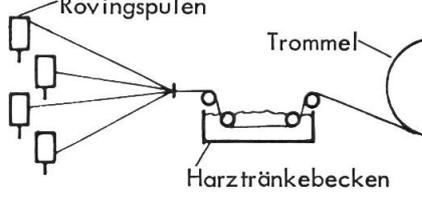
Verfahren	Verarbeitung	Bemerkungen
Manuelle Beschichtung		Aeltestes Verfahren Geringe Werkstattkosten Einzelfertigungen
Fasern und Harz spritzen (schleudern)		Mechanisierte manuelle Beschichtung Eventuell rotierende Form
Pressen Kalt Warm		Maschinelle Bearbeitung Gleichmässigkeit Hohe Arbeitsgeschwindigkeit
Wickeln		Geeignet für Behälter und Rohre Hohe Festigkeitswerte Auch Bänder können gewickelt werden

Abb. 7: Verarbeitungsverfahren

## Verarbeitungsverfahren und Konstruktionsrichtlinien

In Abbildung 7 sind die üblichen Verarbeitungsverfahren dargestellt. Bei Kunststoffkonstruktionen müssen hohe Spannungen, die nur örtlich auftreten, vermieden werden. Einfache Ränder genügen bei grossflächigen Teilen häufig nicht. Als Randverstärkungen eignen sich stärkere Wanddicken, eingepresste Rohre und Flanschen. Kanten müssen einen Innenradius von mehr als 20 mm aufweisen und sollten zusätzlich Mattenlagen erhalten. Grosse Flächen neigen zu Verwerfungen, die durch eine Wölbung vermieden werden können. Rippen verhindern Ungleichmässigkeiten. Lichtplatten sind daher wellenförmig gestaltet. Luken sollten abgerundet sein, da andernfalls die hohen Spannungen in den Ecken Risse verursachen. Häufig sind GFK-Teile untereinander oder mit Metallen verbunden.

## 4. Konstruktionen

Abbildung 8 zeigt Gärfuttersilos, die nach drei verschiedenen Verfahren hergestellt wurden: v.l.n.r. Rovingwickel-, Schleuder- und Band- oder Gewebewickelverfahren. Es gibt ein weiteres Verfahren, bei dem im Rovingverfahren Matten und Gewebe mit-

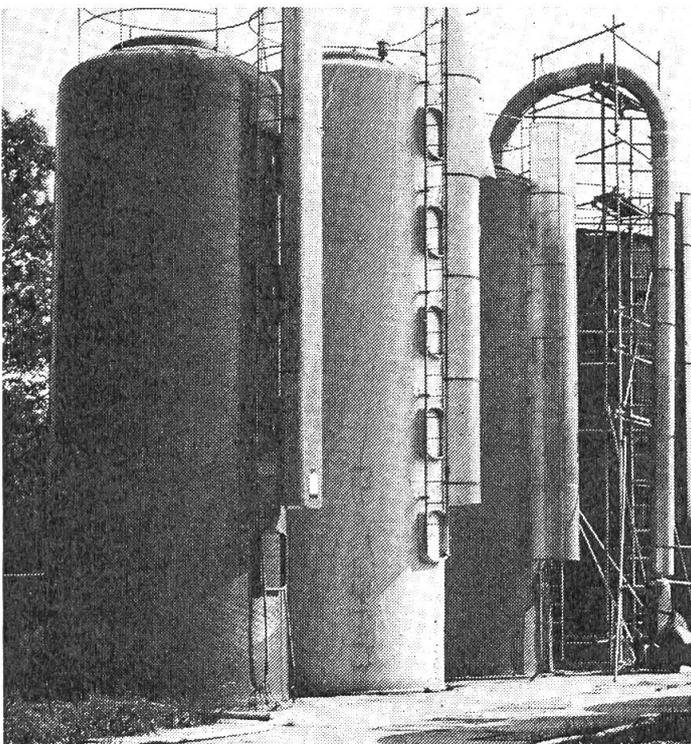


Abb. 8: Gärfutterwinkel (v.l.n.r.): Rovingwickel-, Schleuder- und Bandwickelverfahren

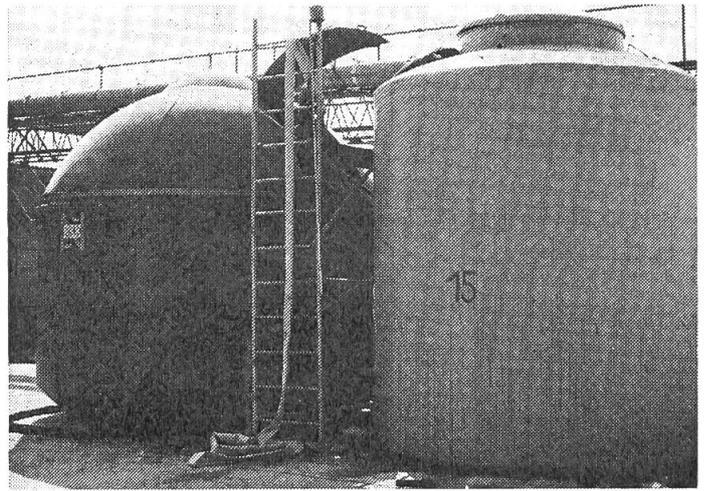


Abb. 9: Güllebelüftungsbehälter

eingelegt werden. Von den rund 3000 Gärfuttersilos, die jährlich in der Schweiz hergestellt werden, sind die meisten aus GFK. Kein anderes Land hat einen so hohen Marktanteil an GFK-Gärfuttersilos.

Abbildung 9 zeigt zwei Güllebelüftungsbehälter aus GFK. Die vier Wandsegmente des Silos links im Bild wurden im Handlaminierverfahren hergestellt. Der Silo Nr. 15 wurde geschleudert und erhielt aussen nachträglich zur Wärmedämmung eine 5 cm breite Kunststoffschaumschicht aufgespritzt, die überlamiert wurde.

Abbildung 10 zeigt einen GFK-Grossbehälter, der vor sieben Jahren aufgestellt und zur Belüftung von Abwasser benutzt wurde. Die einzelnen Wandteile sind handlamiert und wurden auf der Baustelle zusammengesetzt. Es werden aus GFK bereits Güllesilos verschiedener Bauart von 200 m<sup>3</sup> oder gar 400 m<sup>3</sup> Inhalt hergestellt. Solche Behälter müssen sorgfältig erstellt werden, damit sie unter keinen Umständen

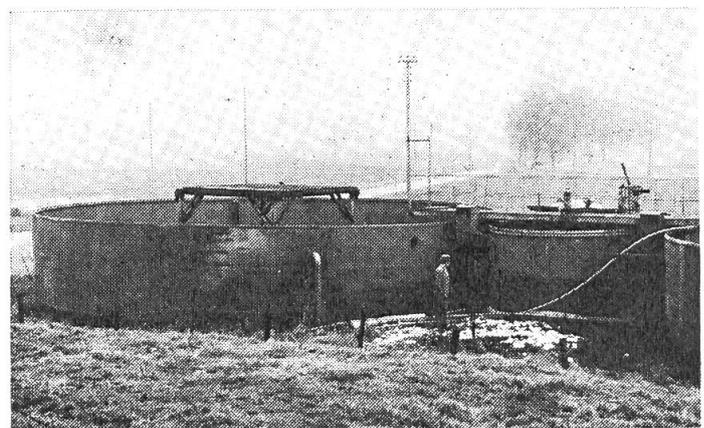


Abb. 10: GFK-Behälter zur Belüftung von Abwässern

bersten. Nur so kann Schaden an Menschenleben, benachbarten Gebäuden und der Natur (Gewässer- verschmutzung) vermieden werden.

Eine mehrfache Sicherheit bei der Berechnung von Grossbehältern ist nötig, da beim GFK mehr als bei jedem anderen Werkstoff die Zeit, die Last und die Temperatur die Festigkeit sehr beeinflussen, Ausserdem können Regen, Schnee, ultraviolette Strahlen, Chemikalien und Bakterien den Werkstoff schwächen. Die Materialeigenschaften unterliegen mehr als bei jedem anderen Werkstoff den Verarbeitungsbedingungen. Bei einem Festigkeitsvergleich an Werkstücken, die nach gleichem Rezept hergestellt wurden, ergaben sich von Betrieb zu Betrieb und von Arbeiter zu Arbeiter innerhalb eines Betriebes erhebliche Unterschiede. Die Gleichmässigkeit eines Laminates hängt von der Sorgfalt des Arbeiters ab. Sie beeinflusst sehr die Festigkeit, ganz abgesehen davon, dass Harz und Glas selber recht unterschiedliche Festigkeiten haben können.

Fabrikationsfehler wie mangelhafte Durchtränkung der Glasfasern mit Harz oder regelwidrige Konstruktionen können zu Siloeinstürzen führen. Der Ausbildung und dem Einbau von Luken ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Ebenfalls sind Verbindungsstellen einzelner Wandelemente sorgfältig auszubilden.

In Deutschland ist die Verwendung von GFK für tragende Teile aufgrund blosser Berechnungen nicht gestattet. Es werden für die Begutachtung noch so- lange Versuche verlangt, bis auf rechnerischem Wege die Grenzen der Belastbarkeit ebenso sicher wie durch Versuche ermittelt werden können.

An der FAT misst man zur Zeit die Wanddehnung an GFK-Silos, um die Gärfutterdrücke genau zu ermitteln. Die Silos werden dazu auch im Leerzustand bei verschiedenen Aussenlufttemperaturen gemessen, um die Temperaturexpansionskoeffizienten zu erhalten. Auch füllt man sie mit Wasser, um gewisse Materialeigenschaften zu bestimmen. Diese Materialkennwerte sind für die Berechnung des Silagedruckes nötig. Jedoch führt die FAT keine Silovergleichsprüfungen durch, da uns dazu sowohl die Einrichtungen als auch das nötige Personal fehlen. Dasselbe gilt für Materialprüfungen. Diese werden von der Eidg. Materialprüfungsanstalt (EMPA) durchgeführt.

In der ganzen Welt sind grossflächige GFK-Teile wie Schalen, Faltwerke, Tonnengewölbe oder Platten als Dach- und Wandelemente bereits im Gebrauch. Ihre Lichtdurchlässigkeit, das leichte Gewicht und die einfache Montage eröffnen ihnen einen grossen Anwendungsbereich. So könnten zum Beispiel Silosegmente als Dach dienen (Abb. 11).

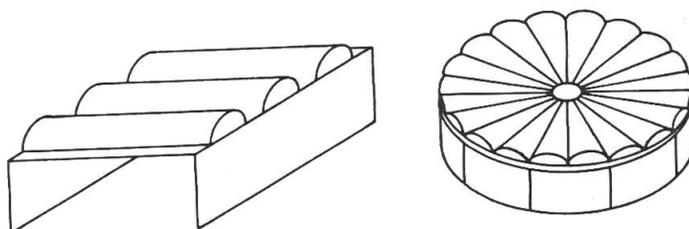


Abb. 11: GFK als grossflächige Dachelemente

GFK ist kein Wunderwerkstoff. Aber wenn er seinen Eigenschaften entsprechend eingesetzt und unter Berücksichtigung des tatsächlichen Kräfteverlaufes ausgebildet wird, erfüllt er seinen Zweck sehr gut.

**Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.**

- |              |  |
|--------------|--|
| <b>ZH</b>    | Schwarzer Otto, 052 / 25 31 21, 8408 Wülflingen                      |
| <b>ZH</b>    | Schmid Viktor, 01 / 77 02 48, 8620 Wetzikon                          |
| <b>BE</b>    | Mumenthaler Rudolf, 033 / 57 11 16, 3752 Wimmis                      |
| <b>BE</b>    | Schenker Walter, 031 / 57 31 41, 3052 Zollikofen                     |
| <b>BE</b>    | Herrenschwand Willy, 032 / 83 12 35, 3232 Ins                        |
| <b>LU</b>    | Rüttimann Xaver, 045 / 6 18 33, 6130 Willisau                        |
| <b>LU</b>    | Widmer Norbert, 041 / 88 20 22, 6276 Hohenrain                       |
| <b>UR</b>    | Zurfluh Hans, 044 / 2 15 36, 6468 Attinghausen                       |
| <b>SZ</b>    | Fuchs Albin, 055 / 48 33 45, 8808 Pfäffikon                          |
| <b>OW</b>    | Gander Gottlieb, 041 / 96 14 40, 6055 Alpnach                        |
| <b>NW</b>    | Lussi Josef, 041 / 61 14 26, 6370 Oberdorf                           |
| <b>GL</b>    | Jenny Jost, 058 / 61 13 59, 8750 Glarus                              |
| <b>ZG</b>    | Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof, 042 / 36 46 46, 6330 Cham |
| <b>FR</b>    | Lippuner André, 037 / 9 14 68, 1725 Grangeneuve                      |
| <b>BL</b>    | Wüthrich Samuel, 061 / 96 15 29, 4418 Reigoldswil                    |
| <b>SH</b>    | Seiler Bernhard, 053 / 2 33 21, 8212 Neuhausen                       |
| <b>AI/AR</b> | Moesch Oskar, 071 / 33 25 85, 9053 Teufen                            |
| <b>SG</b>    | Haltiner Ulrich, 071 / 44 17 81, 9424 Rheineck                       |
| <b>SG</b>    | Pfister Th., 071 / 83 16 70, 9230 Flawil                             |
| <b>GR</b>    | Stoffel Werner, 081 / 81 17 39, 7430 Thusis                          |
| <b>AG</b>    | Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 / 31 15 53, 5722 Gränichen     |
| <b>TG</b>    | Monhart Viktor, 072 / 6 22 35, 8268 Arenenberg.                      |
- Schweiz. Zentralstelle SVBL Küsnacht, Maschinenberatung, Telefon 01 - 90 56 81, 8703 Erlenbach.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

FAT-Mitteilungen können als Separatdrucke in deutscher Sprache unter dem Titel «Blätter für Landtechnik» und in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 24.-, Einzahlungen an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheck 30 - 520. In beschränkter Anzahl können auch Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.