

## 8. Zusammenfassung

Unter dem „Wärmestrahlergerät für Tiere“ wurde durch Messungen die Globetemperaturverteilung ermittelt. Die untersuchte Heizleistung des IR-Strahlers betrug 250, 194 und 124 W bei Lufttemperaturen von 23 und 15°C. Für Lufttemperaturen von 19 und 27°C erfolgte die Bestimmung der Globetemperaturverteilung bei 250 W. Die Entfernung der Durchmesserebene der Globethermometer vom Rand des Lampenschirms betrug 420 mm. Die Festlegung der Meßebeine 1800 mm über dem Boden führte zu einer annähernd rückstrahlungsfreien Messung der Globetemperatur. Aus der Globe- und Lufttemperatur sowie der Luftgeschwindigkeit wurden die Strahlungstemperaturen der Umwelt am Meßort errechnet. Die auf der Meßebeine im rechtwinkligen Koordinatensystem in Entfernungen von 100, 200, 400, 600 und 800 mm ermittelten Strahlungstempera-

turen bildeten die Grundlage der mit statistischen Methoden vorgenommenen Ableitung einer Gleichung, die die Abhängigkeit der Strahlungstemperatur von der Entfernung vom Strahlungszentrum, von der Lufttemperatur und von der Heizleistung des IR-Strahlers beschreibt. Diese Gleichung bildete in Verbindung mit der Abschätzung des Platzbedarfs liegender Ferkel die Grundlage für weitere Ableitungen und die Aufstellung einer Gleichung für die notwendige elektrische Heizleistung des IR-Strahlers in Abhängigkeit von der Lufttemperatur und dem Alter der Ferkel.

## Literatur

- [1] Transporta-Kugelthermometer: Bedienungsanleitung der Fa. Transporta, Prag 1968.
- [2] Büttner, K.: Physikalische Bioklimatologie. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1938.

- [3] Sach, W.: Die Größe der Körperaufschlagfläche von Ferkeln in Abhängigkeit von Lage, Gewicht und Konstitution. Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation A 1975.
- [4] Grammers, F. J.; Christison, G. J.; Cortis, S. E.: Estimating animal floor contact areas. J. Anim. Sci., Albany 30 (1970) 4, S. 552–555.
- [5] Bresk, B.; Stolpe, J.: Notwendige Strahlungstemperaturen der Umwelt bei der Aufzucht von Saugferkeln mit Infrarotstrahlern. agrartechnik, Berlin 39 (1989) 1, S. 6–8.
- [6] TGL 29 084 Stallklimagestaltung; Rinder, Schafe, Schweine und Geflügel. Aug. Juli 1986.
- [7] Nau, H.-R.; Kotrbaček, V.; Česnek, J.: Messung der Abkühlungsgröße in einem Abferkelstall. Monatshefte für Veterinärmedizin, Jena 41 (1986) 10, S. 338–341.
- [8] Barth, D.; Goldmann, S.; Siegl, O.: Möglichkeiten zur Senkung des Elektroenergieaufwands für die Ferkelliegeplatzheizung in Abferkelställen. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 9, S. 419–420. A 5433

# Ergebnisse der Erprobung einer Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung in einem Abferkelstall mit bodenferner Haltung

Dipl.-Ing. N. Wolf, Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

## 1. Einleitung

Für die Beheizung der Ferkelliegeplätze werden in der DDR fast ausschließlich elektrische Infrarotstrahler und elektrische Fußbodenheizungen eingesetzt. Volkswirtschaftliche Restriktionen zum Elektroenergieeinsatz [1] erfordern eine spürbare Reduzierung des Energieaufwands für diese elektrischen Direktheizungen. Unter den vielfältigen Möglichkeiten zur Senkung des Elektroenergieverbrauchs für die Ferkelliegeplatzheizung [2, 3] stellt die Warmwasser-Fußbodenheizung eine energiewirtschaftlich günstige Lösung und in der DDR gegenwärtig die einzige Alternative zur Ablösung der elektrischen Direktheizung dar. Bevorzugte Einsatzgebiete sind industriemäßig arbeitende Läuferproduktionsanlagen, die allein 20 bis 30 % ihres Gesamtelektroenergieverbrauchs für die Ferkelliegeplatzheizung benötigen [3, 4]. Im Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben wird an der Entwicklung einer Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung für die fußbodenferne Haltung gearbeitet, um zukünftig die elektrische Fußbodenheizung „Sonneberg“ [5] schrittweise abzulösen. Nachfolgend wird über Ergebnisse von Labor- und Praxisuntersuchungen und daraus abgeleitete Schlußfolgerungen berichtet.

## 2. Versuchsanlagenbeschreibung und Meßmethode

Die Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung wurde in einem Abferkelstall der Mastläuferproduktionsanlage nach Angebotsprojekt S111 Rövershagen, Bezirk Rostock, praktisch erprobt. Dazu wurde eine Stalleinheit mit 68 Abferkelplätzen von elektrischer Ferkelliegeflächenheizung „Sonneberg“ auf Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung umgerüstet. Der Stall ist mit bodenfernen Abferkel-

buchten 044 für Fahrtrogfütterung aus dem VEB Landtechnische Industrieanlagen Cottbus ausgerüstet.

Die Versuchsanlage besteht aus den Warmwasser-Fußbodenheizelementen und den Anlagen zur Heizwasserversorgung.

Da in der DDR keine geeigneten Fußbodenheizelemente verfügbar waren, wurde eine entsprechende Rationalisierungslösung geschaffen. Die technische Lösung, die nachfolgend als Ferkelnestheizplatte bezeichnet wird, besteht aus einem verzinkten, zweiteiligen Stahlblechgehäuse in dem ein einreihiger Plattenheizkörper untergebracht ist. Dabei wird die Nutzfläche durch eine Riffelblechplatte gebildet. Zur Wärmedämmung ist unterhalb des Plattenheizkörpers eine Mineralwollschicht angeordnet. Der selbsttragende Baustein entspricht in seinen Hauptabmessungen 1273 mm × 633 mm × 45 mm der elektrisch beheizten Ferkelliegefläche [5] und ist in den Spaltenboden der Abferkelbucht eingeordnet (Bild 1).

Die Verteilungs- und Sammelleitungen für das Heizwasser sind oberhalb der Abferkelbuchten in einer Höhe von rd. 2,5 m verlegt. Der Anschluß der 68 Ferkelnestheizplatten erfolgt über Heizkörperregulierventile im Vor- und Rücklauf nach dem Tichelmann-Prinzip (Bild 2). Das Heizwasserversorgungssystem ist so ausgeführt, daß eine wahlweise Versorgung über das vorhandene Heizungssystem der Tierproduktionsanlage oder über eine Kleinwärmepumpe LW 18 möglich ist. Aus dem konventionellen Heizungsnetz wird nicht direkt eingespeist, sondern über einen als Wärmeübertrager fungierenden Warmwasserbereiter. Die Luft/Wasser-Wärmepumpe nutzt die Abluft aus einem Läuferaufzuchtstall als Wärmequelle. Das erzeugte Heizwasser wird in einem Pufferspeicher ge-

sammelt und von dort dem Ferkelnestheizkreislauf zugeführt.

Zur Ermittlung der wärmetechnischen Parameter der Ferkelnestheizplatte wurde ein repräsentativer Baustein unter Laborbedingungen untersucht. Dabei wurde die Warmwassererzeugung und -umwälzung mit Hilfe eines Flüssigkeits-Umwälzthermostats realisiert. Luft-, Wasser- und Oberflächentemperaturen wurden mit Thermoelementen bzw. Widerstandsthermometern gemessen und mit einem Kompensationsbandschreiber erfaßt. Für die Oberflächentemperaturmessung wurden die Thermoelemente in geeigneter Weise auf der Liegefläche der Ferkelnestheizplatte befestigt.

Zur Messung der Oberflächentemperaturverteilung wurden Handpyrometer HPN 100 eingesetzt. Hierzu wurde die Liegefläche der Ferkelnestheizplatte in eine Vielzahl gleichgroßer Meßquadrate eingeteilt. Für die Ermittlung des Heizwasserdurchsatzes wurden Wasser- bzw. Woltmanzzähler genutzt. Die Laboruntersuchungen wurden ohne Tierbelegung durchgeführt.

## 3. Untersuchungsergebnisse

### 3.1. Warmwasser-Ferkelnestheizplatte

Die Praxiserprobung hat gezeigt, daß die verwendete Ferkelnestheizplatte den Wärmeansprüchen und den physiologischen Anforderungen von Saugferkeln gerecht wird. Hinsichtlich Tierverlusten und -wachstum konnten keine Unterschiede zu vergleichbaren Nachbarställen mit elektrischer Ferkelliegeflächenheizung festgestellt werden. Die geriffelte Struktur der Liegefläche gewährleistet geringe Spreiz- und Verletzungsgefahr. Auch ein Übergreifen der Wärme vom Ferkel auf den Sauenliegebereich und daraus resultierende Gesundheitsschäden der Muttertiere waren nicht nachweisbar.

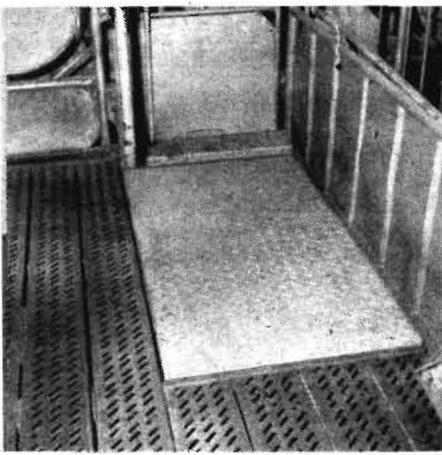


Bild 1. Warmwasser-Ferkelnestheizplatte im eingebauten Zustand (Foto: A. Gold)

Die Oberflächentemperaturen der Liegefläche zeigen eine gleichmäßige Temperaturverteilung auf über  $\frac{2}{3}$  der Gesamtliegefläche. Nur im hinteren Bereich der Liegefläche fallen die Oberflächentemperaturen um 3 bis 4 K unter den Mittelwert ab.

Die unter Laborbedingungen ermittelten wärmetechnischen Parameter (Bild 3) lassen erkennen, daß die Ferkelnestheizplatte konstruktiv noch nicht den Anforderungen an ein Niedertemperaturheizsystem entspricht. Einerseits sind die erforderlichen Heizwassertemperaturen für Fußbodenheizungen zu hoch und zum anderen ist die Wärmedämmung nach unten noch unzureichend. Zum Erreichen einer mittleren Oberflächentemperatur der Liegefläche von 33 bis 35 °C sind bei 20 °C Raumlufttemperatur mittlere Heizwassertemperaturen von 48 bis 52 °C notwendig. Der Heizleistungsbedarf der Warmwasser-Ferkelnestheizplatte beträgt dabei 175 bis 200 W (Bild 3). Das Erwärmungs- und Abkühlungsverhalten stimmt in etwa mit dem der elektrisch beheizten Ferkelliegefläche [6] überein. Die Aufheizzeit der Warmwasser-Ferkelnestheizplatte beträgt rd. 2 h.

### 3.2. Heizwasserverteilungssystem

Die Praxiserprobung hat deutlich gemacht, daß eine Isolierung der Heizwasserverteilungsleitungen im Stall erforderlich ist. Durch die Wärmeabgabe der Rohrleitungen an die Stallluft kommt es besonders in den Sommermonaten zu einer unzulässigen Erhöhung der Stalllufttemperatur. Bei vollständiger Isolierung des Heizwasserverteilungssystems betragen die anteilig auf eine Ferkelnestheizplatte bezogenen Wärmeverluste rd. 50 W.

Basierend auf umfangreichen Oberflächentemperaturmessungen kann eingeschätzt werden, daß das Tichelmann-Prinzip in Verbindung mit der Abstufung der Hauptverteilungsleitungen eine relativ gleichmäßige Durchströmung aller angeschlossenen 68 Ferkelnestheizplatten gewährleistet.

### 3.3. Anschluß an das Heizwassernetz der Tierproduktionsanlage

Die gewählte Lösung für die Einspeisung aus dem konventionellen Heizungssystem hat sich im Grundkonzept bewährt. Durch die indirekte Einbindung der Ferkelnestheizungs-

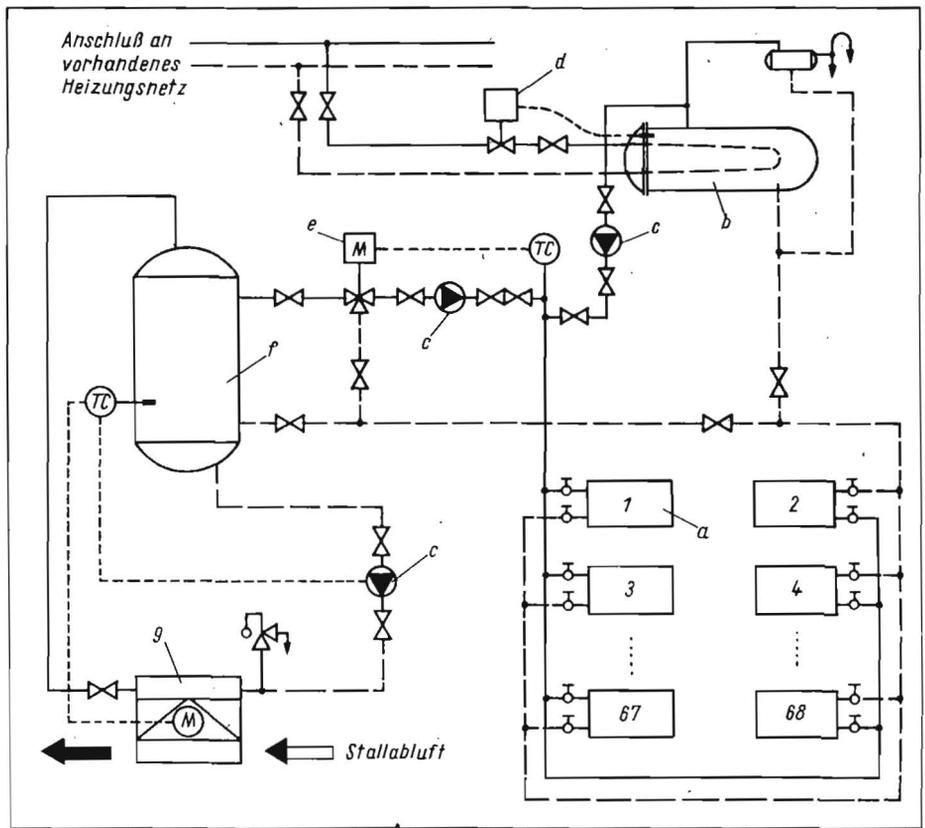
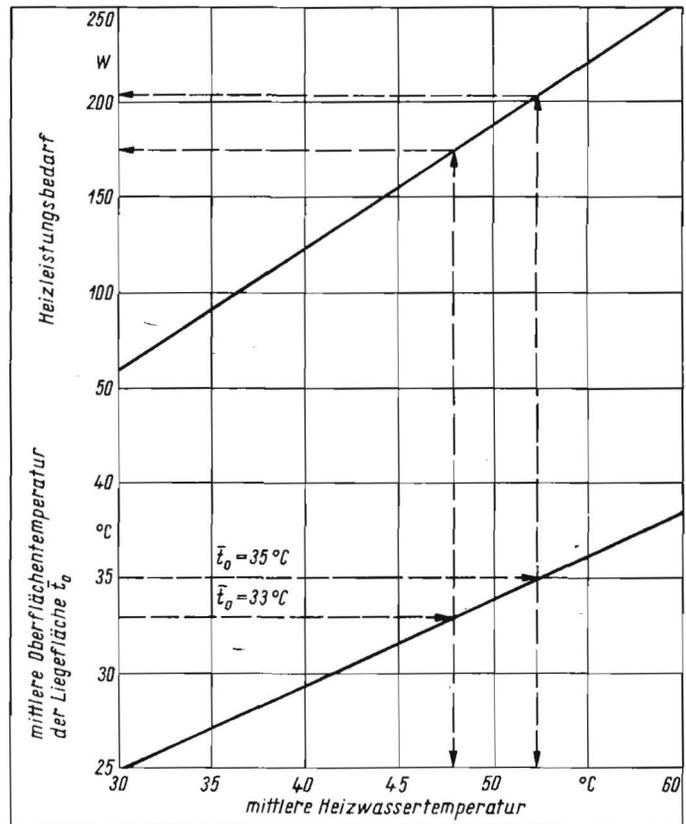


Bild 2 Vereinfachtes Schalt-schema der Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizungsanlage; a Ferkelnestheizplatte, b Warmwasserbereiter mit Heizregister nach Standard TGL 31 805, c Umwälzpumpe, d Thermoreglerinrichtung, e Zweiwegstellventil mit Klimact-Stellantrieb, f stehender Druckspeicher, g Kleinwärmepumpe LW 18

Bild 3 Wärmetechnische Parameter der Warmwasser-Ferkelnestheizplatte bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C



anlage in einen Sekundärkreis konnte bei stabiler Wärmebereitstellung aus dem Heizhaus eine störungsfreie Heizwasserversorgung der Ferkelnestheizplatten gesichert werden. Ein weiterer Vorteil ist, daß bei Defekten die Wasserverluste nicht zu Lasten der gesamten Heizungsanlage gehen. Der Heizkreis für die Ferkelnestheizplatten wurde mit einer Temperaturspreizung von 1,5 bis 3 K bei einem Heizwasserdurchsatz von rd. 5 m<sup>3</sup>/h betrieben. Die eingesetzte

Thermoreglerinrichtung hat sich in der ausgeführten Form nicht bewährt. Einerseits ist eine exakte Temperaturvorwahl am Thermostatregler problematisch und zum anderen ist die gewählte Regelung der Boilertemperatur bzw. der Vorlauftemperatur des Sekundärheizkreises über den Heizwasservolumenstrom des Primärheizkreises nicht zu empfehlen. Günstiger ist eine Vorlauftemperaturregelung durch Rücklaufbeimischung innerhalb des Sekundärheizkreises.

### 3.4. Heizwassererzeugung mit Kleinwärmepumpe LW 18

Eine umfassende Erprobung der Wärmepumpenanlage war bisher nicht möglich. Aus den gegenwärtig vorliegenden Erprobungsergebnissen kann abgeleitet werden, daß die Heizwasservorlauftemperaturen für die Ferkelneistheizplatten im Interesse der Betriebssicherheit und der Effektivität der Wärmepumpenanlage Werte von 45°C nicht überschreiten sollten. Bei Einhaltung dieser Bedingung sind keine wesentlichen Schwierigkeiten hinsichtlich der Anpassung der Wärmepumpe an den Heizkreis für die Ferkelneistheizplatten zu erwarten. Als Hauptproblem wird vielmehr die Erschließung der Stallabluft als Wärmequelle angesehen. Bisher liegen für die Wärmepumpe LW 18 in der DDR keine Langzeiterfahrungen zur Nutzung der Stallabluftwärme aus Schweineställen vor. Es kann daher noch nicht eingeschätzt werden, ob der eingesetzte korrosionsarme Verdampfer der Wärmepumpe für die stark staubhaltige und chemisch aggressive Stallluft des Läuferaufzuchtstalls geeignet ist.

### 4. Schlußfolgerungen für die praktische Nutzung der Ergebnisse

Anhand der Untersuchungsergebnisse kann eingeschätzt werden, daß ein Einsatz der Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung in bodenfernen Abferkelbuchten mit hoher Effektivität und ohne Beeinträchtigung von Tiergesundheit und -leistung möglich ist. Die Untersuchungen haben gleichzeitig gezeigt, daß bestimmte Teilsysteme der Gesamtlösung (Bild 2) vor Einführung in die Praxis einer Optimierung bzw. weiterer Untersuchung bedürfen. Für die Praxisüberleitung ergeben sich einige Schlußfolgerungen:

- Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizungen sind generell nach dem Tichelmann-Prinzip und mit Wärmedämmung der Heizwasserleitungen zu projektieren.
- Die Breitenanwendung der Warmwasser-Fußbodenheizung in bodenfernen Abferkelbuchten erfordert eine konstruktive Optimierung der Ferkelneistheizplatte mit

der Zielstellung, die Heizwassertemperaturen unter 45°C zu reduzieren und die Wärmeverluste und damit den Heizleistungsbedarf zu minimieren. Dabei sind die Paßfähigkeit zu den standardisierten Abferkelbuchten des VEB Landtechnische Industrieanlagen Cottbus zu gewährleisten und die speziellen Praxisbedingungen und -anforderungen zu berücksichtigen.

- Endgültige Aussagen zum Einsatz der Kleinwärmepumpe LW 18 zur Heizwasser-versorgung von Ferkelliegeflächen erfordern weitere zielgerichtete Untersuchungen. Der Schwerpunkt ist dabei auf das Verhalten des stallabluftbeaufschlagten Verdampfers zu legen. Zur Ermittlung der Standzeit des Verdampfers sind Langzeituntersuchungen erforderlich.
- Ein breitenwirksamer Einsatz der Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung erfordert die Entwicklung angepaßter Regeleinrichtungen. Aus energieökonomischer Sicht ist zu beachten, daß die Ferkelliegeflächentemperatur entsprechend dem Tieralter gestaltet wird.

Im Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben wird gegenwärtig an der konstruktiven Weiterentwicklung der Warmwasser-Ferkelneistheizplatte für die Abferkelbucht 044 und an der Weiterführung der Untersuchungen zum Einsatz der Kleinwärmepumpe LW 18 in der Schweineproduktion gearbeitet. Die Praxisüberleitung der Warmwasser-Ferkelneistheizplatte erfolgt in Zusammenarbeit mit dem VEB Kombinat Landtechnik Rostock und dem VEG Tierproduktion Rövershagen im Rahmen der Wissenschafts-Produktions-Kooperation Landtechnik Rostock. Mit einer produktionsreifen Lösung ist ab 1990 zu rechnen.

### 5. Zusammenfassung

Die Warmwasser-Fußbodenheizung stellt in der DDR aus gegenwärtiger Sicht die einzige Alternative zur schrittweisen Ablösung der elektrischen Direktheizung für die Ferkellie-

geplatzheizung dar. Es werden die Ergebnisse der Praxiserprobung einer Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung in einem industriemäßigen Abferkelstall mit bodenferner Haltung und Laboruntersuchungsergebnisse zum wärmetechnischen Verhalten der unbelegten Ferkelneistheizplatte vorgestellt. Anhand der Ergebnisse werden Schlußfolgerungen für die Praxisüberführung abgeleitet.

### Literatur

- [1] Anordnung Nr. 1 über Verwendungsverbote auf dem Gebiet der Energiewirtschaft – elektrische Direktheizung. GBl. der DDR Teil I, Nr. 41, vom 4. November 1982.
- [2] Barth, D.; Goldmann, S.; Siegl, O.: Möglichkeiten zur Senkung des Elektroenergieaufwands für die Ferkelliegeplatzheizung in Abferkelställen. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 9, S. 419–420.
- [3] Winkler, M.: Technische und technologische Untersuchungen zur Haltung von Ferkeln im Abferkelbereich mit vermindertem Energieaufwand. VEB Landbauprojekt Potsdam, Hauptabteilung Projektierung Eberswalde, Außenstelle Gaschwitz, Studie 1985 (unveröffentlicht).
- [4] Wolf, N.: Energetische Iststandsanalyse für die Mastläuferproduktionsanlage S111 Rövershagen. Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben, Arbeitsmaterial 1983 (unveröffentlicht).
- [5] Haidan, M.; Fischer, W.: Elektrowärmegeräte für Ferkelliegeflächen in Schweineproduktionsanlagen. agrartechnik, Berlin 29 (1979) 12, S. 560–562.
- [6] Blümel, W.: Abferkelbucht 044 des VEB LIA Cottbus, Sitz Neupetershain. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfbericht 1978. A 5582

## VEB Lagerausrüstungs- technik Leipzig

Betrieb des VEB Kombinat  
Leipziger Metallbau  
Spinnereistr. 12  
Markkleeberg  
DDR-7113  
Telefon: 3913216



Exporteur

**LIMEX-BAU**  
EXPORT-IMPORT

Volkseigener Außenhandelsbetrieb der DDR  
Breite Straße 12/17 Postfach 4  
Berlin, DDR - 1020  
Telefon 2 30 Telex 01149 68/69

● Schüttgutbunker aus Stahl  
26 t und 215 t

● Müllbehälter 1,1 m<sup>3</sup>