

# Vorschlag für eine einfache mechanische Lüftungsanlage zum Milchviehstall Typ L 203 e

Dr.-Ing. H.-G. Kaul, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Architektur

Die geplante Steigerung der Milchproduktion in den nächsten Jahren ist nicht allein durch den Neubau industriemäßig betriebener Anlagen zu erreichen. In größerem Umfang müssen auch in der Altbausubstanz Rationalisierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Dabei ist in erster Linie die Leistung der Tiere bei besserer Ausnutzung und Verwertung des Futters zu steigern. Zur Lösung der Aufgabe kann die Verbesserung des Stallklimas beitragen, die nach den bisherigen Erfahrungen auch bei Altbauten mit verhältnismäßig geringem Aufwand erreicht werden kann. In einem Beispiel wird der Einbau einer einfachen mechanischen Lüftungsanlage in einem Milchviehstall Typ L 203 e vorgeschlagen.

## Kurzbeschreibung des Stalltyps L 203 e

Zur Altbausubstanz ist der in den Jahren 1964 bis 1968 in größerer Zahl errichtete Milchviehstall Typ L 203 e zu zählen, der mit geringen Variantenabweichungen nahezu in der gesamten DDR anzutreffen ist. Seine Kurzcharakteristik lautet: Anbindestall für 200 Kühe, 4reihig, mit mobiler Fütterung und Entmistung; errichtet in Stahlbetonskelett-Montagebauweise 8 kN mit Leichtbeton-Wandplatten, Holznagelbinder mit untergehängter wärmedämmter Decke; Länge 63,25 m, Breite 21,25 m, lichte Raumhöhe 3,60 m; Stallfläche 1280,3 m<sup>2</sup> (6,40 m<sup>2</sup>/Tier), Luftraum 4609,1 m<sup>3</sup> (23,05 m<sup>3</sup>/Tier), Fensterglasfläche 101,46 m<sup>2</sup>.

Das Typenprojekt wurde im Jahr 1964 vom VEB Hochbauprojektierung Schwerin erarbeitet. Zur Klimatisierung erhielt der Stall entsprechend dem damaligen Stand der Technik eine Schwerkraftlüftung mit 7 Abluftschächten 1500 mm/1500 mm. Nach den bisherigen Erfahrungen erfüllt die Schwerkraftlüftung nicht die an moderne Ställe geforderte Einhaltung eines optimalen Stallklimas.

## Einschätzung des Wärmehaushaltes des Stalls

Nach TGL 29084 [1] darf die Stalllufttemperatur bei einer Außenlufttemperatur  $t_e = -15^\circ\text{C}$  und bei Betrieb der Mindestlüftung nicht unter  $t_i = 5^\circ\text{C}$  absinken. Untersucht wurden 2 Varianten des Stalls mit voller Tierbelegung:

- Variante 1 Stall mit einfacher Verglasung der Fenster
- Variante 2 Stall mit doppelter Verglasung der Fenster.

Im Gegensatz zum Projekt, in dem die doppelte Verglasung von zwei Drittel der Scheiben vorgesehen war, wurden die Fenster häufig nur einfach verglast. Um die Stallklimagestaltung zu verbessern, wird daher eine Variante mit der doppelten Verglasung aller Fenster untersucht.

Bei der Variante 1 ergeben sich Wärmeverluste von  
1468 W/K (nach außen)  
595 W/K (zum Dachraum)  
114 W/K (zu den Nebenräumen).

Bei der Variante 2 sinken die Wärmeverluste nach außen durch die doppelte Verglasung der Fenster auf 1070 W/K ab.

Bei einfacher Verglasung der Fenster (Variante 1) sinkt die Stalllufttemperatur bei einer Außenlufttemperatur  $t_e = -15^\circ\text{C}$  und bei Betrieb der Mindestlüftung auf  $t_i = 7^\circ\text{C}$ , bei doppelter Verglasung (Variante 2) auf  $t_i = 8^\circ\text{C}$  ab (Bilder 1 und 2). Eine zusätzliche Heizung ist im allgemeinen wirtschaftlich nicht vertretbar. Die geringeren Wärmeverluste des Stalls durch eine doppelte Verglasung wirken sich auch auf den Feuchtigkeitshaushalt des Stalls günstig aus. Sie beeinflussen die Regelung der Stalllüftung, auf die noch eingegangen wird.

## Eigenschaften der Schachtlüftung

Die Leistung der Abluftschächte ist von klimatischen Einflüssen abhängig. Sie steht im umgekehrten Verhältnis zur erforderlichen Stalllüftung. An sehr kalten Wintertagen bei einer großen Differenz zwischen Stalllufttemperatur und Außenlufttemperatur ist sie sehr groß, wenn eine minimale Stalllüftung notwendig ist. An heißen Sommertagen, wenn kein Temperaturunterschied zwischen Stallluft und Außenluft auftritt, versagt die Schachtlüftung vollständig. Bei schmalen Ställen unter 12 m Breite kann im Sommer durch Öffnen von Türen und zahlreichen Fenstern ein Ersatz für die mangelhafte Wirkung der Abluftschächte geschaffen werden, doch bei einer Stallbreite von 21,25 m ist die Durchlüftung auch unter diesen Umständen oft mangelhaft.

Bild 1. Lüftungsdiagramm, Variante 1;  
a Grundstufe, b 1. Schaltstufe, c 2. Schaltstufe, d 3. Schaltstufe,  
e 4. Schaltstufe, f 5. Schaltstufe

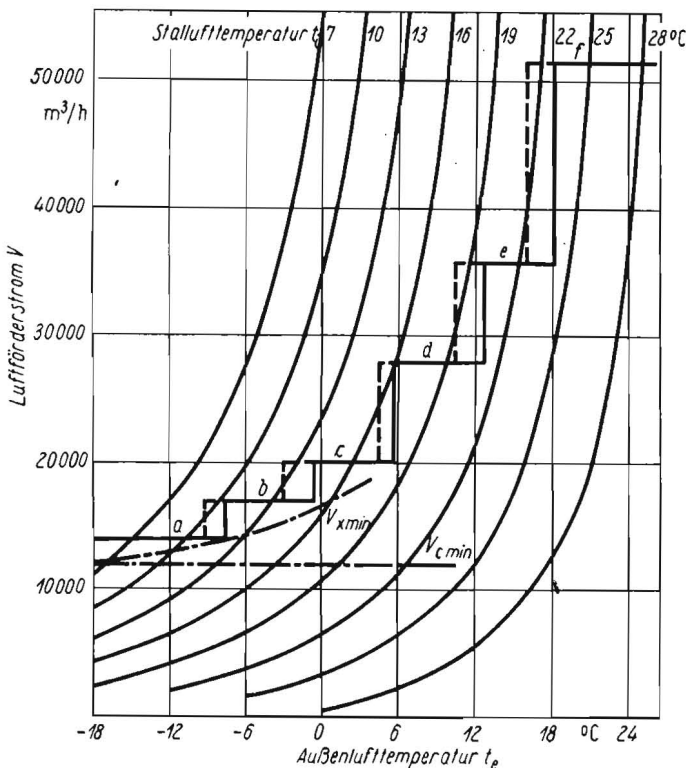
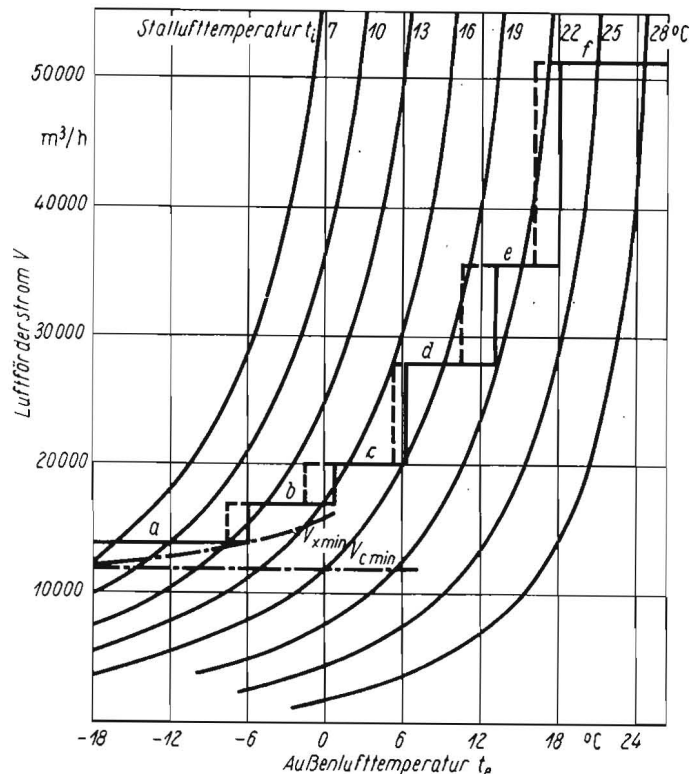


Bild 2. Lüftungsdiagramm, Variante 2;  
Bezeichnung wie im Bild 1



Für die Regelung der Schachtlüftung waren im allgemeinen die Hinweise der Bedienanleitungen unzureichend. Vor allem ist der Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft maßgebend. Dafür sind jedoch die erforderlichen Meßeinrichtungen meist nicht vorhanden. Deshalb konnten mit der Schachtlüftung auch in der kalten Jahreszeit häufig keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt werden.

### Prinzip der mechanischen Lüftungsanlage

Bei der mechanischen Lüftungsanlage wird die Luft aus dem Stall durch Dachlüfter abgesaugt, die auf dem Dachfirst über den Ansaugeschächten eingebaut sind. Im Stall entsteht ein Unterdruck. Durch die Lüftungsschlitze in den Längswänden strömt Frischluft nach. Die abgesaugte Luftmenge richtet sich vor allem nach der Stalllufttemperatur, wobei im Winter ein Mindestluftwechsel gewährleistet sein muß. Einerseits ist dafür der Kohlendioxidgehalt der Stallluft maßgebend. Die daraus resultierende Mindestlüftung ist in den Lüftungsdiagrammen (Bilder 1 und 2) unter  $V_{c \min}$  eingetragen. Die erforderliche Mindestlüftung  $V_{x \min}$  nach dem Wasserdampfmaßstab verhindert Tauwasserniederschlag an den Wänden, der zur dauernden Durchfeuchtung der Baukonstruktion führt. Bei ansteigender Stalllufttemperatur werden einzelne Dachlüfter in 5 Schaltstufen zugeschaltet. Das Lüftungssystem ist eine Weiterentwicklung des Systems, wie es von Schmidt und Großmann [2] aufgestellt und erprobt wurde.

### Beschreibung der vorgeschlagenen Lüftungseinrichtung

Bei der vorgeschlagenen Lüftungseinrichtung ist der Einbau von folgenden Lüftern vorgesehen:

- 5 Dachlüfter LANA 630.6 (Leistung  $V = 7700 \text{ m}^3/\text{h}$  je Lüfter)
- 4 Dachlüfter LANA 450.6 (Leistung  $V = 3100 \text{ m}^3/\text{h}$  je Lüfter).

Die Lüfterleistungen werden bei einem zu überwindenden Druckunterschied von 30 bis 40 Pa erzielt, der nach den bisherigen Erfahrungen durch die Stallhülle entsteht. Die Gesamtleistung der Lüftungseinrichtung beträgt damit  $50900 \text{ m}^3/\text{h} = 255 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{Tier}$ .

Aus dem Lüftungsdiagramm (Bilder 1 und 2) ist ersichtlich, daß eine weitere Steigerung des Luftförderstroms im Sommer zu keinem nennenswerten Senken der Stalllufttemperatur führt. Die Lüfter sollen im Bereich der bisherigen Abluftschächte angebracht werden. (Bild 3). Dazu werden die Abluftschächte verkleinert. Für den Einbau der Dachlüfter gibt es bewährte Konstruktionen (z. B. Schweinemastanlage Müncheberg).

Die kleineren Lüfter LANA 450.6 werden paarweise auf einen Doppelschacht aufgesetzt. Als Zuluft einrichtung werden die vorhandenen Lüftungsklappen verwendet.

Die Leistung der Lüftungseinrichtung ist für 200 Kühe ausgelegt. Werden im Stall im Rahmen von Rationalisierungsmaßnahmen mehr Kühe untergebracht [3] ist die Lüfterleistung zu erhöhen.

### Schaltung der Dachlüfter

Die Grundstufe der Schaltung entspricht der Mindestlüftung. Die weiteren Schaltungen sind so festgelegt, daß jede Schaltstufe eine Senkung der Stalllufttemperatur um etwa 2 K bewirkt (Tafel 1).

Die Auswirkung der Lüftungsstufen auf die Stalllufttemperatur in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur ist in den Lüftungsdiagrammen (Bilder 1 und 2) angegeben.

Tafel 1  
Lüftungsstufen

Lüftungsstufe	Anzahl	Lüfertyp	Leistung je Lüfter $\text{m}^3/\text{h}$	Gesamtleistung $\text{m}^3/\text{h}$
Grundstufe	1	LANA 630.6	7700	
	2	LANA 450.6	3100	13900
1. Schaltstufe	1	LANA 450.6	3100	17000
2. Schaltstufe	1	LANA 450.6	3100	20100
3. Schaltstufe	1	LANA 630.6	7700	27800
4. Schaltstufe	1	LANA 630.6	7700	35500
5. Schaltstufe	2	LANA 630.6	7700	50900

Tafel 2. Ein- und Ausschalttemperaturen bei den einzelnen Schaltstufen

Schaltstufe	Variante 1		Variante 2	
	ein $^{\circ}\text{C}$	aus $^{\circ}\text{C}$	ein $^{\circ}\text{C}$	aus $^{\circ}\text{C}$
Grundstufe	immer		immer	
1. Schaltstufe	12,0	9,0	14,0	11,0
2. Schaltstufe	15,0	12,0	16,5	13,5
3. Schaltstufe	18,0	15,0	19,0	16,0
4. Schaltstufe	21,0	18,0	21,5	18,5
5. Schaltstufe	24,0	21,0	24,0	21,0

Tafel 3. Zuluftflächen bei den einzelnen Schaltstufen

Schaltstufe	Zuluftfläche $\text{m}^2$	Anzahl der Öffnungen
Grundstufe	1,29	23
1. Schaltstufe	1,57	28
2. Schaltstufe	1,86	33
3. Schaltstufe	2,57	46
4. Schaltstufe	3,28	58
5. Schaltstufe	4,80	85

Die Grundstufe darf nicht abgeschaltet werden, da sie auch in der kalten Jahreszeit den von den Tieren ausgeschiedenen Wasserdampf und das überschüssige Kohlendioxid beseitigt. Die übrigen 5 Schaltstufen werden in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur eingeschaltet. Bei diesen Schalttemperaturen wirken sich die Wärmeverluste durch die raumumschließenden Bauteile aus. Bei Ställen mit größeren Wärmeverlusten (Variante 1) muß zur Verhinderung von Tauwasserbildung die 1. Schaltstufe bei niedrigeren Stalllufttemperaturen eingeschaltet werden als bei der Variante 2 mit doppelt verglasten Fenstern.

Für die beiden Varianten sind die Schaltungen bei in Tafel 2 angeführten Stalllufttemperaturen vorzusehen. Tafel 2 gilt gleichzeitig als Bedienanweisung für Handschaltung, die später ohne Schwierigkeiten durch den Einbau eines automatischen Regelgerätes ersetzt werden kann.

### Regelung der Zuluftöffnungen

Die Frischluft tritt durch die verschließbaren Öffnungen unter den Fenstern in den Stall ein. Die Luftgeschwindigkeit im Bereich der Zuluftöffnungen soll etwa 3,0 m/s betragen. Bei kleineren Luftgeschwindigkeiten ist die Durchmischung der kühleren Außenluft mit der

Stallluft nicht ausreichend. Das kann besonders im Winter zu ungünstigen Kaltluftströmungen führen, wenn die kalte Zuluft in unmittelbarer Fernernähe infolge der größeren Dichte auf die dort liegenden Tiere herabsinkt. Bei hohen Luftgeschwindigkeiten im Bereich der Zuluftöffnungen können Geräuschbelästigungen auftreten. Außerdem sinkt die Lüfterleistung etwas ab, da der Luftwiderstand der Zuluftöffnungen anwächst.

Für die einzelnen Lüftungsstufen wurden in Abhängigkeit vom Gesamtförderstrom die freien Zuluftflächen errechnet (Tafel 3). Im allgemeinen ist es ausreichend, wenn die eingestellte Lüftung täglich 2- bis 3mal überprüft wird.

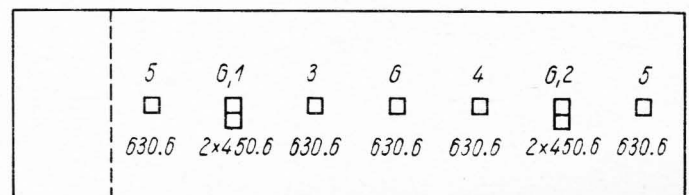
### Einfluß des Windes auf die Lüftungsregelung

Für die gleichmäßige Durchlüftung des Stalls ist die Wahl der geöffneten Lüftungsöffnungen maßgebend. Bei Windstille müssen die geöffneten Klappen auf beiden Längsseiten über die gesamte Raumlänge gleichmäßig verteilt sein. Da das vorgeschlagene Lüftungssystem mit nur geringen Druckunterschieden arbeitet, kann der Wind einen großen Einfluß ausüben. Mit Einfühlungsvermögen und Erfahrung ist die Zuluftfläche so zu regeln, daß der Wind sich nicht nachteilig auswirkt und eine optimale Lüftung erreicht wird. Bei hohen Windgeschwindigkeiten ist eventuell die Zuluftfläche zu drosseln und gleichzeitig auf die dem Wind abgekehrte Stallängsseite zu verlagern. Bei guter Regelung der Stalllüftung werden die gleichen Ergebnisse erreicht, die mit wesentlich höherem Aufwand an Investitionen und Betriebskosten in modernen Stallanlagen erzielt werden.

### Sondermaßnahmen für sehr warme Sommertage

Die Lüftungsanlage ist so ausgelegt, daß an warmen Sommertagen die Verdunstungskühlung angewendet werden kann. Die relative Feuchte der Außenluft beträgt an diesen Tagen meistens unter 40%. Durch Befeuchten der Fußbodenflächen im Stall, wo das Wasser verdunstet, wird die Stalllufttemperatur herabgesetzt. Es soll dabei ein Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft von 65 bis 70% angestrebt werden. An Tagen mit maximalen Außenlufttemperaturen über 30°C werden durch diese Maßnahme im Stall Lufttemperaturen erreicht, die etwa 5 K unter der Außenlufttemperatur liegen.

Bild 3  
Lüfteranordnung auf dem Gebäude mit Angabe des Lüftertyps und der Schaltstufe



### Vergleich der vorgeschlagenen Lüftungseinrichtung mit Einrichtungen neuer Großanlagen

Da eine gute Regelung der vorgeschlagenen Lüftungseinrichtung Erfahrung und Feingefühl erfordert und eine Automatisierung der Zuluftregelung nicht möglich ist, werden in neuen Großanlagen Lüftungssysteme mit Gleichdruckbetrieb eingebaut. Sie arbeiten mit höheren Druckdifferenzen, so daß der Windeinfluß ausgeschaltet wird. Ihre Betriebssicherheit ist sehr hoch. Gegenüber der vorgeschlagenen Lüftungseinrichtung betragen jedoch die Investitionen und die laufenden Betriebskosten ein Mehrfaches. Bei einer guten Regelung der

vorgeschlagenen Unterdrucklüftung können in Ställen bis 21,0 m Breite fast die gleichen Ergebnisse erzielt werden wie mit modernen Gleichdruckanlagen. Bei kompakten Anlagen mit größeren Gebäudebreiten sind Unterdrucklüftungsanlagen nicht ausreichend. Der mittlere Energieaufwand für die vorgeschlagene Lüftung im Milchviehstall Typ L 203 e mit 200 Kühen beträgt 8000 kW · h/Jahr (40 kW · h/Jahr · Kuh).

Das vorgeschlagene Lüftungssystem ist besonders für kleinere Ställe geeignet. Der Milchviehstall Typ L 203 e liegt größtenteils bereits an der oberen Grenze. Bei Ställen bis 12 m Breite werden anstatt der Dachlüfter

Wand- oder Fensterlüfter eingesetzt. Das System kann auch für beheizte Ställe angewendet werden.

### Literatur

- [1] TGL 29084 Landwirtschaftsbau; Tierphysiologische Angaben und Forderungen zur Stallklimagestaltung. Ausg. v. Okt. 1974.
- [2] Richtlinie Projektierung von Lüftungsanlagen in Rinder- und Schweinemastställen. Deutsche Bauinformation, Berlin 1966.
- [3] Krohn, P.; Reglin, W.; Kujas, K.-H.: Rinderställe für 312 Tiere in der Bauhülle L 203 e. Bauzeitung 25 (1971) H. 1, S. 33—36. A 1437

## Rückblick auf die AGROMASEXPO 76

Dipl.-Ing. J. Rost, KDT, VEB Handelskombinat agrotechnic Leipzig

AGROMASEXPO, die Internationale Ausstellung und Messe für Maschinen und Geräte der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie, fand vom 25. August bis zum 1. September 1976 in Budapest zum vierten Mal statt. Ungarische Unternehmen und 130 Aussteller aus 20 Ländern führten ihre modernsten Exponate auf einer Fläche von rd. 25 000 m<sup>2</sup> vor.

Die AGROMASEXPO 76 stand unter dem besonderen Gesichtspunkt der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion. Jeder Aussteller war sich bewußt — und davon zeugten seine präsentierten Erzeugnisse —, daß die ungarische Landwirtschaft mit der Zunahme industriemäßiger Produktionsmethoden (zur Zeit auf 1 Million Hektar) leistungsstarke, komplette Maschinenreihen benötigt. Der ungarische Landmaschinenbau zeigte Erzeugnisse, die sich in die Produktionssysteme des Getreide-, Mais- und Zuckerrübenanbaus einfügen, wo große Leistungen und höchste technologische Disziplin erforderlich sind. Diese Entwicklungen können durch zweckmäßige Kooperation, durch Ankauf von Lizenzen und vor allem durch Vereinbarungen über Produktionsspezialisierung innerhalb des RGW verwirklicht werden. Diese günstigen Möglichkeiten der sozialistischen Zusammenarbeit werden vom ungarischen Landmaschinenbau allseitig genutzt. An den jeweiligen Erzeugnissen wurde die Kooperation mit den befreundeten Ländern dokumentiert.

Die ständig zunehmende und sich entwickelnde sowjetisch-ungarische Zusammenarbeit fördert die rasche Entwicklung der Mechanisierung der Landwirtschaft in beiden Ländern. In Ungarn arbeiten gegenwärtig mehr als 50 000 sowjetische Traktoren. Dieser Anteil stellt 40% aller in Ungarn eingesetzten Traktoren dar. Die ungarischen Mährescher stammen zu 85% aus der Sowjetunion, d. h., es wurden die Typen „Niva“ SK-5 und „Kolos“ SK-6 importiert. Insgesamt importiert die Ungarische Volksrepublik 30 verschiedene landwirtschaftliche Maschinen über den Außenhandelsbetrieb Traktorexport aus der Sowjetunion. Die diesjährige Exposition von Traktorexport diente vornehmlich der Verstärkung der energie-

tischen Basis in der ungarischen Landwirtschaft, wozu u. a. die Traktoren K-701, T-150 K, MTS-80 und verschiedene Varianten des Kettentraktors DT-75 gehören.

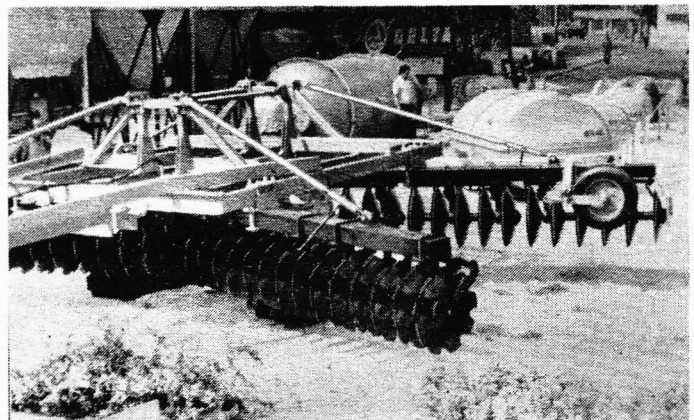
Die polnische Landmaschinenindustrie produziert eine große Anzahl von Maschinen für die Landwirtschaft und für die Lebensmittelindustrie, darunter auch Exponate, die der vollständigen Mechanisierung der landwirtschaftlichen Arbeiten dienen. Von besonderer Bedeutung sind die Maschinen für die Getreide- und Strohernte, die Maschinen zur Ernte und Verarbeitung von Gemüse, die Maschinen zur Bestellung und Ernte von Hackfrüchten und die Maschinen zur Bodenvorbereitung und zur Düngerausbringung. Der ungarisch-polnische Handel von Landmaschinen ist im vergangenen Fünfjahrplanzeitraum um 137% gewachsen. Die ungarische Landwirtschaft importierte vor allem Mineralförderer, Heuerntemaschinen und Einrichtungen für den Pflanzenschutz. Die ungarische Landmaschinenindustrie exportierte dafür vornehmlich komplette Schweine- und Rinderzuchtanlagen. Der polnische Außenhandelsbetrieb AGROMET-MOTOIMPORT richtete sein Programm auch auf die Intensivierung in der ungarischen Land-

wirtschaft aus. Dazu gehören Traktoren (Ursus C 385, C 385 A; Ursus 1201 und 1204), Mährescher (Bizon-Super), Mineralförderer (RCW-5), Stalldüngestreuer (RT-1/3, RT-1/6), Drillmaschinen (SIEWNIK 5.4), ein- und zweireihige Kartoffelroder (Z-644, Z-614), Strohpressen (Z-224), Rübenköpf- und -rodekombines (Z-413 Neptun) und Rotationsmäherwerke (Z-070, Z-071 Orkan).

Im Ausstellungsteil des Außenhandelsunternehmens MOTOKOV aus der ČSSR waren Traktoren (Zetor 6748, Zetor Crystal 8045 und Zetor Crystal 12045) aber auch Systeme der Kleinmechanisierung (Terra, MF 73 und Kleintraktor TZ-4-K 14) vertreten. Als Maschine zur Intensivierung der Rübenenernte wurde der selbstfahrende Rübenköpflader 6-OCS vorgestellt. Nachfolgend werden einige interessante Exponate des ungarischen Außenhandelsunternehmens KOMPLEX kurz beschrieben:

### Schwere Scheibenegge XT 8-3/B (Bild 1)

Die schwere Scheibenegge XT 8-3/B ist zur Bearbeitung stark gebundener Böden, also für Stoppelfelder, zur Ackervorbereitung und zur Saatbettbereitung geeignet. Sie besitzt eine



1