

# Einsatz der freien Lüftung in Tierproduktionsanlagen

Dr. agr. Mukadas Achmedova/Dr.-Ing. H.-J. Müller

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## Verwendete Formelzeichen

A	m <sup>2</sup>	Fläche
g	m/s <sup>2</sup>	Erdbeschleunigung
H	m	wirksame Raumhöhe
k	—	Windwiderstandsbeiwert
Δp	Pa	Druckdifferenz
Q <sub>T</sub>	kJ/h	technologische Wärmequellen
V̇	m <sup>3</sup> /h	Volumenstrom
V	m <sup>3</sup>	Raumvolumen
w	m/s	Luftgeschwindigkeit
ζ	—	Widerstandszahl der Zu- und Abluftöffnungen
Δρ	kg/m <sup>3</sup>	Dichtedifferenz der Luft

## Indizes

1	Eintritt
2	Austritt
th	thermischer Auftrieb
w	Wind

## 1. Einleitung und Problemstellung

Die Lüftung verursacht einen beachtlichen Teil der Energiekosten des Produktionsprozesses in einer Tierproduktionsanlage. Deshalb wird an Lösungen gearbeitet, die der Forderung nach Material- und Energieeinsparung nachkommen. Fortschritte gegenüber dem SL-System wurden bereits durch Vereinfachung des Luftleitungssystems und durch neue regelungstechnische Varianten erreicht. Weitere Möglichkeiten der Energieeinsparung sind u. a. durch Anwendung der freien Lüftung möglich. Im vorliegenden Beitrag sollen die Wirkprinzipien und die theoretischen Grundlagen der freien Lüftung erläutert werden.

Anhand von Praxisuntersuchungen wird auf die Probleme und Einsatzmöglichkeiten der freien Lüftung eingegangen.

## 2. Wirkprinzip und Einsatzmöglichkeiten der freien Lüftung

Das Prinzip der freien Lüftung wird schon seit langem angewendet. Es beruht auf der Wirkung von Windkräften und thermischen Kräften. In der Praxis überlagern sich beide Einflußgrößen. Durch den Wind wird an der Luvseite des Gebäudes ein Überdruck aufgebaut, während an der Leeseite ein Unterdruck entsteht. Die Luft strömt in horizontaler Richtung entsprechend dem Druckgefälle durch das Gebäude (Bild 1). Die dem Stall zugeführte Frischluftmenge hängt im wesentlichen von der Größe der Öffnungen im Gebäude und von der Windstärke ab. Bei hoher Windgeschwindigkeit kann man zwar die Zufuhr von Frischluft durch

Schließen der Öffnungen reduzieren, aber bei Windstille läßt sich die Frischluftzufuhr nicht erhöhen. Die Strömungsverhältnisse innerhalb des Stalls werden ebenfalls durch die Windverhältnisse stark beeinflusst. Die Thermikwirkung entsteht durch Temperaturunterschiede zwischen der Außenluft und der Stallluft. Die kältere Luft fällt aufgrund der höheren Dichte nach unten und verdrängt die wärmere Luft, die nach oben steigt. Dieses Prinzip der Lüftung wird auch als Schwerkraftlüftung bezeichnet (Bild 2). Die Intensität des Luftwechsels im Stall wird im wesentlichen bestimmt durch die Größe der Temperaturunterschiede zwischen Stall- und Außenluft, durch den Höhenunterschied zwischen Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnung und durch die Größe dieser Öffnungen. Infolge innerer Wärmequellen, vor allem durch die Wärmeabgabe der Tiere, ist die Stalllufttemperatur meist höher als die Außenlufttemperatur. Es stellt sich eine Raumströmung nach Bild 2 ein. Die Zuluft strömt durch Öffnungen in den Seitenwänden nach. Die erwärmte Stallluft steigt nach oben und entweicht durch Abluftschächte. In der UdSSR wurden in bezug auf stabile Strömungsverhältnisse mit einem Schacht je Stall (Monoschachanlage) gute Erfahrungen gemacht [1]. Teilweise werden Schlitzlöcher, die im Dachfirst über die gesamte Länge des Stalls reichen, als Abluftöffnungen verwendet.

Die Wirkung der freien Lüftung ist sehr stark von den meteorologischen Bedingungen abhängig. Die im Standard TGL 29084/01 angegebenen Stallklimaparameter können nicht ganzjährig eingehalten werden.

Bisher wurden nur in kleineren Ställen und bei niedrigen Anforderungen an das Stallklima befriedigende Ergebnisse erzielt. Für Jungrinder, Mastrinder und Milchkühe ist der Einsatz der freien Lüftung prinzipiell möglich, da diese Tiere die geringsten Anforderungen an das Stallklima stellen. Ihre Einsatzgrenzen können erst nach Durchführung gezielter Untersuchungen begründet werden.

## 3. Theoretische Grundlagen der freien Lüftung

Die für die Auslegung der freien Lüftung in Industriebauten gültigen Berechnungsverfahren [2] lassen sich prinzipiell auch bei der Stalllüftung anwenden. Im vorliegenden Beitrag sollen nur die wesentlichen Formeln angegeben werden.

Die aus Temperaturunterschieden zwischen Innen- und Außenluft resultierenden Dichteunterschiede führen zu einer Druckdifferenz zwischen Zu- und Abluftöffnung (Bild 3):

$$\Delta p_{th} = g H \Delta \rho \quad (1)$$

Die Druckverhältnisse, die durch den Wind erzeugt werden, können mit Gl. (2) ermittelt werden:

$$\Delta p_w = \Delta k \frac{\rho}{2} w_w^2 \quad (2)$$

Der Windwiderstandsbeiwert  $k$  berücksichtigt die Windrichtung, die Lage des Gebäudes, die Form und die Lage der Zu- bzw. Abluftöffnungen. Die bei der Durchströmung des Gebäudes auftretenden Druckverluste lassen sich mit den  $\zeta$ -Werten und den Strömungsgeschwindigkeiten an den Zu- und Abluftöffnungen bestimmen:

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho}{2} w_w^2 \quad (3)$$

In der Literatur sind mehr oder weniger vereinfachte Berechnungsverfahren angegeben, die auf den Gln. (1) bis (3) aufbauen. Damit lassen sich die erreichbaren Geschwindigkeiten in der Abluftöffnung und die notwendigen Querschnitte der Zu- und Abluftöffnungen berechnen. In Tafel 1 sind nach verschiedenen Quellen ermittelte Abluftgeschwindigkeiten zusammengestellt. Dabei wurde nur die Thermikwirkung betrachtet. Die Werte weisen untereinander erhebliche Abweichungen auf, so daß derartige Berechnungen nur als Überschlagsrechnungen angesehen werden können.

Tafel 1. Luftgeschwindigkeit in m/s in der Abluftöffnung bei einer wirksamen Auftriebshöhe von  $H = 10$  m

Quelle	Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außenluft	
	10 K	25 K
Eichter [3]	1,2	2,4
Jürgenson [1]	2,0	3,2
ILKA-Berechnungsunterlagen [2]	1,8	3,0
Recknagel/Sprenger [4]		
— Schachtlüftung	1,4	2,3
— Dachaufstülzluftung	1,2	2,1

Bild 1 Querlüftung eines Stalls durch Windeinfluß

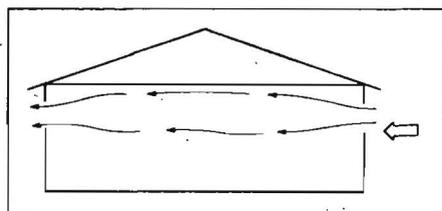


Bild 2 Schwerkraftlüftung

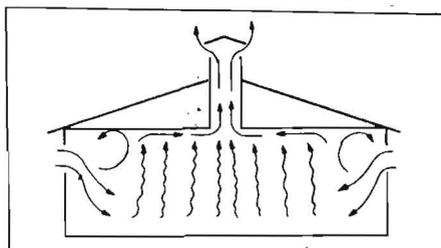
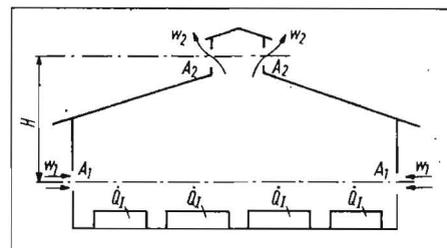


Bild 3 Schematische Darstellung zur freien Lüftung



#### 4. Meßergebnisse aus Praxisanlagen

Die stollklimatischen Untersuchungen zur freien Lüftung wurden in einer Jungrinderanlage [6, 7] und in einem Milchviehstall durchgeführt.

Die zwei in der Jungrinderanlage untersuchten Ställe hatten zwar dieselbe Bauhülle, waren aber unterschiedlich belegt:

- Stalllänge 120 m
- Stallbreite 24 m
- Firsthöhe rd. 7 m
- Zuluftöffnungen im Fensterband 2,1 m über dem Fußboden

##### — Belegung im Stall I:

1000 Tiere im Sommer mit je 240 kg

1150 Tiere im Winter mit je 240 kg

##### — Belegung im Stall II:

617 Tiere im Sommer mit je 390 kg

888 Tiere im Winter mit je 390 kg.

Als Abluftöffnung diente ein Längsschlitz im First (Bild 4).

#### 4.1. Sommerbetrieb (Jungrinderanlage)

Hierbei wurden nur Kurzzeitmessungen durchgeführt. Die Fenster und Tore waren zum Zeitpunkt der Messung geöffnet. Zwischen den Ställen, die mit 300 Tieren (Stall I) bzw. mit 100 Tieren (Stall II) unterbelegt waren, konnten keine prinzipiellen Unterschiede festgestellt werden. Das Raumströmungsbild (Bild 4a) zeigt, daß die durch Fenster eintretende Frischluft unter der Decke entlang zur Abluftöffnung strömt. Die im Tierbereich erwärmte Stallluft steigt nach oben und bewirkt ein Nachströmen von Frischluft über die geöffneten Fenster und Tore. Begünstigt wurde die freie Lüftung durch einen leicht böigen Wind mit einer Geschwindigkeit von rd. 1 m/s. Bei einer Außenlufttemperatur von 29°C lagen die Stalllufttemperaturen bei rd. 30°C. Die Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich waren mit 0,05 bis 0,20 m/s gering. Die ungenügende Durchströmung des Tierbereichs drückt sich in den für Sommerverhältnisse relativ hohen Schadgaskonzentrationen aus. Es wurden CO<sub>2</sub>-Werte zwischen 0,15 Vol.-% und 0,25 Vol.-% sowie NH<sub>3</sub>-Werte zwischen 18 ppm und 28 ppm gemessen. Nach Aussagen des Anlagenpersonals stellen sich bei noch höheren Außenlufttemperaturen und Windstille noch ungünstigere Verhältnisse im Stall ein.

#### 4.2. Winterbetrieb (Jungrinderanlage)

Im Winterbetrieb (Bild 4b) fällt die eintretende Frischluft herab und strömt am Fußboden entlang in den Tierbereich. Ein Teil der Luft strömt durch den Güllekanal. Im Tierbereich erwärmt sich die Luft und steigt zur Decke, um durch die Abluftöffnung zu entweichen. Die ungünstigen Strömungsverhältnisse spiegeln sich in unbefriedigenden Stallklimaparametern wider. Bei Außenlufttemperaturen von -5°C wurden am Fußboden Temperaturen bis 1,5°C gemessen. In 1 m Höhe lagen die Temperaturen zwischen 4°C und 7°C. Die am Fußboden entlangströmende kalte Luft wies Spitzengeschwindigkeiten bis 0,7 m/s auf. In 1 m Höhe wurde ein Wert von 0,4 m/s nicht überschritten. Die Schadgaskonzentrationen zeigten niedrige Werte. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt betrug 0,04 Vol.-% und der NH<sub>3</sub>-Gehalt 5 ppm. Bei Außenlufttemperaturen von -15°C bis -20°C wurden vom Anlagenpersonal Stalllufttemperaturen von -3°C bis -5°C gemessen. Das Einfrieren von Tränkeleitungen und das Überfrieren feuchter Flächen waren die Folge. Aus den im Winter durchgeführten Messungen kann abgeleitet werden, daß aufgrund der relativ großen Temperaturunterschiede zwischen Außen- und Stallluft ein zu

großer Frischluftstrom in den Stall gelangt. Eine schlechte Durchmischung zwischen Frischluft und Stallluft trägt mit zu niedrigen Temperaturen im Aufenthaltsbereich bei.

#### 4.3. Sommerbetrieb (Milchviehstall)

Die zweite untersuchte Anlage, ein Milchviehstall, hatte die Systemmaße 75 m × 21 m × 3,6 m. Zur Abführung der Stallluft dienten 8 Abluftschächte (Querschnittsfläche eines Schachtes 1,5 m × 1,5 m). Die Zuluft strömte über Schlitze unterhalb der Fenster nach. Im Sommer wurde der Luftaustausch durch Öffnen der Tore erhöht. Der Stall war mit 252 Milchkühen belegt.

Bei hohen Außenlufttemperaturen ließen sich im Stallquerschnitt keine eindeutigen Strömungsverhältnisse feststellen. Die über die Abluftschächte entweichende Luftmenge war gering. Die Durchströmung des Stalls wurde durch Windgeschwindigkeit und Windrichtung der Außenluft bestimmt. Da die Tore geöffnet waren, lag die Hauptströmungsrichtung in Längsrichtung des Stalls. Die durchgeführten Temperaturmessungen ergaben, daß das Tagesmaximum der Außenlufttemperatur die Stalllufttemperatur infolge von Speichereffekten überschritt. Jedoch lag bei den Messungen keine langanhaltende Hitzeperiode vor. Eine Überschreitung der zulässigen Schadgaskonzentrationen wurde nicht festgestellt. Die Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich ergaben sich aus den Außenwindverhältnissen. Beispielsweise wurden bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s und bei einer Windrichtung von 70° bis 80° zur Gebäudelängsachse im Tierbereich Geschwindigkeiten bis über 1 m/s gemessen.

#### 4.4. Winterbetrieb (Milchviehstall)

Die Raumströmungsverhältnisse (Bild 5) wiesen nur eine unzureichende Vermischung zwischen Zuluft und Stallluft auf. Temperaturunterschiede im Stall von 6 K waren deshalb keine Seltenheit. Die gemessenen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen lagen teilweise über den zulässigen Werten. An einigen Stellen im Tierbereich wurden 0,40 Vol.-% gemessen. Die Luftgeschwindigkeitsmessungen im Tierbereich ergaben Werte um 0,2 m/s. Lediglich an den Stellen, wo die kalte Luft einfiel, traten Geschwindigkeiten bis 0,45 m/s auf. Bei Außenlufttemperaturen von -9°C wurden im Tierbereich +4°C bis +11°C gemessen. Nach Aussagen des Stallpersonals waren bei Außenlufttemperaturen von -15°C die Tränken in den Giebelbereichen eingefroren.

#### 4.5. Luftwechselfmessungen (Milchviehstall)

Die Messung des Frischluftstroms bzw. des Abluftstroms mit Geschwindigkeitsmeßgeräten bereitet bei freier Lüftung Schwierigkeiten, da die Luft durch die verschiedenen Öffnungen mehr oder weniger unkontrolliert zu- und abströmt. Deshalb wurde der Luftwechsel in der Milchviehanlage mit der Indikatorgasmethode bestimmt. Am Meßtag lag die Außenlufttemperatur bei 0°C. Die Messung des Luftwechsels erfolgte bei

- geschlossenen Toren und geschlossenen Abluftklappen
- geschlossenen Toren und geöffneten Abluftklappen
- geöffneten Toren und geöffneten Abluftklappen.

Die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen betrug 18 K. Die Außenwindgeschwindigkeit war 1 bis 2 m/s, und die Windrichtung lag etwa in der Längsachse des Stallgebäudes. An

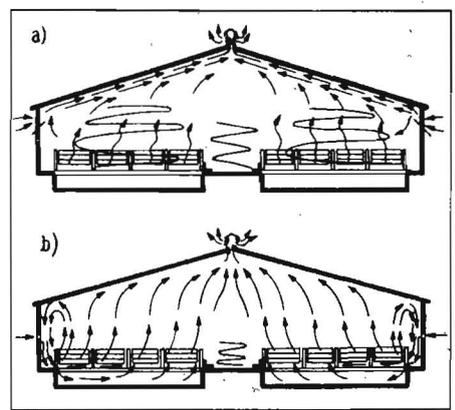


Bild 4. Raumströmung in einem Jungrinderstall:  
a) Sommerbetrieb  
b) Winterbetrieb

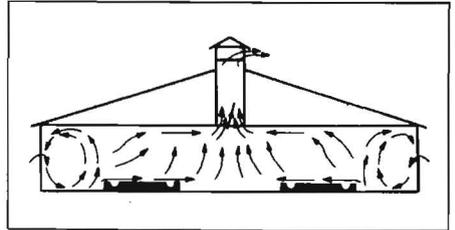


Bild 5. Raumströmung in einem Milchviehstall im Winterbetrieb

6 Meßstellen wurden Werte von  $\dot{V}/V$  gemessen:

- 0,6... 2,6 l/h
- 6,1... 8,7 l/h
- 93... 142 l/h.

Es konnte festgestellt werden, daß durch Öffnen und Schließen der Abluftklappen eine Luftmengenregelung möglich ist (Fälle 1 und 2). Im Sommer läßt sich der Luftwechsel bei leichtem Wind durch Öffnen von Toren und Fenstern wesentlich vergrößern (Fall 3). Berechnet man nach [4] den Frischluftstrom für den Fall 2, dann ergibt sich nur unter Berücksichtigung der Thermikwirkung ein Luftwechsel von  $\dot{V}/V = 16$  l/h. Dieser Rechenwert weicht wesentlich vom Meßwert ab. Eine Ursache dafür könnte sein, daß nicht alle 8 Luftschrächte voll an der Abluftabführung beteiligt sind. Offenbar sind die Berechnungsverfahren für die freie Lüftung so stark vereinfacht, daß nur eine grobe Abschätzung möglich ist.

#### 5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Aus der Praxis sind für bestimmte Tierproduktionsrichtungen nach dem Prinzip der freien Lüftung betriebene Stallanlagen der industriemäßigen Tierproduktion bekannt, die zufriedenstellende Produktionsergebnisse aufzuweisen haben. Theoretische und praktische Untersuchungen zeigen aber, daß selbst bei Tierarten mit geringen Anforderungen an das Stallklima die im Standard geforderten Stallklimaparameter mit der freien Lüftung nicht ganzjährig eingehalten werden können. Kritisch sind die extremen Außenklimabedingungen im Sommer und im Winter. Für die Anwendung der freien Lüftung in der Praxis wird deshalb vorgeschlagen, daß die freie Lüftung durch Zwangslüftungseinrichtungen ergänzt wird, die bei extremen Witterungsbedingungen in Betrieb genommen werden. Der Nutzeffekt der Kombination aus freier Lüftung und Zwangslüftung besteht in der Energieeinsparung. Die hohen Energieeinsparungen im Vergleich zu einer

ganzjährig betriebenen Zwangslüftung ergeben sich aus der geringen Einschaltzeit der Zwangslüftungseinrichtungen im Verlauf eines Jahres.

Dem Projektanten müssen geeignete Berechnungsverfahren und Auslegungsvorschriften für die freie Lüftung zur Verfügung gestellt werden.

Damit ergeben sich für die wissenschaftliche Forschung Aufgaben, die sich mit der Funktion der freien Lüftung in Tierproduktionsanlagen beschäftigen. Vor allem sind die Einsatzgrenzen unter Berücksichtigung des Baukörpers, des Außenklimas, der Haltungstechnologie und der Tierart zu untersuchen. Abschließend bleibt festzuhalten, daß die freie Lüftung im Interesse

einer rationelleren Energieanwendung bei ihrer erfolgreichen Lösung prinzipiell an Bedeutung gewinnen wird.

#### Literatur

- [1] Anton: Konzeption, Einbau und Erprobung einer Monoschichtanlage in einem Milchviehstall zur Rekonstruktion der Stalllüftungsanlage mit dem Ziel der Intensivierung der Tierhaltung. Ingenieurschule für Veterinärmedizin „Kurt Neubert“ Beichlingen, Zwischenbericht 1978.
- [2] Lufttechnische Arbeitsmappe/Berechnungsunterlagen. Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden.
- [3] Eichler, F.: Wärmetechnische Richtlinien für ge-

schlossene Stallbauten. Deutsche Bau-Enzyklopädie. Sonderdruck. Berlin: VEB Verlag Technik 1957.

- [4] Recknagel, H.; Sprenger, E.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. München/Wien: R. Oldenbourg Verlag 1974.
- [5] Ober, J.: Stallklima. Arbeitsblatt Landwirtschaftliches Bauwesen 14.01.01. September 1967. Bayer. Landesanstalt für Tierzucht Grub.
- [6] Achmedova, M.: Stallklimaüberprüfung in der Jungrinderanlage Wasmerslage (Winterfall) am 21.2.1978. FZM Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1978 (unveröffentlicht).
- [7] Achmedova, M.: Stallklimaüberprüfung in der Jungrinderanlage Wasmerslage (Sommerfall) am 26. und 27.7.1978. FZM Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1978 (unveröffentlicht).

A 2573

## Entwicklung eines Parterresystems für die Haltung von Milchvieh am Beispiel der kombinierten Freß-Liegebox

Dr.-Ing. D. Krüger, Architekt BdA/DDR, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

### 1. Problem- und Zielstellung

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion erfordert rationelle Produktionsverfahren. In der Tierproduktion wurden solche Verfahren mit industriemäßigem Charakter und mechanisierten bis teilautomatisierten Arbeitsprozessen entwickelt. Die Milchproduktion nimmt dabei einen vorrangigen Platz ein. Industriemäßige Anlagen der Milchproduktion sind nach dem z. Z. gültigen Angebotsprojekt mit 1930 Tierplätzen u. a. durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- vom Freßplatz getrennte Wand-Liegeboxen bei reduziertem Tier-Freßplatz-Verhältnis
- stark profilierte Stallfußböden mit Unterflurkanälen und Spaltenbodenabdeckung
- im Aufstandsbereich eingespannte Stand-ausrüstungen.

Die Aufwendungen ohne Einbeziehung der Umhüllungskonstruktionen betragen im Haltungsbereich der Produktionssektion in der Summe für die Anteile Bau und Ausrüstung:

- Baumasse 5821 t ( $\approx$  5350 kg/Tierpl.)
- Zement 739 t ( $\approx$  500 kg/Tierpl.)
- Stahl 186 t ( $\approx$  125 kg/Tierpl., davon Bauanteil 73,5 kg/Tierpl., Ausrüstungsanteil 51,5 kg/Tierpl.)
- Schrottverlust 106 t ( $\approx$  71 kg/Tierpl.)
- Montagezeitaufwendungen 17000 h ( $\approx$  12 h/Tierpl.).

Beim Errichten dieser Anlagen ergeben sich im Haltungsbereich der Produktionssektionen während der Fertigung des funktionstechnischen Innenausbau starke Verflechtungen der Gewerke des Bauwesens mit denen der Landtechnik bei häufig wechselnder Verantwortlichkeit im gleichen Fertigungsabschnitt.

Die durch moralischen oder physischen Verschleiß erforderlichen Umrüstungen in den Produktionsgebäuden führen zu einem hohen Demontageaufwand bei der landtechnischen Ausrüstung mit teilweiser Zerstörung von Bauanteilen. Der in den Bauelementen eingebaute Bewehrungsstahl geht beim Austausch der Elemente mit 71 kg/Tierplatz, d. h. rd. 50% des Stahlgrundeinsatzes je Tierplatz, volkswirtschaftlich verloren.

Siedel [1] untersuchte sehr eingehend diese Problematik und kommt zu dem Schluß, daß in bezug auf die Verbindung von Bauteilen der Ausrüstung mit denen des Baus als Hauptprozeß der Ausrüstungsmontage erhebliche Rückstände zu den technisch-ökonomischen Forderungen zugelassen wurden. Er fordert:

- weitgehende Vermeidung von Verbindungen
- in sich stabile Ausrüstungskonstruktionen
- standardisierte Paßflächen
- notwendige Austauschbarkeit der Ausrüstungen innerhalb der Baukonstruktion.

Diesen Forderungen kommen Parterresysteme am nächsten. Aufbauend auf den Erkenntnissen von Brink und Lüpfer [2] bestand die Zielstellung der Forschung an der Ingenieurhochschule Berlin darin, ein Parterresystem für Milchvieh zu entwickeln, das sich bei Senkung der derzeitigen Aufwendungen und Entflechtung der Gewerke sowohl für den Aufbau industriemäßig produzierender Anlagen als auch für die Rationalisierung in bestehenden Gebäuden eignet.

### 2. Analyse des gegenwärtigen Entwicklungsstands

Ruhnke [3] formulierte bereits im Jahr 1966 die grundsätzlichen Forderungen technischer Lösungen des Parterresystems. Er definierte erstmalig „technologische Einrichtungen“, die von Ausrüstungsbetrieben gefertigt und auf eine Gebäudesohle ortsveränderlich aufgestellt werden, als „Parterre-Systemlösungen“. Unter Anlehnung an diese grundsätzliche Begriffsbestimmung wird das Parterresystem als technisches Prinzip der technologischen Ausrüstung landwirtschaftlicher Produktionsgebäude bei industrieller Fertigung mit klarer Funktionstrennung zwischen den Leistungsbereichen des Bauwesens und der Landtechnik verstanden. Dabei bestehen die Leistungen des Bauwesens im Fertigen einer vorwiegend ebenen Gebäudesohle als Montageebene für die landtechnische Ausrüstung und die der Ausrüstungsindustrie im Herstellen und Montieren kompletter ortsveränderlicher Maschinensysteme, die

in sich raumstabil sind und wenige oder keine konstruktiven Verbindungen mit der Montageebene haben.

Bei Änderung des landwirtschaftlich-technologischen Verfahrens bieten Parterresysteme eine überaus günstige Anpassungsfähigkeit. Parterresysteme werden erfolgreich in der Kleintier- und Kälberhaltung sowie in der Läuferproduktion eingesetzt. Sie bildeten den Ausgangspunkt eigener Entwicklungen, wobei die Analyse des gegenwärtigen Stands der Technik keine anwendungsreife technisch-konstruktive Lösung für die Aufstellung von Milchvieh erbrachte.

### 3. Auswahl der Aufstellungsform

Zum Zeitpunkt der Arbeitsaufnahme am Forschungsvorhaben „Parterrehaltung Milchvieh“ wurde die Tendenz zum Tier-Freßplatz-Verhältnis von 1:1 durch eine Reihe von Untersuchungen, Projekten und gebauten Anlagen unterstrichen, die als Alternative zu den Anlagen mit getrenntem Freß-Liegeplatz die kombinierte Freß-Liegebox vorsehen. Produktionsanlagen mit kombinierten Freß-Liegeboxen weisen in der Gesamtheit der Anteile Bau und Ausrüstung einen höheren Material- und Leistungsumfang auf, als ihn Haltungsformen mit getrenntem Freß-Liegeplatz beanspruchen. Hieraus konnte abgeleitet werden, daß die Entwicklung eines Parterresystems für die Haltung von Milchvieh am Beispiel der kombinierten Freß-Liegebox einer sehr kritischen Prüfung im ökonomischen Vergleich zu einer Basisvariante nach dem z. Z. gültigen Angebotsprojekt mit 1930 Tierplätzen unterzogen war, da es sich um die materialaufwendigste Haltungsform handelt.

### 4. Entwicklung des Grundprinzips

Die ausrüstungstechnische Konstruktionsgestaltung des Parterregrundprinzips wurde maßgeblich durch Hochbau- und Hallenkonstruktionen des Industrie- und Gesellschaftsbau beeinflusst (Bild 1). Wird die Auswahl der dargestellten möglichen Baukonstruktionssysteme bei Hallen und mehr-