Zeitschrift: Landtechnik Schweiz Herausgeber: Landtechnik Schweiz

**Band:** 58 (1996)

Heft: 6

**Artikel:** Steuergerät für die Heubelüftung : ein breites Angebot lädt zum

Stromsparen ein

Autor: Baumgartner, Jürg

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-1081328

### 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:** 23.11.2025

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



# FAT-Berichte

Herausgeber: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT)

CH-8356 Tänikon TG Tel. 052-368 31 31

Fax 052-365 11 90

## Steuergeräte für die Heubelüftung

### Ein breites Angebot lädt zum Stromsparen ein

Jürg Baumgartner, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Die Anzahl der Heubelüftungen nimmt heute nicht mehr so stark zu wie in den Jahren 1965 bis 1990, in welchen der Zuwachs rund 1400 pro Jahr betrug. Immerhin verfügen zurzeit rund 44 000 Betriebe über eine oder mehrere Heubelüftungsanlagen. Viele dieser Anlagen sind nicht auf dem neuesten technischen Stand, und es wird viel, gar zuviel elektrischer Strom verbraucht. Gründe dafür sind:

- Nach dem Einführen wird in der Regel zu lange belüftet.
- Die Belüftung läuft zur «falschen»
  Zeit, zum Beispiel nachts oder bei

Regenwetter. Unter diesen Umständen wird Wasser in den Heustock eingelagert. Dieses Wasser muss mit zusätzlichen Belüftungsstunden wieder dem Stock entzogen werden.

- Anderseits wird oft vergessen, den Ventilator intervallmässig laufen zu lassen. Dann erwärmt sich der Stock selbst. Mit solchen Gärungen sind Nährstoffverluste verbunden, und es entsteht zusätzlich 0,6 kg Wasser pro kg abgebauter Trockensubstanz (TS).
- Viele über 20jährige Anlagen besitzen alte Ventilatoren mit tiefen Wirkungsgraden.

Es stellt sich die Frage: Den Ventilator wechseln oder ein Steuergerät einsetzen? Die Übersicht (Tab. 2) soll mithelfen, das geeignete Steuergerät aus dem grossen Angebot auszuwählen.



Abb. 1. Steuergerät mit Messung der Lufttemperatur beim Ansaug und an der Stockoberfläche.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Problemstellung	26
Welches Steuergerät	
wählen?	26
Nach Luftfeuchtigkeit	
steuern	31
Zusätzlich den Stockzustar	
wählen	31
Steuern nach Sättigungs-	
defizit und Stockzustand	31
Automatisch steuern	31
Welches Steuergerät	
kommt in Frage?	32

### **Problemstellung**

Ein Ventilator für eine Stockfläche von 100 m² erforderte vor etwa 20 Jahren einen 7,5 kW starken Elektromotor mit 8 kW aufgenommener elektrischer Leistung. Bei 800 bis 1000 Belüftungsstunden pro Rauhfuttersaison resultierte ein Stromverbrauch von 6400 bis 8000 kWh. Heute steht für den gleich grossen Stock ein Lüfter mit einem Elektromotor von 5,5 kW im Einsatz, und dieser nimmt noch 6,2 kW auf. Steuergeräte regeln die Laufzeit des Ventilators nach der relativen Feuchtigkeit und/oder Temperatur der angesaugten Luft und teils zusätzlich nach der Abluft aus dem Stock. Mit einem Steuergerät lässt sich die Laufzeit auf etwa 600 bis 700 Stunden reduzieren mit einem Stromverbrauch von 3720 bis 4340 kWh. Kostet die kWh 20 Rappen (steht auf der EW-Rechnung), können durch neue Ventilatoren im

Mittel rund Fr. 230.– und durch das Steuergerät Fr. 400.–, total Fr. 630.– pro Jahr eingespart werden. Demnach ist die Ausrüstung der Heubelüftung mit einem Steuergerät wirtschaftlich interessanter als der Ersatz eines alten Ventilators.

Natürlich gibt es auch Gründe für einen Ventilatorwechsel, zum Beispiel Ersatz des Axial- durch einen Radiallüfter (Lüften ohne Stöpsel oder Kamine, Reduktion des Lärms, Bau eines Sonnenkollektors, Vergrössern des Heustocks usw.).

## Welches Steuergerät wählen?

Acht Firmen (Tab. 1) bieten total 25 Steuergeräte an (Tab. 2). Die Auswahl reicht vom einfachsten Gerät bis zur vollautomatischen Belüftungssteuerung nach dem Einführen des Halbheus bis zur Endtrocknung. Dazu ist bei einigen Geräten die Elektromotor-

Anlaufsteuerung inbegriffen, bei andern hingegen nicht, was bei den Preisvergleichen zu berücksichtigen ist.

Die 54 Positionen in der Tabelle 2 lassen sich in folgende Abschnitte zusammenfassen:

Position 2:

Marke und Typ, Verkaufsfirmen siehe Tabelle 1.

Position 4-11:

Funktionsbeschrieb

Position 12-33:

Technische Möglichkeiten, Kosten von Zusatzfunktionen und Ausrüstungen Position 34–36:

Steuerung von Zusatzgeräten

Position 37-39:

Bedienungsanleitungen, Montage, Kontrolleinrichtungen

Desition 40 40:

Position 40-48:

Sterndreieck- oder Sanftanlauf

Position 49-53:

Belüftung mit mehreren Ventilatoren pro Stock

Position 54:

Dauer der Garantie

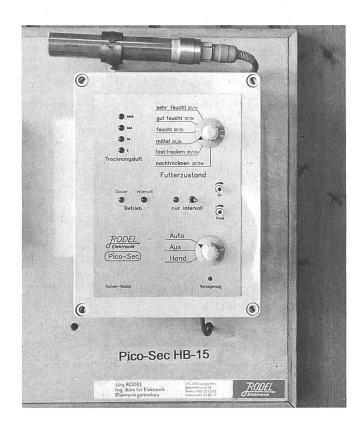
Tabelle 1. Lieferanten von Steuergeräten für die Heubelüftung

Lieferant	Adresse	PLZ, Ort	Telefon	FAX	Marke(n)
Aebi & Co. AG	Lyssachstrasse	3400 Burgdorf	034/21 61 21	034/23 17 65	Aebi
Alfa I amal Ami		0040 0	0.44/0.00 00.44	044/004 00 70	0
Alfa Laval Agri		6210 Sursee	041/926 66 11	041/921 38 76	Optimatik
Barth K.	Maschinenfabrik	8421 Dättlikon	052/301 00 13	052/301 00 19	Secomat
			, .		Optimatik
Lanker AG	Zürcherstr. 499	9015 St. Gallen	071/313 99 44	071/313 99 40	Sprecher + Schuh
		,		1	S+S/Helwa-Geeler
		5			Optimatik
Optimatik AG	Gewerbezentrum Strahlholz	9056 Gais	071/793 30 30	071/793 18 18	Optimatik
Rodel Jürg*	Bahnhofstr. 32	4901 Langenthal	063/23 12 32*	063/22 84 13*	Micro-Sec
					Pico-Sec
Stabag	Apparatebau AG	9496 Balzers	075/384 13 23	075/384 13 43	Stabag
Zumstein AG°	Maschinenfabrik	3315 Bätterkinden	065/45 35 31°	065/45 36 57°	Zumstein
					Micro-Sec (Rodel)
Neue Telefon-	und FAX-Nr.:				
Rodel Jürg		* ab 09.11.96	062/923 12 32	062/922 84 13	
Zumstein AG	,	° ab 09.11.96	032/655 13 31	032/665 36 57	

# Nach Luftfeuchtigkeit steuern

Die Kombination einer Intervallsteuerung (mechanische oder elektrische Schaltuhr) mit einem Hygrostaten (Feuchtigkeitsmessung mit verstellbarem Ein- und Ausschaltpunkt) ergibt eine einfache Steuerung. Diese lässt den Ventilator laufen, sobald die relative Luftfeuchtigkeit (r.F.) den eingestellten Wert, zum Beispiel von 80% unterschreitet. Über diesem Punkt erfolgt eine Intervallsteuerung mit längeren Pausen und kurzen Einschaltzeiten der Lüftung. Der Hygrostat muss je nach Trocknungsgrad des Heustocks bis unter 60% r.F. korrigiert werden. Wird neu eingefüllt, muss man den Schaltpunkt wieder nach oben verstellen. Geräte in dieser Kategorie sind Nr. 7, 8,

Beim Preisvergleich ist zu beachten, ob die Steuerung des Elektromotors inbegriffen ist oder nicht. Abb. 3. Ein einfacheres Steuergerät mit Messung der Luftfeuchtigkeit am Ansaug des Lüfters. Mit einem Wahlschalter lässt sich der Futterzustand einstellen.



### Zusätzlich den Stockzustand wählen

Es gibt Steuergeräte, die den Zustand des Heustocks mit der Luftfeuchtigkeit koppeln. Das schwierige Bestimmen des Hygrostat-Schaltpunktes entfällt.

OPTIMAT HB-5

Die Wahl des Stockzustandes (zum Beispiel sehr feucht, feucht, fast trokken, nachtrocknen) und die gemessene Luftfeuchtigkeit bestimmen die Ein- und Ausschaltzeiten des Ventilators.

Geräte in dieser Kategorie sind Nr. 3, 4,19, 22, 23, 24.

C

### per ger nur nur feu des ma bes ein. Ger 9, 1

Abb. 2. Dieses Steuergerät misst Lufttemperatur und -feuchtigkeit an der Ansaugdüse des Ventilators und an einer bis drei Stellen über dem Stock.

### Steuern nach Sättigungsdefizit und Stockzustand

Die relative Luftfeuchtigkeit sagt nicht alles über das Wasseraufnahmevermögen der Luft aus. Nur mit der Temperatur zusammen lässt sich das sogenannte Sättigungsdefizit der Trocknungsluft bestimmen. Der Abtrocknungsgrad des Heustocks – von feucht bis trocken – oder die Grösse des Sättigungsdefizites (g/m³) stellt man wie bei den Geräten der vorher beschriebenen Kategorie von Hand ein.

Geräte in dieser Kategorie sind Nr. 5, 6, 9, 10, 15,16, 17, 20, 25.

### **Automatisch steuern**

Geräte, die auch die Abluft des Stocks berücksichtigen, bieten den höchsten Komfort. Die Messung der Abluft er-

Tabelle 2. Technische Daten und Preise von Steuergeräten

(1. Teil)

	Marke	Ae			ebi	Secomat		Secomat		Secomat			comat
	Тур	AS	5-2	AS	5-3	HE	3 6	H	B 16	HI	B 17	HE	3 18
_	Geräte-Nr.	_	1	_	2		3		4		5		6
_	Steuergerät Grundpreis Fr.	$\perp$	1437,75	_	2662,50	L	1040,00		885,00		1295,00		1495,0
	Funktion	_				_		_		<u> </u>			
	Ohne Mikroprozessor	•		_		•		•		•		•	
	Mit Mikroprozessor	_		•		_		_		_			
	Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	1		•		•	V.	•		_			
	Ansaug-Lufttemperatur °C	•		•				_		_		L	
	Ansaug-Luftsättigungsdefizit g/m3	$\perp$				_				•		•	
	Stock-Abluftfeuchtigkeit %	-		_						_		Н	
	Stock-Ablufttemperatur °C	•		•						_			
	Stock-Abluftsättigungsdefizit g/m3	$\perp$				L				_			
	Ausrüstung												
	Mess-Sonde(n) / Anzahl	•	2	•	3	•	1	•	1	•	1	•	1
	Zusatzsonde(n) / Fr.							_			1		
	Hygrostat					Ш							
	Anzeige Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	Ш		•		0	165,00	0	165,00				
	Anzeige Ansaug-Lufttemperatur °C	$\perp$		•									
	Anzeige Sättigungsdefizit g/m3									•		•	
	Anzeige Stock-Abluftfeuchtigkeit %												
	Anzeige Stock-Ablufttemperatur °C												
2000	Wahl der Stockfeuchte					•		•		•		•	
	Anzeige Stockfeuchte % TS			•									
	Mechanische Zeitschaltuhr / min												
23 E	Elektronischer Taktgeber / Uhr	•		•		•		•		•		•	
24 V	Wahl der Intervall-Laufzeit min () = automatisch	•	(10)	•	variabel	•	2 - 60	•	(30)	•	(30)	•	2 - 60
25 V	Wahl der Pausenzeit h () = automatisch	•	(50)	•	variabel	•	2 - 14	•	(2 - 14)	•	(2 - 14)	•	2 - 14
26 "	Nur Intervall"-Schalter	$\Box$	vi .			0	70,00	0	70,00	•		•	
27 S	Startbelüftung / Dauer h	•	1	•	1	-							
	Betriebs-Stundenzähler	$\Box$		•		0	125,00	0	125,00	•		•	
	Einfachkabel / Anzahl m / Fr.	•	40		30	0	3 / 75,00				3 / 75,00	0	3 / 75,00
	Mehrfachkabel / Anzahl m / Fr.	Ť		•	20		0.2.2.2.4.20				0.1.0.0.0.0.0		
	Mehrlänge Einfachkabel Fr. / m	0	2,75	0	2,75	0	5,00	0	5,00	0	5,00	0	5,00
	Mehrlänge Mehrfachkabel Fr. / m	1	_,,	0	2,75	_			-,	_	-,		
	Kabel-Umlenkrolle(n) / pro Stück	Н											
	Zusatzgeräte	Н		Н								$\vdash$	
	Steuerung für Warmluftöfen	Н										H	
	Steuerung für Wärmepumpen	$\forall$				H						$\vdash$	
	Steuerung für 2. Heustock	+				0	290,00	0	290,00	0	290,00		290,00
	Bedienung und Kontrolle	$\vdash$		$\vdash$		Н	200,00	$\overline{}$	200,00		250,00	$\vdash$	200,00
	Bedienerführung	•		•								$\vdash$	
	unktionskontrolle	•		•		-		$\dashv$		Н		+	
	Montageanleitung	•		•		•		•		•		•	
	Motoranlaufsteuerung			_		-						•	
			894,60		926,55		1290,00		1140,00		1550,00		1750.00
_	Sterndreieck-Kombination 3 kW-Motor			-				_		$\overline{}$			
	Sterndreieck-Kombination 4 kW-Motor	0	894,60		926,55		1610,00		1460,00		1970,00		2170,00
	Sterndreieck-Kombination 5.5 kW-Motor	0	915,90		947,85		1610,00	_	1460,00		1970,00		2170,00
	Sterndreieck-Kombination 7.5 kW-Motor	0	915,90		947,85		1640,00		1490,00		2000,00		2200,00
	Sterndreieck-Kombination 11 kW-Motor	0	990,45				1710,00		1560,00		2060,00		2260,00
	Sterndreieck-Kombination 15 kW-Motor	0	1043,70	O	1075,65	_	1810,00	_	1660,00		2160,00		2360,00
	Sanftanlaufgerät ab 4 kW-Motoren		1700		4200.00	0	1864,00		1864,00		1864,00		1864,00
	Sanftanlaufgerät ab 9.5 kW-Motoren	0	1799,85		1799,85		2080,00						2080,00
	Sanftanlaufgerät ab 15 kW-Motoren	0	1853,10	0	1853,10	0	2215,00	0	2215,00	0	2215,00	0	2215,00
_	Mehrere Ventilatoren pro Stock												
_	Gestaffelter Anlauf mit 2 Motoren	$\sqcup$				_		_					
	Gestaffelter Anlauf mit 3 Motoren												
	Gestaffelter Anlauf mit 4 Motoren												
_	Gestaffelter Anlauf mit 5 Motoren												
_	Gestaffelter Anlauf mit 6 Motoren												
	Garantie												
	Garantie Jahr(e)		1		1		2		2		2	15.	2
E	rläuterungen					T		$\Box$					
- 1	orhanden, im Preis inbegriffen	Po	s. 21 auch	Wa	asser-	Po	s. 29 mit G	rur	ndausrüstu	ng	(Verkabelu	ng,	usw.)
	uf Wunsch gegen Mehrpreis	ent	zug in g pr	o n	n3 Luft,	Pos	s. 36 nur m	nit F	Pos. 41 - 4	5 o	der Pos. 46	3 - 4	18
			zug in g pr er Datum, 2		,						der Pos. 46 Stromüben		

28 LT 6/96

Tabelle 2. Technische Daten und Preise von Steuergeräten

(2. Teil)

	Marke					S+S/HeGe					otimatik		
2	Тур	ĮLX		MI		LX	- SDA	MF	- SDA	М		Μι	II.2000MF
	Geräte-Nr.	$\perp$	7		8		9		10		11		12
	Steuergerät Grundpreis Fr.										2480,00		2480,0
	Funktion									L			
	Ohne Mikroprozessor			•		•							2
5	Mit Mikroprozessor									•		•	
6	Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	•		•		•		•		•		•	
7	Ansaug-Lufttemperatur °C					•		•		•		•	
	Ansaug-Luftsättigungsdefizit g/m3	$\top$				•		•		•		•	
	Stock-Abluftfeuchtigkeit %	$\Box$								•		•	
	Stock-Ablufttemperatur °C	+						H		•		•	
	Stock-Abluftsättigungsdefizit g/m3	$\vdash$		-				$\vdash$		•		•	
_	Ausrüstung	+		$\vdash$				H		_		_	
	Mess-Sonde(n) / Anzahl	+		-		•	1	•	1		3		3
		$\vdash$		$\vdash$		-		_	ı	•		•	
	Zusatzsonde(n) / Fr.			_	- 1 m	_				0	332,00	0	332,0
	Hygrostat	•	einstellbar	•	einstellbar								
	Anzeige Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	$\sqcup$								•		•	
	Anzeige Ansaug-Lufttemperatur °C									•			
	Anzeige Sättigungsdefizit g/m3												
18	Anzeige Stock-Abluftfeuchtigkeit %				11					•			
19	Anzeige Stock-Ablufttemperatur °C					25				•		•	
	Wahl der Stockfeuchte	П		П		П						П	
	Anzeige Stockfeuchte % TS	T						H		•		•	
	Mechanische Zeitschaltuhr / min	•	10	•	10	•	10	•	10				
	Elektronischer Taktgeber / Uhr		10		10		10		10	•		•	
	Wahl der Intervall-Laufzeit min () = automatisch	+	+					$\vdash$		-	(15 - 30)		(15 - 30)
$\overline{}$		-						-		-	,	-	
_	Wahl der Pausenzeit h () = automatisch	Н						_		•	(1 - 72)		(1 - 72)
	"Nur Intervall"-Schalter	Ш											
	Startbelüftung / Dauer h									•	8, 4, 2, 1	•	8, 4, 2, 1
28	Betriebs-Stundenzähler									•		•	
29	Einfachkabel / Anzahl m / Fr.	•	12	•	12	•	30	•	30				
30	Mehrfachkabel / Anzahl m / Fr.	$\Box$						T					
31	Mehrlänge Einfachkabel Fr. / m	$\Box$								0	4,00	0	4,00
	Mehrlänge Mehrfachkabel Fr. / m	Н				H		+		_	,,00		.,
	Kabel-Umlenkrolle(n) / pro Stück	$\vdash$				$\vdash$		-		0	9,00		9,00
_	Zusatzgeräte	$\vdash$		Н		$\vdash$		-		-	9,00		3,00
		$\vdash$		Н		$\vdash$		-			540.00		E40.00
	Steuerung für Warmluftöfen	$\vdash$						$\dashv$		0	510,00	9	510,0
	Steuerung für Wärmepumpen	$\sqcup$				Щ							
	Steuerung für 2. Heustock												
	Bedienung und Kontrolle												
37	Bedienerführung			•		•				•			
38	Funktionskontrolle	•		•		•		•		•		•	
39 1	Montageanleitung	•		•		•		•		•		•	
	Motoranlaufsteuerung							-		Ť			
_	Sterndreieck-Kombination 3 kW-Motor	•	1060,00	$\vdash$		•	1240,00	+				$\vdash$	a a
_	Sterndreieck-Kombination 4 kW-Motor	•	1290,00	$\vdash$		•	1470,00	-		0	730,00	$\vdash$	
-		-	1290,00			-		-				-	
_	Sterndreieck-Kombination 5.5 kW-Motor	-				•	1470,00	_		0			
	Sterndreieck-Kombination 7.5 kW-Motor	•	1290,00			•	1470,00	4		0	730,00		
	Sterndreieck-Kombination 11 kW-Motor	•	1440,00			•	1620,00			0	800,00		
	Sterndreieck-Kombination 15 kW-Motor	•	1440,00	0			1620,00			0	910,00		
46	Sanftanlaufgerät ab 4 kW-Motoren												
47	Sanftanlaufgerät ab 9.5 kW-Motoren												
48	Sanftanlaufgerät ab 15 kW-Motoren												
	Mehrere Ventilatoren pro Stock	П			3+4 kW		-7.5 kW	$\neg$	3+4 kW		-7.5 kW		3+4 kV
	Gestaffelter Anlauf mit 2 Motoren			•	1300,00	•	2170,00		1480,00	0	1500,00	0	880,00
	Gestaffelter Anlauf mit 3 Motoren	+		•	1580,00		2870,00		1760,00				1160,00
_	Gestaffelter Anlauf mit 4 Motoren	$\vdash$		•	1810,00	-	_3, 5,00		1990,00			0	1390,0
-	Gestaffelter Anlauf mit 5 Motoren	$\vdash$		•	2490,00	$\vdash$		-	2670,00		, .	-	2070,0
_						$\vdash$		-				0	
_	Gestaffelter Anlauf mit 6 Motoren	$\vdash$		•	2740,00	Н		•	2920,00			0	2320,0
_	Garantie					Ш							·
_	Garantie Jahr(e)	Ш	2		2		2		2		2		2
_	Erläuterungen												
	Vorhanden, im Preis inbegriffen	Po	s. 3 nur mi	t P	os.40 - 45	ode	r Pos. 49 -	53		Po	s. 27 wählt	bar	
_	Auf Munach gagen Mahansais	Do	s. 40, 49 -	53	Direktanla	uf b	ei Motorer	. 2	4 K/V/				
	Auf Wunsch gegen Mehrpreis	ILO:	3. 40, 40	$\circ$	Difertallia	uiL	CI WIOLUICI	10.					

Tabelle 2. Technische Daten und Preise von Steuergeräten

(3. Teil)

1 Marke		_	otimatik	_	ptimatik		ptimatik	Optimatik		Micro-Sec			cro-Sec
2 Typ		THI	B-5	Н	B-6	H	B-10	HE	3-11	HE	3 - 20	HE	3 - 20 ST
Geräte-		$\perp$	13	_	14		15		16	L	17		18
	erät Grundpreis Fr.	+	2480,00	4	2990,00	_	1385,00		1585,00	_	1890,00		2395,0
Funktio		+		+		-	-		0	Ļ			
	ikroprozessor	+		-		_				•		•	
	oprozessor			•		•		•		L			
	-Luftfeuchtigkeit %	•				•		•		•		•	
	-Lufttemperatur °C			•		•		•		•		•	
	-Luftsättigungsdefizit g/m3					•		•		•			
	bluftfeuchtigkeit %	•											
	blufttemperatur °C	•		•								•	
11 Stock-A	bluftsättigungsdefizit g/m3			•							7		
Ausrüs	tung												
12 Mess-S	onde(n) / Anzahl	•	3	•		•		•	1	•	1	•	3
13 Zusatzs	onde(n) / Fr.	0	333,00	0	333,00	0	333,00	0	333,00			0	
14 Hygrost	at	T											
15 Anzeige	Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	•						•		•		•	
	Ansaug-Lufttemperatur °C			•		•		•	14	•		•	
	Sättigungsdefizit g/m3	•		•		1				Ė			
	Stock-Abluftfeuchtigkeit %	•		•				Н				H	
	Stock-Ablufttemperatur °C	•		•				$\vdash$					
	r Stockfeuchte	+		1		•		•		•		•	
	Stockfeuchte % TS					-						-	
	ische Zeitschaltuhr / min	0		0		0		0		H		$\dashv$	
	ischer Taktgeber / Uhr					0		0		•		•	
		•	(15 - 30)	-	(15 - 30)	-				6	20 - 60	-	20 - 60
	r Intervall-Laufzeit min () = automatisch	_		•		-		$\vdash$		-		•	
	r Pausenzeit h () = automatisch	•	(1 - 72)	•	(1 - 72)	_				•	1 - 26.5	•	1 - 26.5
	ervall"-Schalter	Ļ	1010	-	4040	_				•		•	
	iftung / Dauer h		1, 2, 4, 8	-	1, 2, 4, 8		1	•	1	•	0.75	•	0.75
	-Stundenzähler	•		•		•				•		•	
	cabel / Anzahl m / Fr.					•	10	•	10	0	1 / 60,00	0	1 / 60,00
30 Mehrfac	hkabel / Anzahl m / Fr.		,				7.					0	
31 Mehrlän	ge Einfachkabel Fr. / m	0	3,20		3,20		3,20	0	3,20	0	5,00	0	5,00
32 Mehrlän	ge Mehrfachkabel Fr. / m	Ó	7,10	0	7,10	0	7,10	0	7,10			0	
33 Kabel-U	mlenkrolle(n) / pro Stück	0	7,50	0	7,50	0	7,50	0	7,50			0	
Zusatzg	eräte												
34 Steueru	ng für Warmluftöfen			•				•		0		0	
	ng für Wärmepumpen	T		•	12.			•		0		0	
	ng für 2. Heustock	0	373,00	0	373,00					0		0	
	ing und Kontrolle	-		-								-	
37 Bediene		•				•		•		•		•	
38 Funktion		•		•				•		•		•	
39 Montage		•		•				•		•			
	llaufsteuerung	-		_		_		_		•		-	
		Н		-		$\vdash$	_	$\vdash$					
	ieck-Kombination 3 kW-Motor	Н				$\vdash$		-		0		9	
	ieck-Kombination 4 kW-Motor	-	700.00	_	700.00		700.00		700.00	0 (		0	005.5
	ieck-Kombination 5.5 kW-Motor	0	700,00					-	700,00		825,00		825,00
	ieck-Kombination 7.5 kW-Motor	0	725,00						725,00		825,00		825,00
	ieck-Kombination 11 kW-Motor	0	800,00						800,00				825,00
	ieck-Kombination 15 kW-Motor	0	870,00	0	870,00	0	870,00	0	870,00	0	1310,00	0	1310,00
	aufgerät ab 4 kW-Motoren											$\Box$	
	aufgerät ab 9.5 kW-Motoren												
48 Sanftanl	aufgerät ab 15 kW-Motoren												
Mehrere	Ventilatoren pro Stock							$\neg$					
	Iter Anlauf mit 2 Motoren	П						$\dashv$	11	0		0	
	Iter Anlauf mit 3 Motoren	П			n 2			$\dashv$					
	Iter Anlauf mit 4 Motoren							$\dashv$				+	
	Iter Anlauf mit 5 Motoren	$\vdash$						$\dashv$				+	
	Iter Anlauf mit 6 Motoren	$\vdash$						$\dashv$		$\vdash$	-	$\dashv$	
Garantie	1400 C 14	$\vdash$		H				-		-		+	
		$\vdash$	2	H	2	$\vdash$	2	+	2	$\vdash$	2	$\dashv$	2
54 Garantie		$\vdash$		H		_		$\dashv$		$\vdash$	2	+	2
Erläuter		$\vdash$		H				$\perp$			- 00:		04.6
	en, im Preis inbegriffen							$\perp$			s. 23 in sec	- 1	
O Auf Wun	sch gegen Mehrpreis	$\sqcup$									s. 24 und 2		
										-	d automatis		
										Fü	hler und Ge	erät	steckbar

30 LT 6/96

Tabelle 2. Technische Daten und Preise von Steuergeräten

(4. Teil)

	Marke	Pico-Sec Pico-Sec		co-Sec				abag	Zu	mstein	М	icro-Sec					
2	Тур	HE	3 - 15 F	HE	3 - 15 S	Hy	yg. St.	ELSt./ALSt.		ELSt./ALSt.				Ту	p 84	Н	B - 8
	Geräte-Nr.		19		20		21		22 / 23		24	Г	25				
3	Steuergerät Grundpreis Fr.		1145,00		1395,00				1250,00				1777,00				
	Funktion																
4	Ohne Mikroprozessor	•		•		•		•		•							
5	Mit Mikroprozessor			Г													
6	Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	•		•		•		•		•							
	Ansaug-Lufttemperatur °C	T		•						•		•					
	Ansaug-Luftsättigungsdefizit g/m3	T		•		Т				Ť		•					
	Stock-Abluftfeuchtigkeit %	T		Ē		-						-					
	Stock-Ablufttemperatur °C	+				$\vdash$		$\vdash$		Н		┢					
	Stock-Abluftsättigungsdefizit g/m3	+				$\vdash$		-				$\vdash$					
	Ausrüstung	+				┢		-				$\vdash$					
12	Mess-Sonde(n) / Anzahl		1	•	- 1	•	1		1	Н			1				
	Zusatzsonde(n) / Fr.	-	<u> </u>	_		-	-	-	'	$\vdash$		-	<u>'</u>				
	Hygrostat	$\vdash$		-			cinatellhar	-				-	-				
						-	einstellbar			•	1						
	Anzeige Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	•		•		•		•		•		•					
	Anzeige Ansaug-Lufttemperatur °C	$\perp$		•		_				•	,	•					
	Anzeige Sättigungsdefizit g/m3	$\perp$				L		_		Ш							
	Anzeige Stock-Abluftfeuchtigkeit %	$\perp$				L				Ш							
	Anzeige Stock-Ablufttemperatur °C																
	Wahl der Stockfeuchte	•		•		Ĺ		L		•							
21	Anzeige Stockfeuchte % TS																
22	Mechanische Zeitschaltuhr / min					•	15			П							
23	Elektronischer Taktgeber / Uhr	•		•				•	variabel	•		•					
24	Wahl der Intervall-Laufzeit min () = automatisch	•	20 - 60	•	20 - 60						8 - 60		einstellba				
	Wahl der Pausenzeit h () = automatisch	•	1 - 26.5	•	1 - 26.5					H	1 - 8		automat.				
	"Nur Intervall"-Schalter	•		•						$\vdash$							
	Startbelüftung / Dauer h	•	0.75	•	0.75	Н				$\vdash$							
	Betriebs-Stundenzähler	0	95,00	_	95,00			0		$\vdash$		•					
	Einfachkabel / Anzahl m / Fr.	0	1 / 60,00		1 / 60,00	9		-		•		•					
		19	1 / 60,00		1 / 60,00	_		_			-	_					
	Mehrfachkabel / Anzahl m / Fr.		F 00		5.00			_	-	$\vdash$		١.					
	Mehrlange Einfachkabel Fr. / m	0	5,00	0	5,00						0.10	-	0.40				
	Mehrlänge Mehrfachkabel Fr. / m	$\sqcup$				Щ		•		0	2,10	0	2,10				
33	Kabel-Umlenkrolle(n) / pro Stück	$\perp$															
	Zusatzgeräte	Ш															
	Steuerung für Warmluftöfen	0		0			,										
	Steuerung für Wärmepumpen	0		0													
36	Steuerung für 2. Heustock	0		0		200				0	651,00	0	651,00				
	Bedienung und Kontrolle	П															
37	Bedienerführung	•		•						П		•					
38	Funktionskontrolle	•		•		•		•		-		•					
39	Montageanleitung	•		•						•		•					
	Motoranlaufsteuerung	1		-						H		-					
40	Sterndreieck-Kombination 3 kW-Motor	0		0		•	1410,00		2000,00		1995,00	0	651,00				
	Sterndreieck-Kombination 4 kW-Motor	Ö		0		•					1995,00						
_	Sterndreieck-Kombination 5.5 kW-Motor	0	825,00		825,00						1995,00						
	Sterndreieck-Kombination 7.5 kW-Motor	0	825,00		825,00							_					
											1995,00						
	Sterndreieck-Kombination 11 kW-Motor	0	825,00								1995,00						
	Sterndreieck-Kombination 15 kW-Motor	0	1310,00	0	1310,00	•	1495,00		2055,00	-	1995,00	_					
	Sanftanlaufgerät ab 4 kW-Motoren	$\sqcup$								0		0					
	Sanftanlaufgerät ab 9.5 kW-Motoren	$\sqcup$								0		0					
48	Sanftanlaufgerät ab 15 kW-Motoren									0		0					
_	Mehrere Ventilatoren pro Stock	$\Box$					-9.2 kW		-9.2 kW		0						
49	Gestaffelter Anlauf mit 2 Motoren	0		0		0	735,00	0	735,00								
50	Gestaffelter Anlauf mit 3 Motoren	$\Box$															
51	Gestaffelter Anlauf mit 4 Motoren	П					-18.5 kW		-18.5 kW	П							
	Gestaffelter Anlauf mit 5 Motoren	$\sqcap$				0		0		$\Box$							
oΖ	Gestaffelter Anlauf mit 6 Motoren	H		$\forall$		Ť	,	Ħ	,	$\vdash$							
		1		$\vdash$		$\vdash$		$\vdash$		$\vdash$							
							1 2		1			1					
53	Garantie		2		2		2		2		1		1				
53	Garantie Garantie Jahr(e)		2		2		2		2		1		1				
53 54	Garantie Garantie Jahr(e) Erläuterungen	Pe		oha		Do					1		1				
53 54	Garantie Garantie Jahr(e) Erläuterungen Vorhanden, im Preis inbegriffen	_	s. 23 in se		Stufen		s. 3: Preis		St. ohne		1		1				
53 54	Garantie Garantie Jahr(e) Erläuterungen	Ро		25 v	Stufen on Hand	М		teu	St. ohne erung		1		1				

folgt mit einer oder mehreren Sonden. Eines der Geräte mit diesem Prinzip misst die Temperaturdifferenz der einund austretenden Luft des Heustocks. Solange die Abluft kälter als die Zuluft ist, schaltet das Gerät auf Dauerbelüftung des Heustocks, andernfalls auf Intervallbetrieb.

Gerät in dieser Kategorie ist Nr. 1.

Wenn sich der Stock in der Nacht stark abkühlt und während eines Intervalls am Morgen wärmere Luft in den Stock eintritt, kann das Steuergerät auf Dauerbetrieb schalten, obwohl die eintretende Luft noch sehr feucht ist. Um dies zu vermeiden, wird zusätzlich die Luftfeuchtigkeit beim Eintritt in den Stock gemessen.

Geräte in dieser Kategorie sind Nr. 2 und 18.

Weitere Geräte messen mit einer Sonde die Luft in der Nähe der Ansaugöffnung des Ventilators und mit einer oder mehreren Sonden (max. drei) die Abluft ungefähr einen halben Meter über der Stockoberfläche. Die untereinander austauschbaren Messfühler geben Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte an einen Mikroprozessor weiter. Dieser interne Rechner setzt die Messwerte in die absolute Luftfeuchte (g Wasser pro m<sup>3</sup> Luft) um und bildet die Differenz zwischen der angesaugten Luft am Ventilator und der Abluft des Stocks. Solange die Luft bis zu einem gewissen Wert (zum Beispiel 0,2 g/m³) Wasser entzieht, geht die Steuerung auf Dauerbetrieb. Die Pausen- und Intervallzeiten hängen von der Trocknungsluft (°C, % r.F.), vom TS-Gehalt des Stocks und der Endtrocknungsphase ab.

Geräte in dieser Kategorie sind Nr. 11, 12, 13, 14.

# Welches Steuergerät kommt in Frage?

Die Preise und technischen Angaben in der Tabelle 2 beruhen auf Firmenangaben. Tabelle 3 enthält Kriterien für die Wahl eines Steuergerätes.

**Preis:** Die Preisangaben stützen sich auf berechnete Durchschnittswerte der entsprechenden Kategorien. Die Mehrwertsteuer ist inbegriffen. Weitere Einzelheiten enthält Tabelle 2.

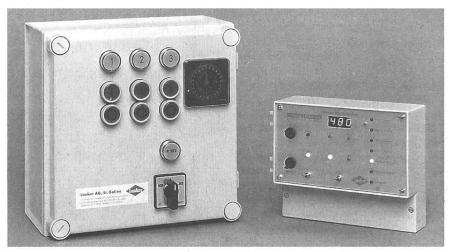


Abb. 4. Dieses Gerät steuert eine Heubelüftung mit drei Ventilatoren.

Funktion: Geräte mit einer aufwendigen Funktion müssen sich im Störfall schnell und leicht reparieren lassen. Einige Firmen bieten Austauschteile an, die auch Laien ersetzen können. Das jährliche Eichen oder Vergleichen von Luftfeuchtigkeitsfühlern muss für alle Geräte mit Luftfeuchtigkeitsmessung möglich sein.

Effizienz: Je besser das Steuergerät die Laufzeit der Belüftung zum Wasserentzug auswählt, die Wiederbefeuchtung des Stocks verhindert und nur die notwendigen Intervalle freigibt, desto höher ist die Effizienz und desto kleiner der Stromverbrauch.

Bedienung: Die Einstellung des Hygrostaten setzt die Kenntnis der Feuchtigkeits-Gleichgewichtskurve voraus, das heisst, man muss wissen, bei welcher relativen Luftfeuchtigkeit und bei welchem TS-Gehalt des Heus eine Trocknung oder eine Wiederbefeuchtung stattfindet. Bei den Geräten mit

Stockfeuchtewahl ist diese Kurve bereits vorprogrammiert. Je nach Futterart und -stadium weichen die tatsächlichen Werte von den programmierten ab. Steuerungsautomaten berechnen direkt den Wasserentzug. Ausführliche Bedienungsanleitungen und Einrichtungen zu Funktionskontrollen oder Tests vermeiden Fehler oder Unterlassungen bei der Bedienung.

Erfahrung: Es braucht etwas Erfahrung, bis der Feuchtezustand des Heus geschätzt werden kann und der Zeitpunkt zum Umschalten richtig gewählt wird. Betriebsleiter ohne Erfahrung in der Unterdachtrocknung und solche, die teuren Strom bezahlen müssen, sollten Steuerautomaten einsetzen. Wer bereits einige Erfahrung besitzt, wird auch mit den anderen Geräten Erfolg haben. Auf jeden Fall entbindet das Steuergerät den Betriebsleiter nicht vom täglichen Kontrollgang auf den Heustock!

Tabelle 3. Beurteilungskriterien für Steuergeräte

Kriterien	Hygrostat	Hygrometer +Stockfeuchte	Sättigungsdef.+ Stockfeuchte	Automat mit min. 2 Sonden
Preis Fr.	1350	1075*	1500*	2500*
Funktion	sehr einfach	einfach	aufwendig	kompliziert
Effizienz	klein	mittel	hoch	sehr hoch
Bedienung	schwierig	einfach	einfach	sehr einfach
notwendige Erfahrung	viel	einige	einige	wenig

<sup>\*</sup> Im Gegensatz zu den Steuergeräten mit Hygrostat sind die anderen Geräte auch ohne Sterndreieck-Kombinationen erhältlich.