

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: 04.02.2026

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

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. – Andererseits 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.

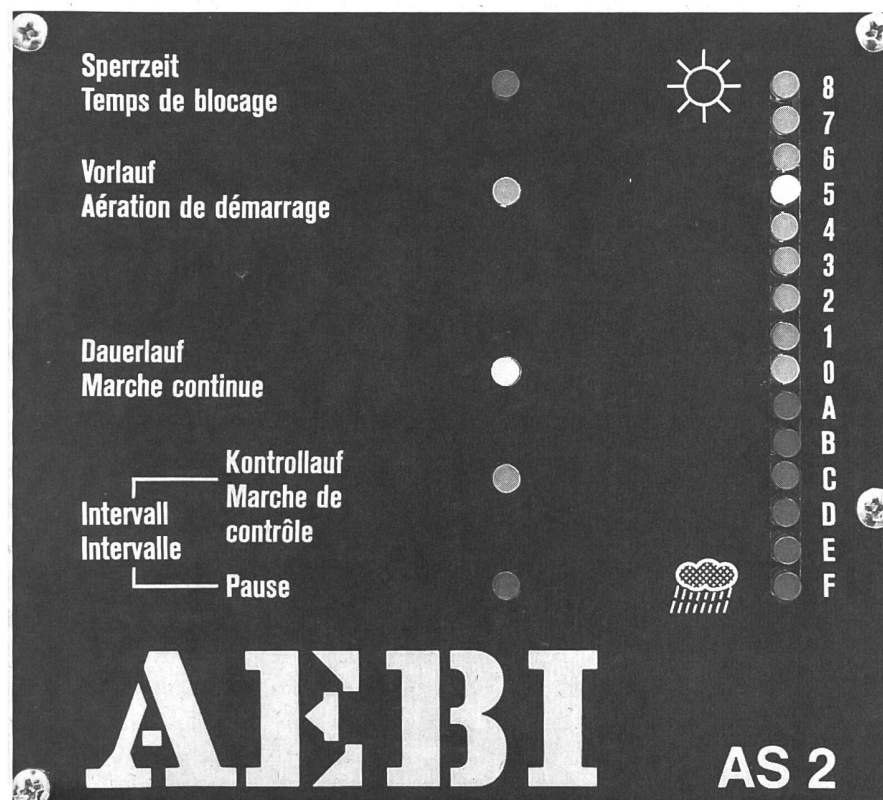


Abb. 1. Steuergerät mit Messung der Lufttemperatur beim Ansaug und an der Stockoberfläche.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Problemstellung	26
Welches Steuergerät wählen?	26
Nach Luftfeuchtigkeit steuern	31
Zusätzlich den Stockzustand wählen	31
Steuern nach Sättigungsdefizit 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 aufgenommenen elektrischer Leistung. Bei 800 bis 1000 Belüftungsstunden pro Rohfuttersaison 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:

Funktionsbeschreibung

Position 12–33:

Technische Möglichkeiten, Kosten von Zusatzfunktionen und Ausrüstungen

Position 34–36:

Steuerung von Zusatzgeräten

Position 37–39:

Bedienungsanleitungen, Montage, Kontrolleinrichtungen

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

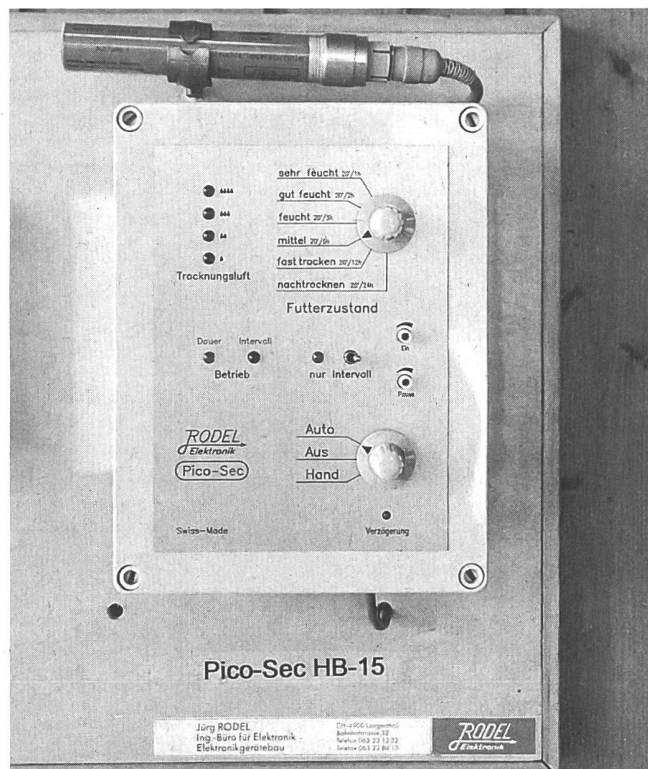
Lieferant	Adresse	PLZ, Ort	Telefon	FAX	Marke(n)
Aebi & Co. AG	Lyssachstrasse	3400 Burgdorf	034/21 61 21	034/23 17 65	Aebi
Alfa Laval Agri		6210 Sursee	041/926 66 11	041/921 38 76	Optimatik
Barth K.	Maschinenfabrik	8421 Dättlikon	052/301 00 13	052/301 00 19	Secomat Optimatik
Lanker AG	Zürcherstr. 499	9015 St. Gallen	071/313 99 44	071/313 99 40	Sprecher + Schuh S+S/Helwa-Geeler 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 Schalterpunkt wieder nach oben verstellen. Geräte in dieser Kategorie sind Nr. 7, 8, 21.

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.

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

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

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/m^3) 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.

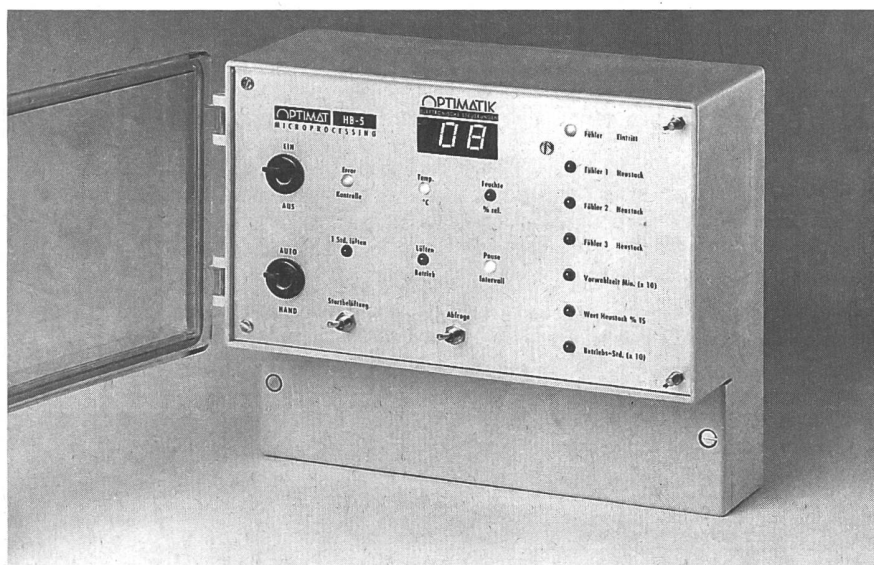


Abb. 2. Dieses Steuergerät misst Lufttemperatur und -feuchtigkeit an der Ansaugdüse des Ventilators und an einer bis drei Stellen über dem Stock.

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)

1 Marke	Aebi	Aebi	Secomat	Secomat	Secomat	Secomat
2 Typ	AS-2	AS-3	HB 6	HB 16	HB 17	HB 18
Geräte-Nr.	1	2	3	4	5	6
3 Steuergerät Grundpreis Fr.	1437,75	2662,50	1040,00	885,00	1295,00	1495,00
Funktion						
4 Ohne Mikroprozessor	●		●	●	●	●
5 Mit Mikroprozessor		●				
6 Ansaug-Luftfeuchtigkeit %		●	●	●		
7 Ansaug-Lufttemperatur °C	●	●				
8 Ansaug-Luftsättigungsdefizit g/m3					●	●
9 Stock-Abluftfeuchtigkeit %						
10 Stock-Ablufttemperatur °C	●	●				
11 Stock-Abluftsättigungsdefizit g/m3						
Ausrüstung						
12 Mess-Sonde(n) / Anzahl	● 2	● 3	● 1	● 1	● 1	● 1
13 Zusatzsonde(n) / Fr.						
14 Hygrostat						
15 Anzeige Ansaug-Luftfeuchtigkeit %		●	○ 165,00	○ 165,00		
16 Anzeige Ansaug-Lufttemperatur °C		●				
17 Anzeige Sättigungsdefizit g/m3					●	●
18 Anzeige Stock-Abluftfeuchtigkeit %						
19 Anzeige Stock-Ablufttemperatur °C						
20 Wahl der Stockfeuchte			●	●	●	●
21 Anzeige Stockfeuchte % TS		●				
22 Mechanische Zeitschaltuhr / min						
23 Elektronischer Taktgeber / Uhr	●	●	●	●	●	●
24 Wahl der Intervall-Laufzeit min () = automatisch	● (10)	● variabel	● 2 - 60	● (30)	● (30)	● 2 - 60
25 Wahl der Pausenzeit h () = automatisch	● (50)	● variabel	● 2 - 14	● (2 - 14)	● (2 - 14)	● 2 - 14
26 "Nur Intervall"-Schalter			○ 70,00	○ 70,00	●	●
27 Startbelüftung / Dauer h	● 1	● 1				
28 Betriebs-Stundenzähler		●	○ 125,00	○ 125,00	●	●
29 Einfachkabel / Anzahl m / Fr.	● 40	● 30	○ 3 / 75,00	○ 3 / 75,00	○ 3 / 75,00	○ 3 / 75,00
30 Mehrfachkabel / Anzahl m / Fr.		● 20				
31 Mehrlänge Einfachkabel Fr. / m	○ 2,75	○ 2,75	○ 5,00	○ 5,00	○ 5,00	○ 5,00
32 Mehrlänge Mehrfachkabel Fr. / m		○ 2,75				
33 Kabel-Umlenkrolle(n) / pro Stück						
Zusatzgeräte						
34 Steuerung für Warmluftöfen						
35 Steuerung für Wärmepumpen						
36 Steuerung für 2. Heustock			○ 290,00	○ 290,00	○ 290,00	○ 290,00
Bedienung und Kontrolle						
37 Bedienerführung	●	●				
38 Funktionskontrolle	●	●				
39 Montageanleitung	●	●	●	●	●	●
Motoranlaufsteuerung						
40 Sterndreieck-Kombination 3 kW-Motor	○ 894,60	○ 926,55	● 1290,00	● 1140,00	● 1550,00	● 1750,00
41 Sterndreieck-Kombination 4 kW-Motor	○ 894,60	○ 926,55	● 1610,00	● 1460,00	● 1970,00	● 2170,00
42 Sterndreieck-Kombination 5.5 kW-Motor	○ 915,90	○ 947,85	● 1610,00	● 1460,00	● 1970,00	● 2170,00
43 Sterndreieck-Kombination 7.5 kW-Motor	○ 915,90	○ 947,85	● 1640,00	● 1490,00	● 2000,00	● 2200,00
44 Sterndreieck-Kombination 11 kW-Motor	○ 990,45	○ 1022,40	● 1710,00	● 1560,00	● 2060,00	● 2260,00
45 Sterndreieck-Kombination 15 kW-Motor	○ 1043,70	○ 1075,65	● 1810,00	● 1660,00	● 2160,00	● 2360,00
46 Sanftanlaufgerät ab 4 kW-Motoren			○ 1864,00	○ 1864,00	○ 1864,00	○ 1864,00
47 Sanftanlaufgerät ab 9.5 kW-Motoren	○ 1799,85	○ 1799,85	○ 2080,00	○ 2080,00	○ 2080,00	○ 2080,00
48 Sanftanlaufgerät ab 15 kW-Motoren	○ 1853,10	○ 1853,10	○ 2215,00	○ 2215,00	○ 2215,00	○ 2215,00
Mehrere Ventilatoren pro Stock						
49 Gestaffelter Anlauf mit 2 Motoren						
50 Gestaffelter Anlauf mit 3 Motoren						
51 Gestaffelter Anlauf mit 4 Motoren						
52 Gestaffelter Anlauf mit 5 Motoren						
53 Gestaffelter Anlauf mit 6 Motoren						
Garantie						
54 Garantie Jahr(e)	1	1	2	2	2	2
Erläuterungen						
● Vorhanden, im Preis inbegriffen	Pos. 21 auch Wasserentzug in g pro m3 Luft, oder Datum, Zeit, usw.		Pos. 29 mit Grundausrüstung (Verkabelung, usw.)			
○ Auf Wunsch gegen Mehrpreis			Pos. 36 nur mit Pos. 41 - 45 oder Pos. 46 - 48			
			Pos. 40 mit Schaltschütz und Stromüberwachung			
			Pos. 40 - 45 Preis mit Steuergerät und Motoranlaufst.			

Tabelle 2. Technische Daten und Preise von Steuergeräten

(2. Teil)

1	Marke	S + S	S + S	S+S/He.-Ge.	S+S/He.-Ge.	Optimatik	Optimatik
2	Typ	LX - Hygro	MF - Hygro	LX - SDA	MF - SDA	Mul.2000LX	Mul.2000MF
	Geräte-Nr.	7	8	9	10	11	12
3	Steuergerät Grundpreis Fr.					2480,00	2480,00
	Funktion						
4	Ohne Mikroprozessor	●	●	●	●		
5	Mit Mikroprozessor					●	●
6	Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	●	●	●	●	●	●
7	Ansaug-Lufttemperatur °C			●	●	●	●
8	Ansaug-Luftsättigungsdefizit g/m3			●	●	●	●
9	Stock-Abluftfeuchtigkeit %					●	●
10	Stock-Ablufttemperatur °C					●	●
11	Stock-Abluftsättigungsdefizit g/m3					●	●
	Ausrüstung						
12	Mess-Sonde(n) / Anzahl			● 1	● 1	● 3	● 3
13	Zusatzsonde(n) / Fr.					○ 332,00	○ 332,00
14	Hygrostat	● einstellbar	● einstellbar				
15	Anzeige Ansaug-Luftfeuchtigkeit %					●	●
16	Anzeige Ansaug-Lufttemperatur °C					●	●
17	Anzeige Sättigungsdefizit g/m3						
18	Anzeige Stock-Abluftfeuchtigkeit %					●	●
19	Anzeige Stock-Ablufttemperatur °C					●	●
20	Wahl der Stockfeuchte						
21	Anzeige Stockfeuchte % TS					●	●
22	Mechanische Zeitschaltuhr / min	● 10	● 10	● 10	● 10		
23	Elektronischer Taktgeber / Uhr					●	●
24	Wahl der Intervall-Laufzeit min () = automatisch					● (15 - 30)	● (15 - 30)
25	Wahl der Pausenzeit h () = automatisch					● (1 - 72)	● (1 - 72)
26	"Nur Intervall"-Schalter						
27	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.						
31	Mehrlänge Einfachkabel Fr. / m					○ 4,00	○ 4,00
32	Mehrlänge Mehrfachkabel Fr. / m						
33	Kabel-Umlenkrolle(n) / pro Stück					○ 9,00	○ 9,00
	Zusatzgeräte						
34	Steuerung für Warmluftöfen					○ 510,00	○ 510,00
35	Steuerung für Wärmepumpen						
36	Steuerung für 2. Heustock						
	Bedienung und Kontrolle						
37	Bedienerführung	●	●	●	●	●	●
38	Funktionskontrolle	●	●	●	●	●	●
39	Montageanleitung	●	●	●	●	●	●
	Motoranlaufsteuerung						
40	Sterndreieck-Kombination 3 kW-Motor	● 1060,00		● 1240,00			
41	Sterndreieck-Kombination 4 kW-Motor	● 1290,00		● 1470,00		○ 730,00	
42	Sterndreieck-Kombination 5.5 kW-Motor	● 1290,00		● 1470,00		○ 730,00	
43	Sterndreieck-Kombination 7.5 kW-Motor	● 1290,00		● 1470,00		○ 730,00	
44	Sterndreieck-Kombination 11 kW-Motor	● 1440,00		● 1620,00		○ 800,00	
45	Sterndreieck-Kombination 15 kW-Motor	● 1440,00		● 1620,00		○ 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		3+4 kW	-7.5 kW	3+4 kW	-7.5 kW	3+4 kW
49	Gestaffelter Anlauf mit 2 Motoren		● 1300,00	● 2170,00	● 1480,00	○ 1500,00	○ 880,00
50	Gestaffelter Anlauf mit 3 Motoren		● 1580,00	● 2870,00	● 1760,00	○ 2200,00	○ 1160,00
51	Gestaffelter Anlauf mit 4 Motoren		● 1810,00		● 1990,00		○ 1390,00
52	Gestaffelter Anlauf mit 5 Motoren		● 2490,00		● 2670,00		○ 2070,00
53	Gestaffelter Anlauf mit 6 Motoren		● 2740,00		● 2920,00		○ 2320,00
	Garantie						
54	Garantie Jahr(e)	2	2	2	2	2	2
	Erläuterungen						
●	Vorhanden, im Preis inbegriffen	Pos. 3 nur mit Pos.40 - 45 oder Pos. 49 - 53				Pos. 27 wählbar	
○	Auf Wunsch gegen Mehrpreis	Pos. 40, 49 - 53 Direktanlauf bei Motoren 3 - 4 kW					
		Pos. 40 - 45, 49 -53 Preis mit Steuergerät und Motoranlaufsteuerung					

Tabelle 2. Technische Daten und Preise von Steuergeräten

(3. Teil)

1	Marke	Optimatik	Optimatik	Optimatik	Optimatik	Micro-Sec	Micro-Sec
2	Typ	HB-5	HB-6	HB-10	HB-11	HB - 20	HB - 20 ST
	Geräte-Nr.	13	14	15	16	17	18
3	Steuergerät Grundpreis Fr.	2480,00	2990,00	1385,00	1585,00	1890,00	2395,00
	Funktion						
4	Ohne Mikroprozessor					●	●
5	Mit Mikroprozessor	●	●	●	●		
6	Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	●	●	●	●	●	●
7	Ansaug-Lufttemperatur °C	●	●	●	●	●	●
8	Ansaug-Luftsättigungsdefizit g/m3	●	●	●	●	●	●
9	Stock-Abluftfeuchtigkeit %	●	●				
10	Stock-Ablufttemperatur °C	●	●				●
11	Stock-Abluftsättigungsdefizit g/m3	●	●				
	Ausrüstung						
12	Mess-Sonde(n) / Anzahl	● 3	● 3	● 1	● 1	● 1	● 3
13	Zusatzsonde(n) / Fr.	○ 333,00	○ 333,00	○ 333,00	○ 333,00		○
14	Hygrostat						
15	Anzeige Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	●	●	●	●	●	●
16	Anzeige Ansaug-Lufttemperatur °C	●	●	●	●	●	●
17	Anzeige Sättigungsdefizit g/m3	●	●				
18	Anzeige Stock-Abluftfeuchtigkeit %	●	●				
19	Anzeige Stock-Ablufttemperatur °C	●	●				
20	Wahl der Stockfeuchte			●	●	●	●
21	Anzeige Stockfeuchte % TS	●	●				
22	Mechanische Zeitschaltuhr / min	○	○	○	○		
23	Elektronischer Taktgeber / Uhr	●	●	○	○	●	●
24	Wahl der Intervall-Laufzeit min () = automatisch	● (15 - 30)	● (15 - 30)			● 20 - 60	● 20 - 60
25	Wahl der Pausenzeit h () = automatisch	● (1 - 72)	● (1 - 72)			● 1 - 26.5	● 1 - 26.5
26	"Nur Intervall"-Schalter					●	●
27	Startbelüftung / Dauer h	● 1, 2, 4, 8	● 1, 2, 4, 8	● 1	● 1	● 0.75	● 0.75
28	Betriebs-Stundenzähler	●	●	●	●	●	●
29	Einfachkabel / Anzahl m / Fr.			● 10	● 10	○ 1 / 60,00	○ 1 / 60,00
30	Mehrfachkabel / Anzahl m / Fr.						○
31	Mehrlänge Einfachkabel Fr. / m	○ 3,20	○ 3,20	○ 3,20	○ 3,20	○ 5,00	○ 5,00
32	Mehrlänge Mehrfachkabel Fr. / m	○ 7,10	○ 7,10	○ 7,10	○ 7,10		○
33	Kabel-Umlenkrolle(n) / pro Stück	○ 7,50	○ 7,50	○ 7,50	○ 7,50		○
	Zusatzgeräte						
34	Steuerung für Warmluftöfen		●		●	○	○
35	Steuerung für Wärmepumpen		●		●	○	○
36	Steuerung für 2. Heustock	○ 373,00	○ 373,00			○	○
	Bedienung und Kontrolle						
37	Bedienerführung	●	●	●	●	●	●
38	Funktionskontrolle	●	●	●	●	●	●
39	Montageanleitung	●	●	●	●	●	●
	Motoranlaufsteuerung						
40	Sterndreieck-Kombination 3 kW-Motor					○	○
41	Sterndreieck-Kombination 4 kW-Motor					○	○
42	Sterndreieck-Kombination 5.5 kW-Motor	○ 700,00	○ 700,00	○ 700,00	○ 700,00	○ 825,00	○ 825,00
43	Sterndreieck-Kombination 7.5 kW-Motor	○ 725,00	○ 725,00	○ 725,00	○ 725,00	○ 825,00	○ 825,00
44	Sterndreieck-Kombination 11 kW-Motor	○ 800,00	○ 800,00	○ 800,00	○ 800,00	○ 825,00	○ 825,00
45	Sterndreieck-Kombination 15 kW-Motor	○ 870,00	○ 870,00	○ 870,00	○ 870,00	○ 1310,00	○ 1310,00
46	Sanftanlaufgerät ab 4 kW-Motoren						
47	Sanftanlaufgerät ab 9.5 kW-Motoren						
48	Sanftanlaufgerät ab 15 kW-Motoren						
	Mehrere Ventilatoren pro Stock						
49	Gestaffelter Anlauf mit 2 Motoren					○	○
50	Gestaffelter Anlauf mit 3 Motoren						
51	Gestaffelter Anlauf mit 4 Motoren						
52	Gestaffelter Anlauf mit 5 Motoren						
53	Gestaffelter Anlauf mit 6 Motoren						
	Garantie						
54	Garantie Jahr(e)	2	2	2	2	2	2
	Erläuterungen						
	● Vorhanden, im Preis inbegriffen					Pos. 23 in sechs Stufen	
	○ Auf Wunsch gegen Mehrpreis					Pos. 24 und 25 von Hand	
						und automatisch	
						Fühler und Gerät steckbar	

Tabelle 2. Technische Daten und Preise von Steuergeräten

(4. Teil)

1	Marke	Pico-Sec	Pico-Sec	Stabag	Stabag	Zumstein	Micro-Sec
2	Typ	HB - 15 F	HB - 15 S	Hyg. St.	ELSt./ALSt.	Typ 84	HB - 8
	Geräte-Nr.	19	20	21	22 / 23	24	25
3	Steuergerät Grundpreis Fr.	1145,00	1395,00		1250,00		1777,00
	Funktion						
4	Ohne Mikroprozessor	●	●	●	●	●	
5	Mit Mikroprozessor						●
6	Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	●	●	●	●	●	●
7	Ansaug-Lufttemperatur °C		●			●	●
8	Ansaug-Luftsättigungsdefizit g/m3		●				●
9	Stock-Abluftfeuchtigkeit %						
10	Stock-Ablufttemperatur °C						
11	Stock-Abluftsättigungsdefizit g/m3						
	Ausrüstung						
12	Mess-Sonde(n) / Anzahl	● 1	● 1	● 1	● 1		● 1
13	Zusatzsonde(n) / Fr.						
14	Hygrostat			● einstellbar		● 1	
15	Anzeige Ansaug-Luftfeuchtigkeit %	●	●	●	●	●	●
16	Anzeige Ansaug-Lufttemperatur °C		●			●	●
17	Anzeige Sättigungsdefizit g/m3						
18	Anzeige Stock-Abluftfeuchtigkeit %						
19	Anzeige Stock-Ablufttemperatur °C						
20	Wahl der Stockfeuchte	●	●			●	
21	Anzeige Stockfeuchte % TS						
22	Mechanische Zeitschaltuhr / min			● 15			
23	Elektronischer Taktgeber / Uhr	●	●		● variabel	●	●
24	Wahl der Intervall-Laufzeit min () = automatisch	● 20 - 60	● 20 - 60			● 8 - 60	● einstellbar
25	Wahl der Pausenzeit h () = automatisch	● 1 - 26.5	● 1 - 26.5			● 1 - 8	● automat.
26	"Nur Intervall"-Schalter	●	●				
27	Startbelüftung / Dauer h	● 0.75	● 0.75				
28	Betriebs-Stundenzähler	○ 95,00	○ 95,00	○	○		●
29	Einfachkabel / Anzahl m / Fr.	○ 1 / 60,00	○ 1 / 60,00			●	
30	Mehrfachkabel / Anzahl m / Fr.						
31	Mehrlänge Einfachkabel Fr. / m	○ 5,00	○ 5,00				
32	Mehrlänge Mehrfachkabel Fr. / m				●	○ 2,10	○ 2,10
33	Kabel-Umlenkrolle(n) / pro Stück						
	Zusatzgeräte						
34	Steuerung für Warmluftöfen	○	○				
35	Steuerung für Wärmepumpen	○	○				
36	Steuerung für 2. Heustock	○	○			○ 651,00	○ 651,00
	Bedienung und Kontrolle						
37	Bedienführung	●	●				●
38	Funktionskontrolle	●	●	●	●		●
39	Montageanleitung	●	●			●	●
	Motoranlaufsteuerung						
40	Sterndreieck-Kombination 3 kW-Motor	○	○	● 1410,00	● 2000,00	● 1995,00	○ 651,00
41	Sterndreieck-Kombination 4 kW-Motor	○	○	● 1410,00	● 2000,00	● 1995,00	○ 651,00
42	Sterndreieck-Kombination 5.5 kW-Motor	○ 825,00	○ 825,00	● 1410,00	● 2000,00	● 1995,00	○ 651,00
43	Sterndreieck-Kombination 7.5 kW-Motor	○ 825,00	○ 825,00	● 1410,00	● 2000,00	● 1995,00	○ 651,00
44	Sterndreieck-Kombination 11 kW-Motor	○ 825,00	○ 825,00	● 1495,00	● 2055,00	● 1995,00	○ 771,00
45	Sterndreieck-Kombination 15 kW-Motor	○ 1310,00	○ 1310,00	● 1495,00	● 2055,00	● 1995,00	○ 771,00
46	Sanftanlaufgerät ab 4 kW-Motoren					○	○
47	Sanftanlaufgerät ab 9.5 kW-Motoren					○	○
48	Sanftanlaufgerät ab 15 kW-Motoren					○	○
	Mehrere Ventilatoren pro Stock			-9.2 kW	-9.2 kW		
49	Gestaffelter Anlauf mit 2 Motoren	○	○	○ 735,00	○ 735,00		
50	Gestaffelter Anlauf mit 3 Motoren						
51	Gestaffelter Anlauf mit 4 Motoren			-18.5 kW	-18.5 kW		
52	Gestaffelter Anlauf mit 5 Motoren			○ 790,00	○ 790,00		
53	Gestaffelter Anlauf mit 6 Motoren						
	Garantie						
54	Garantie Jahr(e)	2	2	2	2	1	1
	Erläuterungen						
●	Vorhanden, im Preis inbegriffen	Pos. 23 in sechs Stufen		Pos. 3: Preis ELSt. ohne			
○	Auf Wunsch gegen Mehrpreis	Pos. 24 und 25 von Hand		Motoranlaufsteuerung			
		und automatisch		Pos. 40 -45: ALSt. mit			
		Fühler und Gerät steckbar		Motoranlaufsteuerung			

folgt mit einer oder mehreren Sonden. Eines der Geräte mit diesem Prinzip misst die Temperaturdifferenz der ein- und 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 m³ 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.

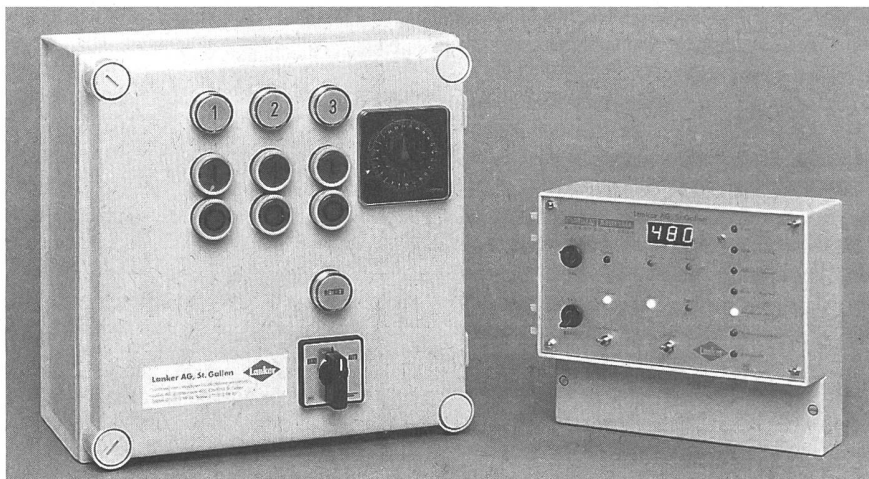


Abb. 4. Dieses Gerät steuert eine Heubelüftung mit drei Ventilatoren.

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

* Im Gegensatz zu den Steuergeräten mit Hygrostat sind die anderen Geräte auch ohne Sterndreieck-Kombinationen erhältlich.