

# Heutrocknung mit Luftentfeuchter – Grundlagen, Kennzahlen und spezielle Betriebsituationen a.d. HBLFA

Alfred Pöllinger und Andreas Zefferer  
HBLFA Raumberg-Gumpenstein  
Institut für Tier, Technik und Umwelt  
Irdning, 2021

Großteils mit Unterlagen von Prof. Gotthard Wirleitner  
Konsulententätigkeit für die ARGE Heumilch

ONLINE - Fachtagung für Heubetriebe in der Schweiz  
INFORAMA Bildungs-, Beratungs- und Tagungszentrum  
Dienstag, 23. März 2021



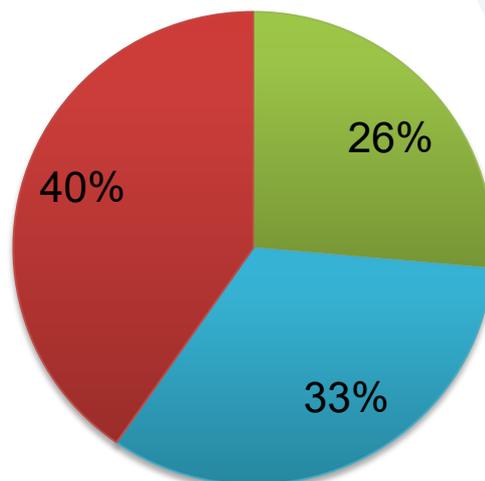
# Inhalt

- Allgemeines – warum Luftentfeuchtung?
- Grundlagen der Luftentfeuchtung
- Wichtige Voraussetzungen für einen guten Betrieb
- Anlage Gumpenstein/Trocknungsbeispiele a.d. HBLFA
- Bauliche Verbesserungen a.d. HBLFA und Ergebnisse
- Beurteilungskriterien

# Heutrocknungsanlagen in Österreich

Zusammengestellt von Christian Fritz, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

- Rund 7.000 Heumilchbetriebe in Österreich

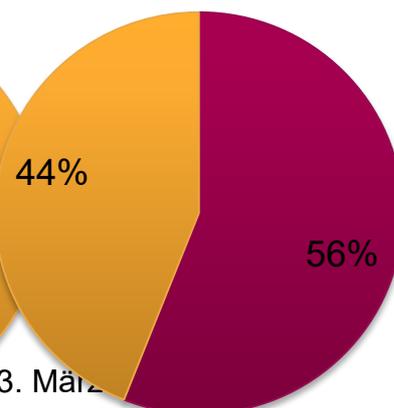
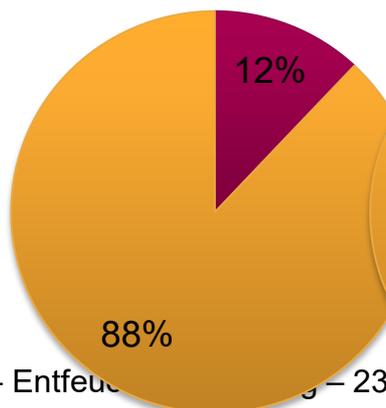


**Anteil der Betriebe**

- Bodenheu ohne Lüftung
- Kaltbelüftung
- Warmbelüftung / Entfeuchter

**Silageverzicht**

**Silage/Heu kombiniert**



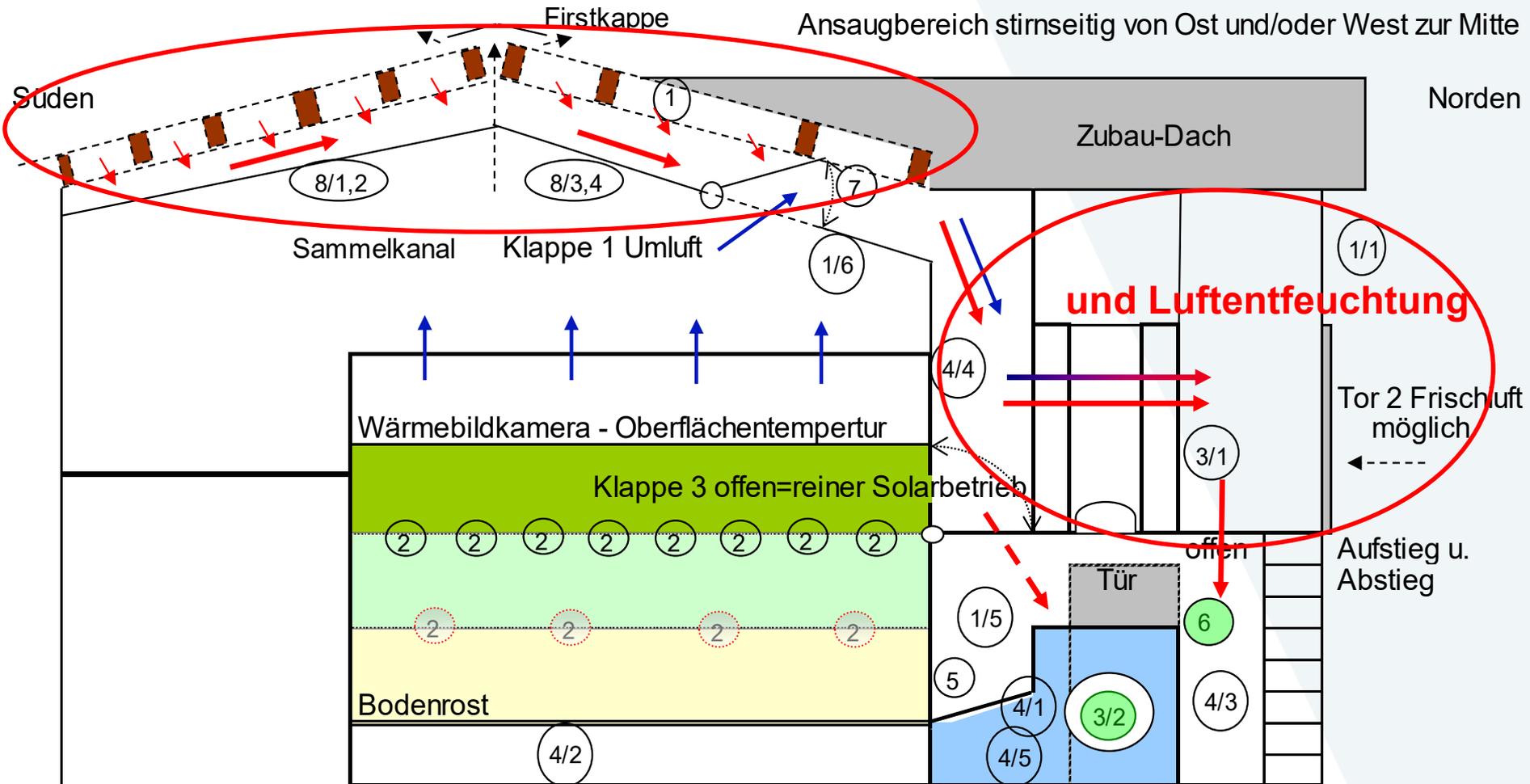
- Bodenheu ohne Lüftung
- Heubelüftungs-anlage

## Warum Luftentfeuchter Trocknung?

- Höchste Grundfutterqualitäten gefordert – heimisches Eiweiß!!!
- Trocknen auch wenn es regnet (hohe Luftfeuchtigkeit!)
- Schonend Trocknen – nicht über 55 (50) °C bei der Endtrocknung

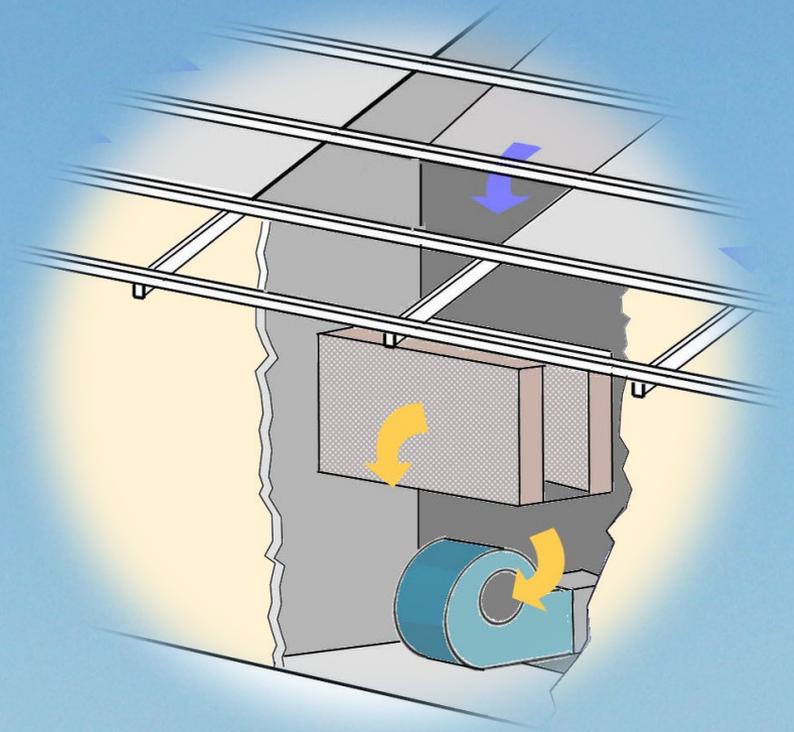


# Anlagenschema Gumpenstein – Solardach/Entfeuchter

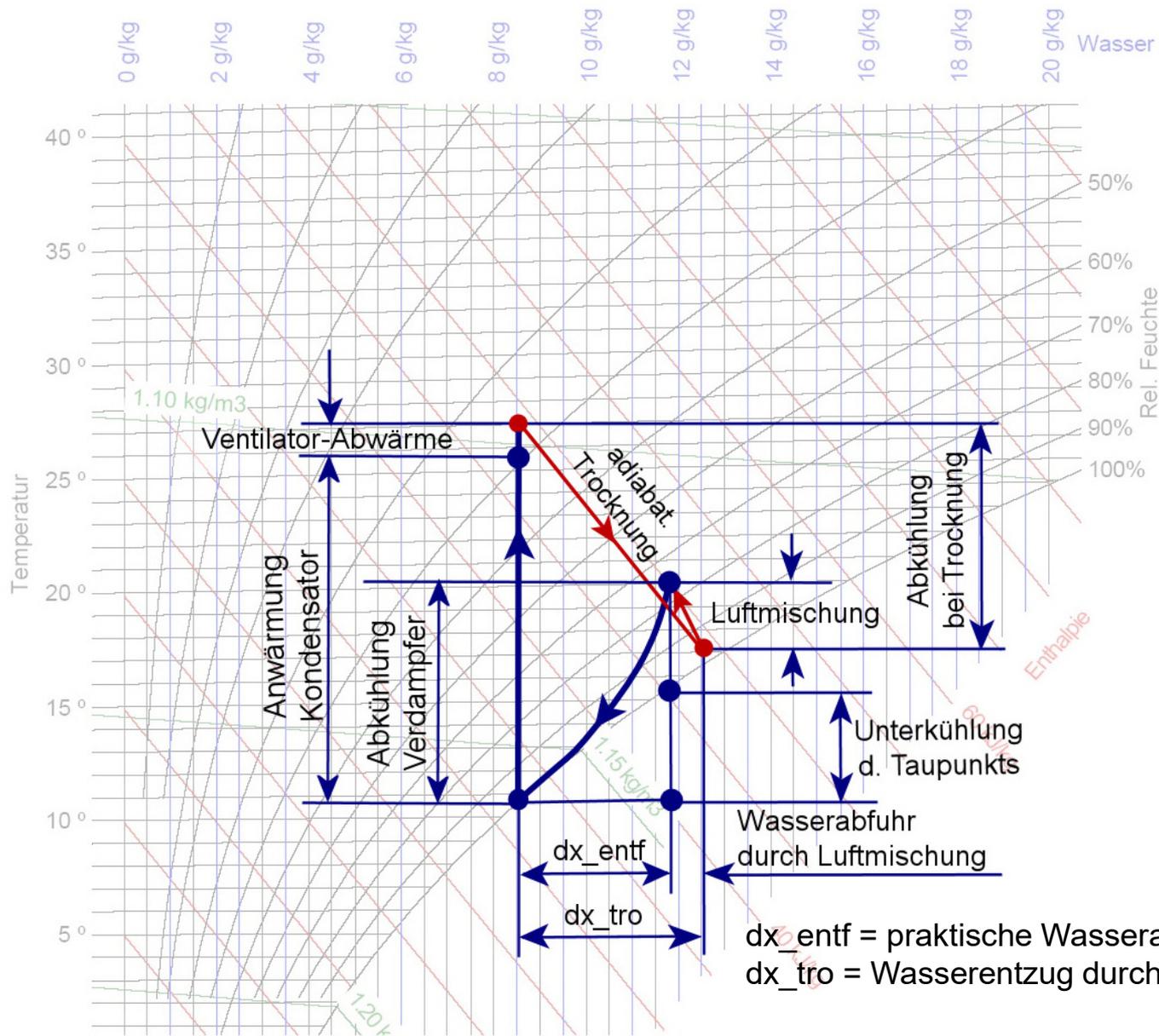


*Als Alternative zur Warmlufttrocknung bietet sich die Trocknung mit Luftentfeuchter für die Gewinnung von hochwertigem Heu an. Ein markanter Vorteil liegt im geringeren Energieverbrauch.*

*Allerdings ist für den Erfolg eine sorgfältige Planung und Abstimmung der Komponenten entscheidend.*







Der Betrag der Ventilatorabwärme und Luftmischung kann in Wirklichkeit deutlich kleiner sein!

Quelle: Wirleitner, 2021

Luftentfeuchtung im h/x-Diagramm bei nicht hermetischem Gebäude



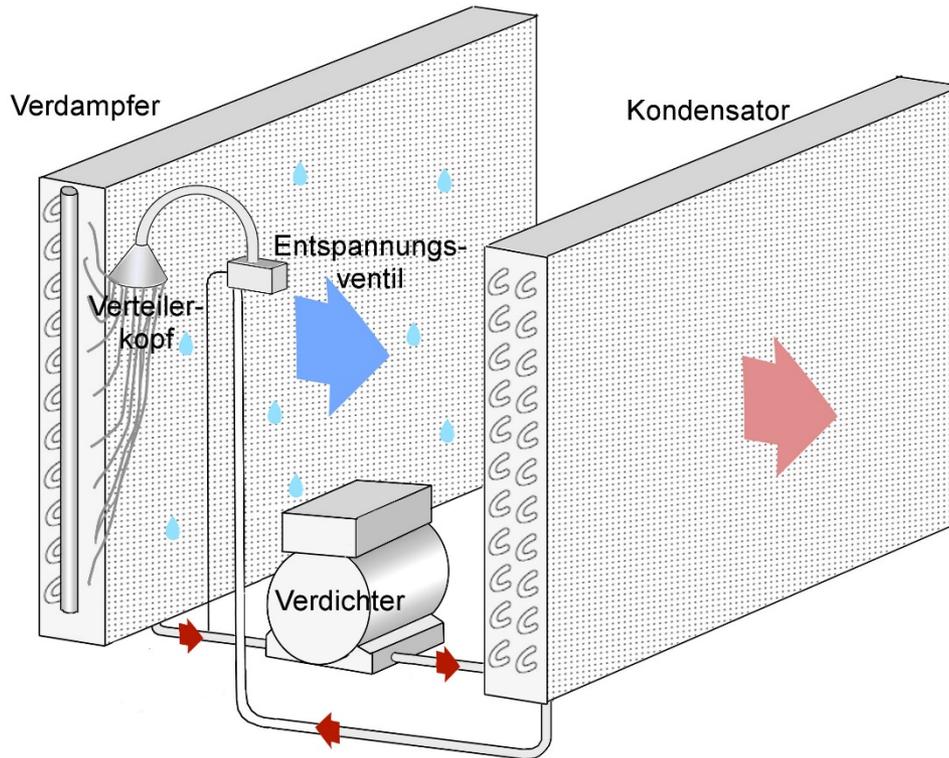
## technische Voraussetzungen

Ventilator	Gebäude, Trocknungsein- heit, Luftführung	Luftentfeuchter
<p>Volumenstrom möglichst steuerbar bei Heu 0,07 bis 0,12 m<sup>3</sup>/s je m<sup>2</sup> BF, Druck je nach Trockengut, Anlagenbauart, Zusatzeinrichtung 600 bis <b><u>1.600 Pa</u></b>, Auswahl nach <b><u>Hersteller- Kennlinienfeld</u></b></p>	<p>je nach Bauart und Verfahren z.B. <b><u>Dachabsaugung,</u></b> <b><u>Entlüftung,</u></b> Umschaltklappen, Kanalweichen, <b><u>Steuerung,</u></b> Krananlage, <b><u>Stromanschluss</u></b></p>	<p><b><u>Verdichterleistung</u></b> von Entfeuchtern auf die <b><u>Luftleistung abstimmen!</u></b> <b><u>Anströmgeschwindigkeit</u></b> <b><u>1,5 bis 4 m/s</u></b>, achten auf gute Reinigungsmöglichkeit der Wärmetauscher und effektiven Verdampfer für gute Kondensleistung, Luftanwärmung möglichst über 5 °C</p>

Quelle: Wirleitner, 2021



Quelle: Wirleitner, 2021

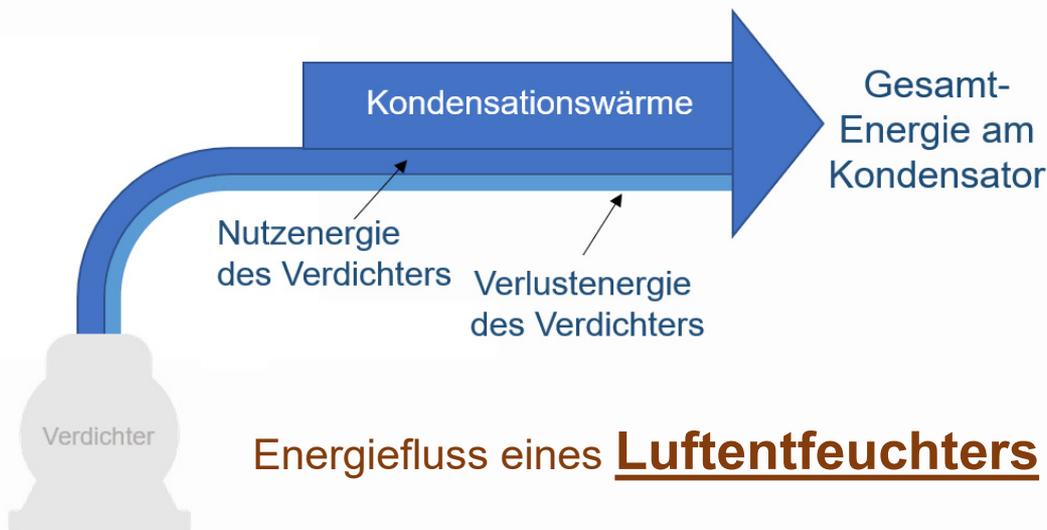
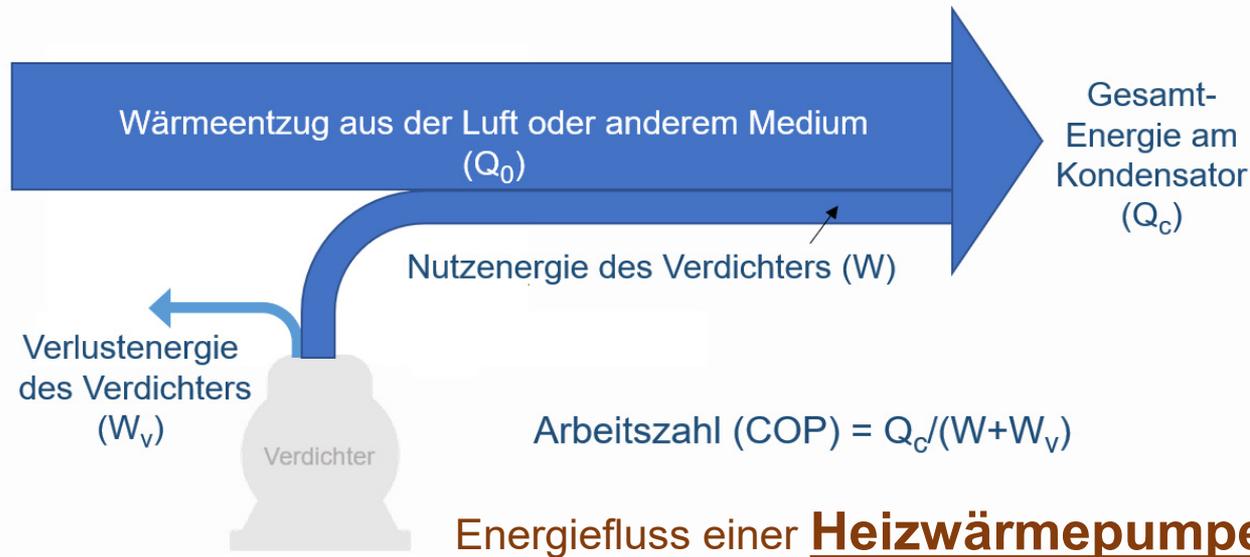


*Die Anströmgeschwindigkeit am Verdampfer soll im Bereich von 1,5 bis 4 m/s liegen, die Anströmfläche ab 2,6 m<sup>2</sup> pro 100 m<sup>2</sup> Boxenfläche oder 1/5 der Verdichterleistung in kW.*

Als Kältemittel werden für Luftentfeuchter derzeit meist R407c oder für höhere Temperaturen R134a verwendet. R134a hat allerdings eine geringere Verdampfungswärme, daher muss bei gleicher Leistung mehr Kältemittel umgewälzt werden.

**Entscheidend für die Funktion ist die Abstimmung auf den Luftdurchsatz des Entfeuchters: zu geringe Luftgeschwindigkeit beeinträchtigt die Wasserabscheidung im Verdampfer, bei zu hoher werden Wassertropfen im Luftstrom wieder verteilt.**





Der Energiefluss eines Luftentfeuchters (unten) unterscheidet sich wesentlich von dem einer Heizwärmepumpe weil dieselbe Luft zuerst abgekühlt und dann wieder erwärmt wird! Die Anwärmung der Luft im Entfeuchter wird fast nur durch die Kondensationswärme bestimmt.

Quelle: Wirleitner, 2021



## Luftentfeuchter arbeiten nur gut ...



- bei hoher Luftfeuchtigkeit
- bei warmer Luft (aber je nach Kältemittel nicht zu warmer). Bei Temperaturen unter 8 bis 10°C kann es sogar zu einer Vereisung des Verdampfers kommen!
- bei guter Abstimmung der durchströmenden Luftmenge auf die Verdichterleistung, z.B. Verdichterleistung = 0,8 bis 3-fache Ventilatorleistung
- wenn zwischen Verdampfer und Kondensator wenig Temperaturunterschied herrscht
- bei einer Anström-Luftgeschwindigkeit von 1,5 – 4 m/s (eventuell bei drehzahlgesteuertem Verdichter auch darunter)
- wenn die Wärmetauscher nicht verschmutzt sind

Quelle: Wirleitner, 2021



# Luft-Volumenstrom bei Entfeuchtern

gering	mittel	hoch
hoher Temperaturunterschied Verdampfer/Kondensator, <b>- geringe Leistungszahl</b>	mittlerer Temperaturunterschied Verdampfer/Kondensator, mittlere Leistungszahl	geringer Temperaturunterschied Verdampfer/Kondensator, <b>+ hohe Leistungszahl</b>
hoher Kältemitteldruck	mittlerer Kältemitteldruck	Wasserabscheidung mangelhaft
<b>+ Taupunkt leicht erreichbar</b>	Taupunkt erreichbar	<b>eventuell (-)Taupunkt nicht erreichbar!</b>

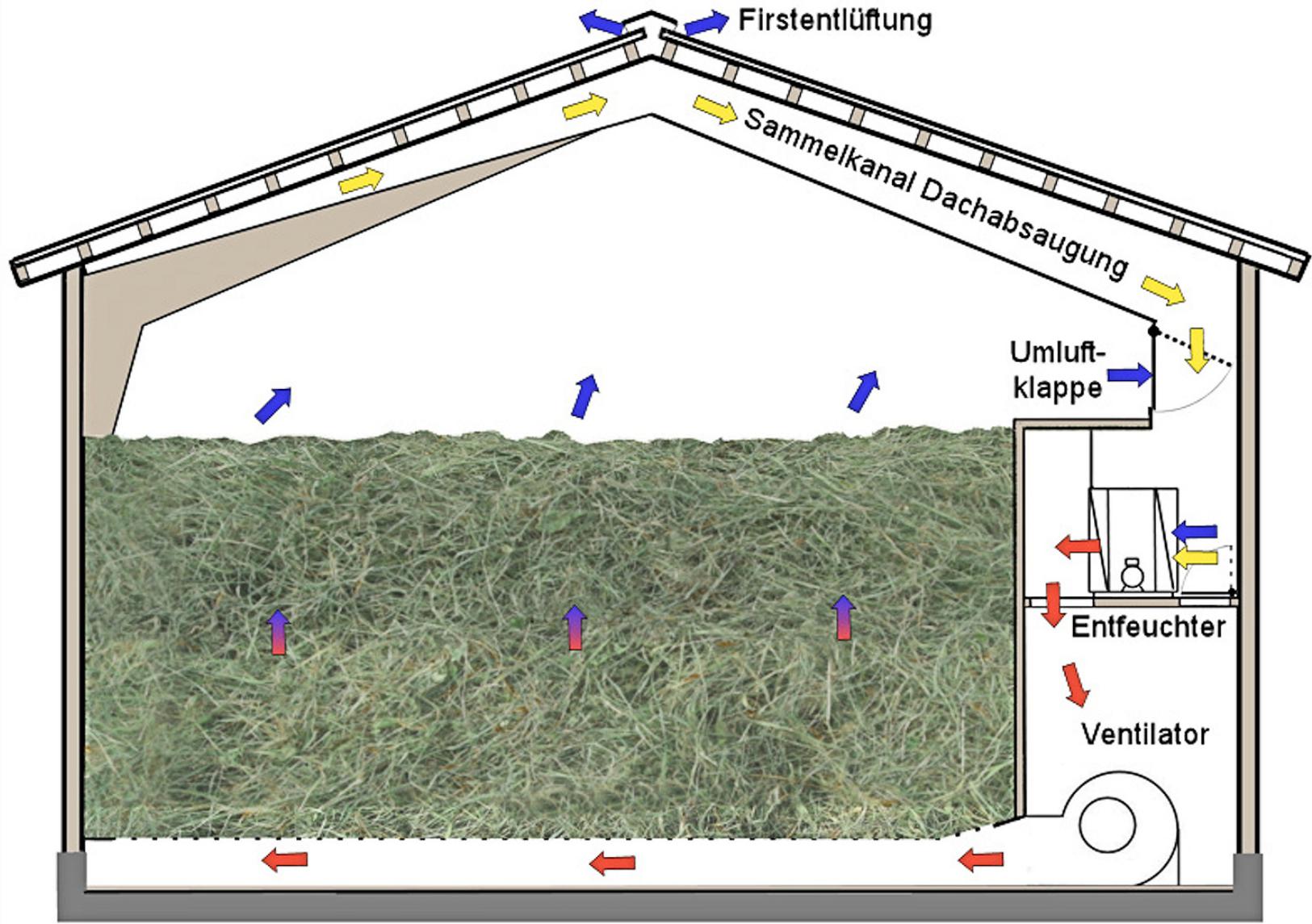
*Als Leistungszahl (auch Arbeitszahl COP genannt) wird bei Wärmepumpen das Verhältnis von aufgewendeter Verdichterleistung zur abgegebenen Wärmeleistung am Kondensator bezeichnet! Die Leistungszahl nimmt mit steigender Temperaturdifferenz zwischen Verdampfer und Kondensator ab. Ohne Drehzahlregelung des Verdichters steigt dessen Leistungsaufnahme mit dem Kältemitteldruck.*

**Ein zu geringer Luftdurchsatz führt zu einem hohen Kältemitteldruck und zu einer verminderten Luftanwärmung, ein zu hoher äußert sich dagegen durch eine schlechte Kondensleistung. Im Extremfall wird der Taupunkt nicht mehr erreicht, so dass sich kein Kondenswasser mehr bildet.**

Quelle: Wirleitner, 2021

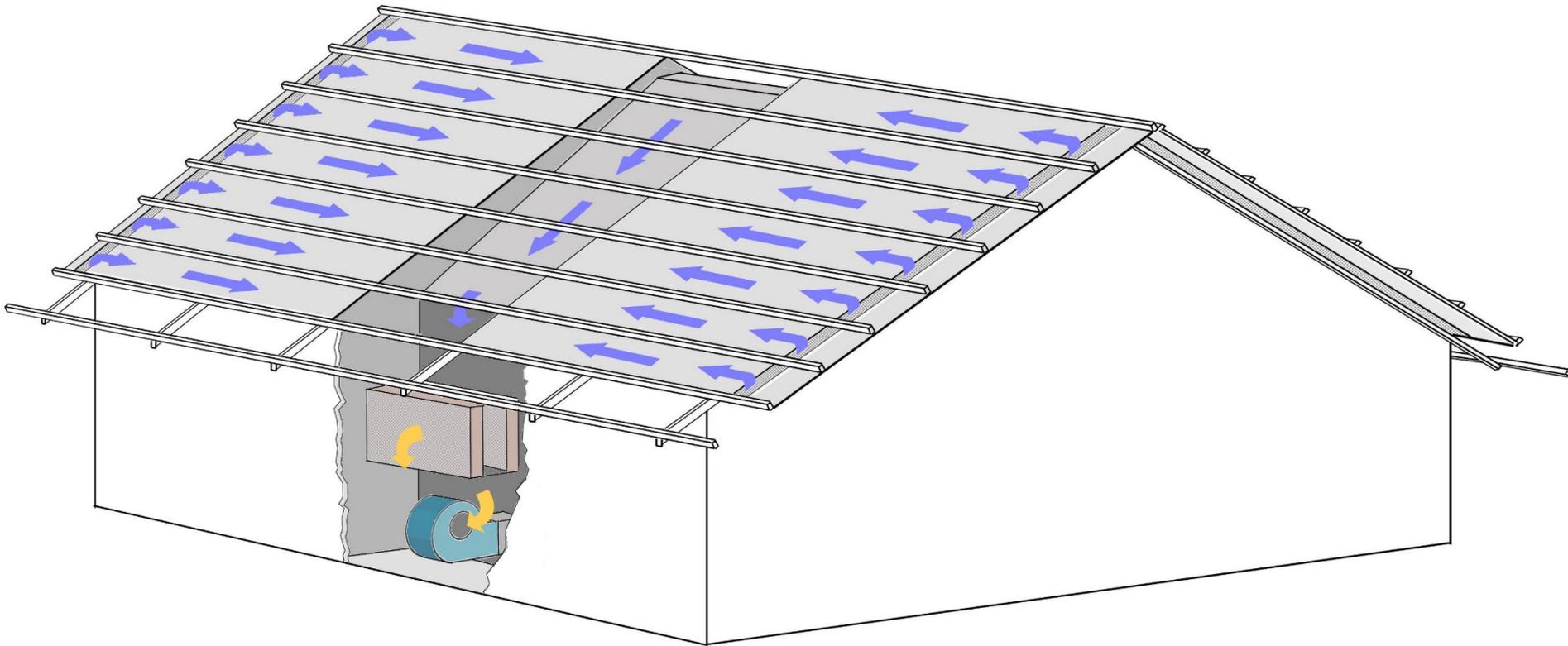


Quelle: Wirleitner, 2021



Schema einer Boxentrocknung mit Umschaltklappe





*Das Bild zeigt die Kombination eine Luftentfeuchtung mit einer Dachabsaugung mit mittigem Sammelkanal, dargestellt ohne Dachdeckung*

Zweckmäßigerweise wird mit einer Dachwärmenutzung kombiniert



Trocknungsvarianten	
Frischluf ttrocknung	Umluftrocknung
Trocknungsleistung wird durch Wasseraufnahme der Luft und Luftvolumenstrom bestimmt	<u>Trocknungsleistung</u> wird wesentlich durch die <u>Kondensleistung</u> des <u>Entfeuchters</u> begrenzt
günstig <u>Außentemperatur über 25 °C</u> , bei Warmbelüftung oder Dachabsaugung	zweckmäßig bei geringer Außentemperatur (z.B. unter 20°C) und zum Erhalt von flüchtigen Inhaltsstoffen
<u>gute Abluftabfuhr wichtig!</u> z.B. Firstentlüftung	Abtrennung des Trocknungsbereiches und Wärmedämmung zweckmäßig!
auch bei kleinem Leistungsverhältnis von Lüfter/Entfeuchter möglich	<u>Leistungsverhältnis Lüfter/Entfeuchter</u> von <u>1 : 2 bis 1 : 3</u> zweckmäßig

*Eine Trocknung mit Umluft im geschlossenen Kreislauf macht also **bei schlechtem Wetter oder während der Nacht** Sinn, allerdings wird die Trocknungsleistung wesentlich von der Kondensleistung begrenzt. Wegen eines geringen Luftaustausches durch übliche, nicht vollkommen dichte Gebäude kann aber erfahrungsgemäß die Trocknungsleistung um rund 30% über der Kondensleistung liegen.*

Quelle: Wirleitner, 2021

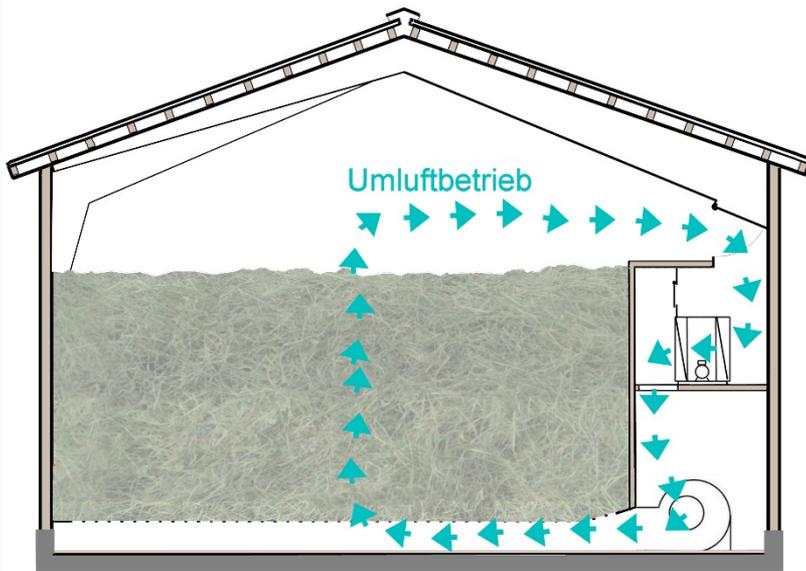




## Bei niedrigen Außentemperaturen arbeiten Entfeuchter schlecht, daher empfiehlt sich hier ein Umluftbetrieb.

Dabei soll die Verdichterleistung deutlich höher als die Luftleistung des Trocknungsventilators sein. Oft wird das per Frequenzwandler durch eine verminderte Ventilatorumdrehzahl erreicht. Bewährt ist bei Boxentrocknung ein spezifischer Luftdurchsatz von 0,07 bis 0,12 m<sup>3</sup>/s und m<sup>2</sup> Boxenfläche wobei im Umluftbetrieb oder gegen Ende der Trocknung ein geringer Luftstrom Sinn macht.

Eine Umschaltung zwischen den beiden Betriebsarten lässt sich durch Umschaltklappen oder -Jalousien bei einer Außentemperatur zwischen 20 und 25 °C erreichen.

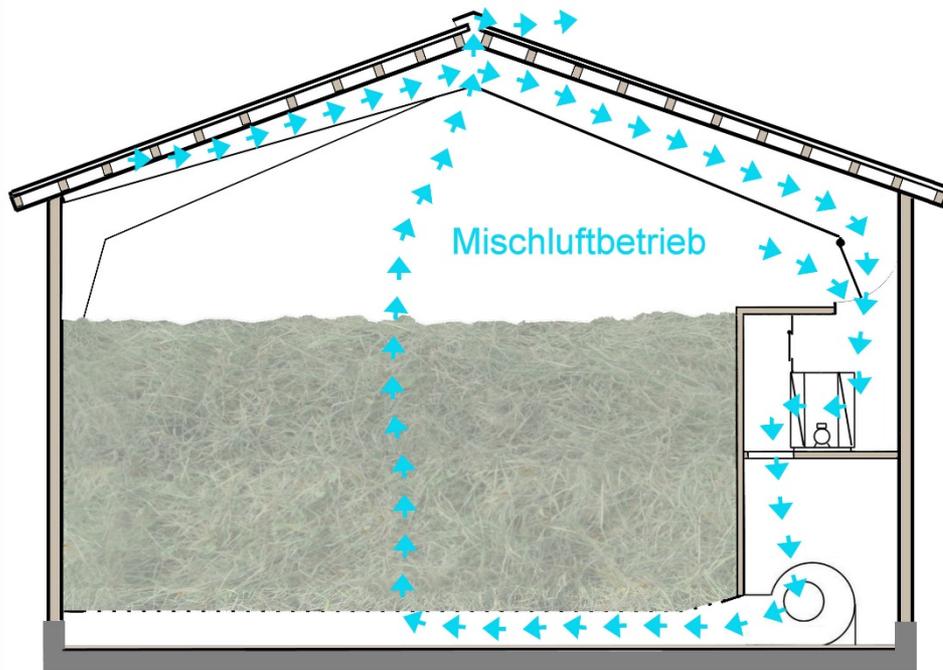


Umschaltklappe

Quelle: Wirleitner, 2021



Ein **Mischluftbetrieb** erscheint für die Heutrocknung nur bei sehr hoher Verdichterleistung des Entfeuchters im Verhältnis zur Luftleistung des Trocknungsventilators oder bei hohen Außentemperaturen zweckmäßig. Beim Mischluftbetrieb verbleibt eine Umschaltklappe oder Jalousie in einer Mittelstellung anstatt in einer Endlage. Kräuter werden auf kleinen Anlagen teilweise mit Mischluft getrocknet.



*In der Praxis hat es sich bei moderater Verdichterleistung eher bewährt, von einem Frischluftbetrieb bei Tag und gutem Wetter abends oder bei Schlechtwetter rasch und vollständig auf einen Umluftbetrieb umzuschalten um die Temperatur im Trocknungsbereich halten zu können.*

Quelle: Wirleitner, 2021



# Luftführung am Entfeuchter

<b>Vollentfeuchtung</b> die ganze Trocknungsluft wird entfeuchtet	<b>Teilentfeuchtung</b> ein Teil der Trocknungsluft wird entfeuchtet	
	Bypass des ganzen Entfeuchters	Bypass des Verdampfers
große Anströmfläche und Verdichterleistung erforderlich, kein Hilfslüfter nötig, kein Mischproblem, einfache Luftführung	meist Hilfslüfter erforderlich, kleinere Anströmfläche und Verdichterleistung möglich	möglich zur Regulierung der Anströmgeschwindigkeit, kann eventuell Trocknungswirkung verbessern

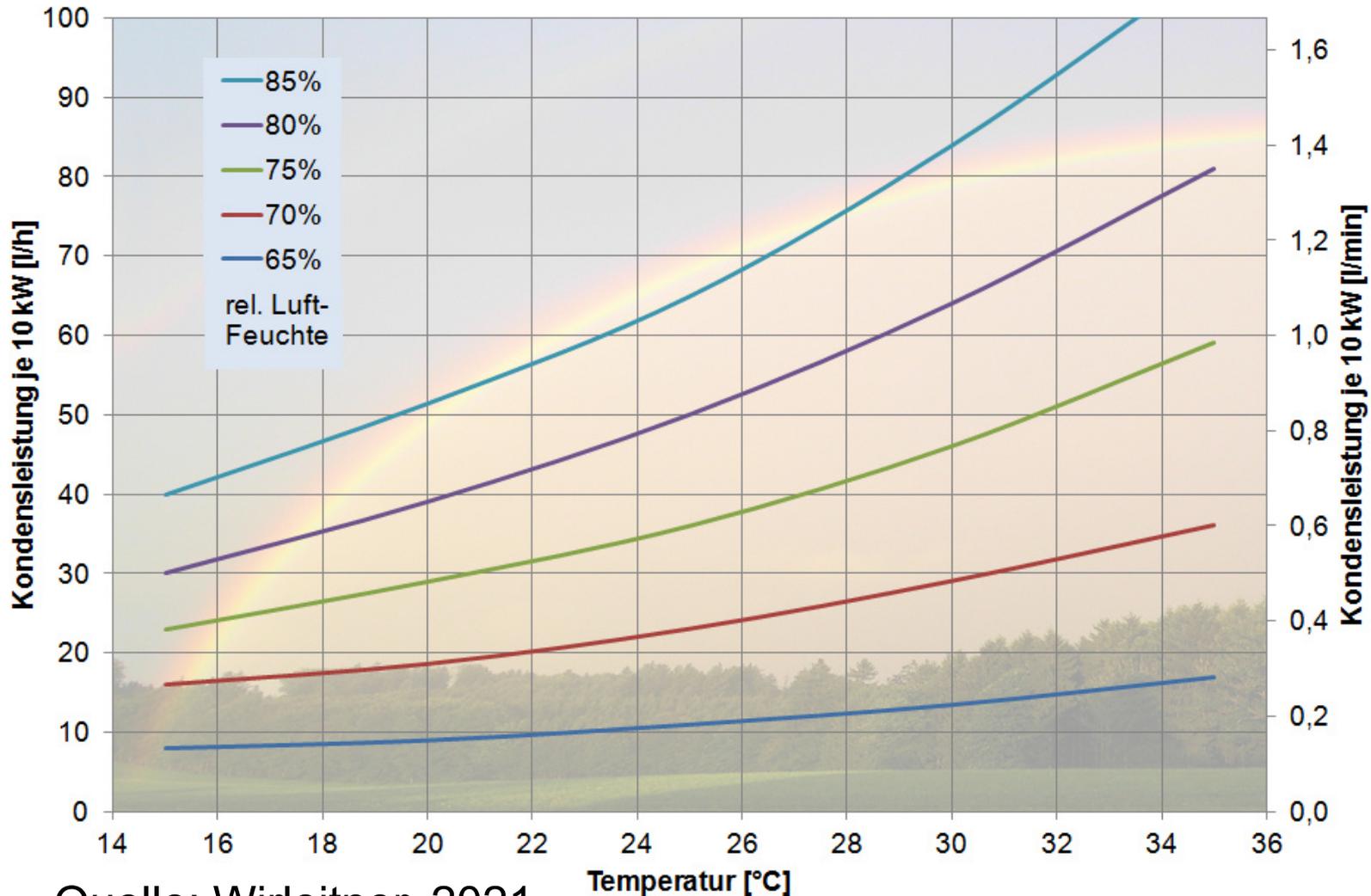
*Bei einer geringen Verdichterleistung in Verhältnis zur Leistung des Ventilators kann eine Teilentfeuchtung zweckmäßig sein.*

Quelle: Wirleitner, 2021



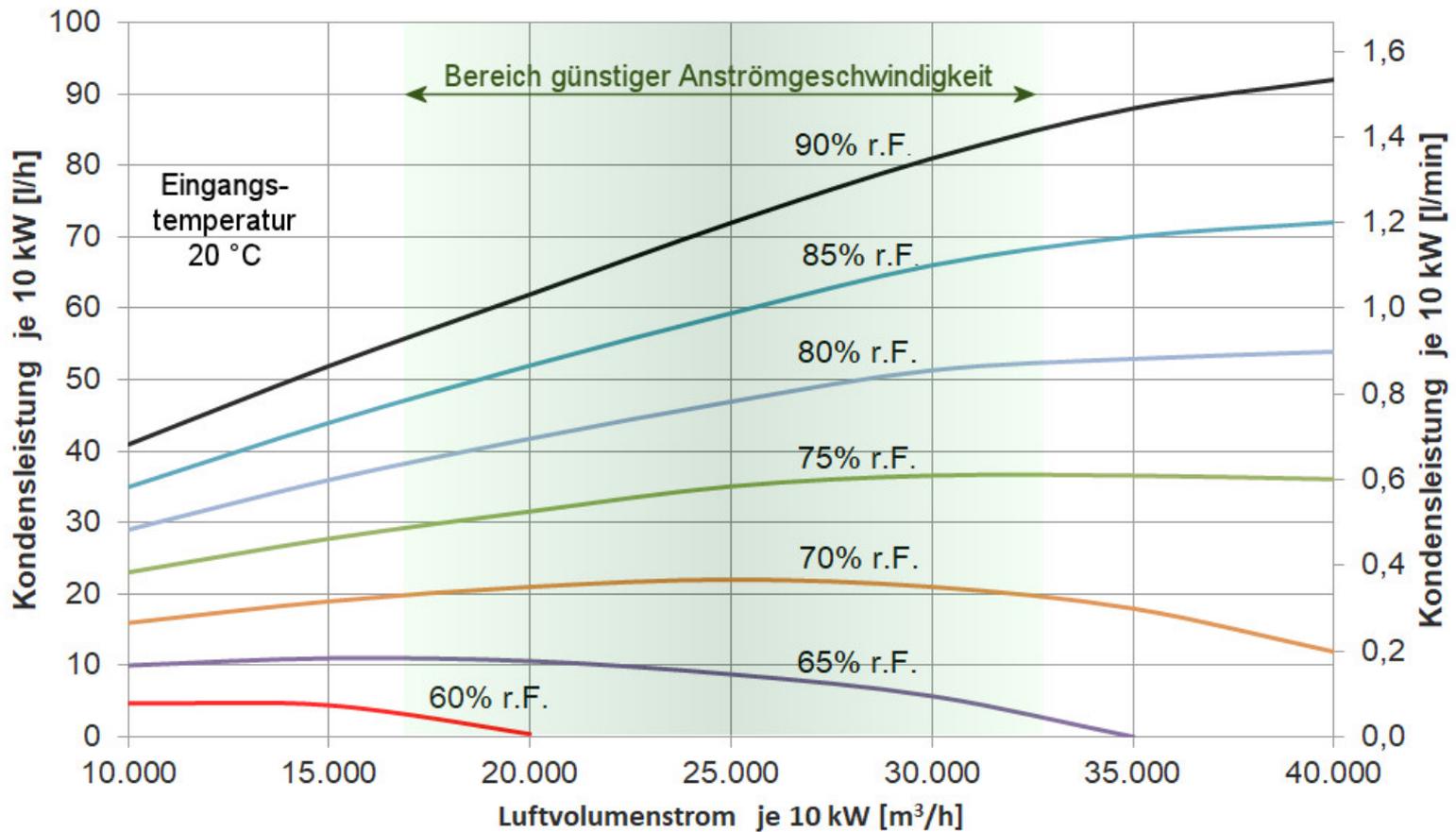


Die Kondensleistung von Luftentfeuchtern ist stark von Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig. Im Diagramm sind die Werte für je 10 kW Verdichterleistung bezogen!



Quelle: Wirleitner, 2021





**Bei feuchter Luft** (oberhalb der Trocknungsbox – zu Trocknungsbeginn!) ist ein **hoher Luftdurchsatz** zweckmäßig, dagegen ein geringer bei trockener Luft und gegen Ende der Trocknung. Eine niedrige Eingangstemperatur verlangt ähnlich einen geringeren Luftdurchsatz.  
Die Kondensleistung kann je nach Konstruktion variieren!

Quelle: Wirleitner, 2021

Empfehlenswerter Luftdurchsatz



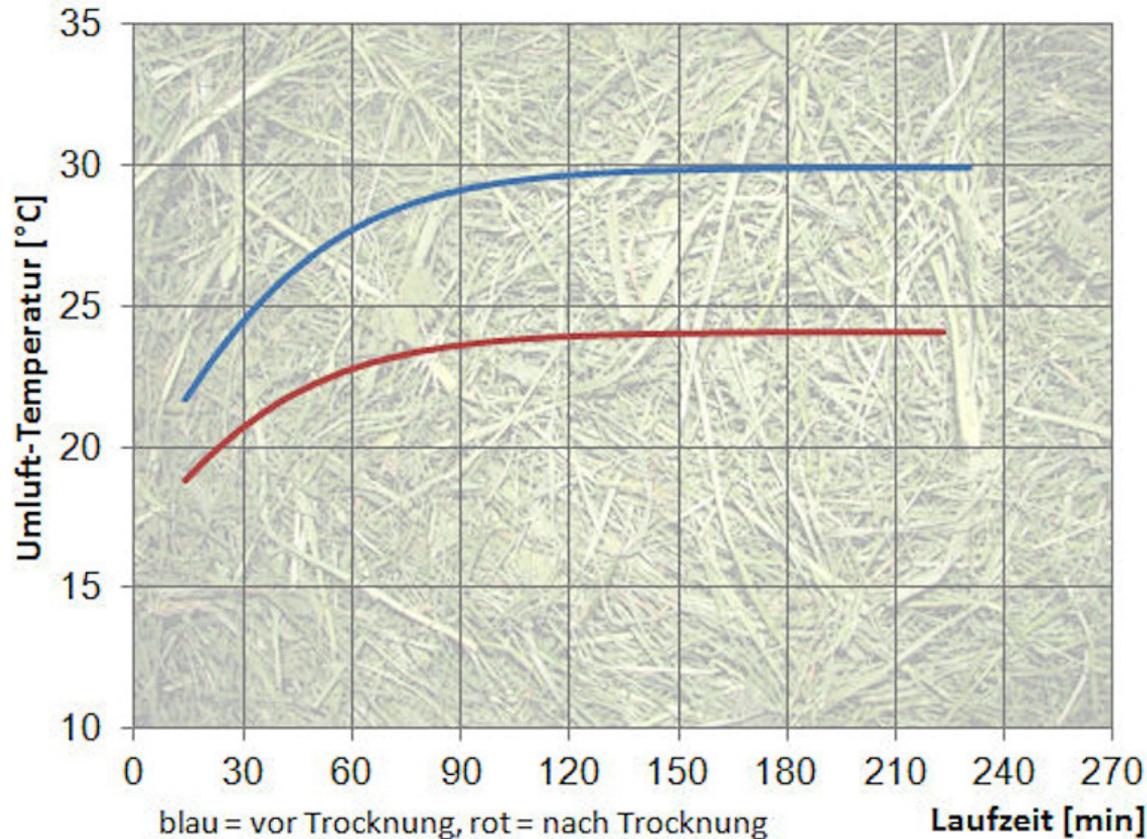
Neben der Kondensleistung ist die Wärmeleistung des Entfeuchters ein wichtiges Kriterium. Diese ist aber weitgehend von der Entfeuchtungsleistung abhängig, weil der wesentliche Anteil von der Kondensationswärme des Wasser kommt.

Für die **Anwärmung der Luft** durch die Wärmeleistung ist natürlich der Luft-Volumenstrom maßgeblich. Funktionsentscheidend ist die Lufterwärmung durch Entfeuchter besonders bei kaltem Wetter im Umluftbetrieb. Vorteilhaft ist eine Lufterwärmung ab 5 °C. Damit wird im Umluftbetrieb ein „Aufschaukeln“ der Trocknungstemperatur und in der Folge eine raschere Trocknung erreicht.

***Günstig auf Kondensleistung und Luftanwärmung eines Entfeuchters wirkt sich ein aufwendiger Verdampfer mit guter Kältemittelführung und großer Lamellenfläche aus. Damit wird der Anteil nichtkondensierter Feuchtigkeit der Luft („Bypassfaktor“ des Verdampfers) verringert.***

Quelle: Wirleitner, 2021



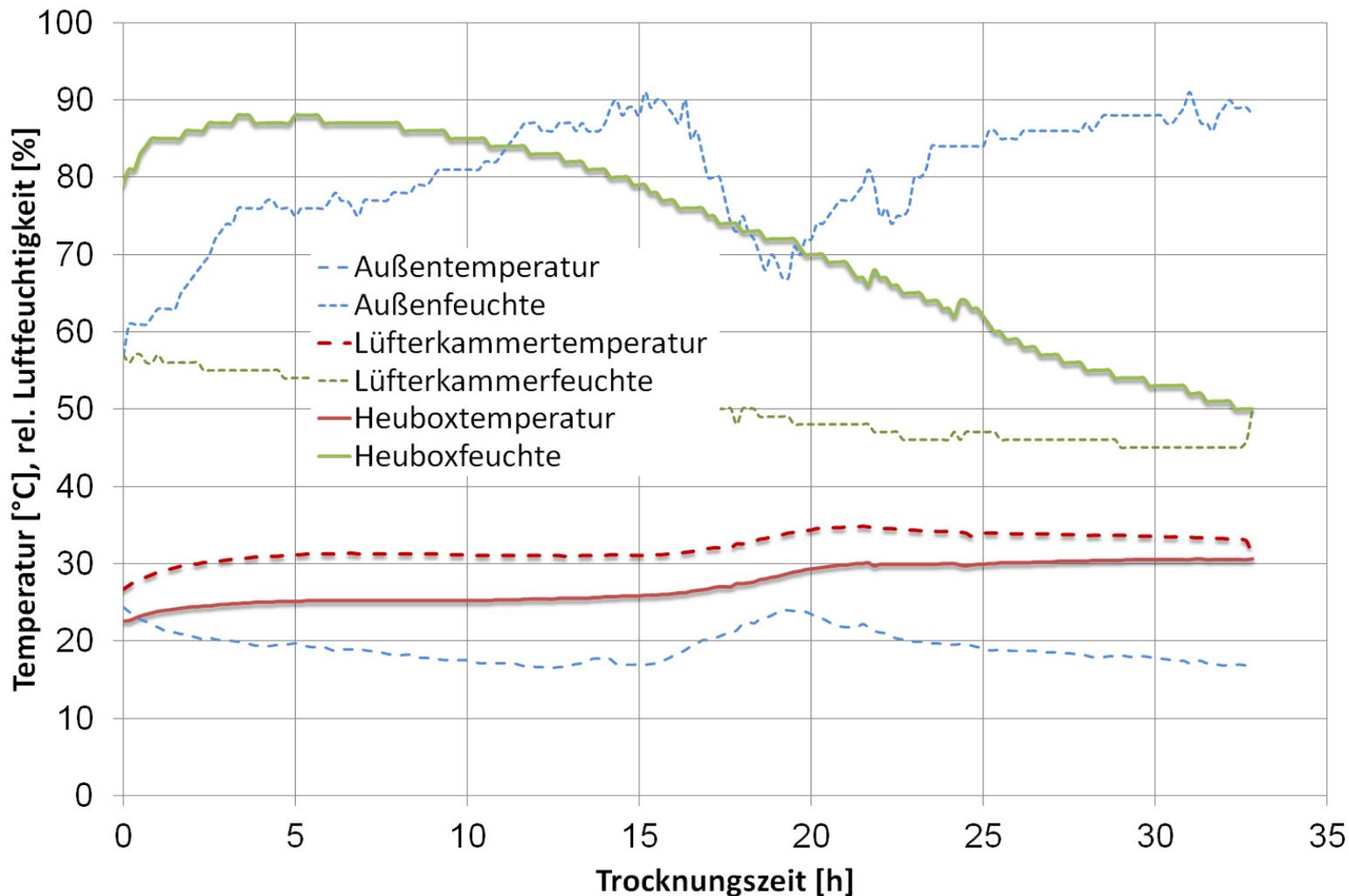


*Je nach Verdichterleistung, Luftdurchsatz und Wärmeverlust im Gebäude erreicht man im Umluftbetrieb auch bei schlechtem Wetter günstige Bedingungen für Luftentfeuchter und ein „Aufschaukeln“ der ursprünglichen Trocknungstemperatur. Die vertikale Differenz beider Linien des obenstehenden Diagramms zeigt die Lufterwärmung im Entfeuchter. Diese kann bei großer Verdichterleistung auch deutlich größer sein, als im Diagramm.*

Quelle: Wirleitner, 2021

Temperaturanstieg im Umluftbetrieb, „Aufschaukeln“



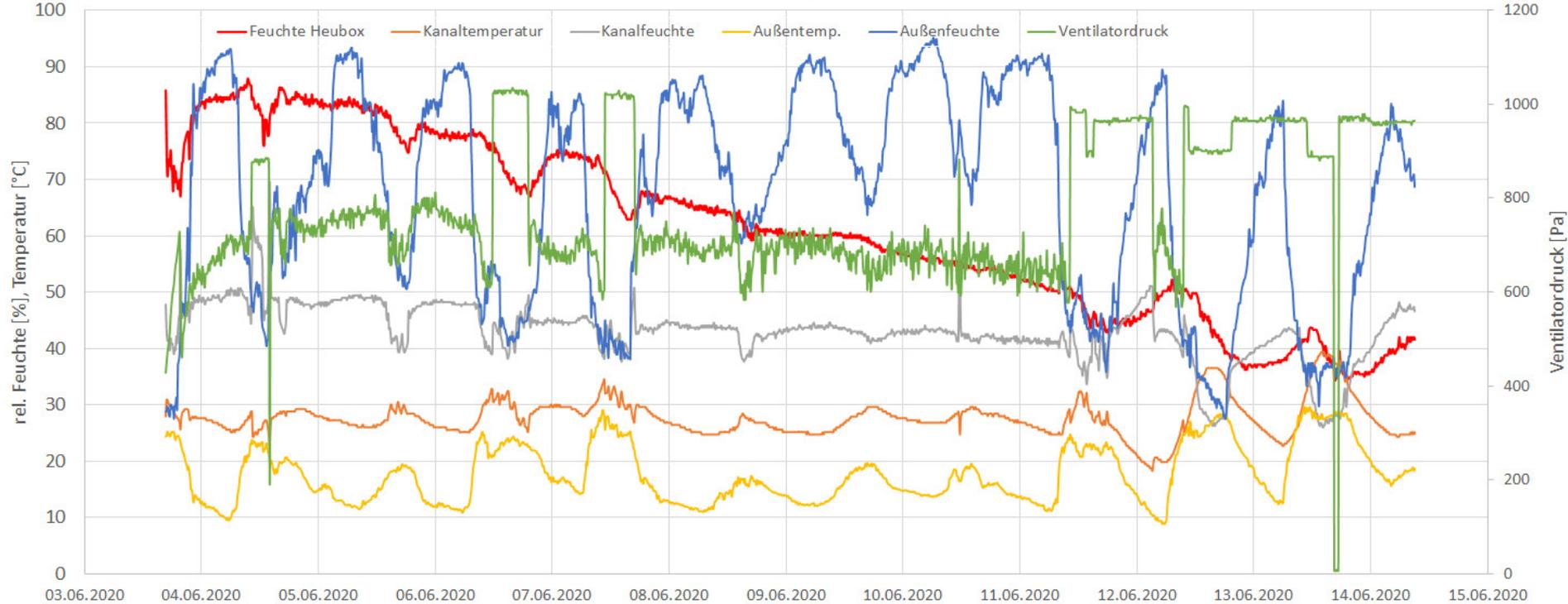


Die Temperaturdifferenz zwischen den roten Linien zeigt die Erwärmung im Entfechter an. Nach dem Unterschreiten einer Abluftfeuchtigkeit von 50% ist die Haupttrocknung beendet.

Quelle: Kittl, 2020



Werte aus der Versuchsanlage Raumberg-Gumpenstein bei über 5 m Füllhöhe!



Die rote Linie zeigt den Verlauf der rel. Luftfeuchtigkeit über der Heubox, die blaue Linie die Außenluftfeuchte. Es wurde also hier bei fast durchgehendem Schlechtwetter bei überlasteter Anlage getrocknet. Das zeigt auch der gelbe Außentemperaturverlauf. Grün dargestellt ist der Druckverlauf des Ventilators.

*Eine Überlastung wie oben dargestellt sollte vermieden werden um die Trocknungsdauer möglichst unter 80 Stunden zu halten!*



**Bei kaltem Wetter ist eine Vereisung des Verdampfers möglich.** Das kann durch eine automatische Heißgasrückführung/–Einspritzung verhindert werden (CPC-Regelung), ebenso durch Drehzahländerung des Verdichters.

**Zur Anpassung an die Betriebsbedingungen und zur Vermeidung einer Vereisung werden Verdichter von Entfeuchtern zweckmäßig mit Frequenzwandlern bei variabler Drehzahl betrieben.**



Heißgaseinspritzung

Bei älteren Entfeuchtern sind oft Heizstäbe im Verdampfer zum Abtauen eingebaut. In diesem Fall wird während des Abtauens die Entfeuchtung unterbrochen.

*Als Folge einer Verdampfervereisung kann es durch Beeinträchtigung des Luftdurchsatzes zu einem Kältemittelüberdruck und zum Abschalten des Entfeuchters durch den Überdruckschalter kommen.*

Quelle: Wirleitner, 2021



**Abluft-Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung** sind beim Entfeuchter-Umluftbetrieb unnötig, im Frischluftbetrieb ist die Wirkung bei der Heutrocknung wegen der üblichen niedrigen Trocknungstemperatur und der Abkühlung der Luft während der Trocknung (rund 2 °C je g Wasseraufnahme pro m<sup>3</sup> Luft!) bescheiden. Bei Warmlufttrocknungen kann aber ein nennenswerter Teil der Wärme zurückgewonnen werden.

Zur Erhaltung der Wärme im Umluftbetrieb ist eine Abtrennung des Trocknungsbereiches (z.B. durch Rollplanen) nützlich, ebenso wie eine Wärmedämmung von Luftkanälen, Boxenböden oder Wand/Deckenbereichen.



Quelle: Wirleitner, 2021

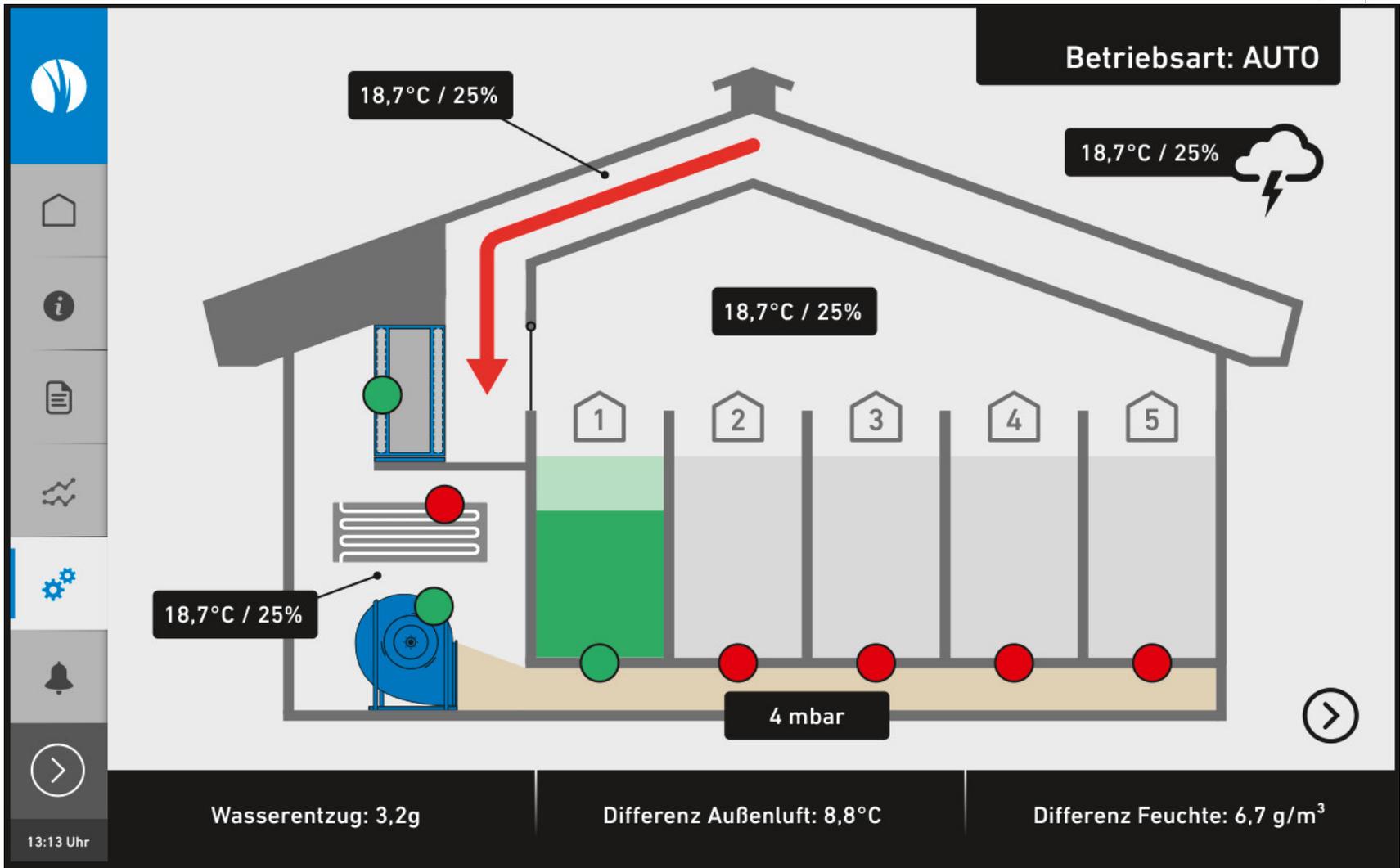


# Bedienungshilfen

- Anzeige von Temperatur und Feuchtigkeit der Trocknungsluft
- Geregelte Lüfterdrehzahl je nach Luftzustand oder Entfeuchter-Betriebsart
- automatische Umschaltung zwischen Frischluft- und Umluftbetrieb
- Steuerung des Entfeuchters nach Luftzustand und Erfassung des Luft-Volumenstromes
- Laufzeitsteuerung nach Trocknungszustand

Quelle: Wirleitner, 2021





Quelle: Wirleitner, 2021

Übersichtsbildschirm einer Steuerung



Für die Funktion der Anlage ist besonders das laufende Reinigen von Wärmetauschern oder deren Staubschutzgitter wichtig!

Je nach Vorschrift ist vor Inbetriebnahme des Entfeuchters eine Ölvorwärmung einzuschalten.



Beim Betrieb von Luftentfeuchtern ist in Österreich weiter die **Kälteanlagenverordnung** (letzte Fassung 2021) zu beachten: Der Betriebsinhaber hat dafür Sorge zu tragen, dass nur Kälteanlagen aufgestellt und in Verwendung genommen werden, die den Vorschriften dieser Verordnung entsprechen. Dieser Verpflichtung ist der Betriebsinhaber jedenfalls dann nachgekommen, wenn er eine entsprechende Bescheinigung des Unternehmens, das die Kälteanlage aufgestellt hat, vorweist. Jährliche - Druckkontrolle!!!

Quelle: Wirleitner, 2021



Der Betriebsinhaber hat ferner dafür Sorge zu tragen, dass die Kälteanlagen in einem den Vorschriften dieser Verordnung entsprechenden Zustand erhalten, ordnungsgemäß gewartet und überprüft werden.



**Kältemitteldruck**  
**überprüfen!**

Dieser Verpflichtung hat der Betriebsinhaber jedenfalls dann entsprochen, wenn die rechtzeitige Behebung von Störungen oder festgestellten Mängeln an Kälteanlagen sowie die Wartung und Überprüfung derselben durch befugte, fachkundige Personen nachweislich erfolgt ist. Nach der EU-Vorschrift EU-VO 517/2014 wird ein Prüfintervall je nach Kältemittelmenge von einem Jahr (oder einem halben Jahr bei sehr großen Anlagen) vorgeschrieben.

Quelle: Wirleitner, 2021



Die **Investitionskosten** für eine Entfeuchtertrocknung sind vergleichbar mit jenen für eine Trocknung mit Hackgut-Warmluftofen.



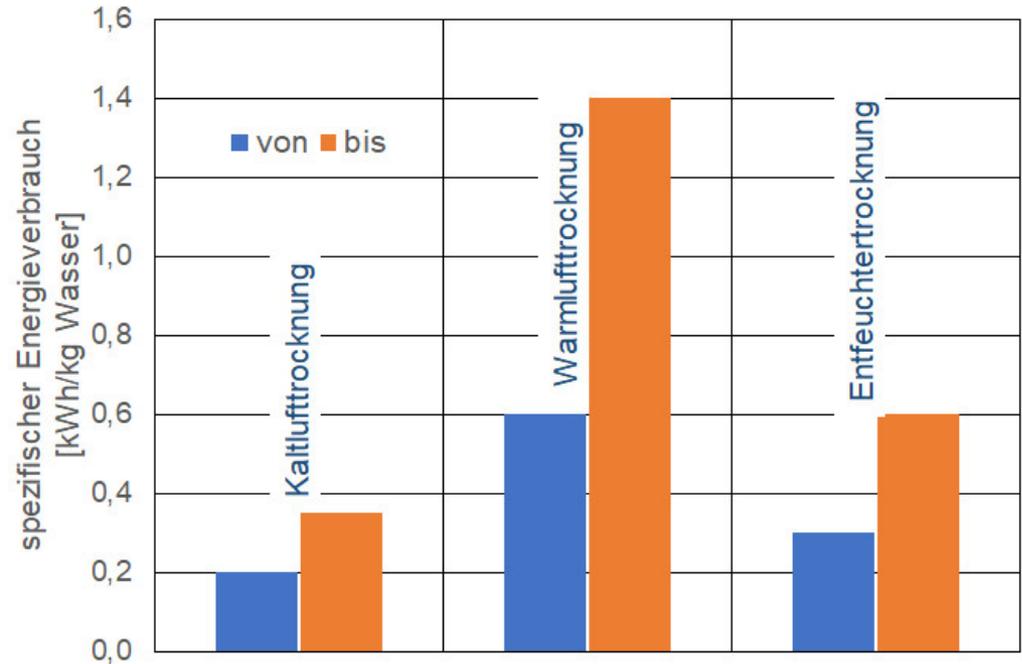
Für die **variablen Kosten** ist der **jeweilige Energiepreis je kWh entscheidend**. Die Elektrizitätsversorger bieten oft regional günstige Stromtarife (z.B. Wärmepumpentarif, unterbrechbarer Tarif) an. Allerdings sind diese Tarife regional verschieden. In Zukunft ist mit variablen Tarifen in Verbindung mit elektronischen Smart-Grid-Zählern zu rechnen. Dabei richtet sich der Tarif nach der Netzbelastung.

Quelle: Wirleitner, 2021



**Der Energieverbrauch von Entfeuchtertrocknungen liegt grob bei 0,3 bis 0,6 kWh pro kg abgetrocknetes Wasser** und ist damit erheblich geringer als bei einer Warmlufttrocknung.

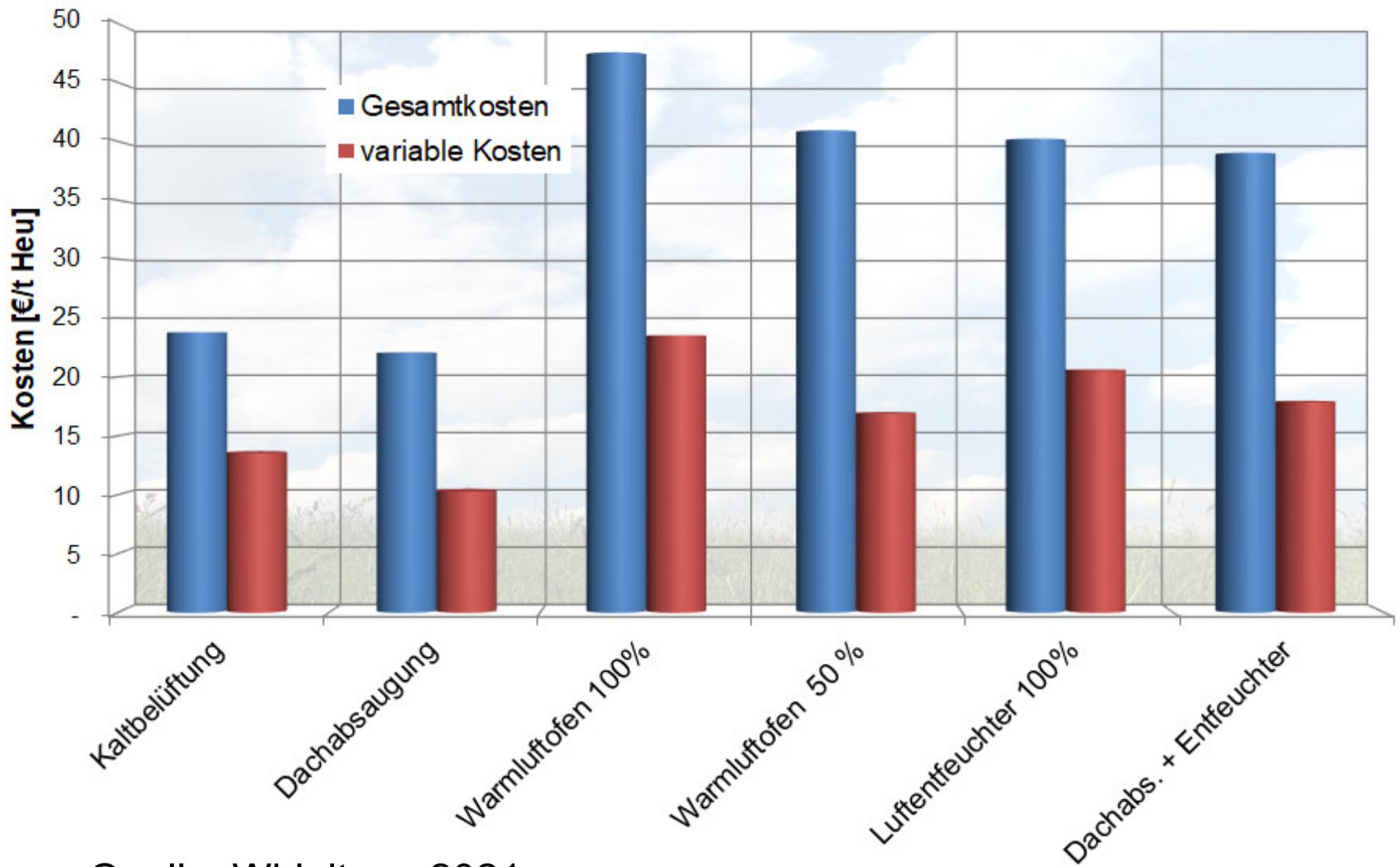
Allerdings ist der Energiepreis je kWh bei elektrischem Strom deutlich höher als jener von Holzhackgut oder Scheitholz.



Kostenmäßig wird damit der Vorteil einer Entfeuchtertrocknung im Energieverbrauch durch den höheren Preis für eine kWh elektrischen Strom gegenüber jenem für Holz wieder vermindert. Bei einem sehr niedrigen Preis für Holzhackgut und nur teilweisem Betrieb des Warmluftofens kann diese Variante kostenmäßig sogar günstiger liegen.

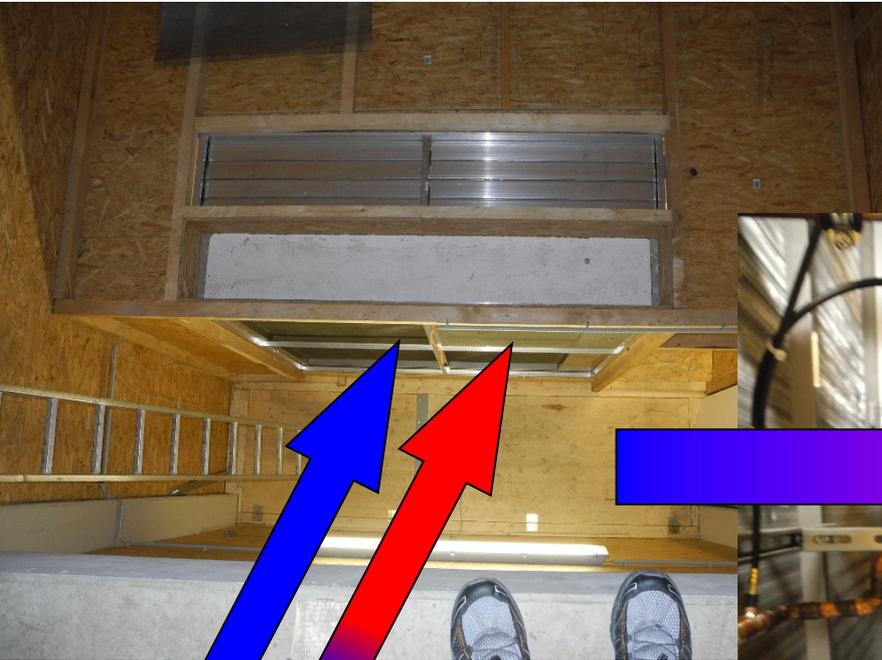
Quelle: Wirleitner, 2021





Quelle: Wirleitner, 2021





Kühle, feuchte Luft oder  
über den Kollektor warme Luft

Verdampfer

16 kW Kompressor



Kondensator

# Steuerung – unbedingt erforderlich!

Heutrocknung SR   
Vom Landwirt für den Landwirt

ÜBERSICHT 8:29:17 AM  
10/25/2012

Klappe

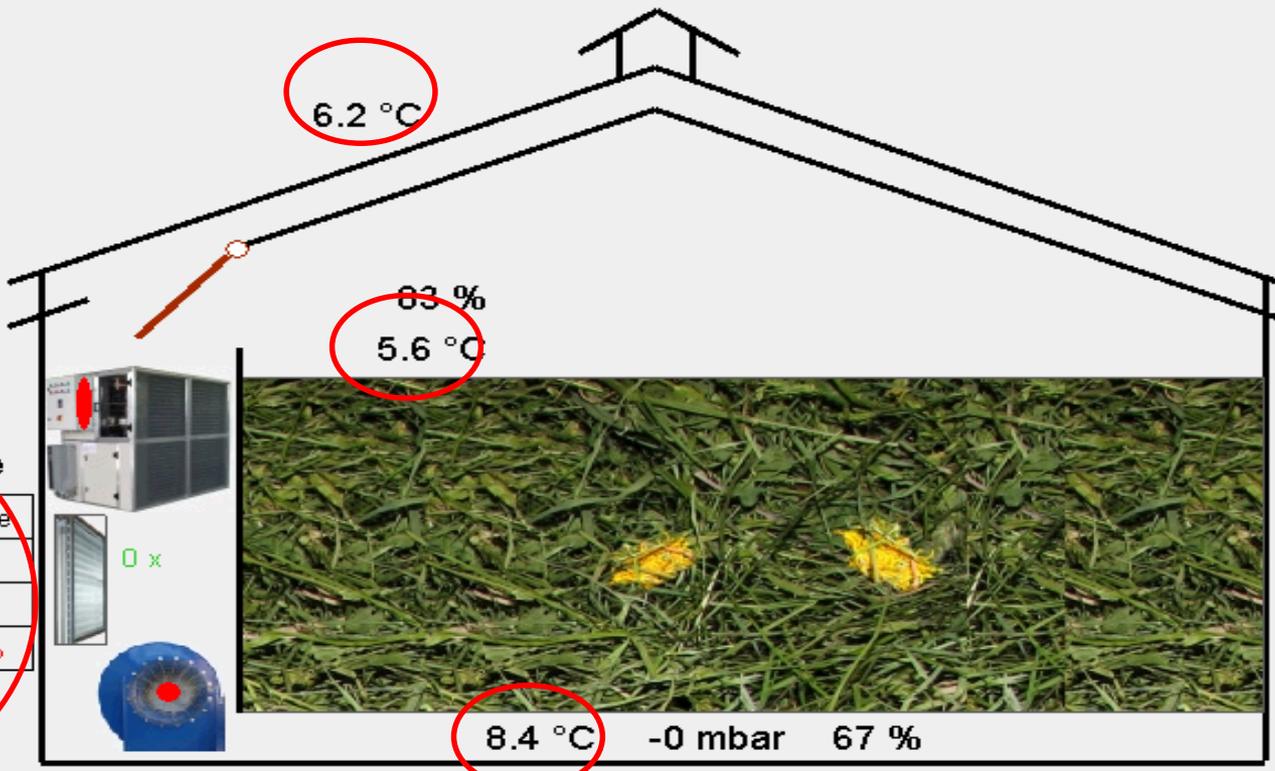
Anlage - Übersicht  
keine Störung

Betriebsart: Aus  
Trockner: Aus  
Lüfter: Aus  
Heizregister: 0 x

Temp.- und Feuchtwerte

	Temperatur	Feuchte
Über Heubox:	5.6 °C	83 %
Unter Heubox:	8.4 °C	67 %
Differenz	2.8 °C	16.4 %

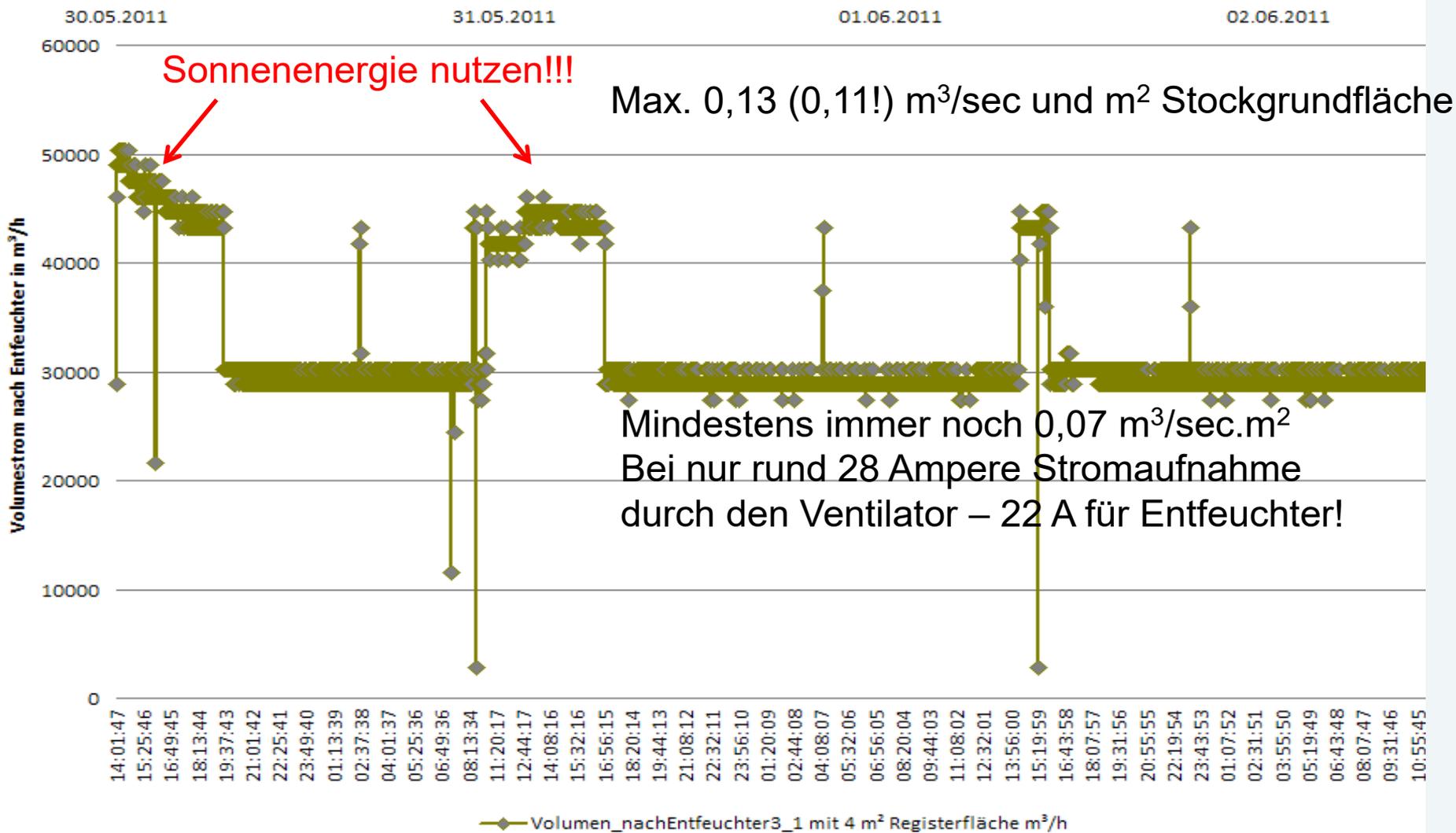
Differenz zur Außentemp  
2.2 °C



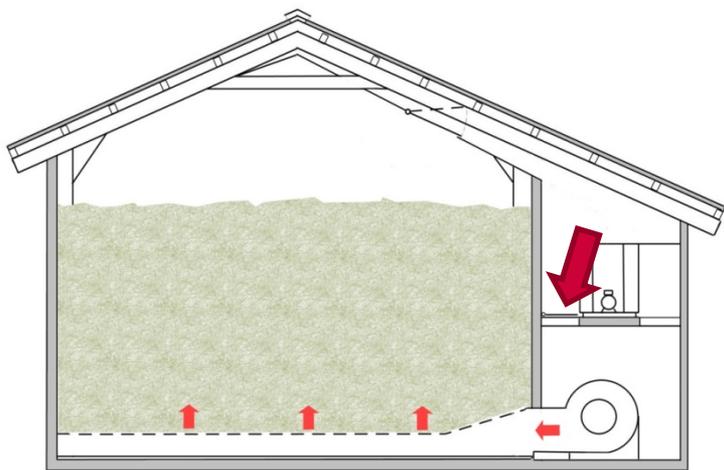
8.4 °C -0 mbar 67 %

START INFO DATEN SETUP   
Einstellunge SERVICE ALARME Ausgänge

# Volumenstrom zu Beginn wichtig!



## Wärmedämmung und Rollplane = Effizienzerhöhung!



Wärmedämmung, Rollplane  
und Entfeuchterumgehung  
wirken sich günstig aus!

# Übersicht zu den Trocknungsversuchen

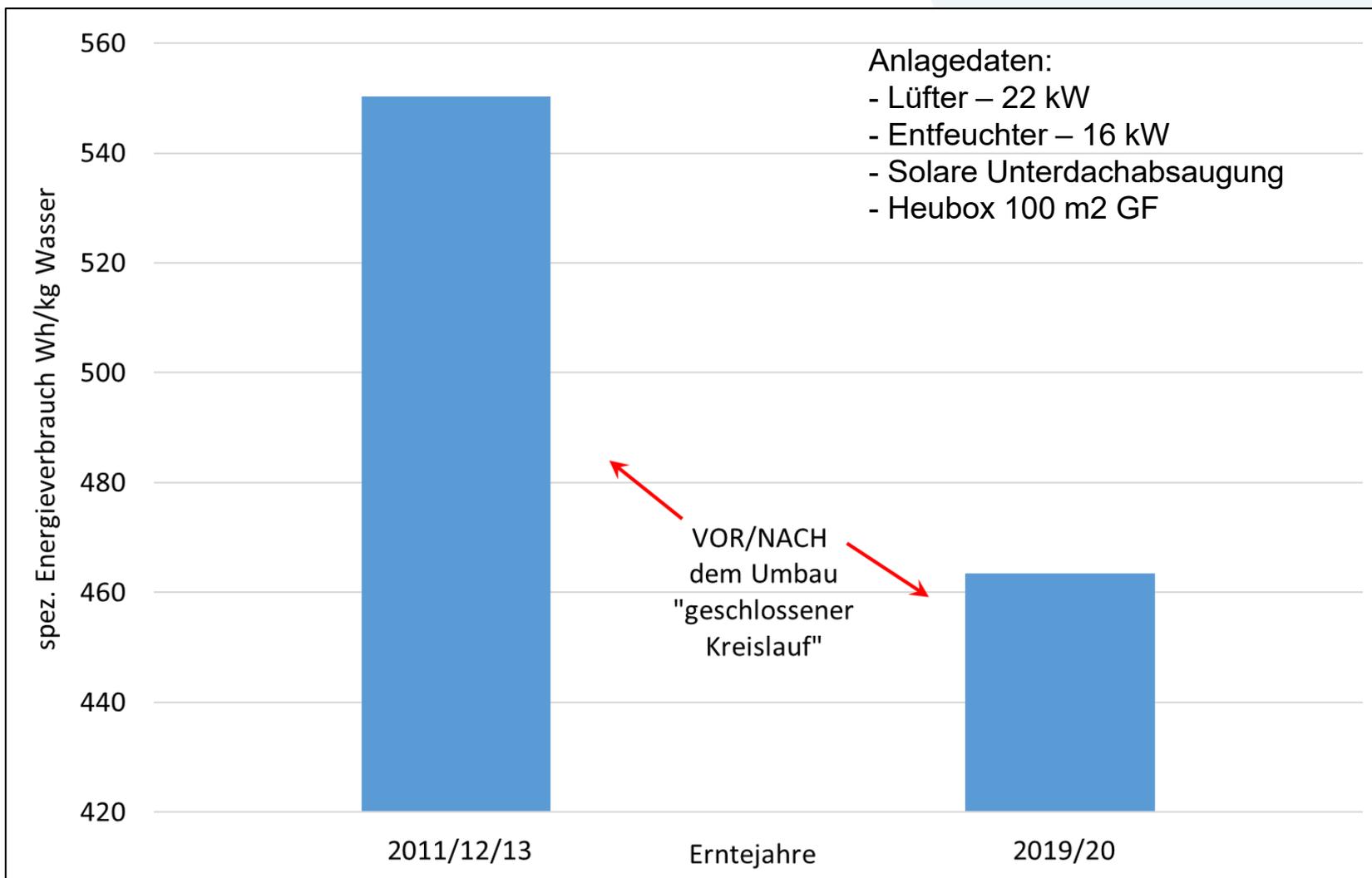
	Füllhöhe [m]	Wassergehalt [%]	Frischmasse [kg]	abgetr. Wasser [kg]	Betriebszeit Lüfter [h]	Betriebsz. Entfeuchter [h]	Energieverbrauch [kWh]	spezifischer Verbrauch [kWh/kg Wasser]
Schnitt 1/2019	5,6	32,3	54.775	12.874	143	58	3.823	0,30
Extreme Füllhöhe, wegen fehlender Zählerdaten wurde der Energieverbrauch aus kumulierten Stromwerten errechnet!								
Schnitt 2/2019	3	26,6	21.590	3.684	48,5	27	1.438	0,39
Energieverbrauch bis 50 % Abluffeuchte aus Stromwerten errechnet >>							1.129	0,31
Schnitt 3/2019	2	33,1	14.985	3.657	56	42,8	1.684	0,46
Energieverbrauch bis 50 % Abluffeuchte aus Stromwerten errechnet >>							1.098	0,30
Schnitt 4/2019	4	44,66	42.380	15.879	215	215	8.863	0,56
Extrem feuchtes, teilweise regennasses Frischgut! Die Trocknung erfolgte bei kaltem Herbstwetter im dauernden Umluftbetrieb.								

Die Daten zum Energieverbrauch enthalten (mit Ausnahme der alternativen Berechnung bis zum Erreichen von 50 % Abluffeuchtigkeit) auch das Nachlüften.

Im Gegensatz zu früheren Versuchsdurchgängen wurde die Heubox mit Rollplanen besser vom großen Gebäude abgetrennt. Außerdem wurde deckenseitig eine Wärmedämmung angebracht. Bei abgeschaltetem Entfeuchter wurde die Umgehungsklappe aktiviert. Insgesamt wurde auch bei extremen Bedingungen eine gute Futterqualität erreicht.

*Berechnungen: G. Wirleitner, 2019*

## Spezifischer Energiebedarf Wh/kg Wasser



# Auswahlkriterien für Luftentfeuchter

- Gibt es Angaben zur Leistungsaufnahme und zur Kondensleistung nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit?
- Durch welche Vorrichtung wird eine Verdampfervereisung bei niedriger Lufttemperatur vermieden?
- Ist die Verdichterdrehzahl stufenlos veränderbar?
- Ist ein Steuerprogramm für den Entfeuchter vorhanden?
- Verfügt der Verdampfer über eine große Anströmfläche und Lamellenfläche?
- Wie viele Verteilerköpfe für das Kältemittel sind am Verdampfer vorhanden?
- Wie leicht ist eine Reinigung der Wärmetauscher und deren Schutzgitter möglich?
- Wird der Verdichter schwingungsmäßig durch flexible Verbindungen von Rohrleitungen abgekoppelt?
- Ist eine Manometeranzeige für die Kältemitteldrücke vorhanden?

Kondensator

Quelle: Wirleitner, 2021



**Noch  
Fragen?!**



**[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)**