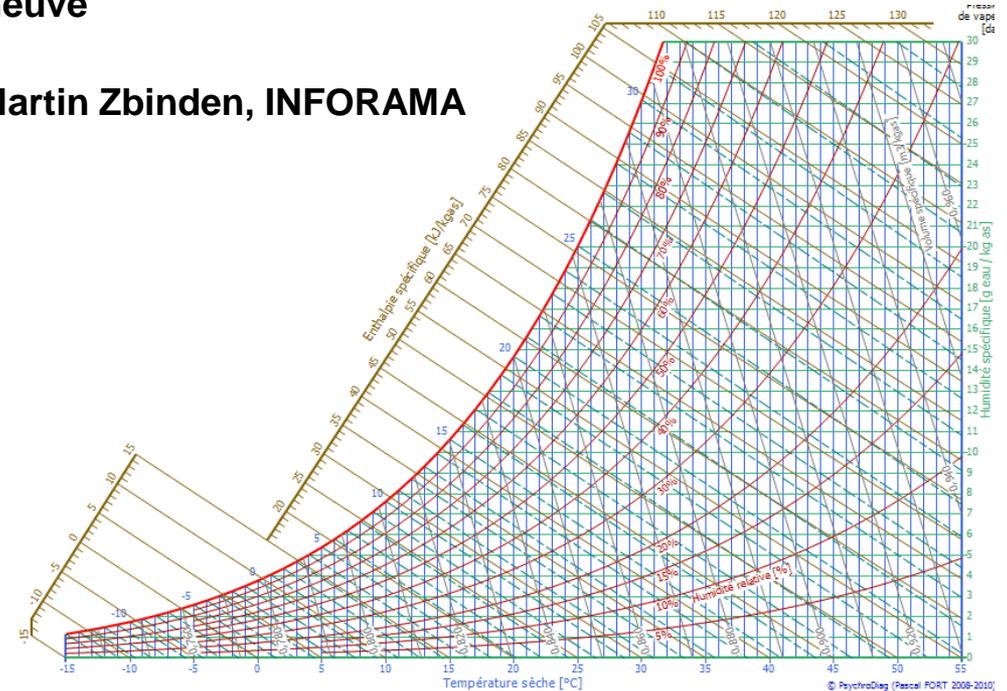


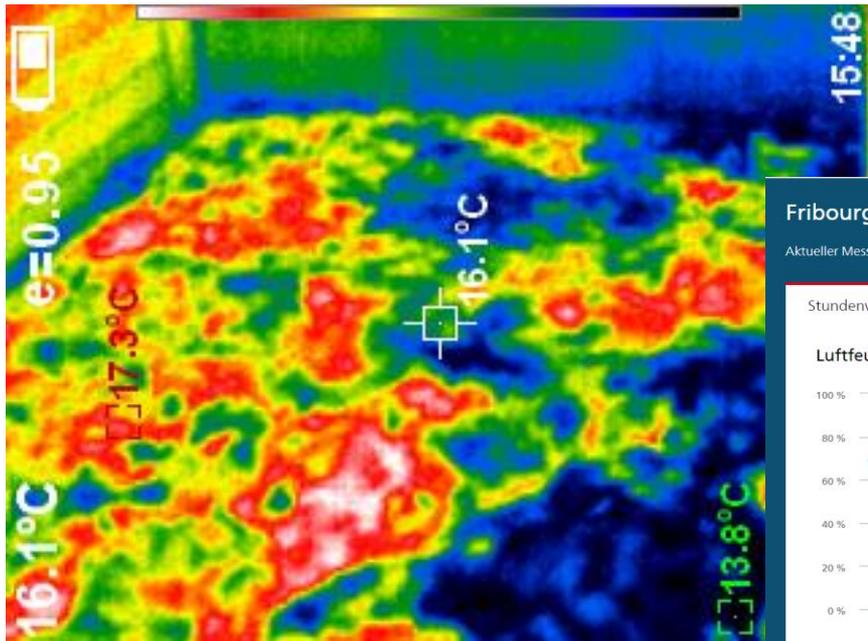
# Heutrocknung überwachen und optimieren

Foliensammlung von Pierre Aeby, Grangeneuve

auf Deutsch übersetzt und ergänzt durch Martin Zbinden, INFORAMA



# Heutrocknung überwachen und optimieren



# Wann belüften?

## Prinzipien

- > Beim Einführen = 24 Stunden ohne Unterbruch belüften, auch bei Regen  
*Anfang = grosses Luftvolumen, Qualität zweitrangig*
- > Je trockener das Dürrfutter, desto trockenere Luft nötig  
*< 50% relative Feuchte anstreben = «Qualitäts-Luft»*
- > Wenn die Luft sehr feucht ist, mind. 5 x 20-30 Minuten pro 24h belüften
- > Sobald das Dürrfutter «trocken» ist, am Folgetag während der wärmsten Tageszeit 30 Minuten nachbelüften.  
*Austretende Luft < 50% relative Feuchte, ohne Erwärmungsgeruch*

# Die relative Luftfeuchte messen

—  
Das Trocknungsvermögen der Anlage hängt ab von

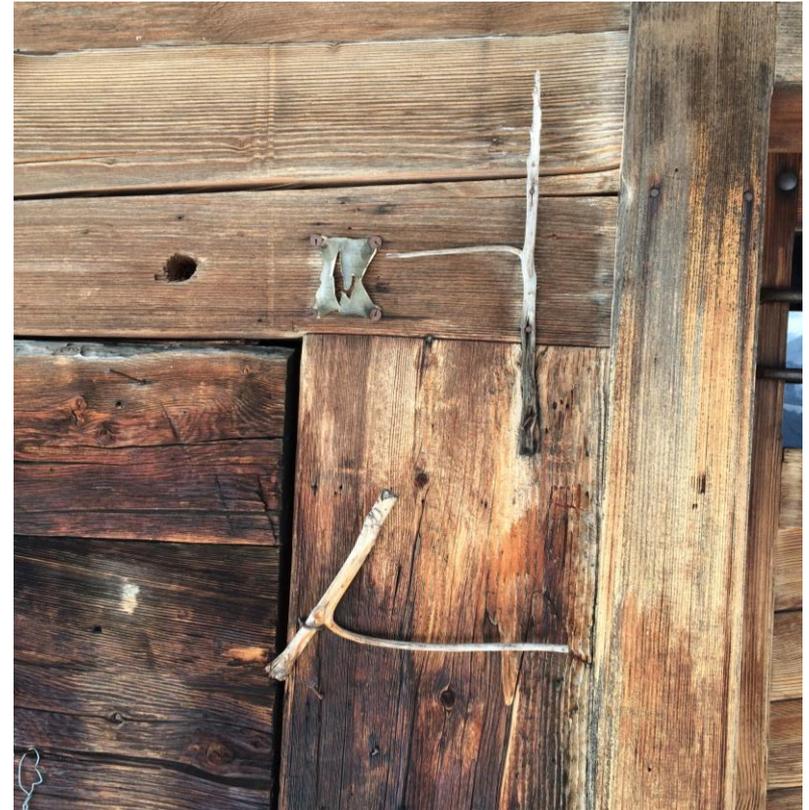
1. der relativen Luftfeuchte
2. der Lufttemperatur



<http://co22.org/wp/wp-content/uploads/corde-linge.jpg>

# Die relative Luftfeuchte messen

—  
Natürliche Stoffe reagieren auf die relative Feuchte.



# Die relative Luftfeuchte messen

## Hygrometer verschiedenster Art



PEARL  
Toujours bon marché et innovant depuis 1989

Prix conseillé : 59,95CHF  
**29,95CHF** -50%

> Das beste = Mini  
Wetterstation mit zwei  
Sonden



dnt Funk-Raumklimastation RoomLogg PRO,  
868 MHz, inkl. 5 Thermo-/Hygrosensoren und  
Auswertesoftware



CHF 144,90

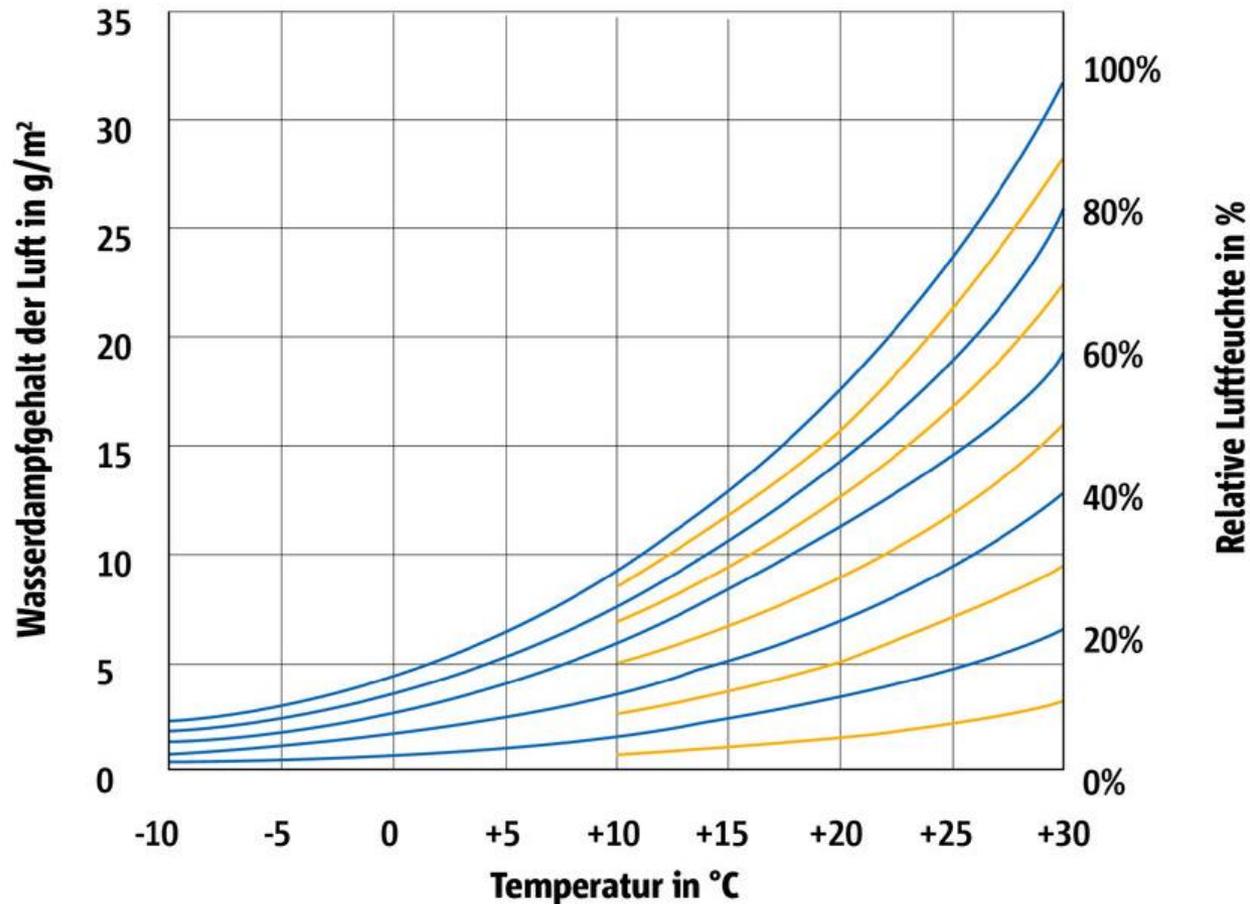
inkl. MwSt.  
ggf. zzgl. Versandkosten



[www.leparisien.fr/essonne-91](http://www.leparisien.fr/essonne-91)

# Die relative Luftfeuchte messen

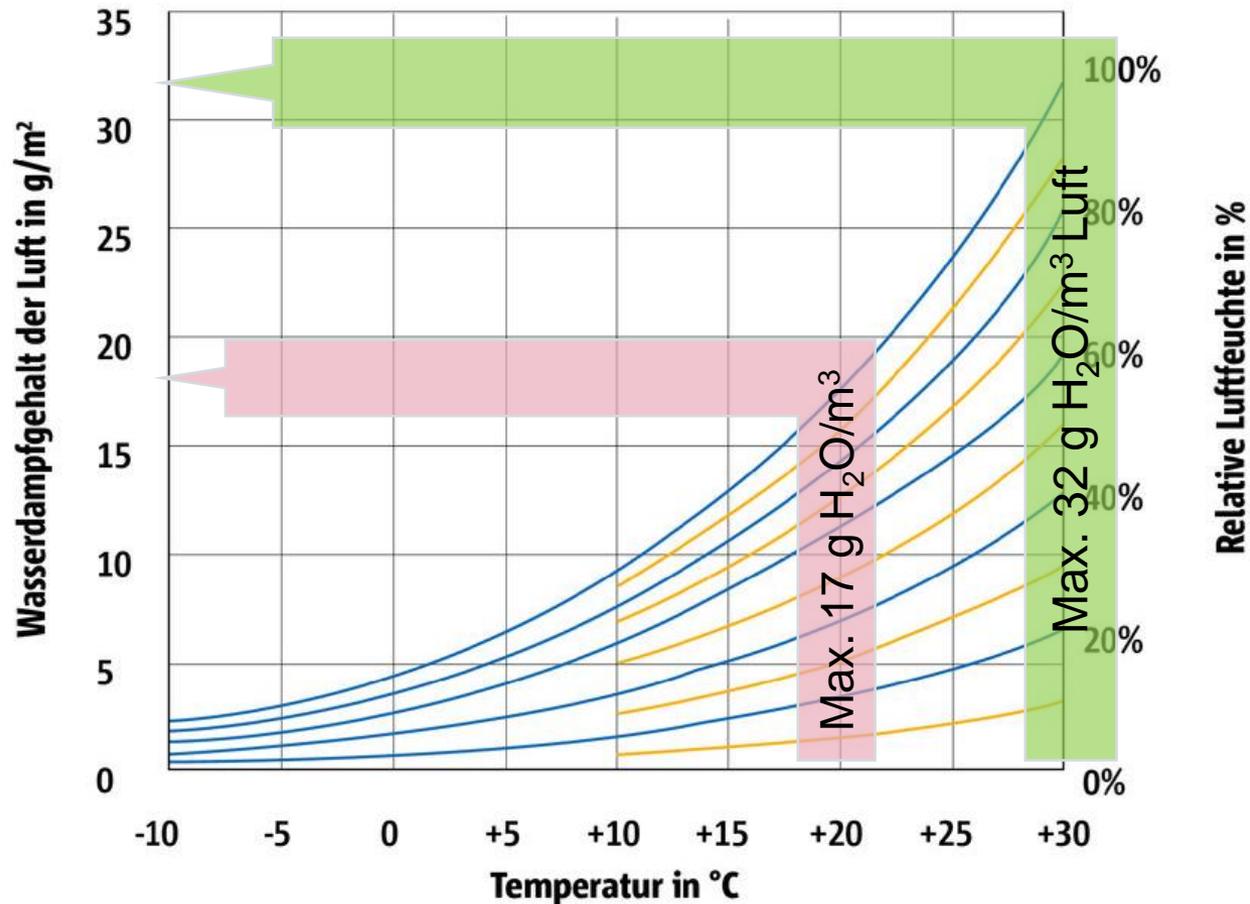
Wasseraufnahmevermögen höher, je wärmer die Luft



<https://www.schoeck.com/de-ch/luftfeuchtigkeit>  
Werte der Grafik gelten für ca. 1'500 m ü.M.

# Die relative Luftfeuchte messen

## Wasseraufnahmevermögen in Abhängigkeit der Temperatur



<https://www.schoeck.com/de-ch/luftfeuchtigkeit>  
Werte der Grafik gelten für ca. 1'500 m ü.M.

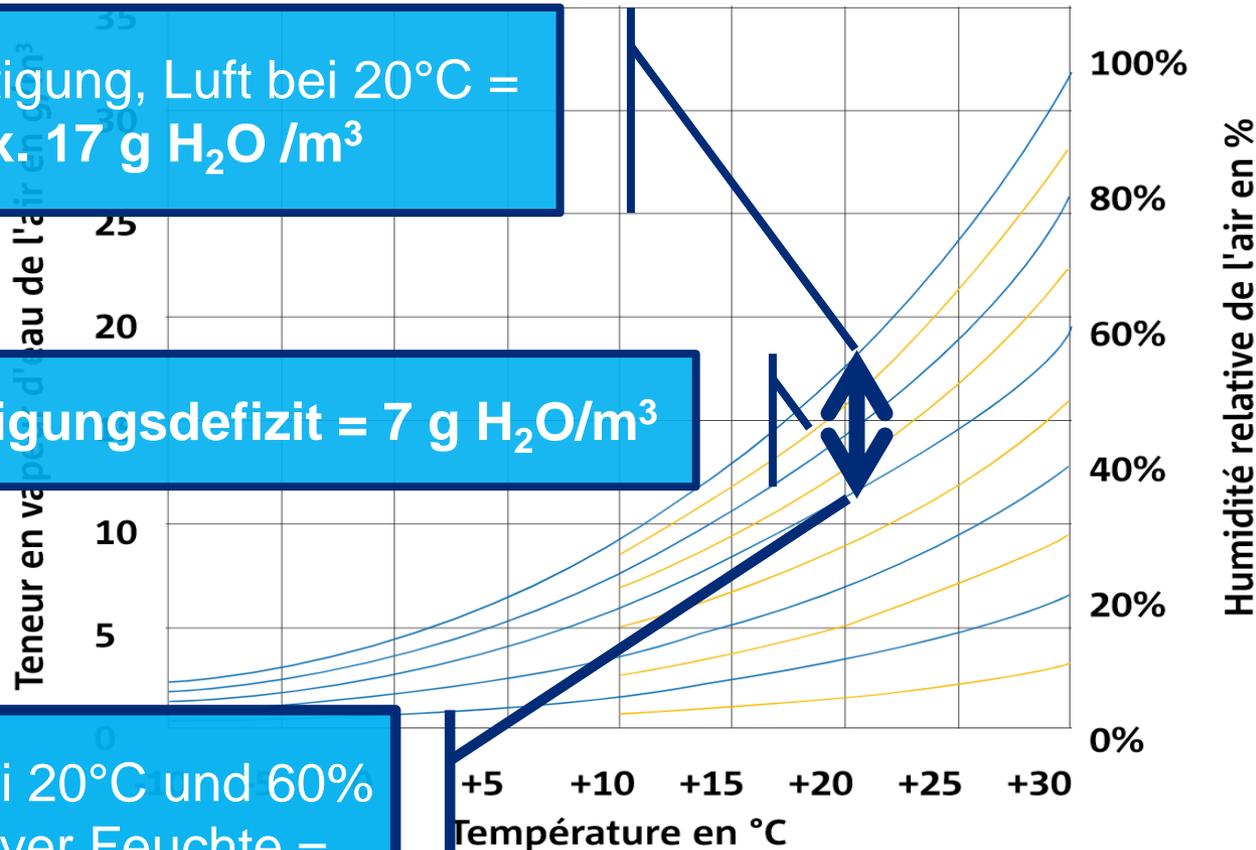
# Die relative Luftfeuchte messen

## Das Wassersättigungsdefizit

b) Bei Sättigung, Luft bei 20°C =  
max. 17 g H<sub>2</sub>O /m<sup>3</sup>

=> Sättigungsdefizit = 7 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>

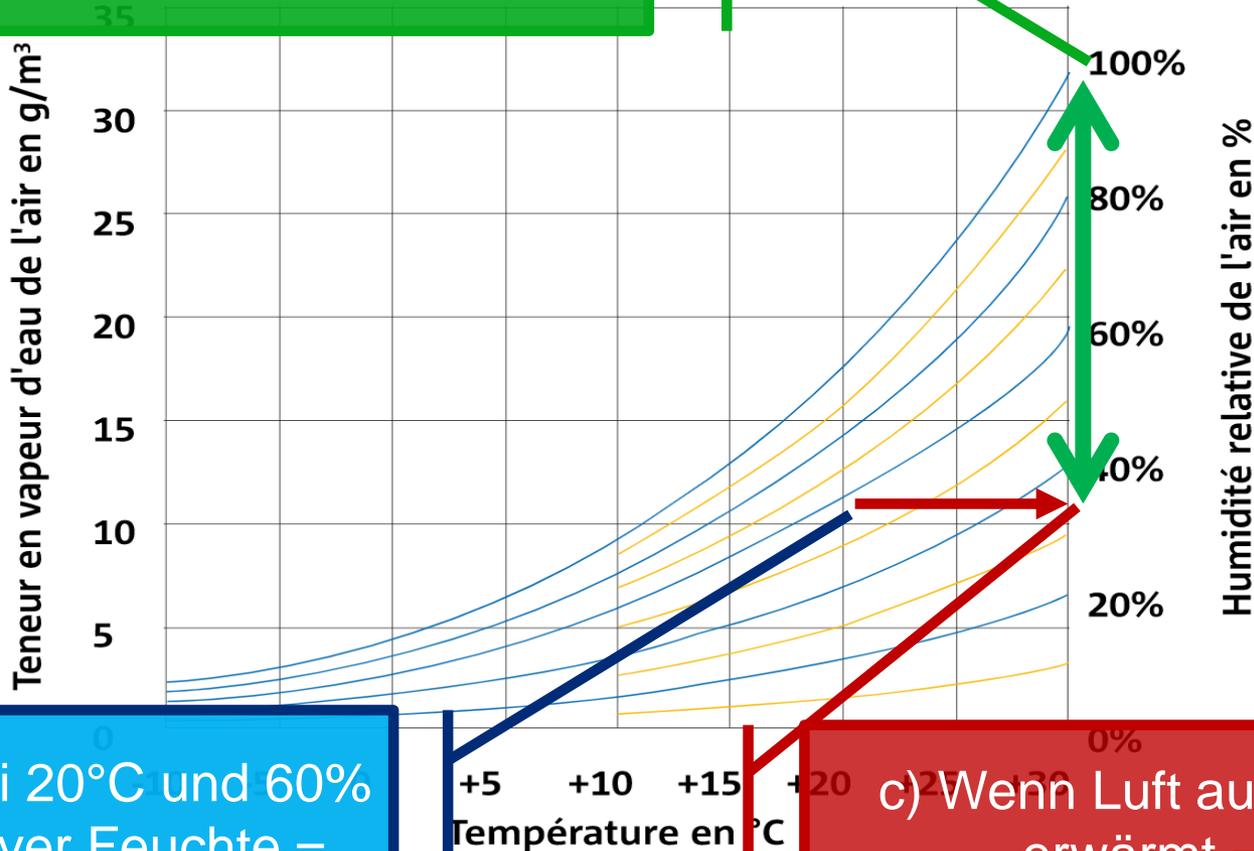
a) Luft bei 20°C und 60%  
relativer Feuchte =  
10 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>



<https://www.schoeck.com/fr-ch/humidite-de-lair>  
Valeurs du graphique pour environ 1'500 m d'altitude

# Die relative Luftfeuchte messen

d) Aber Sättigung bei 30°C = 32 g/m<sup>3</sup>  
=> Sättigungsdefizit = 22 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>

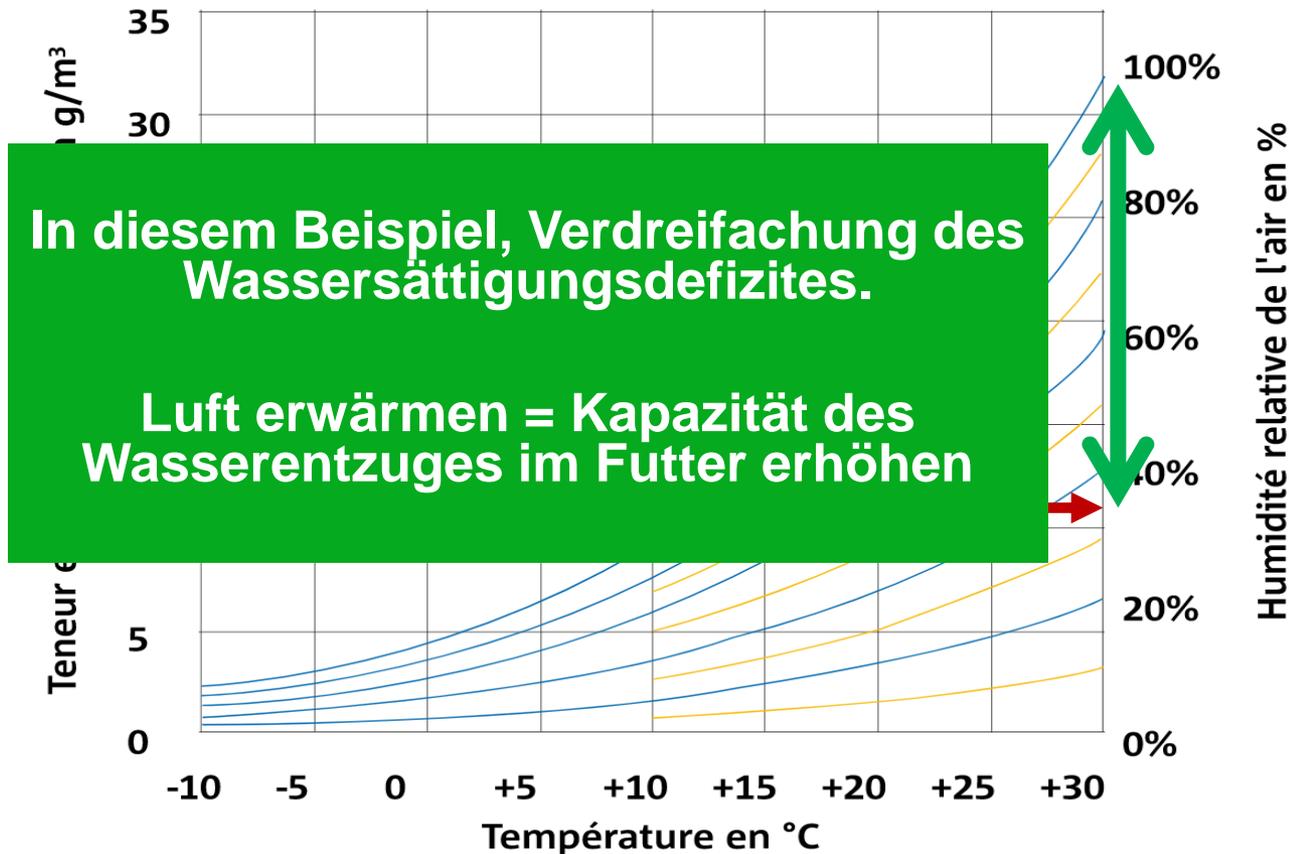


a) Luft bei 20°C und 60%  
relativer Feuchte =  
**10 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>**

c) Wenn Luft auf 30°C  
erwärmt =  
**10 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>**

# Die relative Luftfeuchte messen

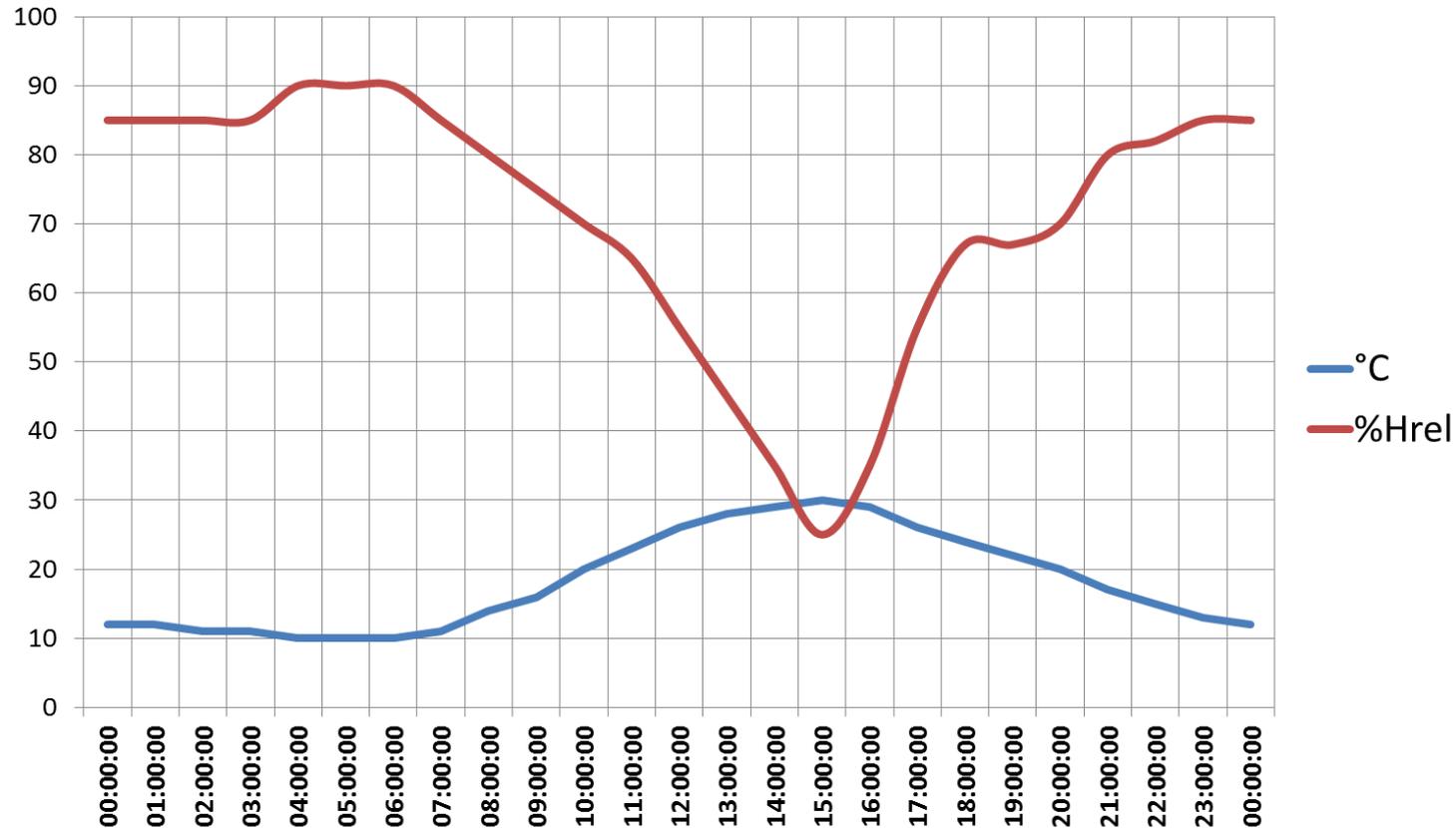
## Das Sättigungsdefizit



<https://www.schoeck.com/fr-ch/humidite-de-lair>  
Valeurs du graphique pour environ 1'500 m d'altitude

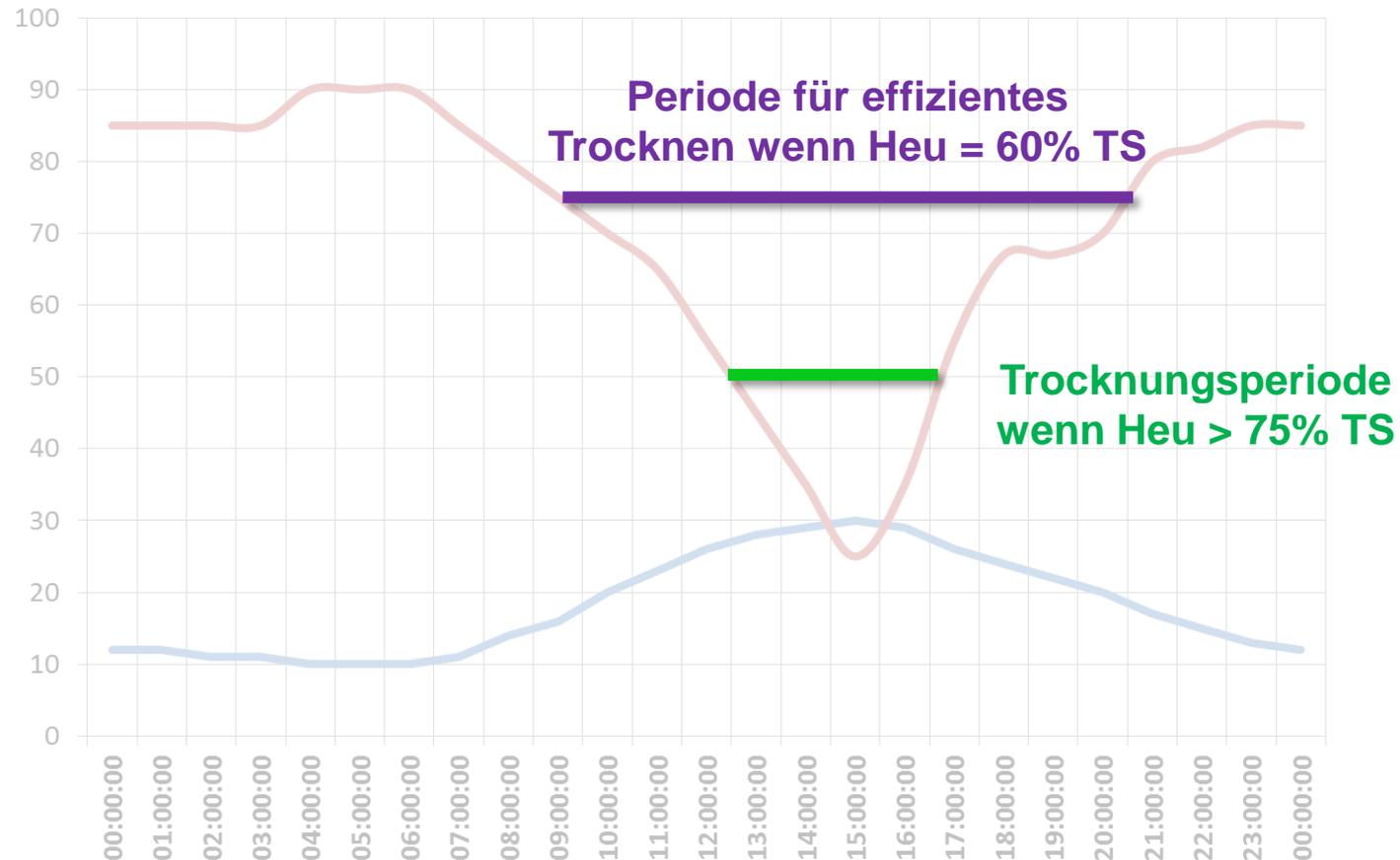
# Lüften gemäss Luftfeuchte und Heuzustand

Beispiel : wann lüften bei feuchtem und fast trockenem Heu?



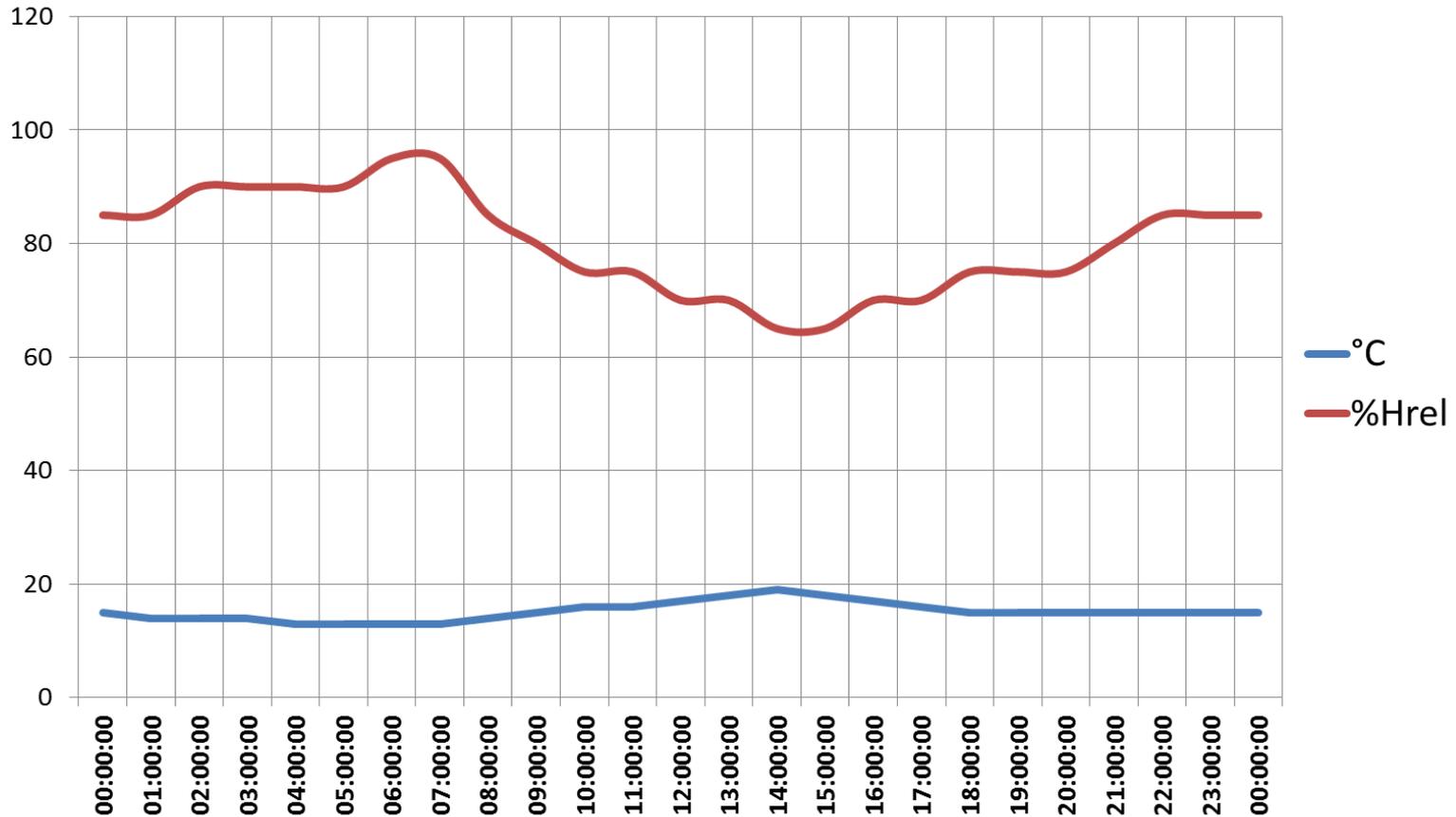
# Lüften gemäss Luftfeuchte und Heuzustand

Beispiel : wann lüften bei feuchtem und fast trockenem Heu?

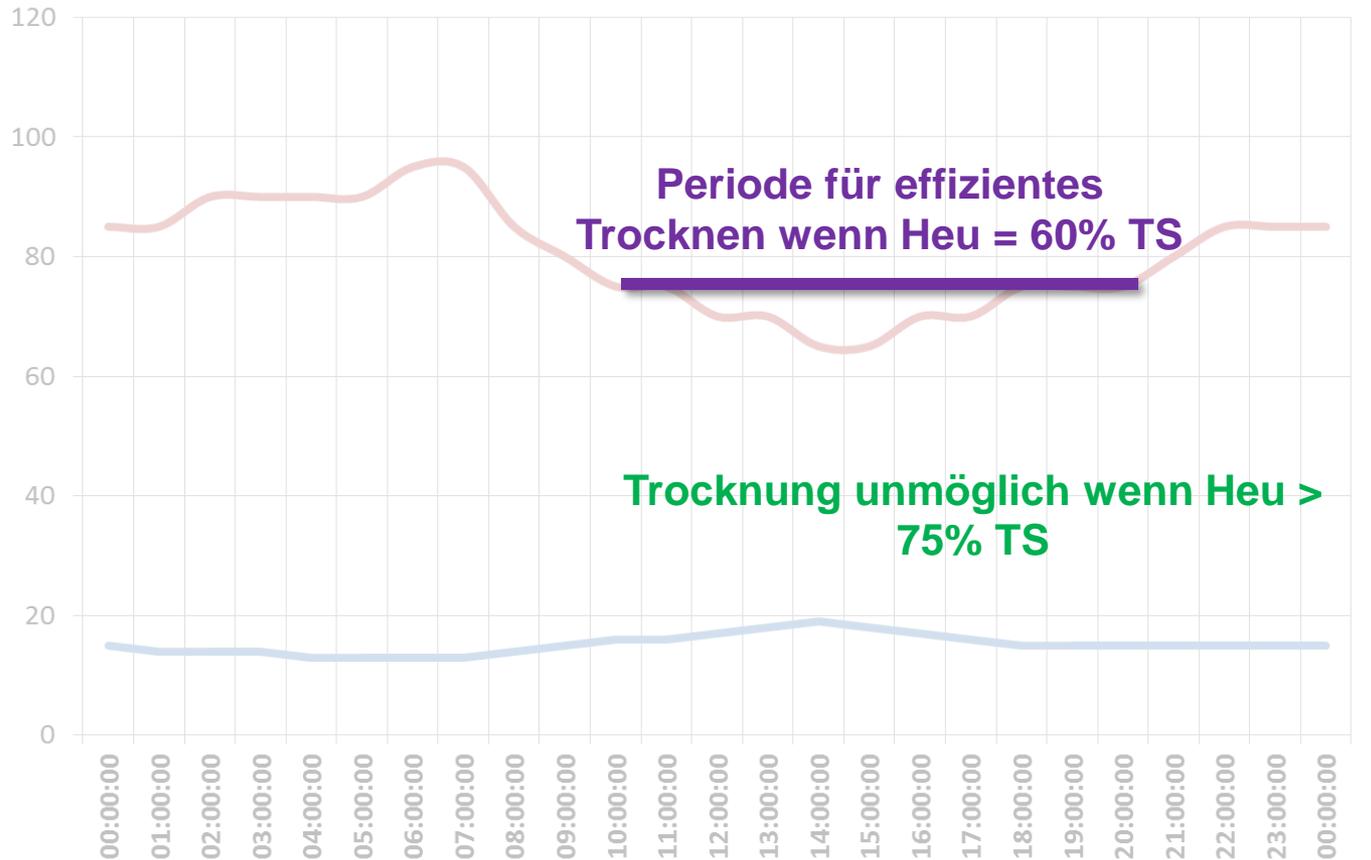


# Lüften gemäss Luftfeuchte und Heuzustand

Exemple 2



# Lüften gemäss Luftfeuchte und Heuzustand



# Sonden kaufen...

—  
Ja, aber Bedeutung der Messwerte nicht überschätzen!

- > Lüften während Perioden mit effizienter Trocknung
- > Futter kühlen wenn es nicht trocknet, mit geringerer Luftmenge/Zeit
- > Möglichkeiten zum Strom sparen erkennen
- > Achtung für die richtige Platzierung der Sonden!
- > Bei Steuerungen sind die Eingaben des Benutzers wichtig!



[www.heutrocknung.com](http://www.heutrocknung.com)

# Heutrocknung überwachen

---

Die Temperatur

Der Luftdruck unter dem Heustock

Die Feuchtigkeit der austretenden Luft

Die Luftgeschwindigkeit

Der Wassergehalt des Futters

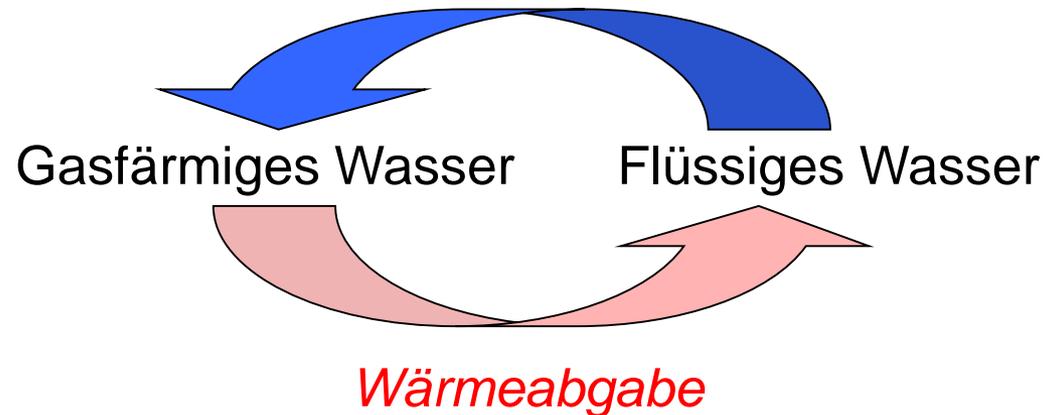
**Mit dem Geruchsinn, dem Gespür, den Augen**

# Temperaturen messen

## Beim Ventilator und auf dem Heustock

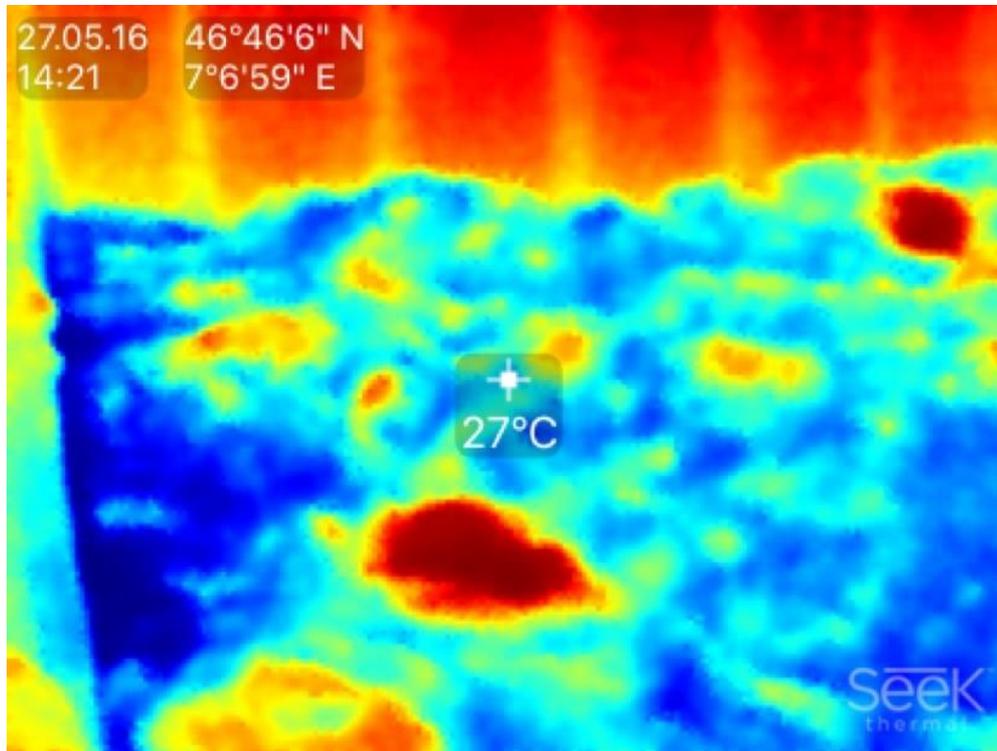
- > Wenn Luft über dem Stock kälter als beim Lüfter = Verdunstung
- > Wenn Luft über dem Stock wärmer = Kondensation oder laufende Gärung

*Wärmeaufnahme = « Freisetzung » von Kälte*



# Temperaturen messen

## Unentbehrliches Hilfsmittel: kleine Thermalkamera



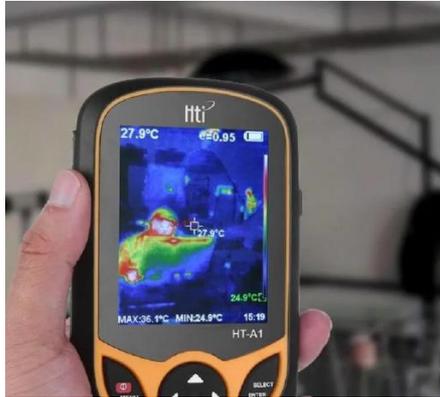
# Temperaturen messen

## — Thermalkamera: einfache Modelle sind ausreichend

- > ab 350 CHF (~300 euros)
- > Auflösung 200 x 150 pixels = Kompromiss
- > Enger Sichtwinkel (eher 20° als 35° )



# Die Temperatur mit einer Thermalkamera messen



HT-A1 Handheld Infrared Imag  
Digital Temperature Tester Bui  
Brand: DANLIU ★★★★★ 8 f

**SFr334.72** SFF499:85 -33%

Promotion Sale From Apr 25 to Ma

SFr1.86 New User Allowance

Ship From: CN

CN  FR

Shipping: SFr3.07

to Switzerland via Air Parcel Regi

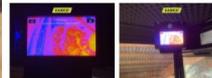
Shipping time: 15-40 business da



**CHF 347.95**



**CHF 954.95**



**EUR 2.990,--**  
exkl. 20 % MwSt.

**CONRAD**

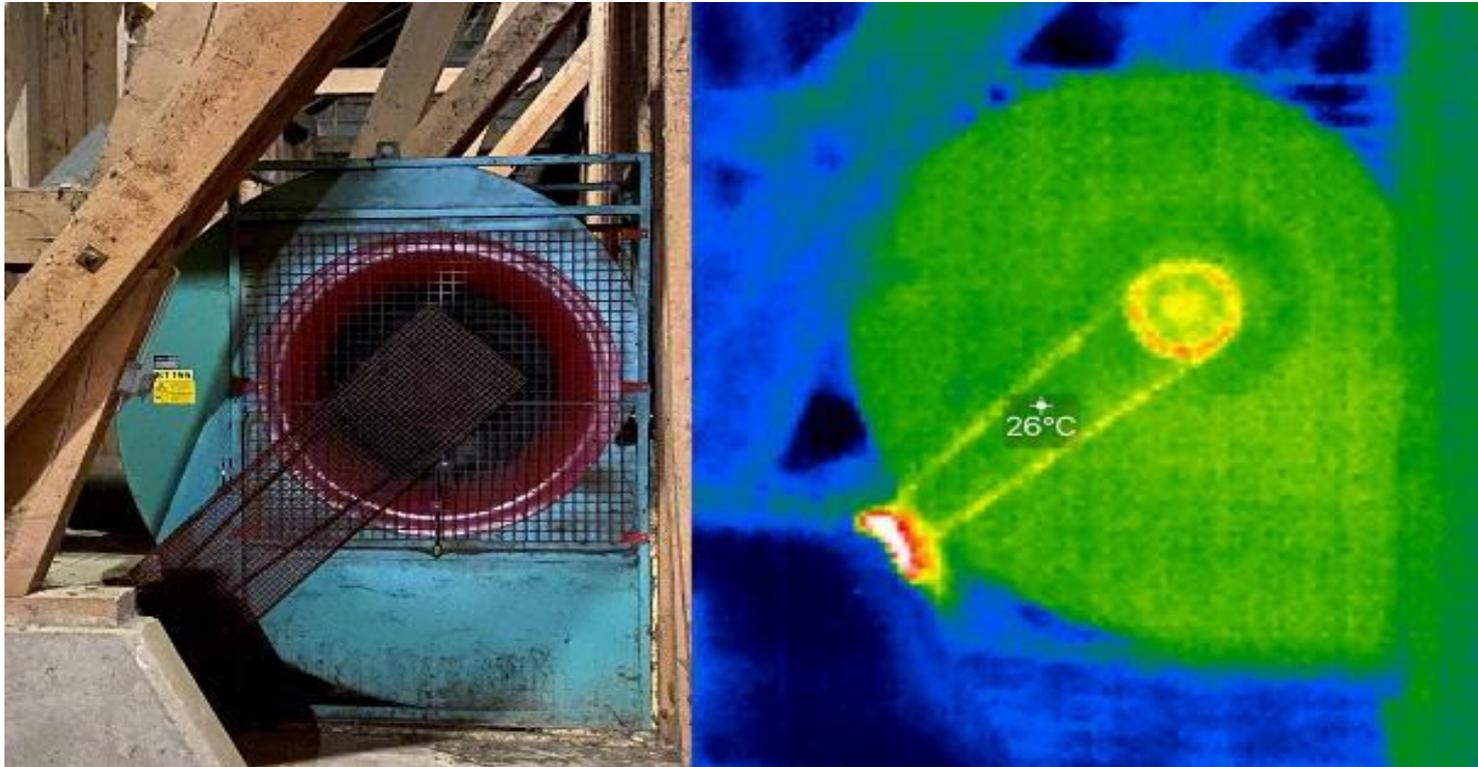


**CHF 20'461.95**

## Lasco Wärmebildkamera für den Heukran

# Temperaturen messen

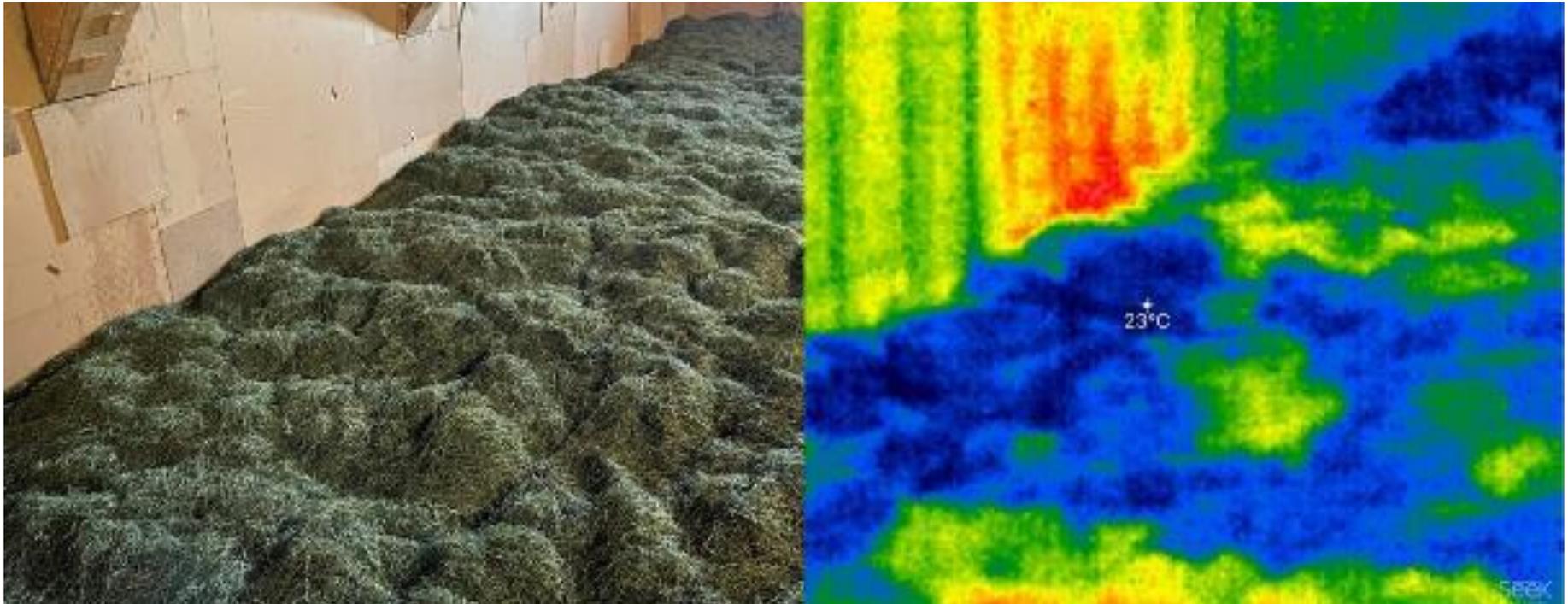
## 1. Luft beim Lüftereintritt messen



Beispiel : Die eintretende Luft misst hier 26°C

# Temperaturen messen

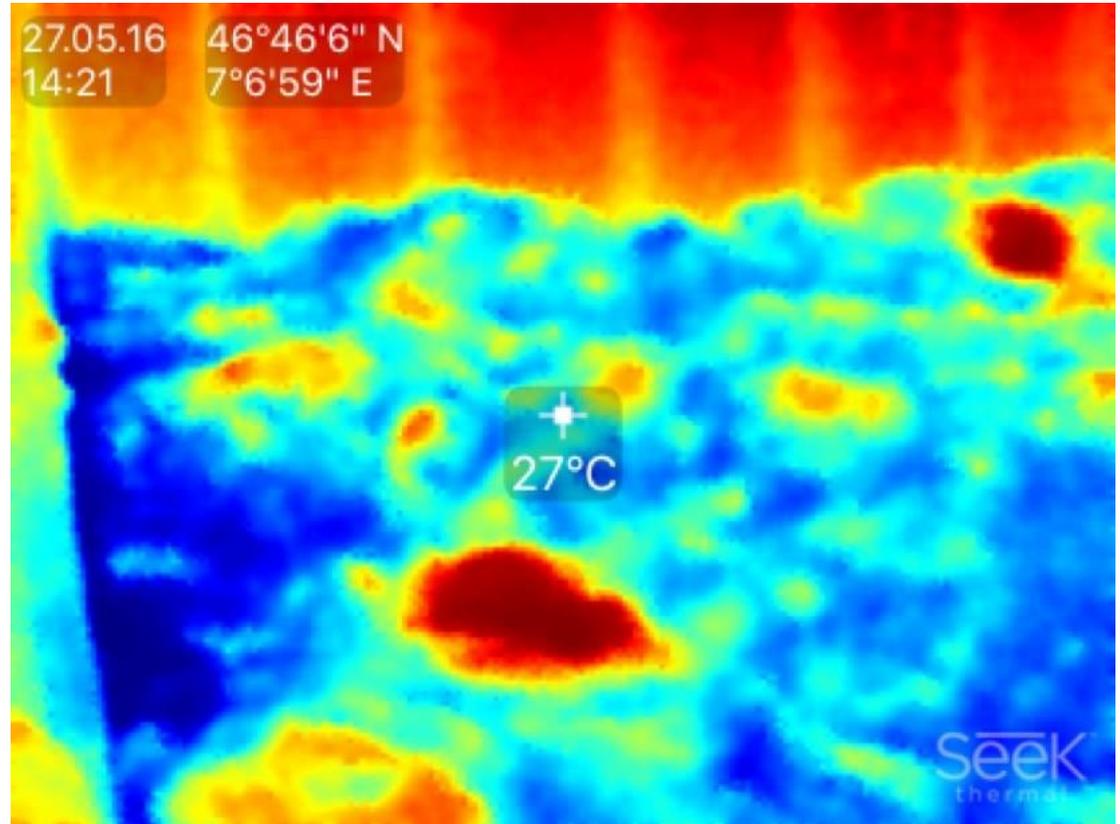
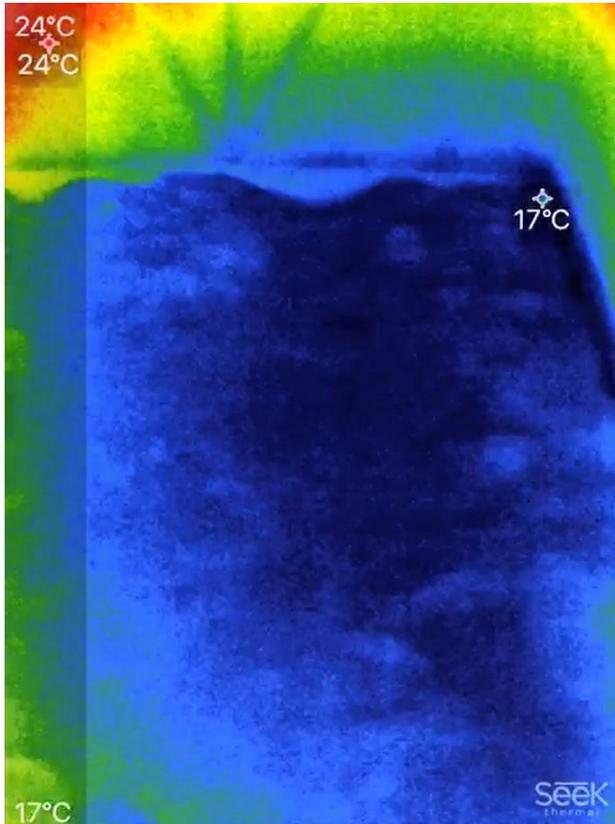
## 2. Luft über dem Heustock messen



Beispiel : Die austretende Luft misst 23°C, also Kälter als die eintretende Luft = Trocknung findet statt

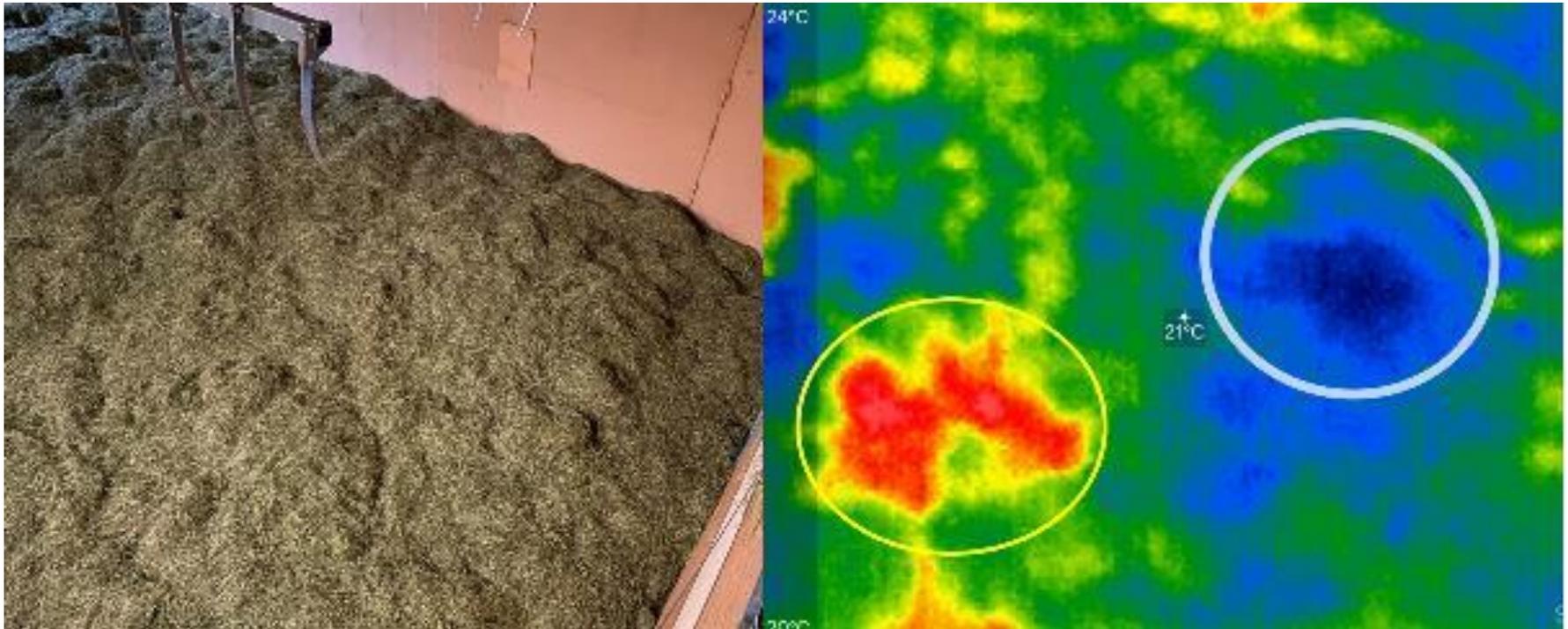
# Temperaturen messen

—  
Kältere Luft zeigt die laufende Trocknung = Verdunstung



# Temperaturen messen

## 3. Warme Stellen und Kaltluftkamine entdecken

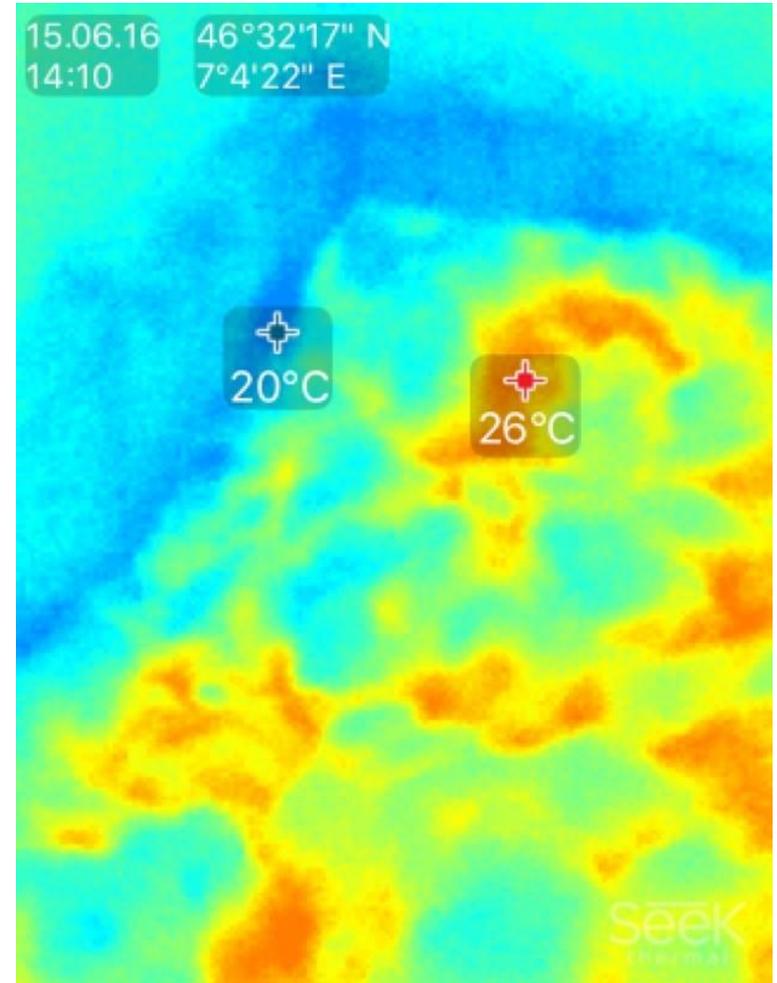


Beispiele: gelber Kreis = Erwärmung ! blauer Kreis = Kalte Luft = Kamin!

# Temperatur messen

Kühlere Luft entlang der Einwandung signalisiert Luftverlust.

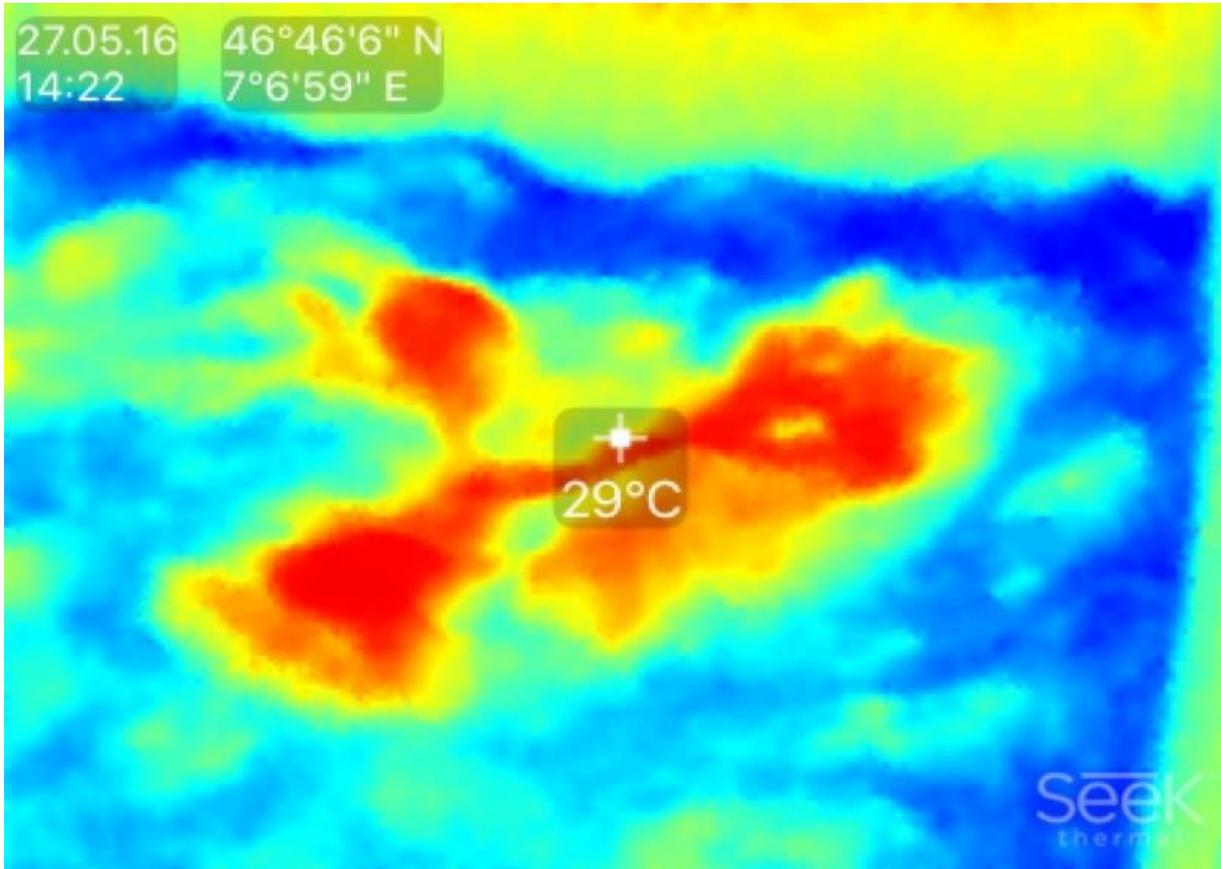
> Ein häufiger Schwachpunkt



MKSJ0463.mp4

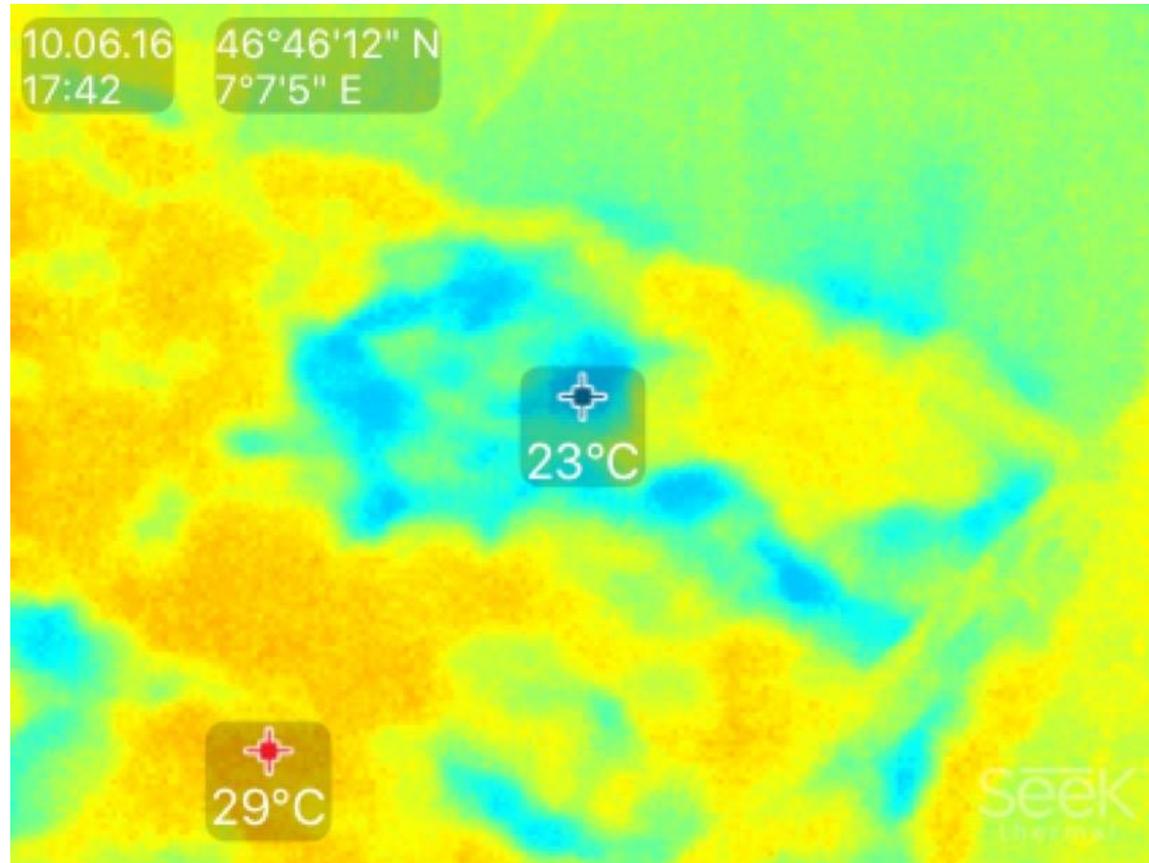
# Temperatur messen

—  
Erwärmte, gärende Stellen müssen mit dem Greifer gelockert werden.



# Temperatur messen

## Kamine entdecken



# Temperatur messen

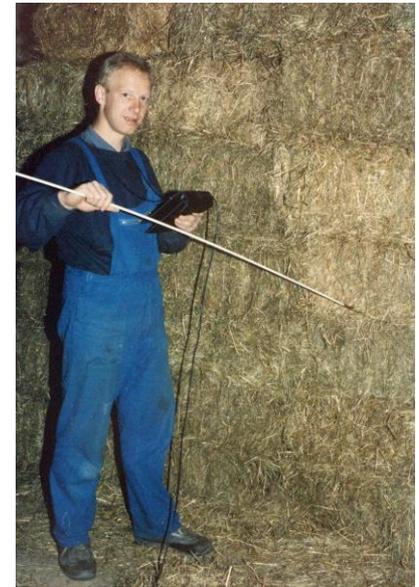
## Kamine und Unregelmässigkeiten entdecken



# Temperatur in der Tiefe messen

## Thermalkamera nicht geeignet!

- > Thermalkamera = nicht anerkannt durch die Brandversicherungen
- > Temperatursonde mit 2 bis 4m Länge.
- > Futter abkühlen sobald es wärmer als 35° C ist.

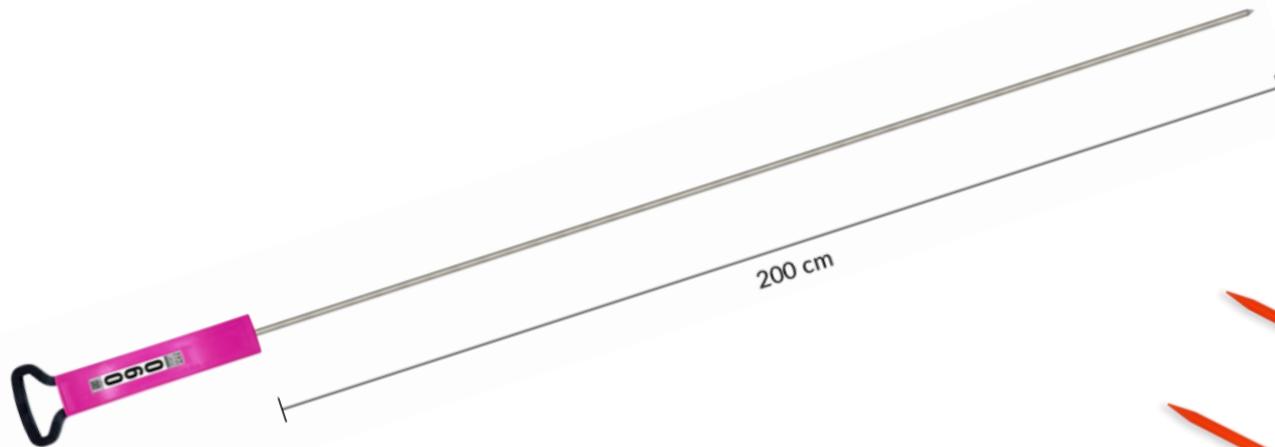


<https://www.be-ettiswil.ch/fr/sonde-de-temperature-du-foin.html>

# Temperatur in der Tiefe messen

## Sonden mit Funkverbindung

> Beispiele Quanturi et Tango



# Brandvorsorge

---

## Dürrfutter-Temperatur selber messen

Lagergut wie Heu und Emd ist nach dem Einbringen während mindestens sechs Wochen durch regelmässige Temperaturkontrollen mit einer Messsonde zu überwachen. Erreicht die Temperatur  $55^{\circ}\text{C}$ , sind weitere Massnahmen zu treffen wie Absaugen von Gärgasen, Bohren von Löchern und Schroten von Gängen. Bei einer Temperatur von über  $70^{\circ}\text{C}$  ist wegen Selbstentzündungsgefahr unverzüglich die Feuerwehr zu benachrichtigen.

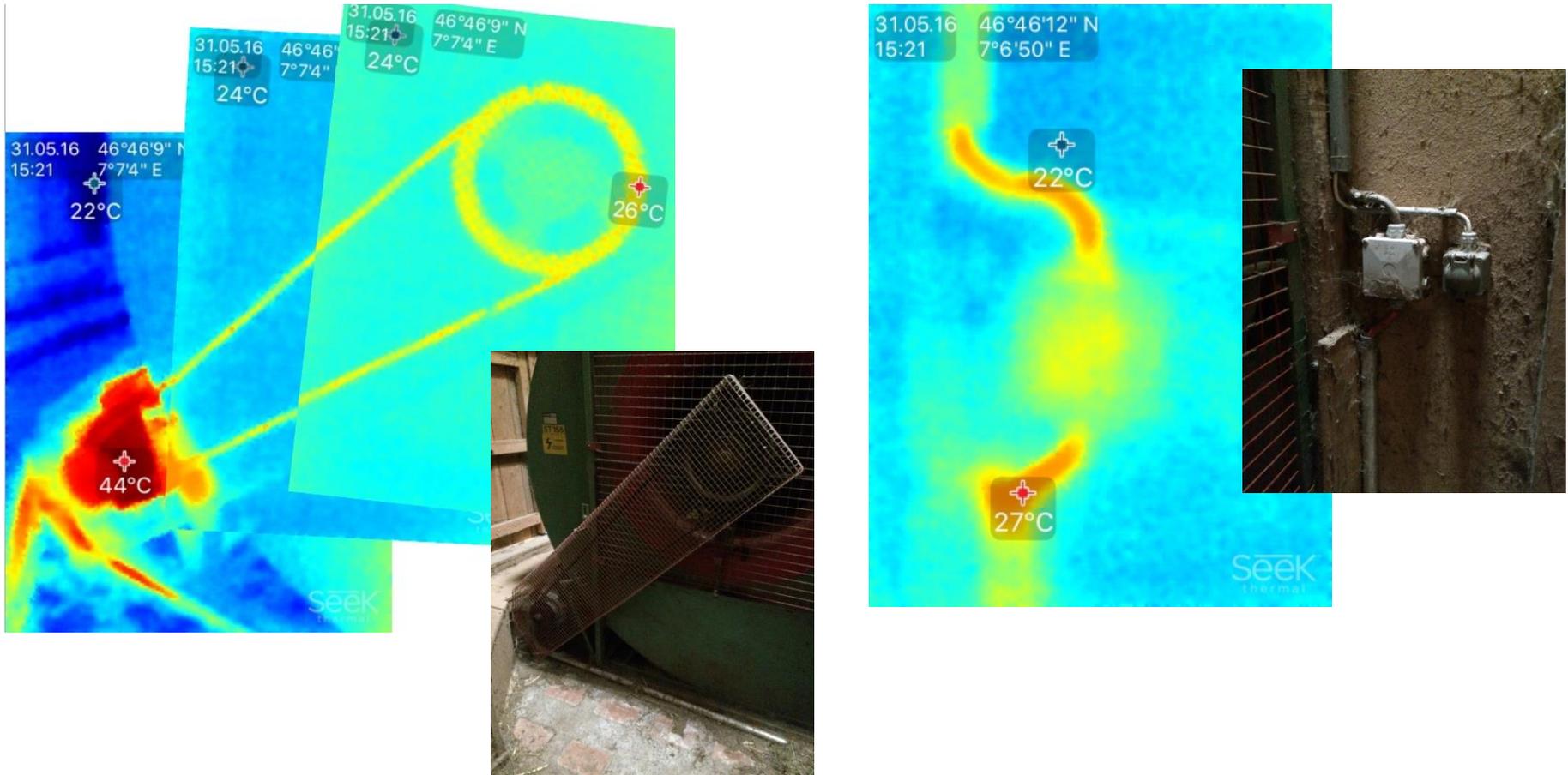
Brandschutz-Norm Art. 132, Abs. 1



Source photo : LMZ-édition chapitre A6.6

# Temperaturmessung zur Fehlerdiagnose

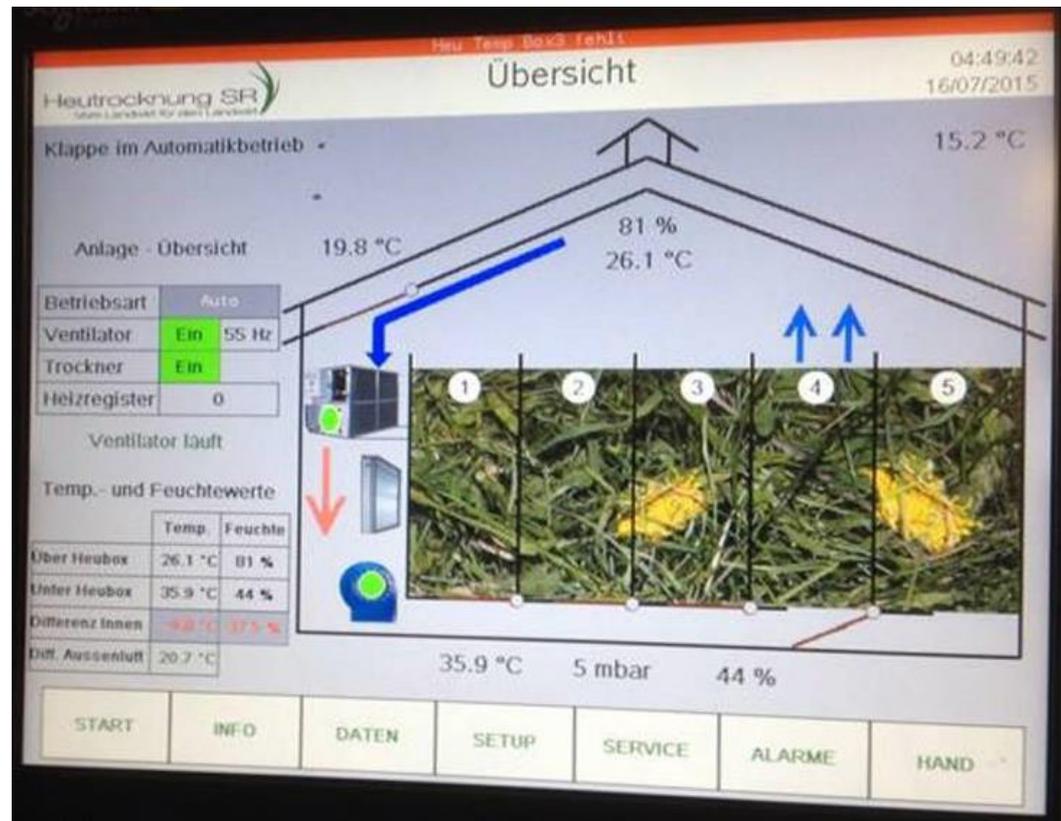
## Elektrische Widerstände / heisslaufende Lager



# Luftdrücke messen

## In der Lüftungssteuerung integriertes Barometer

> Der Druck muss von Tag zu Tag sinken.



<https://www.heutrocknung.com/en/hay-blog/a-success-story-in-sweden>

# Luftdrücke messen

## U-Rohr-Manometer

1 cm Wassersäule = 1 mbar = 1 hPa



# Luftdrücke messen

## U-Rohr-Manometer

- > Schlauch unter den Rösten platzieren, rechtwinklich zur Strömungsrichtung der Luft
- > Eventuell mit einem Sieb verschliessen (Grafik)
- > Mehrere Schläuche/Messungen möglich, wenn die Luftverteilung kontrolliert werden soll.



Quelle : xxx

# Luftdrücke messen

## Die Werte müssen von Tag zu Tag sinken

- > Durchschnittlich 1.5 cm (1 bis 2) Wassersäule pro m Futterhöhe
- > Gesamter Druck anfangs < 8 cm, aber muss rasch sinken.
- > Häufige Obergrenze der Lüfter = 10 hPa = 10cm
- > Druckveränderung im Tagesverlauf beobachten.

***Verkleinerung des Druckes = Trocknung***

***Vergrößerung = Futter setzt sich!***



# Luftdrücke messen

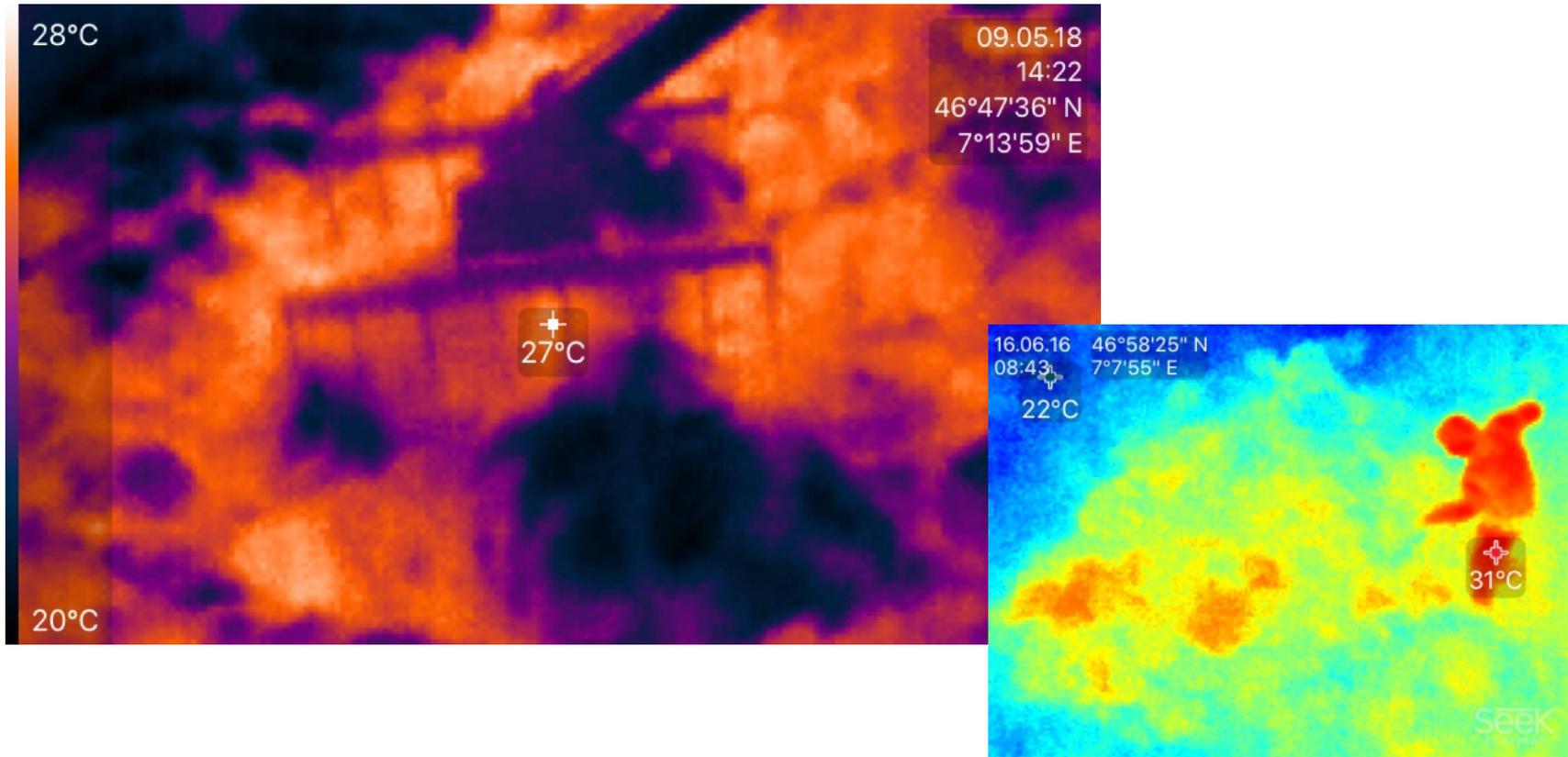
Zusätzliche Trocknungseinrichtungen beeinflussen den Druckbedarf.

- > Unterdachabsaugung = max 1 hPa
- > Entfeuchter = 1.0 à 1.5 hPa
- > Wärmetauscher Wasser / Luft = bis 2 hPa



# Luftdrücke messen

Futter mit dem Greifer lockern wenn Druck zu hoch.



# Luftdrücke messen

## Eine gleichmässige Luftverteilung anstreben

- > Dimensionierung der Box L x B
- > Luftverteilung
- > Rosthöhe
- > Gleichmässige Futterverteilung
- > Kleine Mengen
- > Genügend vorgetrocknetes Futter
  - > 60% TS



# Rel. Luftfeuchtigkeit über dem Stock messen

Ziel = Luft verlässt Stock mit  $< 50\%$  rel. Luftfeuchte

Rel. Feuchte der austretenden Luft %	90	80	70	60	50
Trockensubstanzgehalt des Futters in %	68	74	78	82.5	85

Quelle : Richtlinien für Heutrocknungseinrichtungen, 2014

- > Eventuell mit einer kleinen Wetterstation mit Funksonde über dem Heustock messen, aber nicht immer sehr zuverlässig.
- > Ersetzt nicht manuelle Kontrolle oder Beobachtung des ganzen Heustocks mit der Wärmebildkamera

# Luftgeschwindigkeit messen

## Schwierige Messung

- > Idealerweise konstante Geschwindigkeit: 4 bis 6 m/s bei Eingang Heubox
- > Im Entfeuchter: 1 bis 2 m/s
- > In der Unterdachabsaugung: 2.5 bis 6 m/s
- > Über der Heutrocknung, theoretisch: 0.11 m/s

**KAISER+KRAFT**  
EQUIPPED FOR TOMORROW

Recherchez des produits, des marques, des numéros de référence...

[Retour](#) [Accueil](#) / [Outils à main](#) / [Appareils de mesure](#) / [Anémomètre numérique](#)



### Anémomètre numérique

h x l x p 38 x 165 x 85 mm

- Ecran à cristaux liquides éclairé
- Interface USB pour traitement des données sur ordinateur (Windows)
- Fonctions supplémentaires intelligentes

[+ Afficher plus](#)

Prix / pcs (TTC)  
**285.40 CHF**

UT363BT - Mini-anémomètre, 0 ... 30m/s, -10 ... 50°C, UN

Numéro d'article D4: 300-98-074 [📄](#) Référence fabricant: UT363BT [📄](#) Marque: **UNI-T**



✓ **2 pièces c**  
2 pièces dispo  
80 pièces disp

Prix par pièces

**CHF 50.51**

1+ CHF 50.51

- 1 +

**DISTRELEC**

# Mesurer la teneur en eau du fourrage

—  
Semble logique, mais...

> Mesures difficile à réaliser sur les différents secteurs du séchoir



Weidezaun-Shop.ch

219,00  
CHF



ROVAGRO S.A.

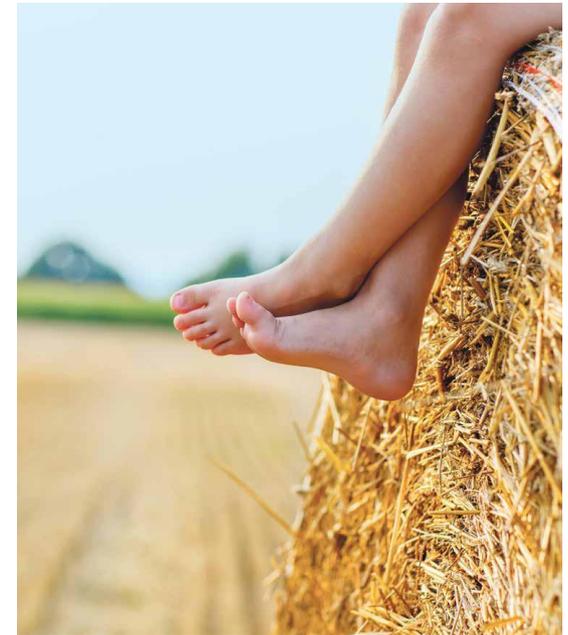
**ROVAGRO**

589.00 CHF TTC

# Seine eigenen Sinne einsetzen

## Riechen / Fühlen / Sehen

- > Futter in die Hände nehmen, mit nackten Füßen darauf herum laufen
- > Achten auf: Gärgeruch, Erwärmung, verdichtete Stellen, Feuchte
- > Gibt es Zonen, wo die Oberfläche nass ist?
- > Achtung, Futter nicht zu sehr verstampfen.



www.Agrotourismus.ch

# Ist das Dürrfutter wirklich trocken?

## Am Tag danach immer nachprüfen!

- > Nachlüften während den wärmsten Stunden.
- > unbedingt mit Luft < 50% relative Feuchte
- > Kleine Luftmengen ausreichend (Frequenzumrichter)
- > Temperatur und Geruch feststellen

# Sensorische Beurteilung von Dürrfuttern

Sich mit seinen Kollegen und Kolleginnen vergleichen

- > Farbe : grünes Futter= schnelle Trocknung
- > Geruch : kein Schimmel, kein muffiger Geruch, kein Erwärmungsgeruch  
= Futter gleichmässig verteilt und schnell getrocknet

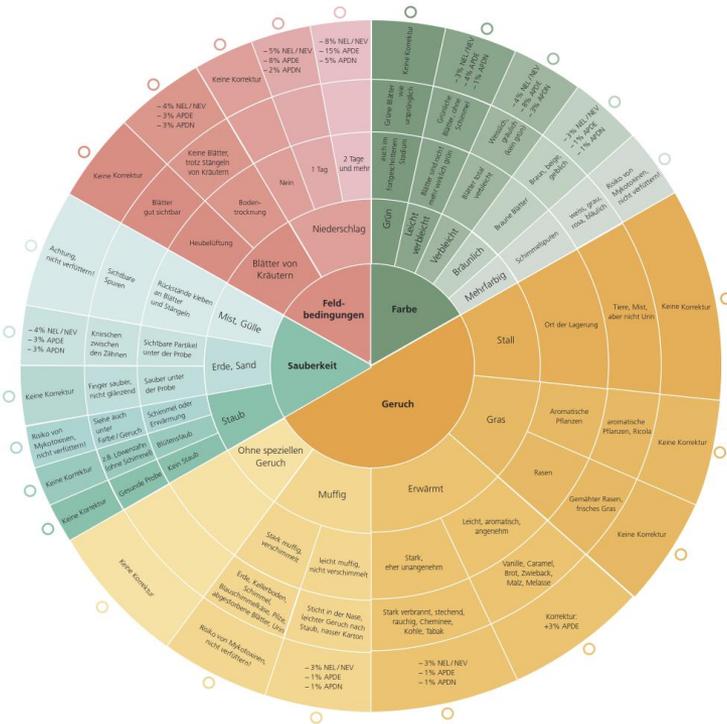


# Sensorische Beurteilung von Futtermitteln

Sich mit seinen Kollegen und Kolleginnen vergleichen

> Unterlage der AGFF (demnächst Neuauflage)

> Heumeisterschaft, etc. ... 😊



**Schlüssel zur Einschätzung der Dürrfutter-Qualität**

Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbauers (AGFF), Rickenholzstrasse 191, 8046 Zürich  
 Autor: Ueli Wyss, Agrarwissenschaften Institut Grangeneuve, 1725 Pöschel  
 Michel Anagnostou, AGRIEDA, Jorls 1, 1006 Lausanne

**Ziel des Merkblatts**

- Schätzung des Nährwerts einer Dürrfutterprobe
- Mögliche Konzentrationsfehler erkennen
- Aufgründe für hohen Produktionsverluste erkennen
- 140 g RP pro kg TS aufweisen, die große Fehler des Ausgangsmaterials betreffen, sowie aromatisch und schmelzbar sein.

**1. Schritt Botanische Zusammensetzung**

Bestimmen Sie die botanische Zusammensetzung und den Anteil Raupras (RG). Ordnen Sie anschließend das Futter einem der acht Weizenstufen zu.

> 70% Gräser	50-70% Gräser	Mehr als die Hälfte RG	> 50% Leguminosen	> 70% Luzerne	> 50% Kräuterauflauf
<input type="checkbox"/> G	<input type="checkbox"/> GR	<input type="checkbox"/> AR	<input type="checkbox"/> LU	<input type="checkbox"/> KR	<input type="checkbox"/> KA

**2. Schritt Entwicklungsstadium**

Ermitteln Sie das Stadium des 1. Aufwuchses anhand der Leitgräser oder vorherrschenden Pflanzen (unreife/etwas Bestände sind schwierig zu bestimmen). Das Stadium des 2. und der folgenden Aufwüchse wird anhand der Anzahl Wägen zwischen den Schritten ermittelt.

1. Aufwuchs		2. und Folgebewuchs (Anhand der Wägen zwischen den Schnitten)	
Entwicklung der Leitpflanzen	Stadium (Leitpflanze)	Stadium (Leitpflanze)	Stadium (Leitpflanze)
Krautgras Engliches Raupras	10-cm-Punkt	10-cm-Punkt	10-cm-Punkt
Bestecken bis Beginn Schossen	10-cm-Punkt	10-cm-Punkt bis Beginn Blüte	10-cm-Punkt bis Beginn Blüte
10-cm-Punkt	10-cm-Punkt	10-cm-Punkt bis Beginn Blüte	10-cm-Punkt bis Beginn Blüte
Beginn Rippenachsen	Beginn Rippenachsen	Beginn Blüte	Beginn Blüte
Volles Rippenachsen	Volles Rippenachsen	Volle Blüte	Volle Blüte
Ende Rippenachsen	Ende Rippenachsen	Ende Blüte	Ende Blüte
Blüte	Blüte	Blüte	Blüte
Samenreife	Samenreife	Samenreife	Samenreife
Verknäuerung	Verknäuerung	Verknäuerung	Verknäuerung

**3. und Folgebewuchs (Anhand der Wägen zwischen den Schnitten)**

Samenaufwuchs	Andere Aufwüchse	Alle Aufwüchse	Andere Kriterien	Stadium (Leitpflanze)
< 600 m d. M.	3-4 Wägen	3-4 Wägen	Gräser sehr fein, viele grüne Blätter, kurzer Bestand	1
3 Wochen	3-4 Wägen	3-4 Wägen	Gräser fein mit einigen trockenen Blättern	2
4 Wochen	3-4 Wägen	3-4 Wägen	Gräser sehr fein, viele grüne Blätter, kurzer Bestand	3
5-6 Wochen	3-4 Wägen	3-4 Wägen	Gräser sehr fein, viele grüne Blätter, kurzer Bestand	4
7-8 Wochen	3-4 Wägen	3-4 Wägen	Gräser sehr fein, viele grüne Blätter, kurzer Bestand	5
9-10 Wochen	3-4 Wägen	3-4 Wägen	Gräser sehr fein, viele grüne Blätter, kurzer Bestand	6
10 Wochen und mehr	3-4 Wägen	3-4 Wägen	Gräser sehr fein, viele grüne Blätter, kurzer Bestand	7

# Sensorische Beurteilung von Futtermitteln

Wichtig: bei Mängeln Korrekturmassnahmen angehen!

- > Auf dem Feld...
- > Beim Einführen...
- > Während der Trocknung...
- > Beim Planen des Heuraumes...

**Interprétation de l'appréciation des fourrages secs**

Editeurs : Association pour le développement de la culture fourragère (ADCF), CH-1260 Nyon 1, en collaboration avec AGRIDEA, Jordils 1, CH-1000 Lausanne-6  
Auteurs : Pierre Aeby, Institut agricole Grangeneuve, CH-1725 Posieux  
Ueli Wyss, AGROSCOPE Liebefeld-Posieux, CH-1725 Posieux

Cette fiche aide à interpréter les résultats de l'appréciation sensorielle (fiche technique 2.7.9) dans le but de déterminer les facteurs d'amélioration du processus de séchage. Des exemples de mesures sont proposés.

Nom et référence de l'échantillon

**Etape 5 Interprétation de l'appréciation sensorielle des fourrages secs**

L'odeur, la couleur, la présence de poussière ou de terre observées durant l'appréciation sensorielle révèlent les différentes réactions mécaniques, enzymatiques et microbiologiques du processus de séchage depuis le champ jusqu'au stockage final à >88% de MS. Plus on se rapproche du fourrage tel qu'il était au champ, moins il y a de pertes.

A elle seule, **la couleur** est l'indicateur principal. Fréquemment, **l'odeur** ne fait que confirmer les observations sur la couleur. **La poussière** vient d'une durée de séchage trop longue (moisissures), de l'abondance du pollen (par exemple pissenlit, ou graminées à un stade avancé), de l'émiettement excessif des feuilles sur le stock, de résidus de lisier ou de fumier sur les feuilles, ou de la présence de terre sous l'échantillon.

**Au final, le principal levier pour limiter les pertes sera d'accélérer au maximum la vitesse du séchage, au champ puis au stock (séchoir, balles).**

**Influence de la durée de séchage du fourrage (schématiquement)**

<b>Au champ</b> Fanage en 2-3 jours	<b>Au stock</b> Si sec en 3 jours	Si sec en 4-15j. sans échauffement	Si sec en 4-15j. avec échauffement	Si sec après plusieurs semaines
			