

# Energieeffiziente Geflügelmastställe



## Übersicht über Energieeffizienz-Massnahmen in Geflügelmastställen

Juli 2017

Priska Stierli  
AgroCleanTech Verein  
c/o Schweizer Bauernverband  
Belpstrasse 26  
3007 Bern

Mit finanzieller Unterstützung von:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landwirtschaft BLW  
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO



**Thema** Energieeffiziente Geflügelmastställe

**Inhalt**

1	Energieverbrauch Geflügelproduktion .....	3
2	Energieeffizienzmassnahmen für Geflügelmastställe .....	3
2.1	Wärmedämmung .....	4
2.2	Wärmerückgewinnung .....	5
2.3	Lüftungssteuerung .....	6
2.4	LED-Beleuchtung .....	8
2.5	Optimierung des Energiemanagements .....	8
3	Fazit .....	8

**Zusammenfassung** Energieverbrauch Geflügel

In Geflügemastställen besteht aufgrund des hohen Energieverbrauchs für Heizung und Lüftung ein hohes Energiesparpotenzial. Vielversprechende Massnahmen zur Effizienzsteigerung und der Reduktion des Energiebedarfs sind Wärmedämmung, Lüftungssteuerung und Wärmerückgewinnung. Weitere Energieeinsparungen sind mit LED-Beleuchtung und einem optimierten Energiemanagement möglich. Je nach Massnahme kann der Energiebedarf für die Heizung zwischen 30 % bis 65 % reduziert werden.

In diesem Bericht werden Reduktionspotenzial und Wirtschaftlichkeit verschiedener Energieeffizienz-Massnahmen in Geflügelmastställen abgeschätzt und beurteilt.

Die inhaltliche Verantwortung dieses Berichts übernimmt AgroCleanTech.

## 1 Energieverbrauch Geflügelproduktion

Der Energieverbrauch der Schweizer Landwirtschaft betrug im Jahr 2013 mehr als 14'000 GWh (Bundesrat, 2017). Dies entspricht rund 6 % des gesamten Energieverbrauchs der Schweiz (Gysler, 2017). Etwa 70% können dem indirekten Energieverbrauch (sog. graue Energie für Bau, Unterhalt, Entsorgung der Infrastruktur sowie die Bereitstellung von Produktionsmitteln) zugeordnet werden, die restlichen 30%, d.h. rund 4500 GWh, dem direkten Energieverbrauch (Treibstoff, Brennstoff, Elektrizität und Verbrauch erneuerbarer Energien) (Bundesrat, 2017).

Zu dem direkten Energieverbrauch gehören auch die rund 115 GWh (Gysler, 2017), welche jährlich für die Beheizung der Geflügelmastställe benötigt werden. Dabei wird vor allem mit Öl und Gas beheizt. Hinzu kommt in der Geflügelmast ein Stromverbrauch von etwa 30 GWh (Gysler, 2017), der vor allem durch die Stall-Lüftungen verursacht wird.

In diesem Bericht werden verschiedene Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs in der Geflügelmast behandelt und ihre Reduktionspotenzial bezüglich Treibhausgasemissionen sowie ihre Wirtschaftlichkeit eingeschätzt.

## 2 Energieeffizienzmassnahmen für Geflügelmastställe

Der Energiebedarf in der Geflügelmast ist für Heizungen und Lüftungen hoch (Alig et al., 2015; Van Caenegem, Jöhl, Sax, & Soltermann, 2010). Der Energieverbrauch lässt sich mit Massnahmen wie Wärmedämmung, CO<sub>2</sub>-gesteuerter Lüftung und Wärmerückgewinnung stark reduzieren (Van Caenegem et al., 2010). In der Studie von Alig et al. (2015) wird darauf hingewiesen, dass der Heizenergiebedarf von Geflügelställen mit einer Wärmerückgewinnung um mehr als 50% reduziert werden kann. Nachfolgend werden die vielversprechendsten Massnahmen behandelt. Dazu gehören:

- Wärmedämmung
- Wärmerückgewinnung
- CO<sub>2</sub>-gesteuerte Lüftung
- LED-Beleuchtung
- Optimierung des Energiemanagements

**Anmerkung zur Berechnung der Reduktionspotenziale:** Da in der Regel eine ungenügende Datenlage zu den in der Schweiz vorhandenen Strukturen (z.B. vorhandene Wärmedämmung bei Mastställen) besteht, beruhen die nachfolgend berechneten Reduktionspotenziale auf Schätzungen.

## 2.1 Wärmedämmung

Geflügelställe werden üblicherweise als Metallkonstruktionen mit Sandwichpaneelen erstellt (80 mm PUR<sup>1</sup>). Beim heutigen Standard liegt der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) dieser Bauweise bei 0.30 W/m<sup>2</sup>K (Tabelle 1 – Vollzugshilfe „Beheizte Geflügelställe der EnFK) (EnFK, 2011; Globogal, 2017).

Gemäss einer Studie von Van Caenegem et al. (2010) kann mit einer Erhöhung der Wärmedämmung von 80 mm auf 120 mm PUR eine **Reduktion des Heizbedarfs um 7 bis 20 %** erzielt werden.

Tabelle 1: Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) für Geflügelzucht- und Mastställe (EnFK, 2011)

Bauteil	U-Wert (W/m <sup>2</sup> K) berechnet nach Norm SIA 180	
	Aufzucht-Stall	Mast-Stall
Dach	0.24	0.24
Aussenwand	0.30	0.30
Fenster	1.60 (Glas 1.2 W/m <sup>2</sup> K)	1.60 (Glas 1.2 W/m <sup>2</sup> K)
Auslaufklappen zu Wintergarten	1.50	1.50
Türen	2.00	2.00
Tore (Türen > 6.0 m <sup>2</sup> )	2.00	2.00
Innenwände gegen unbeheizte Räume	0.30	0.30
Boden gegen Erdreich <sup>1)</sup> <b>ohne</b> Fussbodenheizung	Keine Anforderung Die Bedingung der Sockeldämmung muss erfüllt sein.	Keine Anforderung Die Bedingung der Sockel- respektive Randdämmung muss erfüllt sein.
Boden gegen Erdreich <b>mit</b> Fussbodenheizung	0.28	Fussbodenheizung betrieblich nicht möglich
Sockel	Sockeldämmung <sup>2)</sup> erforderlich	Sockeldämmung <sup>3)</sup> erforderlich

### Reduktionspotenzial Wärmedämmung

Der Heizenergiebedarf durch eine erhöhte Wärmedämmung von 80 auf 120 mm könnte jährlich um rund 14'750 kWh gesenkt werden (Van Caenegem et al., 2010). Bei einem Stall, der mit Heizöl beheizt wird, ergäbe dies eine Reduktion der Treibhausgasemissionen von rund 3.9 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr.

Laut statistischen Angaben gab es in der Schweiz im Jahr 2016 etwa 357 Betriebe mit zwischen 8000 und >12'000 Tieren (Aviforum, 2017). Da nicht bekannt ist, über welche Dämmung die bestehenden Ställe verfügen wird das maximale Reduktionspotenzial mit 100 % der Betriebe berechnet. Bei einer Verbesserung der Dämmung von 80 mm auf 120 mm PUR läge das Reduktionspotenzial damit bei **geschätzt 1400 Tonnen CO<sub>2</sub>eq**. Das effektive Reduktionspotenzial dürfte aber tiefer liegen, da ein Teil der Ställe möglicherweise schon über eine 120 mm PUR Konstruktion verfügt.

### Wirtschaftlichkeit Wärmedämmung

Bei Neubauten sind die Mehrkosten für eine zusätzliche Wärmedämmung bei richtiger Bauweise gering. Der Mehrpreis liegt bei rund CHF 20.- pro m<sup>2</sup> für eine Dämmung mit 120 mm statt 80 mm bei einer Konstruktion mit Sandwichpaneelen. Die zusätzlichen Kosten lassen sich in 6 bis 13 Jahren amortisieren (bei CHF 0.10/kWh) (Van Caenegem et al., 2010). Eine Nachrüstung bei bestehenden Gebäuden ist hingegen

<sup>1</sup> PUR = Polyurethan

oft mit hohem Aufwand verbunden, da das Lüftungskonzept überarbeitet und allenfalls angepasst werden muss (Van Caenegem et al., 2010). Die Wirtschaftlichkeit einer nachträglich verbesserten Dämmung muss daher im Einzelfall geprüft werden.

## 2.2 Wärmerückgewinnung

Die gängigen Wärmetauscher zur Klimatisierung für Geflügelställe funktionieren nach dem Gegenstromprinzip. Die Wärmeübertragung findet von der ausgeströmten Abluft zur angesaugten Zuluft statt (Büscher & Licharz, 2015). Mit der Abluft muss gerade in Geflügelställen oft auch die Luftfeuchtigkeit geregelt werden. Verbunden mit der zusätzlichen hohen Staubbelastung ist für eine effiziente Funktion einer regelmässigen und einfachen Reinigung der Wärmetauscher hohe Beachtung zu schenken.

Wie Messungen in einem Praxisstall für 8700 Masttiere zeigen, lassen sich die Heizkosten **mit der Wärmerückgewinnung (WRG) aus der Abluft zwischen 50 bis 60 % reduzieren** (Alig et al., 2015; Van Caenegem, 2013).

Da mit der Installation einer WRG-Anlage der gesamte Luftwiderstand steigt, kann sich der Energiebedarf der Lüfter, je nach Oberflächenbeschichtung der Wärmetauschrohre (Tillenkamp, n.d.), erhöhen (Alig et al., 2015). Im oben genannten Versuchsstall (für 8700 Mastpoulets) mit vier WRG-Lüftern und zwei Lüftern in der Giebelwand wurde während einem Jahr ein zusätzlicher Strombedarf von rund 5500 kWh festgestellt. Verglichen mit den 168'595 kWh Wärme, die zurückgewonnen werden, fällt der zusätzliche Energiebedarf für die Lüfter damit jedoch nur marginal aus und liegt bei etwa 10 % (Van Caenegem, 2013). In der Ökobilanz-Studie von Alig et al. (2015) wurde die Erhöhung der Lüftungsenergie von etwa 12 % (des gesamten Energiebedarfs) festgestellt (Tabelle 2)(Alig et al., 2015).

Tabelle 2: Angaben zu Heizmaterial und Elektrizitätsbedarf gem. Studie von Alig et al. (2015).

	Ohne WRG	Mit WRG	Differenz
Heizmaterial [MJ]	170'679	68'272	-60 %
Elektrizität [MJ]	231'877	254'793	+10 %

Die Wärmerückgewinnungsanlage sollte nicht zu klein dimensioniert sein, da sich dies negativ auf die Heizkosten (Frischlufte fliesst grössten Teils direkt in den Stall) oder die relative Luftfeuchtigkeit (verminderte Lüftung um Heizkosten zu sparen) auswirken kann (Van Caenegem, 2013).

### Reduktionspotenzial der Massnahme Wärmerückgewinnung im Pouletmaststall

In der Untersuchung von Agroscope wurde bei einer beheizten Stallfläche von 864 m<sup>2</sup> (49 GVE) eine Einsparung von 7804 kg CO<sub>2</sub>eq bilanziert (Basis leichtes Heizöl) (Alig et al., 2015). Wie bereits bei der Massnahme Wärmedämmung erläutert, gab es in der Schweiz im Jahr 2016 etwa 357 Betriebe mit zwischen 8000 und >12'000 Tieren (Aviforum, 2017). Bei einer Anwendung der Wärmerückgewinnung bei 100% der

Betriebe und einer Einsparung von etwa 7.8 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Betrieb und Jahr, resultiert ein **Reduktionspotenzial von knapp 2800 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr** für die gesamte Schweiz.

Auch bei dieser Massnahme ist jedoch davon auszugehen, dass das effektive Reduktionspotenzial tiefer liegt, da einerseits schon Wärmerückgewinnungsanlagen vorhanden sein können und andererseits bei der vorliegenden Berechnung davon ausgegangen wird, dass alle Anlagen Heizöl für die Wärmeerzeugung verwenden, während in der Praxis wird auch mit Gas beheizt wird, welches einen tieferen Emissionsfaktor aufweist<sup>2</sup>.

### **Wirtschaftlichkeit**

Im Modellbetrieb der Studie von Agroscope wurde mit einer Investitionssumme von CHF 61'500.- bei einer beheizten Stallfläche von 864 m<sup>2</sup> gerechnet (Alig et al., 2015). Die Einsparung betrug 60% des Heizmaterials abzüglich eines 20 % höheren Bedarfs an Elektrizität. Daraus resultiert eine Reduktion von etwas mehr als 20'000 kWh und je nach Heizöl- bzw. Gaspreisen<sup>3</sup> eine Amortisationszeit von 3 bis 5 Jahren. Die Massnahme kann demnach als wirtschaftlich beurteilt werden, da die Investitionen innerhalb der zu erwartenden Lebensdauer abgeschrieben werden können (Van Caenegem et al., 2010).

## **2.3 Lüftungssteuerung**

Die Lüftung ist notwendig für ausreichende Frischluftversorgung und ein gesundes Stallklima. Gleichzeitig stellt sie eine der Hauptursachen für Wärmeverluste dar. Das Energiesparpotenzial einer optimierten Lüftung ist daher entsprechend hoch (Alig, M., 2015; Van Caenegem, 2010).

Eine herkömmliche Lüftung richtet sich nach der Temperatur. Die minimale Lüfter-Drehzahl ist fixiert und die Luftrate daher konstant, solange die Solltemperatur nicht überschritten wird (Van Caenegem et al., 2010). Mit einer CO<sub>2</sub>-Steuerung der Lüftung kann die Luftrate ständig dem Frischluftbedarf angepasst werden, wodurch sich die Verluste auf ein Minimum beschränken lassen (Van Caenegem et al., 2010).

Der Frischluftbedarf hängt einerseits von der Besatzdichte, andererseits von der Aktivität der Tiere ab. Bei Betrachtung des Tagesverlaufs der CO<sub>2</sub>-Abgabe der Tiere in Abbildung 1 wird deutlich, dass die Leistung der Lüftung in der Nacht stark reduziert werden kann, da die Tiere wegen ihrer geringeren Aktivität während dieser Zeit weniger CO<sub>2</sub> produzieren. Bei einer herkömmlichen konstanten Lüftung erfolgt der Luftaustausch in der Nacht über dem notwendigen Ausmass. Im Winter kommt es dadurch zu einer stark schwankenden Luftqualität und einem erhöhten Bedarf an Heizenergie (Van Caenegem et al., 2010).

Eine Schwierigkeit bei einer CO<sub>2</sub>-gesteuerten Lüftung kann die Feuchtigkeit der Einstreu sein. Um zu verhindern, dass die Einstreu zu feucht wird, muss genügend gelüftet werden. Es muss daher unter Praxisbe-

---

<sup>2</sup> Emissionsfaktoren zum Vergleich: Heizöl extraleicht 3.16 t CO<sub>2</sub>/t oder 73.7 t CO<sub>2</sub>/TJ; Erdgas 2.58 t CO<sub>2</sub>/t oder 56.4 t CO<sub>2</sub>/TJ; Propan 2.99 t CO<sub>2</sub>/t oder 64.6 t CO<sub>2</sub>/TJ. Quelle: Röthlisberger, 2014

<sup>3</sup> Hier gerechnet mit CHF 0.70/kg für Heizöl ([www.heizoel24.ch](http://www.heizoel24.ch); abgerufen am 14.07.2017) und CHF 1.30/kg für Propangas (Van Caenegem, 2013. Prüfbericht Wärmerückgewinnung in Pouletmastställen; Globogal)

dingungen unter Umständen mehr gelüftet werden, als aufgrund der CO<sub>2</sub>-Konzentration nötig wäre (Van Caenegem et al., 2010).

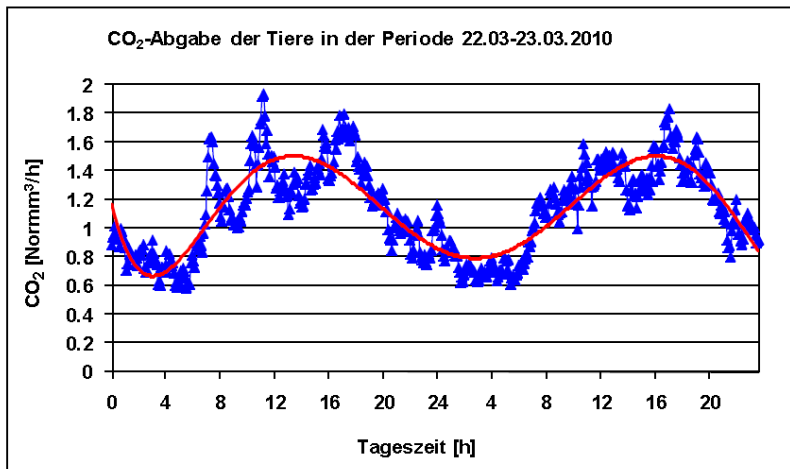


Abbildung 1: Tagesverlauf der CO<sub>2</sub>-Abgabe der Tiere. Grafik aus Van Caenegem et al., 2010.

### Reduktionspotenzial

Wieviel Energie mit Hilfe einer CO<sub>2</sub>-gesteuerten Lüftung in Geflügelställen gespart werden kann, ist wegen Feuchtigkeitsproblemen in der Einstreu nicht klar. Zum Vergleich: In Schweineställen wird mit einem Energiesparpotenzial von bis zu 30% gerechnet (Van Caenegem et al., 2010). Der Anteil der Einsparung ist auch von der Wärmedämmung abhängig. Je höher die Dämmung, desto höher kann der Anteil der Lüftung am Gesamtenergiebedarf ausfallen.

Schätzt man die Energieeinsparung bei Geflügelmastställen aufgrund der höheren Luftrate (verglichen mit Schweineställen) auf 20%, könnten bei einem Betrieb mit 12'000 Masttieren und einem jährlichen Energieverbrauch von etwa 47'410 kWh rund 9'480 kWh eingespart werden. Umgerechnet ergäbe dies ein Reduktionspotenzial von etwa 2.5 t CO<sub>2</sub>eq pro Betrieb dieser Grösse und **ein Reduktionspotenzial von knapp 900 t CO<sub>2</sub>eq** für die gesamte Schweiz.

### Wirtschaftlichkeit

Da Unsicherheiten bezüglich der Energieeinsparung bestehen, kann keine Aussage zur Amortisationsdauer bzw. der Wirtschaftlichkeit dieser Massnahme gemacht werden, da in der Geflügelmast, wie weiter oben erwähnt, die Feuchtigkeit der Einstreu zum Problem werden kann. Van Caenegem et al. (2010) gehen jedoch davon aus, dass eine Energieeinsparung von wenigen Prozenten genügt, um die CO<sub>2</sub>-Steuerung zu amortisieren, da für 12'000 Tiere bereits ein einziger Sensor genügt, um die Luftrate zu regeln.



## 2.4 LED-Beleuchtung

Eine weitere Möglichkeit zur Reduktion des Energiebedarfs besteht im Austausch der herkömmlichen Beleuchtung mit LED-Leuchtmittel. Die LED-Beleuchtung ist relativ einfach und wirtschaftlich umsetzbar und sollte bei jedem Lampenersatz automatisch vorgenommen werden. **Der Stromverbrauch für die Beleuchtung kann dadurch um rund 70 % reduziert** werden und zahlt sich grundsätzlich immer aus.

## 2.5 Optimierung des Energiemanagements

Die korrekte Einstellung der Klimatisierungsgeräte ist Schlüssel für geringen Energieverbrauch. Nur durch eine optimale Abstimmung von Lüftung und Heizung ist ein effizienter Betrieb möglich. Insofern ist kann es lohnend sein, mit Hilfe einer Fachperson die Verbrauchswerte zu analysieren und das Energiemanagement des Stalls zu überprüfen.

Doch auch bereits auf viel tieferer Stufe kann durch die visuelle Überprüfung von korrekt geschlossenen Fenstern, Türen und Sommerlüftungen sichergestellt werden, dass nicht unnötige Wärmeverluste entstehen. Insbesondere durch eine regelmässige Reinigung und Kontrolle der Lüfter und der Abluftkanäle (Vermeidung von erhöhtem Luftwiderstand) kann viel Strom eingespart werden.

## 3 Fazit

Da der Energiebedarf in der Geflügelmast für Heizung und Lüftung hoch ist, besteht dort ein erhebliches Reduktionspotenzial. Zu den vielversprechendsten Energieeffizienz-Massnahmen gehören momentan die Wärmerückgewinnung, die CO<sub>2</sub>-gesteuerte Lüftung, die Wärmedämmung sowie LED-Beleuchtung und ein optimiertes Energiemanagement (regelmässige Wartung und Kontrolle der Lüfter; Klimaoptimierung durch Regeltechnik & Steuerung).

Bei bestehenden Gebäuden können nicht alle Massnahmen wirtschaftlich umgesetzt werden (Wärmedämmung i.d.R. nur bei Neubauten wirtschaftlich). In solchen Fällen kann die Installation einer Wärmerückgewinnung oder die CO<sub>2</sub>-Steuerung bei der Lüftung in Betracht kommen, wobei der Heizbedarf gemäss den vorhandenen Studien mit einer Wärmerückgewinnung am meisten gesenkt werden kann. Bei Neubauten sollte auf eine gute Wärmedämmung (120 mm PUR) geachtet werden.

Noch unklar ist insbesondere die Problematik mit der Feuchtigkeit der Einstreu, die stark mit der Belüftung der Ställe und damit auch mit Wärmeverlusten zusammenhängt. Weitere Untersuchungen unter Praxisbedingungen könnten Aufschluss darüber geben, wie eine CO<sub>2</sub>-gesteuerte Lüftung optimal eingestellt werden muss, um abgestimmt auf die Luftfeuchtigkeit eine möglichst hohe Reduktion des Energiebedarfs zu erzielen.



## Literatur

- Alig, M., Prechsl, U., Schwitter, K., Waldvogel, T., Wolff, V., Wunderlich, A., ... Gaillard, G. (2015). *Ökologische und ökonomische Bewertung von Klimaschutz- massnahmen zur Umsetzung auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Schweiz*.
- Aviforum. (2017). Geflügelwirtschaft in Zahlen 2014, 7.
- Bundesrat. (2017). Energiebedarf der Schweizer Landwirtschaft : aktueller Stand und Verbesserungsmöglichkeiten Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 13 . 3682 Bourgeois, (September 2013), 1–26.
- Büscher, W., & Licharz, H. (2015). Verfahrenstechnische Bewertung konkurrierender Lösungen zur Nutzung regenerativer Energie zum Heizen und Kühlen von Stallanlagen.
- EnFK. (2011). *Beheizte Geflügelställe - Ergänzung zur Vollzugshilfe EN-2: Wärmeschutz von Gebäuden*.
- Globogal. (2017). *Mündliche Auskunft*.
- Gysler, M. (2017). *Facts & Figures: Energie, climat et efficience énergétique dans le secteur agricole Suisse*.
- Röthlisberger, R. (2014). Faktenblatt CO<sub>2</sub> -Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz. BAFU - Bundesamt Für Umwelt - Abteilung Klima, 2014–2016.
- Tillenkamp, F. (n.d.). Energieeffizienz in Mastgeflügelställen Ergebnisse aus dem Projekt, 8401.
- Van Caenegem, L. (2013). Prüfbericht Wärmerückgewinnung in Pouletmastställen, 1–8.
- Van Caenegem, L., Jöhl, G., Sax, M., & Soltermann, A. (2010). Energiebedarf bei Heizung und Lüftung mehr als halbieren.