

Sparpotenzial durch energieeffiziente Ferkelnester



Abb. 1: Wärmegedämmte Ferkelnester mit intelligenter Temperaturregelung ermöglichen beträchtliche Energieeinsparungen. (Fotos: Ludo Van Caenegem, Agroscope ART)

Abschätzung des Strom- und Kosteneinsparpotenzials moderner elektrisch betriebener Ferkelnester

April 2016

Simon Gisler
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



fenaco
natürlich nah
de la terre à la table

Abschätzung des Strom- und Kosteneinsparpotenzials moderner elektrisch betriebener Ferkelnester

1. Teil Projektarbeit HSR / WERZ

Autor: Gisler Simon
E-Mail: simon.gisler@agrocleantech.ch
Adresse: Wybärgstrasse 12, 6232 Geuensee

Themengebiet: Erneuerbare Energien
Studiengang: CAS ENE 1502
Betreuer: Urban Frei, Ryttec AG
Co-Lektorin: Thalia Meyer, Spektrum-Energie GmbH

Abstract

Das Heizen und Klimatisieren der Schweizer Abferkelställe ist energieintensiv und braucht rund 52'000 MWh/a. Um dabei den sehr unterschiedlichen Temperaturansprüchen von Ferkeln ($>34\text{ }^{\circ}\text{C}$) und Muttersau ($<18\text{ }^{\circ}\text{C}$) gerecht zu werden, sind spezielle Warmhalteboxen, sogenannte Ferkelnester im Einsatz. Ein Ferkelnest bietet neugeborenen Ferkeln energieeffizient nahe bei der Muttersau ein ideales Mikroklima zum Ruhen, Schlafen und Wachsen. Gleichzeitig kann der Abferkelstall energiesparend bei tieferer Temperatur geführt werden und überhitzt im Sommer weniger schnell.

Energieeffiziente Ferkelnester werden lokal beheizt und zeichnen sich durch isolierte Wände und eine wärmege-dämmte Öffnung aus. Das Verschliessen dieses Zugangs mit einem isolierenden, ferkelgängigen Vorhang ist zusammen mit einer individuell gesteuerten elektrischen Heizung Schlüssel für energieeffiziente Ferkelnester. Durch deren Einsatz kann der Stromverbrauch von 130 kWh/Wurf auf 38 kWh/Wurf reduziert werden. Bei einer schweizweiten Umstellung aller 21'000 konventionell strombeheizten Ferkelnester, könnte der Stromverbrauch um 17'000 MWh/a vermindert werden. Damit könnte 33 % der Klimatisierungs- und Heizenergie von Abferkelställen gesenkt und rund 2 % des Stromverbrauchs der Schweizer Landwirtschaft eingespart werden.

Aufgrund der aktuellen Strompreise ist für Schweinezüchter die Investition in energieeffiziente Ferkelnester rein finanziell wenig interessant. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mit der Verwendung von energieeffizienten Ferkelnestern 70 % des Stromverbrauchs eingespart werden kann. Die Investition in die effizienteren Nester aber für den Landwirt nur knapp wirtschaftlich ist.

Inhalt

Abstract.....	1
1 Einleitung.....	3
1.1 AgroCleanTech	3
2 Ausgangslage	4
2.1 Energieverbrauch Schweizer Landwirtschaft Schweinehaltung	4
2.2 Energieverbrauch und spezielle Klimatisierung von Abferkelställen.....	4
3 Aufgabenstellung	6
3.1 Kurzbeschrieb des Vorgehens	6
4 Untersuchungen und Abklärungen zu Ferkelnestern.....	7
4.1 Funktion des Ferkelnests	7
4.2 Verschiedene Varianten von Ferkelnestern.....	8
4.3 Aufbau, Isolation und Heizung geschlossener Ferkelnester	9
4.3.1 Wärmedämmung und Konstruktion eines Ferkelnests	9
4.3.2 Wärmedämmung des Zugangs eines Ferkelnests	10
4.3.3 Ferkelnest-Heizsystem mit absenkender Temperaturkurve	11
4.4 Stromverbrauch von Ferkelnester	11
4.4.1 Literaturrecherche des Stromverbrauchs verschiedener Ferkelnester.....	12
4.4.2 Festlegung Stromverbrauch konventioneller und energieeffizienter Ferkelnester	12
4.5 Stromsparerpotenzial mit energieeffizienten Ferkelnestern in der Schweiz.....	13
4.5.1 Abschätzung der Anzahl Ferkelnester in der Schweiz	13
4.5.3 Anteil elektrisch- und warmwasserbeheizte Ferkelnester	14
4.5.4 Stromsparerpotenzial mit energieeffizienten Ferkelnester.....	14
5 Wirtschaftlichkeit.....	15
5.1 Strompreise eines Schweinehaltebetrieb: Bezug- und Rückvergütungstarif	15
5.2 Wirtschaftlichkeit eines energieeffizienten Ferkelnests.....	15
5.2.1 Kosten eines energieeffizienten Ferkelnests.....	15
5.2.3 Wirtschaftlichkeitsrechnung eines energieeffizienten Ferkelnests.....	16
6 Schlussfolgerungen	17
7 Literatur und Quellenverzeichnis	18
Anhang.....	20
I Anhang: Kurzinfo Haltung von Schweinen	20
II Anhang U-Wert PE-Folie 2 mm	22
III Anhang Rohdaten Versuch Strickhof 2014	23
IV Anhang Kostenofferte ATX Thermonest	25

1 Einleitung

1.1 AgroCleanTech

Die Institution AgroCleanTech (ACT) wurde im 2011 vom Schweizer Bauernverband, Agridea, Ökostrom Schweiz und Ernst Basler & Partner aufgebaut. Im Jahr 2014 wurde AgroCleanTech in die beiden Organisationen AgroCleanTech AG und dem AgroCleanTech Verein aufgeteilt. Die AgroCleanTech AG konzentriert sich auf die Umsetzung von Klimaschutz- und Energieeffizienz-Programmen. Der AgroCleanTech Verein nimmt die Funktion als Wissensplattform für erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Klimaschutz in der Landwirtschaft wahr. Der Verein hat 34 Mitglieder und wird durch drei Bundesämter (Bundesamt für Landwirtschaft, Bundesamt für Energie und Seco) sowie die fenaco (genossenschaftlich organisiertes Unternehmen im Landwirtschaftssektor) finanziell unterstützt.

ACT ist als Energie- und Klimaschutzagentur der Landwirtschaft bestrebt, das agronomische Wissen zu erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und Klimaschutz auszubauen, zu sammeln und als Wissensplattform in der Landwirtschaft vielfältig zu verbreiten. So wurde im Jahr 2012 eine Studie „Ressourcen- und Klimaeffizienz: Potenzialanalyse Landwirtschaft“ erstellt und auf Ende 2015 eine kostenlose Internetanwendung „Energie- und Klimacheck für Landwirte“ aufgeschaltet.

Mit der Bearbeitung des Themas „Ferkelnester“ soll untersucht werden, wie die Schweinehaltung durch Energieeffizienz und Senkung der Produktionskosten wettbewerbsfähiger und umweltfreundlicher gestaltet werden kann.

2 Ausgangslage

Der Bundesrat und das Parlament haben im Jahr 2011 nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima den Grundsatzentscheid für den Umbau der schweizerischen Energieversorgung und den Ausstieg aus der Kernenergie gefällt. Die Atomkraftwerke werden nach Ablauf ihrer sicherheitsbedingten beschränkten Betriebsdauer abgestellt. Durch die konsequente Verbesserung der Energieeffizienz, sowie der Produktion von erneuerbaren Energien, wird die zukünftige Stromversorgung der Schweiz sichergestellt. Basierend auf diesen neuen Energieperspektiven hat der Bundesrat die Energiestrategie 2050 entwickelt und gleichzeitig als Instrument einer zukunftsgerichteten Klimapolitik lanciert. Die Bereitstellung von Strom aus erneuerbaren Energien und der Ersatz von fossilen Energieträgern erlaubt zukünftig die CO₂-Emissionen zu senken. Gleichzeitig kann mit einer vermehrten Eigenversorgung die Wertschöpfung in der Schweiz, sowie die energetische Unabhängigkeit des Energiesektors substantiell gestärkt werden.

Die folgende Arbeit will mit einem konkreten Ansatz aufzuzeigen, wie die Landwirtschaft ihren Teil beitragen und die Energiestrategie 2050 nutzbringend umsetzen kann. Der Fokus liegt dabei auf der Schweinehaltung. Bekanntlich kommen unter den Nutztieren die Schweine bezüglich ihrer Lebensansprüche dem Menschen am nächsten. Deshalb ist es nicht erstaunlich, dass in der Schweinehaltung für Stallklimatisierung und Futteraufbereitung viel Energie eingesetzt werden muss und hohe Potenziale in der Energieeffizienz und dem Einsatz von erneuerbaren Energien aufweist. Im Speziellen wird in dieser Arbeit die Schweinaufzucht der ganz jungen Ferkel auf energetische und wirtschaftliche Verbesserungen untersucht.

2.1 Energieverbrauch Schweizer Landwirtschaft Schweinehaltung

Die Landwirtschaft verbraucht rund 1.7 % des Schweizerischen Stromkonsums von 60 Mio. MWh pro Jahr (BFE 2015), was rund 1 Mio. MWh/a auf rund 54'000 Landwirtschaftsbetriebe ausmacht (BFS 2015). Schweinehaltungsbetriebe weisen einen Stromverbrauch von durchschnittlich 35 MWh/a aus (Alig et al. 2015; Neiber und Neser, 2010). Damit liegen sie deutlich über dem durchschnittlichen Schweizer Landwirtschaftsbetrieb von 19 MWh/a (1 Mio./54'000). Der Hauptverbrauch (> 50 %) in der Schweineproduktion ist dabei auf die Klimatisierung der Ställe zurückzuführen (Neiber und Schmid, 2012). Wegen der Luftbelastung mit Schadgasen (CO₂ und Ammoniak) ist ein hoher ständiger Luftaustausch notwendig. Dies führt zu hohem Strombedarf für die Ventilatoren und beträchtlichem Heizverlust, die technisch mit Wärmedämmung, Wärmetauschern oder gesteuerter Lüftung halbiert werden könnten (Van Caenegem et al. 2010 b).

Die Klimatisierung (Heizung und Lüftung) der Schweineställe in der Schweiz beansprucht so einen geschätzten Energiebedarf von 130'000 MWh/a (Van Caenegem et al., 2010b). Der Stromverbrauch liegt für das Mastschwein bei 120 kWh/Platz/a und für eine Zuchtsau im Bereich 600 bis 1'100 kWh/a (Van Caenegem und Sax; 2011). Die Werte für die Zuchtsauen werden in Deutschland mit 400 bis 500 kWh/a tiefer angegeben (Neiber und Neser, 2010). Das liegt an den grösseren Schweinebetrieben in Deutschland, aber vor allem auch am Einsatz anderer Warmhaltesysteme für die Ferkel (nachfolgend Ferkelnester). So werden diese im Gegensatz zur Schweiz in den deutschen Aufzuchtbetrieben nicht mit Elektro- sondern mit Warmwasserheizungen betrieben. Elektrisch wird nur sekundär nachgeheizt.

Zusätzlich verursachen die gesetzlich vorgeschriebenen Haltebedingungen von Muttersauen in der Schweiz mehr Aufwand (z.T. auch Energie), da diese einen höheren Tierschutzstandard als in der EU gefordert erfüllen. Deshalb ist ein direkter Vergleich des europäischen Stromverbrauchs von Zuchtsauen und deren Aufzuchtssystemen mit den schweizerischen Bedingungen nur begrenzt sinnvoll und die vorhandenen Werte sind entsprechend zu abstrahieren.

2.2 Energieverbrauch und spezielle Klimatisierung von Abferkelställen

Der Energiebedarf für das Beheizen der Abferkelställe wurde in der Schweiz auf 52'000 MWh/Jahr (van Caenegem 2008) geschätzt. Abferkelställe werden idealerweise bei für die Muttersau optimierten Temperaturen von 16 bis

18 °C geführt (Rudovsky et al. 1999). So braucht die Lüftung und vor allem das intensive Warmhaltesystem für die Ferkel viel Strom. Der grösste Teil des Stromverbrauchs der Schweinehaltung wird selbst in Deutschland bei der Ferkelaufzucht eingesetzt (Neser und Neiber 2013). In Abferkelställen macht die Ferkelheizung bis zu 70 % des Stromverbrauchs aus (Büscher 2009; Öhlinger et al. 2008).

Im Gegensatz zu den Muttersauen brauchen die Ferkel Lufttemperaturen von 34 °C im Ferkelnest. Ebenso werden auch in der Schweiz etwa bei einem Viertel der Betriebe die Abferkelställe mit warmwasserbeheizten Ferkelnestern betrieben. Bei diesen können jedoch die gewünschten Temperaturen viel weniger fein geregelt werden und eine Anpassung des verminderten Wärmebedarfs mit zunehmendem Ferkelalter ist viel schlechter möglich. Ein kleiner Teil der Betriebe heizt die Ferkelnester sogar noch über elektrische Widerstandsheizungen im Boden.

So sind aufgrund der tiefen Energiekosten und hohen Investitionskosten auf vielen Abferkelbetrieben noch energietechnisch veraltete Ferkelnester mit elektrisch betriebener Infrarot-Wärmelampe und schlecht isolierten Holzkisten im Betrieb. Eine Verbesserung der Energieeffizienz durch elektrisch beheizte Ferkelnester mit gut isolierten und gesteuerten Systemen ist energietechnisch angezeigt.

3 Aufgabenstellung

In der folgenden Arbeit wird geprüft, welches Stromsarpotenzial durch den Einsatz von energieeffizienten Ferkelnestern besteht. Aufgrund der Strompreisentwicklung ist jedoch der Anreiz für eine Umstellung und Investition in stromsparende Ferkelnester fraglich, deshalb soll kalkuliert werden, wie sich eine Investition in energieeffiziente Ferkelnester für den Landwirt rechnet.

3.1 Kurzbeschreibung des Vorgehens

Basierend auf Literatur und Herstellerangaben soll die Stromeinsparung eines auf dem Markt erhältlichen energieeffizienten Ferkelnests gegenüber konventionellen Ferkelnestern geschätzt werden. Anhand einer Hochrechnung basierend auf den berechneten Stromeinsparungen pro Ferkelnest und Schätzungen der Anzahl veralteter Ferkelnester wird das Stromsarpotenzial für die Schweiz sowie die Wirtschaftlichkeit dieser Massnahme berechnet.

4 Untersuchungen und Abklärungen zu Ferkelnestern

In der Praxis werden den jungen Schweinen Warmhaltesysteme angeboten, um deren begrenzte Thermoregulation zu unterstützen. Die frisch geborenen Ferkel werden rund 5 Wochen in sogenannten Ferkelnestern gehalten.

Nach dem Absetzen von der Muttersau werden die Ferkel in grösseren Gruppen gehalten und es kommen klimatisierte Ferkelkisten zum Einsatz, die gelegentlich auch Ferkelnester genannt werden. Auf die Energieeffizienz und den Stromverbrauch dieser Ferkelkisten wird jedoch in dieser Arbeit nicht eingegangen.

In der folgenden Arbeit gilt deshalb der Begriff „Ferkelnest“ ausschliesslich für das Warmhaltesystem der säugenden Ferkel.

4.1 Funktion des Ferkelnests

Die optimalen Temperaturen für die säugenden Muttertiere liegen bei 16 bis 18 °C (Rudovsky et al. 1999). Trotz stark unterschiedlichen Temperaturansprüchen von Muttersau und Ferkel, ist eine enge Nähe für das häufige Säugen notwendig. Zudem ist der Platzbedarf für die kleinen Ferkel gering (Meyer et al. 2012). So ist es sinnvoll möglichst nahe bei der Muttersau ein Mikroklima mit deutlich höheren Temperaturen von 28 -34 °C anzubieten. Solche Mikroklimazonen werden als Ferkelnester bezeichnet und gehören zum Standard einer Abferkelbucht. Die Ferkelnester sind Voraussetzung, um die heutigen Abferkelställe bei für Muttertiere optimalen Temperaturen von 16 bis 18 °C Sommer und Winter energiesparend betreiben zu können und die Muttersauen gesund zu erhalten. Ab Temperaturen von 21 °C wird bereits die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Muttersauen und somit Wirtschaftlichkeit spürbar beeinträchtigt (Rufer und Probst 2016). Insofern ist die Verwendung von effizienten Ferkelnestern nicht nur für die direkte Stromeinsparung, sondern gerade im Sommer zur Vermeidung von schädlichem Hitze-stress der Muttertiere zentral.

Das schematische Beispiel einer Abferkelbucht ist in Abbildung 1 mit den verschiedenen funktionalen Bereichen, inkl. Ferkelnest dargestellt. Mit einem für die Ferkel durchlässigen Absperrgitter wird das Nest von der Muttersau geschützt (Abbildung 2). Nach einer kurzen Anlernzeit unmittelbar nach der Geburt beziehen die Ferkel diese warme Umgebung instinktiv. Nach den häufigen täglichen Säugevorgängen benutzen diese die Ferkel Tag und Nacht zum Schlafen, Ruhen und Wachsen.

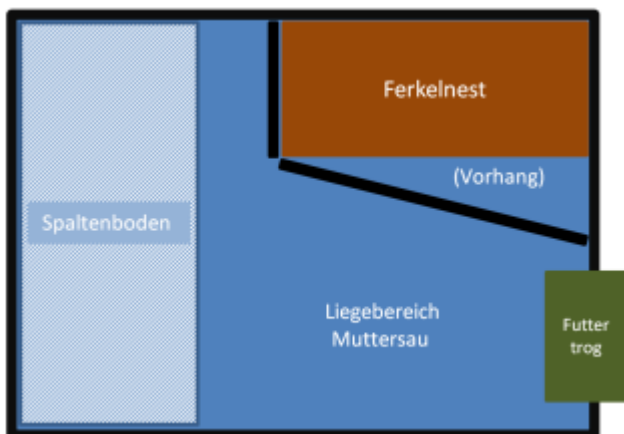


Abb. 1: Abferkelbucht für eine Muttersau mit funktionalen Bereichen und Ferkelnest.



Abb. 2: Eingang Ferkelnest mit Absperrgitter und isolierendem Streifenvorhang.

Die minimale Anforderung an die Ausgestaltung der Abferkelbuchten ist in der Schweiz deutlich strenger als in der EU geregelt. Sie werden von der Tierschutzverordnung 2008 und Verordnung über die Haltung von Nutztieren und Haustieren 2008 festgelegt. So ist in den ersten drei Tagen nach der Geburt im Ferkelnest eine Mindesttemperatur von 30 °C sicherzustellen und die Ferkel müssen jederzeit Zugang haben (BLV 2008, BLV 2009, Anhang I).

4.2 Verschiedene Varianten von Ferkelnestern

Die effektive Ausgestaltung der Ferkelnester variiert von Betrieb zu Betrieb und es gibt verschiedene Systemanbieter. Das energieintensive System wird offen mit einem warmwasser- oder elektrowiderstandbeheizten Boden und zusätzlicher offener Infrarotlampe von oben beheizt (Abbildung 3).

Als optimiertes und energieeffizientes System sind vermehrt klar abgegrenzte und isolierte Kisten mit Infrarot-Heizelement im Deckel und isolierendem Vorhang im Einsatz (Abbildung 4). Während in der Schweiz das geschlossene Ferkelnest mittlerweile auf den Betrieben zum Standard zählt, ist in Deutschland eine offene Infrarotlampe in Kombination mit einer lokalen Bodenheizung (Warmwasser) der Standard (Meyer 2012). Offene Ferkelnester sind aufgrund der Sichtbarkeit und des schnellen Zugriffs für den Betreuer arbeitswirtschaftlich einfacher zu handhaben, bieten jedoch geringe Möglichkeit für Muttersau und Ferkel optimale Klimaverhältnisse im Sommer und Winter zu haben.

Das geschlossene Ferkelnest verursacht einerseits durch die aufwändige Hülle und Heizsystem höhere Investitionskosten, andererseits können gerade durch den geringeren Energieverbrauch Kosten eingespart werden. Bewusst wird im Folgenden der Schwerpunkt nun auf geschlossene Systeme gelegt, da nur dies die zukünftigen Anforderungen klimafreundlicher und energieeffizienter Nahrungsmittelproduktion erfüllen kann.



Abb. 3: Ferkelnest mit Bodenheizung und offen aufgehängter Infrarotlampe ohne Isolation.



Abb. 4: Geöffnete Ferkelkiste mit Infrarotheizplatte im Deckel .

Jedoch selbst bei den geschlossenen Ferkelnestern sind häufig energietechnisch zu optimierende Varianten im Einsatz. Dünne Wände aus Holzschalplatten oder nicht isolierte Kunststoffpaneelen weisen hohe Wärmedurchgangskoeffizienten (U -Werte > 0.6) aus und stellen ein Optimierungspotenzial dar (Abbildungen 4).

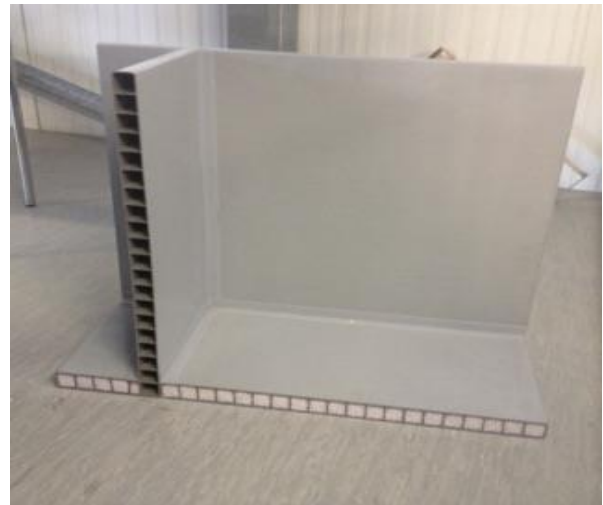


Abb 4: Kistenwände aus Holzschalplatten (links) oder hohlen Kunststoffpaneelen (rechts) isolieren ungenügend.

4.3 Aufbau, Isolation und Heizung geschlossener Ferkelnester

So wurden in den letzten Jahren zahlreiche Verbesserungen bezüglich der Energieeffizienz von Ferkelnestern entwickelt. Vermehrt werden gut isolierte Wände mit Wärmeverhang und gesteuerten elektrischen Heizelementen von Stallbauern angeboten. Denn auch durch eine stärkere Steuerung der Nesttemperatur lässt sich diese besser dem abnehmenden Wärmebedarf der wachsenden Ferkel anpassen. In den folgenden Punkten soll auf den Aufbau, die Isolation und das Heizsystem von Ferkelnestern genauer eingegangen werden.

4.3.1 Wärmedämmung und Konstruktion eines Ferkelnests

Um Wärmeverluste eines Ferkelnests zu minimieren, kann diese technisch relativ einfach auf fünf Seiten (Boden, drei Wände und Deckel) mit isolierenden Materialien (U-Werten von $0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$) eingeschlagen werden. Zusätzlich gilt es einem gut dämmenden Deckel Beachtung zu schenken (Abbildung 5). Um direkte Wärmeverluste vom Heizelement zu vermeiden, sollte die Wärmequelle direkt ins Ferkelnest integriert werden. Dabei gilt es Vorkehrungen zur Vermeidung von Brandgefahr zu treffen.

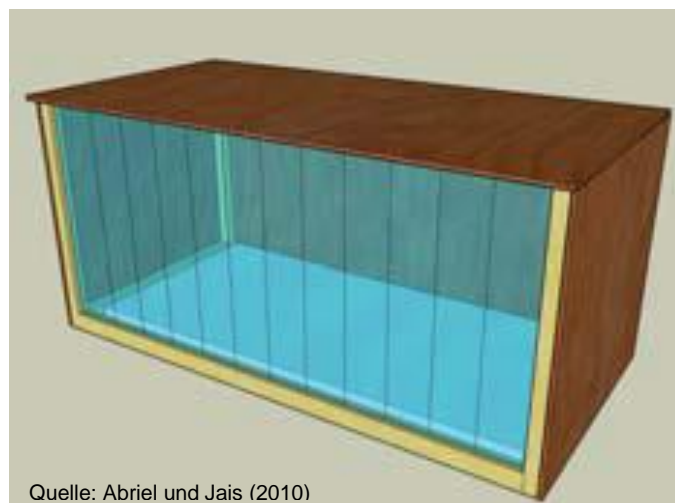


Abb. 5: Geschlossenes Ferkelnest mit einfachem durchsichtigem Streifenvorhang und mit integrierter Wärmequelle.

Abriel und Jais (2010) testeten die verschiedenen Isolationsmöglichkeiten von geschlossenen Ferkelnestern. Die deutlich höheren Temperaturwerte im Ferkelnest bei gleicher Heizintensität je nach Ausgestaltung und Isolation der Kistenwände und der Eingangsöffnung weisen auf deren hohen Einfluss auf das Mikroklima hin. So zeigen die Versuchsergebnisse die Wichtigkeit einer guten Isolation der Wände und des Deckels (U-Werte $0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$). Etwas schwieriger ist jedoch eine gute Wärmedämmung des Eingangs.

4.3.2 Wärmedämmung des Zugangs eines Ferkelneests

Ferkel müssen jederzeit freien Zugang zur Ferkelkiste haben (BLV 2008). Wie aus der oben zitierten Literatur geschlossen, stellt die Wärmedämmung des Zugangs eine Herausforderung dar. So sind gebräuchlicher Weise einfache, überlappende, durchsichtige Streifenvorhänge für tiergängige Öffnungen im Einsatz. Die wärmedämmenden Eigenschaften von 2 mm Polyethylen-Folie ist sehr begrenzt, zudem ist das Abschiessen der Öffnung ungenügend dicht.

So wiesen Van Caenegem und Dörfler (2008) auf die hohe Bedeutung einer optimalen Schliessung und Passgenauigkeit der verwendeten Streifenvorhänge hin. Bereits die Verwendung eines doppelten Vorhangs (zweiter Vorhang durchgehend bis auf halbe Höhe) im Vergleich zu einem einfachen Polyethylen-Streifenvorhang brachte bei ihren Messungen eine Reduktion des Energieverbrauchs um 15%.

Aus den Resultaten von Abriel und Jais (2010) lässt sich wiederum schliessen, dass zwar die vier Wände und der Deckel einfach isoliert werden können. Mit dem verwendeten einfachen Streifenvorhang strömt jedoch noch viel Wärme durch den Eingang aus und die Isolierung des Ferkelneests damit nur ungenügend sichergestellt ist.

Selbst ein hypothetisch hermetischer Abschluss des Zugangs mit Polyethylen-Folie (2 mm, ohne geschnittene Streifen) weist lediglich einen U-Wert von $3.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Anhang II) aus. (In der Abbildung 6 mit Fläche A gekennzeichnet.) Mit diesen Werten liegt der Vorhang deutlich hinter den Werten von isolierten Wänden (U-Wert $= 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$). Bei einem Doppelnest (Rückwand identisch) ergibt sich rein rechnerisch bei Temperaturen von 18°C (Stall) und 34°C (Ferkelneest) ein ständiger Wärmeverlust von 53.28 W ($1.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 3.7 \text{ W/m}^2\text{K} \times 16 \text{ K}$) über die Polyethylen-Folie des Ausgangs. Gesamthaft verliert das Ferkelneest rund 77 W (53.28 W plus 24 W Wände und Deckel), so dass dieses hypothetische Ferkelneest rund 70 % über den Zugang verliert. Die Wichtigkeit eines guten Wärmeverschlusses beim Eingang ist offensichtlich und würde in der Realität durch die geschnittenen Streifen sogar noch ausgeprägter ausfallen.

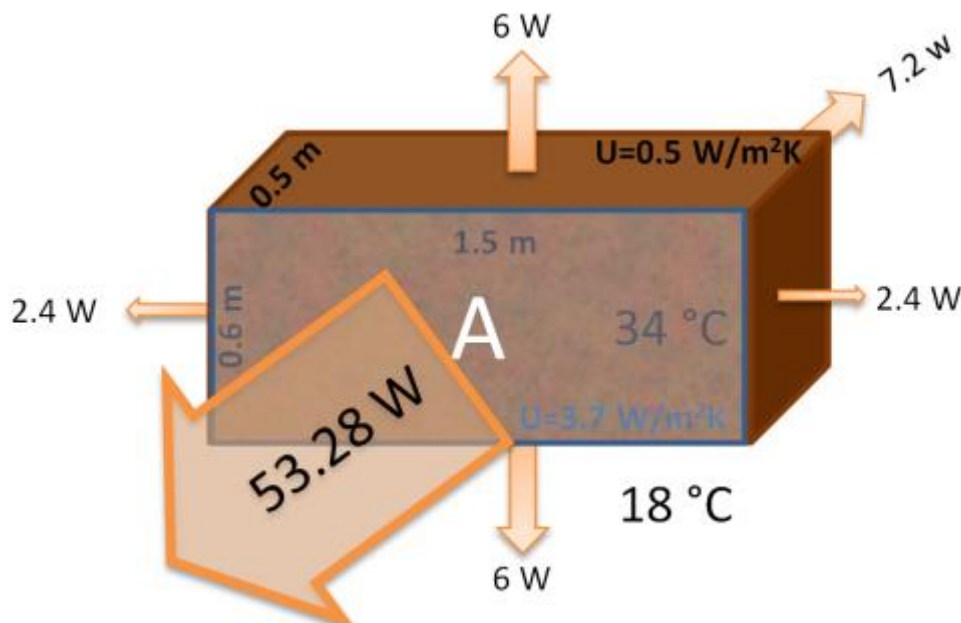


Abb. 6: Rechnerischer Wärmeverlust eines schematischen Ferkelneests mit isoliertem Deckel und Wänden, anstelle eines Streifenvorhangs vereinfacht mit einer hermetisch schliessenden PE-Folie (2mm, Fläche A) dargestellt.

Die Firma ATX setzt beim ATX Thernonest ein doppelter Streifenvorhang, ThermoPic einen säurebeständigen PE Kunststoff (10 mm) ein, der von Ueli Koller (Eschenbach) entwickelt wurde. Dieser ist doppelt mit Isolationsfolie (U-Wert $0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$) beschichtet (Angaben des Herstellers). Diese Ausstattung des Vorhangs lassen auf eine deutlich bessere Isolation und Abschluss des ATX Thernonest schliessen. Zukünftige gezielte Versuche, um dessen wichtige Wärmedämmung zu klären, sind angezeigt.

4.3.3 Ferkelnest-Heizsystem mit absenkender Temperaturkurve

Neugeborene Ferkel benötigen eine geschützte Umgebung mit Oberflächentemperaturen von $37\text{--}39^\circ\text{C}$ und Lufttemperaturen von $32\text{--}34^\circ\text{C}$ (Zentner 2006; Meyer et al. 2012). Das BLV (2009) gibt optimale Temperaturen von $33\text{--}22^\circ\text{C}$ für Ferkel an. Der Temperaturanspruch der wachsenden Ferkel nimmt dabei laufend ab.

In der Praxis wird die notwendige Heizeinstellung und Regelung, wenn überhaupt, über das Verhalten der Ferkel beurteilt und entsprechend angepasst. Liegen die Ferkel dicht auf einem Haufen in der Kiste, ist es zu kalt, liegen sie ausserhalb der Kiste, ist die Temperatur zu warm eingestellt (AEL 1996). Die Temperatur kann so durch Einschalten oder Ausschalten der Heizquelle (Infrarotlampe, Heizelement oder Bodenheizung) grob manuell gesteuert werden.

Mit einem Steuerschema kann dieser abnehmende Temperaturanspruch jedoch viel gezielter gesteuert werden. Gängige Absenkkurven starten mit 34°C und reduzieren pro Tag $1/3^\circ\text{C}$, womit man beim Absetzen der Ferkel nach 28 Tagen auf rund 25°C gelangt. Ein Steuergerät mit entsprechender Absenkkurve regelt mittels Temperaturfühler in der Ferkelkiste die jeweilige Ist-Temperatur (Abbildung 7).



Abb. 7: Steuergerät (links) eines Ferkelnestes sowie Infrarotheizplatte (rechts) im Deckel mit Temperaturfühler in der Mitte

4.4 Stromverbrauch von Ferkelnester

Eine möglichst feine und energieeffiziente Temperatursteuerung der verschiedenen dezentralen Ferkelkistenheizungen eines Abferkelstalls erfolgt am besten mit elektrisch betriebenen Heizsystemen. Im Folgenden soll anhand Literaturangaben der Stromverbrauch konventioneller, heute im Einsatz stehenden, Ferkelnester im Vergleich zu einem auf dem Markt erhältlichen energieeffizienten Ferkelnest bestimmt werden.

4.4.1 Literaturrecherche des Stromverbrauchs verschiedener Ferkelnester

Berkner (1979) wies für den Stromverbrauch eines offenen Ferkelnestes (Infrarotlampe 250 W) einen Stromverbrauch von 186 kWh/Wurf (28 Säugetage) aus. Bereits in den 80er Jahren wurden Messungen eines mit einer Holzkiste abgegrenzten Ferkelnestes gemacht. Bei ungenügenden Lufttemperaturen von knapp 25°C im Ferkelnest betrug der Strombedarf pro Wurf (39 Säugetage) im offenen Nest für die Infrarot-Lampe (250 W) 237.5 ± 129.2 kWh und in einer geschlossenen Ferkelkiste für die Infrarot-Lampe (150 W) 86.5 ± 41.4 kWh (Weber 1987). Ebenso schätzte Stuhec et al. (2002) den Stromverbrauch bei offen betriebener Infrarot-Lampe (250 W) 168 kWh/Wurf und mass bei geschlossener Kiste mit Vorhang und einem temperaturregulierten elektrischen Heizventilator 42.68 kWh/Wurf (28 Säugetage).

Bei automatischer Temperaturabsenkung einer Infrarot-Heizplatte wurde in Holzkisten aus Betonschalplatten ($U = 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$) und einfachem Polyethylen-Streifenvorhang der Stromverbrauch auf 131 kWh/Wurf (35 Säugetage) resp. 125 kWh/Wurf (21 Säugetage) berechnet. Im Vergleich dazu lag der Stromverbrauch einer Kiste mit isoliertem Deckel (Polyurethan-Kerndämmung 45 mm, $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$) und doppeltem Streifenvorhang bei 36 kWh/Wurf (35 Säugetage) resp. 35 kWh/Wurf (21 Säugetage) (Van Caenegem und Dörfler, 2008 [Werte von mir aus dem Jahresverbrauch entsprechend auf den Wurf gerechnet]).

Aufgrund der gesichteten Literatur wurden für die Systeme in **offenen konventionellen Ferkelnestern mit 180 kWh/Wurf** und in **geschlossenen konventionellen Ferkelnestern mit 130 kWh/Wurf** eingeteilt. Für die Festlegung dieser Werte wurden nur Heizsysteme berücksichtigt, welche die Solltemperatur von 30°C im besetzten Ferkelnest einhielten. Die 150 W Infrarot-Lampe erreicht die gesetzlich vorgeschriebene Temperatur nicht und wurde daher nicht berücksichtigt.

Bei Bio-Abferkelbuchten, die im Winter bei Aussentemperaturen (1.3 und 4.4 °C) betrieben wurden, zeigten verschiedene gesteuerte, elektrische Ferkelnester folgenden Stromverbrauch pro Wurf (28 Säugetage) (Bauer et al. 2013):

Anbieter	Heizsystem	Ferkelnesttemperaturen	kWh/Wurf
Filip Tech	Keramikstrahler 280 W	30.5 - 31.8 °C	75
Veng	2 regelbare Infrarotlampen à 150 W	23.3 - 26.3 °C	85
Reventa	Heizschlangen, 300 W	25.9 – 27.6 °C	108.5
ATX Thermonest	Infrarot Wärmeplatte 300 W	31.1 - 31.3 °C	37

Beim System von ATX wurden die Solltemperaturen im Nest eingehalten und gleichzeitig den tiefsten Stromverbrauch ausgewiesen. Ebenso ergaben die Verbrauchsmessungen vom ATX Thermonest im Jahr 2014 über neun Monate pro Wurf (28 Säugetage) durchschnittlich einen Stromverbrauch von 38.7 kWh (Rohdaten Anhang III).

In dieser Arbeit wird das ATX Thermonest deshalb als Standard eines energieeffizienten Ferkelnestes gesetzt. Für die weiteren Berechnungen wird der Verbrauch für ein **energieeffizientes Ferkelnest bei 38 kWh/Wurf** angesetzt.

4.4.2 Festlegung Stromverbrauch konventioneller und energieeffizienter Ferkelnester

Die Datengrundlage für die Festlegung der oben definierten Werte ist eine Schätzung aus der Literatur und unterliegt deshalb zahlreichen Unbekannten. Mit diesen aufgeführten Daten wurden die besten mir erhältlichen Angaben verwendet. Genaue weitere Messungen wurden diesen Frühling von AgroCleanTech mit anderen Ferkelnestern bereits initiiert und werden in Zusammenarbeit von Agroscope und ETH Zürich in einer Bachelorarbeit von einem ETH-Studenten bis Sommer 2016 erhoben.

Nach einer persönlichen Einteilung wurden die verschiedenen Ferkelnester wie folgt kategorisiert und bei den anschliessenden Berechnungen auf diese vereinfachten Annahmen zurückgegriffen (Tabelle 1).

Klassierung	Ferkelnest	Heizsystem	Isolation Nest	kWh/Wurf
konventionell	geschlossen	gesteuert, Infrarotlampe 250 W	Schlecht (U-Wert>2.4)	130
energieeffizient	geschlossen	gesteuert, Infrarotplatte 250 W	Gut (U-Wert = 0.5)	38

Tabelle 1: Zusammenfassung und Klassierung von Ferkelnestern und deren Stromverbrauch.

So wird im Folgenden wenn nötig zur Differenzierung vom konventionellen und energieeffizienten Ferkelnest gesprochen.

4.5 Stromsparerpotenzial mit energieeffizienten Ferkelnestern in der Schweiz

Um einen Anhaltspunkt bezüglich der Wichtigkeit und Bedeutung für die Verfolgung von Massnahmen für energieeffizientere Ferkelnester in der Schweiz zu erhalten, wird im Folgenden das Stromsparerpotenzial von energieeffizienten Ferkelnestern hergeleitet.

4.5.1 Abschätzung der Anzahl Ferkelnester in der Schweiz

Direkte statistische Zahlen zu der Anzahl Ferkelnester oder Abferkelbuchten gibt es nur aus veralteten Schätzungen aus dem Jahr 2003 mit rund 56'000 Plätzen (Erdin 2015). In der Zwischenzeit ergab sich jedoch eine Verschärfung der Haltebedingungen, Steigerungen der Anzahl Ferkel pro Wurf und zusätzlich eine Abnahme des Schweinefleischkonsums (Hofer 2015, LID 2015). Dadurch ist die Anzahl der heute benötigten Ferkelnester im Vergleich zu 2003 gesunken und es drängt sich eine Herleitung aus den aktuell vorhandenen Muttersauzahlen auf.

Der Bestand von Muttersauen in der Schweiz betrug im Jahr 2014 123'639 Tiere (Erdin, 2015). Gemäss Experten Adrian Schütz (Suisseporcs) hat eine Muttersau 2.3 Würfe und Jahr. Ein Wurf wird in der Schweiz rund 5 Wochen gesäugt. Mit einer zusätzlichen Woche für Reinigung und Einstellung belegt eine Muttersau die Abferkelbucht durchschnittlich für sechs Wochen pro Wurf. Dadurch ergibt sich pro Muttersau eine Beanspruchung des Ferkelnests für rund 14 Wochen pro Jahr. Im Jahr können somit rund 3.75 Muttersauen mit einem Ferkelnest bedient werden. Bei rund 124'000 Tieren entsteht ein Bedarf von rund 33'000 Ferkelnestern in der Schweiz.

Der Vergleich mit den 29'400 säugenden Muttersauen aus der Statistik (Erdin, 2015) passt, wenn die aufgerechnet die leerstehende Zeit (Reinigung, Einstellung) der Abferkelbuchten berücksichtigt wird.

4.5.3 Anteil elektrisch- und warmwasserbeheizte Ferkelnester

Wie unter Punkt 2.2 aufgezeigt, werden in der Schweiz die Ferkelnester elektrisch, zum Teil aber auch mit Warmwasser beheizt. Aufgrund einer Expertenbefragung (Adrian Schütz [Suisseporcs], Meinrad Pfister [Suisseporcs], Markus Sax [Agroscope]) wurde der Anteil Ferkelnester, die in der Schweiz mit Warmwasser betrieben werden, auf 25% geschätzt. Das ergibt 25'875 Nester, die elektrisch geheizt sind, wovon gemäss den Experten etwa 15% bereits auf effiziente Ferkelnester (Isolation, Vorhang, gesteuerte Temperaturabsenkung) umgestellt sind. Rund 21'000 konventionelle Ferkelnester könnten auf effiziente Ferkelnester umgerüstet werden (Abbildung 8).

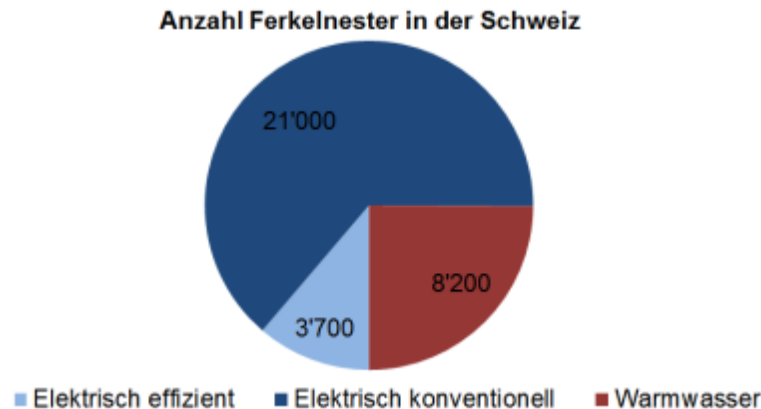


Abb. 8: Geschätzte Anzahl Ferkelnester in der Schweiz und Aufteilung in verwendetes Heizsystem (konventionell = schlecht isoliert)

4.5.4 Stromsparerpotenzial mit energieeffizienten Ferkelnester

Unter der Annahme, dass offene Ferkelnester in der Schweiz nur noch vereinzelt im Einsatz sind, wird für die Abschätzung des Stromsparerpotenzial diese zwei Typen berücksichtigt: Konventionell geschlossen (130 kWh/Wurf) und energieeffizient geschlossen (38 kWh/Wurf) (Siehe Tabelle 1) Somit lässt sich mit dem energieeffizienten Ferkelnest rund 92 kWh Strom pro Wurf einsparen. Was bei neun Würfen pro Jahr und Abferkelbuch eine Stromeinsparung von 828 kWh ausmacht.

Mit den oben geschätzten Anzahlen ergibt sich ein Stromsparerpotenzial von:

$$0.828 \text{ MWh /Ferkelnest} \times 21'000 \text{ Ferkelnester} = 17'388 \text{ MWh/a}$$

Bei einem jährlichen Energieverbrauch von 52'000 MWh/a für das Beheizen der Schweizer Abferkelställe (Van Caenegem, 2008), würde das geschätzte Stromsparerpotenzial der Ferkelnester immerhin 33 % ausmachen und ist deshalb als Massnahme unbedingt weiterzuverfolgen.

5 Wirtschaftlichkeit

Als erstes wird der Ersatz eines konventionellen Ferkelnests mit einem energieeffizienten auf dessen finanzielle Auswirkungen geprüft.

5.1 Strompreise eines Schweinehaltetrieb: Bezug- und Rückvergütungstarif

Für die Wirtschaftlichkeit von Effizienzmassnahmen spielen die Stromkosten eine wichtige Rolle. Ein durchschnittlicher Schweinehalter mit einem Stromverbrauch von 35 MWh/a ist in die Kategorie „C2“ (Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom)) eingeteilt und muss mit einem Preis von 0.186 CHF/kWh für den Bezug rechnen (Alig et al. 2015). Dieser Wert wurde für die Wirtschaftlichkeitsrechnung der energieeffizienten verwendet.

5.2 Wirtschaftlichkeit eines energieeffizienten Ferkelnests

Umso mehr die Stromeinsparung eines energieeffizienten Ferkelnests die Investitionskosten übersteigt, umso einfacher ist es, die Schweinezüchter freiwillig dazu zu bewegen, die Abferkelställe stromsparender zu betreiben. Die folgenden Wirtschaftlichkeitsrechnungen sollen die entsprechende Argumentation dazu liefern.

5.2.1 Kosten eines energieeffizienten Ferkelnests

Die Kosten für ein energieeffizientes Ferkelnest wurde auf die Kostenangaben vom ATX Thermonest abgestützt (Anhang IV). Ein Doppelnest (2 Nester) kostet komplett neu rund 2'500 CHF, was für ein Ferkelnest 1'250 CHF ausmacht. Die Lebensdauer des Ferkelnests ist laut Hersteller 10 Jahre. Im Betrieb sind lediglich als Unterhaltskosten alle fünf Jahre der Ersatz des Streifenvorhangs (120 CHF) zu rechnen. Das ergibt pro Jahr 24 CHF Unterhaltskosten.

5.2.3 Wirtschaftlichkeitsrechnung eines energieeffizienten Ferkelnests

Da ein energieeffizientes Ferkelnest 828 kWh/a Strom einsparen kann, ergibt sich beim Strompreis von 0.186 CHF eine jährliche Einsparung von 154 CHF. Folgende Resultate ergeben sich aus der Pay-Back und Annuitätenmethode (Tabelle 3):

Pay Back			Annuitätenmethode		
Investitionskosten Ferkelnest		1'250.00	Lebensdauer	10 Jahre	
Stromeinsparung kWh/ Nest a	828		Zins	3%	
Strompreis CHF/kWh	0.186		Annuitätenfaktor	0.1172	
Minderung Stromrechnung	CHF/ Ferkelnest a	154.01	Kapitalkosten	CHF/Ferkelnest a	146.50
Unterhalt Streifenvorhang	CHF/ Ferkelnest a	24.00	Unterhalt Streifenvorhang	CHF/Ferkelnest a	24.00
Nettoertrag	CHF/ Ferkelnest a	130.01	Einsparungen Stromrechnung	CHF/a	154.01
PayBack-Zeit	a	9.6	Nettoverlust	CHF/a	-16.49

Tabelle 3: Wirtschaftlichkeitsberechnung eines energieeffizienten Ferkelnests mit der PayBack- und Annuitätenmethode.

Die PayBack-Zeit von 9.6 Jahren bei keiner Förderung ist sehr nahe bei der Lebensdauer von 10 Jahren und deshalb eine Investition in energiesparende Ferkelnester aus wirtschaftlichen Überlegungen fraglich. Ebenfalls zeigt die Annuitätenmethode, dass die Stromkosteneinsparungen alleine nicht ausreichen, damit sich die Investition für die Landwirte lohnt.

6 Schlussfolgerungen

In einem tiergerechten Abferkelstall wird mit dem Einrichten von geschlossenen Ferkelnestern den unterschiedlichen Temperaturbedürfnissen von Ferkeln und Muttersau am energiesparendsten Rechnung getragen. Mit zusätzlichen energieeffizienten Ferkelnestern kann man den Energieverbrauch des ganzen Stalls deutlich reduzieren.

Ein energieeffizientes Ferkelnest zeichnet sich durch eine feine Steuerung der Nesttemperatur, sowie gut isolierte Wände und Deckel aus. Dem guten Verschluss der wärmegeprägten tiergängigen Öffnung ist hohe Bedeutung beizumessen, da hier schnell bis zu 70% der Wärmeverluste herrühren. Die gängigen einfachen Polyethylen- oder PVC-Steifen werden den wärmetechnischen Anforderungen eines solchen Eingangs nicht gerecht. Weitere Messungen und Untersuchungen zum genauen Einfluss und Gestaltung der Streifenvorhänge stellen das weitere Optimierungspotenzial von noch effizienteren Ferkelnestern dar.

Grundsätzlich kann der Stromverbrauch verschiedenster Ferkelnester mit Literaturwerten abgeschätzt werden. Inwieweit der angenommene Wert von 38 kWh/Wurf von allen auf dem Markt agierenden Anbietern von „energieeffizienten Ferkelnestern“ eingehalten werden kann, gilt es noch zu prüfen, resp. sind bereits Bestrebungen mit der Zusammenarbeit von Agroscope, ETH Zürich und AgroCleanTech am Laufen.

Damit Landwirte in energieeffiziente Ferkelnester breitflächig investieren, braucht es neben den knappen wirtschaftlichen Anreizen weitere Argumente. Eine besser Tiergesundheit sowohl der Ferkel wie der Muttersau durch die konstanteren Ideal-Temperaturen im Stall gilt es weiter argumentatorisch auszubauen. Als eine weitere Massnahme empfiehlt es sich zu prüfen, ob allfällige Förderinstrumente die Investitionskosten in energieeffiziente Ferkelnester reduzieren könnten was zu einer besseren Wirtschaftlichkeit führen könnte.

7 Literatur und Quellenverzeichnis

- Abriel Miriam und Jais Christina (2010), Gestaltung des Ferkelnestes in der Öko-Abferkelbucht , Landtechnik 5.2010: S. 2-5
- AEL (1996) Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft., Wärmesysteme für Ferkel im Praxisvergleich, AEL Merkblatt Nr. 28.
- Alig Martina, Prechsl Ulrich, Schwitter Katharina, Waldvogel Tuija, Wolff Veronika, Wunderlich Anne, Zorn Alexander und Gaillard Gérard (2015), Ökologische und ökonomische Bewertung von Klimaschutzmassnahmen zur Umsetzung auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Schweiz, Umwelt Agroscope Science, Nr. 29 / 2015 S.38 und 57
- Bauer M., Minihuber U und Hagmüller Werner (2013), Ferkelnestheizungen für den Kaltstall im Vergleich, Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein, Bio Austria Bauerntage 2014
- Berger Stefan (2014), Gewinn und Rendite von Photovoltaikanlagen, Schweizer Landtechnik 6/7 2014, S. 26-29
- Berker F., Lorenz J.(1979), Heizsysteme im Abferkelstall, Der Flüssiggas-Infrarotstrahler als Alternative zu herkömmlichen Heizsystemen im Abferkelstall. Sonderdruck Hessenbauer 49/1976
- BFE (2015), Bundesamt für Energie: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2014, Erschienen: 13.07.2015
- BFE (2016 a) Bundesamt für Energie BFE, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Bundesamt für Landestopografie swisstopo: www.sonnendach.ch
- BFE (2016 b), Bundesamt für Energie, KEV-Faktenblatt Photovoltaik Version 4.0 vom 22. Januar 2016
- BFE (2016 c), Bundesamt für Energie, Bedingungen für die Einreichung von Programmen 2016 Wettbewerbliche Ausschreibungen für Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich, Erschienen 18.1.2016
- BLV (2008), Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen: Verordnung des BLV vom 27. August 2008 über die Haltung von Nutztieren und Haustieren Art. 27. 2-3
- BLV (2009), Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen: Fachinformation Tierschutz, Stallklimawerte und ihre Messung in Schweinehaltungen, März 2009
- BSF (2015), Bundesamt für Statistik, Landwirtschaftliche Betriebsstrukturerhebung, Letzte Änderung: 23.07.2015
- Büscher, W. (2009): Energieverbraucher im Schweinestall, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft , www.ktbl.de/inhalte/themen/tierhaltung/tierart/schwein/allgemein/energieverbrauch/?MP=675-699
- Erdin Daniel (2014) Nutztierbestände der Schweiz. Agristat, LMZ 09/2014: S. 4-8
- Erdin Daniel (2015) Statistische Erhebungen und Schätzungen 2014, Agristat; S. 68
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (2015): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fassung 25.12.2015: S. 40
- Hofer Andreas (2015), Mehr Ferkel durch verbesserte Aufzuchtleistung, Suisseporcs Information 6/2015, S. 12-13
- LID (2015) Landwirtschaftlicher Mediendienst, Schweinefleischkonsum hat nachgelassen, Mediendienst Nr. 3237 vom 28. August 2015
- Neser Stefan und Neiber Josef (2013) Schweinehaltung vor neuen Herausforderungen, Effizienter Energieeinsatz im Schweine haltenden Betrieb, Landtechnisch-bauliche Jahrestagung 2013, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, S.13-27
- Neiber Josef und Neser Stefan (2010) Energieverbrauch und energetische Einsparpotenziale in der Ferkelerzeugung, Landtechnik 6.2010: S. 421-425

- Neiber Josef und Schmid Werner (2012) Sonnenstrom optimal selbst nutzen, dlz agrarmagazin Oktober 2012: S. 110-114
- Meteotest (2016), Bundesamt für Energie Solarpotentialanalyse für Sonnendach.ch, Schlussbericht, erschienen 19.02.2016, S. 28
- Meyer Eckhard, Vogel Martin und Wähner Martin (2012) Untersuchungen zu Akzeptanz und Grösse von Ferkelnestern, Landtechnik 5.2012: S.362-365
- Meyer Eckhard (2012) Auf dem Weg zur optimalen Abferkelbucht: Wie werden Ferkelnester attraktiv? Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Tierische Erzeugung, Freistaat Sachsen
- Öhlinger Christine, Dell Gerhard und Egger Christiane (2008), Stromsparen in der Landwirtschaft, O.Ö. Energiesparverband
- PVGIS (2016) Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>
- Rufer Beatrice und Probst Christian (2016), Sommerloch reduzieren, UFA-REVUE 4/2016: S. 56-57
- Rudovsky Annerose, Bachner A. und Büscher W. (1999), 18 Grad im Abferkelstall reichen aus. DLZ H.11, S.124-128
- Swissolar (2015), Faktenblatt: Strom von der Sonne (Stand September 2015) Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie, Neugasse 6 CH - 8005 Zürich
- Stuhec Ivan, Kovac Milena und Malovrh Spela (2002) Efficient heating of piglet nests, Arch. Tierz. Dummerstorf 45 (2002) 5. S. 491-499
- Van Caenegem Ludo (2008), Energieeffizienz in Abferkelställen durch Erdwärmenutzung, Energieeffiziente Landwirtschaft, KTBL Tagung 2008, Fulda: S.162-172
- Van Caenegem Ludo und Dörfler Renate (2008), Ferkelnester im Vergleich, ART-Bericht 704, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen
- Van Caenegem Ludo, Soltermann Alina und Matthias Schick (2010a), Energiesparpotenzial durch CO₂-gesteuerte Lüfrate in Abferkelställen, Landtechnik 6.2010: S. 410-413
- Van Caenegem Ludo, Jöhl Gallus, Sax Markus und Soltermann Alina (2010b), Energiebedarf bei Heizung und Lüftung mehr als halbieren, ART-Bericht 735, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen
- Van Caenegem Ludo und Sax Markus (2011) Minergie für Stallbau, Überlegungen zur Umsetzung in beheizten Ställen, Weiterbildungskurs für Baufachleute 08./09. November 2011
- VESE (2015) Verband unabhängiger Energieerzeuger, Handbuch Solarstrom-Eigenverbrauch optimieren, Stand Oktober 2015
- Weber Roland (1987) Abferkelbuchten im Kastenstand, FAT-Bericht 318, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik Tänikon
- Zentner Eduard (2006) Ursachen verschiedener Ferkelnesttemperaturen in der Praxis und Einflüsse auf das Wohlbefinden, Nutztierschutztagung Raumberg-Gumpenstein 2006, 16. November 2006: S. 25-29

Anhang

I Anhang: Kurzinfo Haltung von Schweinen

		abgesetzte Ferkel						Schweine ¹	Sauen	Zuchteber
		bis 15 kg	15-25 kg	25-60 kg	60-85 kg	85-110 kg	110-180 kg			
Fressplatz										
Fressplatzbreite pro Tier bei Gruppenhaltung	cm	12	18	27	30	33	36	45 ^{2,3}	-	-
Bodenfläche										
Kastenstände, Fressliegebuchten	cm	-	-	-	-	-	-	85 x 190 ⁴	-	-
Gangbreiten bei Fressliegebuchten	cm	-	-	-	-	-	-	180	-	-
Fressstände, verschliessbar	cm	-	-	-	-	-	-	45 x 190	-	-
Liegefläche										
Gesamtfläche pro Tier ⁵	m ²	0.20	0.35	0.60	0.75	0.90	1.85	2.5 ⁵	8 ⁷	-
davon Liegefläche pro Tier ⁸	m ²	0.15	0.25	0.40	0.50	0.60	0.95	-	3	-
bis 6 Tiere	m ²	-	-	-	-	-	-	1.2 ⁹	-	-
7-20 Tiere	m ²	-	-	-	-	-	-	1.1 ⁹	-	-
über 20 Tiere	m ²	-	-	-	-	-	-	1.0 ⁹	-	-
Am 1. Juli 1997 bestehende Abferkelbuchten	m ²	-	-	-	-	-	-	3.5 ¹⁰	-	-
Nach dem 1. Juli 1997 eingerichtete Abferkelbuchten	m ²	-	-	-	-	-	-	4.5 ¹¹	-	-
Neu eingerichtete Abferkelbuchten	m ²	-	-	-	-	-	-	5.5 ¹¹	-	-

¹ Diese Masse gelten für Schweine, die in Gruppen von ausschliesslich gleichaltrigen Tieren gehalten werden.

² Für am 1. September 2008 bestehende Fressplätze genügen 40 cm.

³ Bei der Verwendung von Abdrückungen, die in die Bucht hineinragen, muss die lichte Weite bei neu eingerichteten Fressplätzen an der engsten Stelle mindestens 45 cm betragen.

⁴ Höchstens ein Drittel der Kastenstände für Sauen darf auf 60 cm x 180 cm verkleinert sein. Falls die Kastenstände in Abferkelbuchten in der Breite und der Länge nicht verstellbar sind, müssen sie 60 cm x 180 cm aufweisen.

⁵ Werden Tiere in Ställen mit Tiefzoo gehalten, so ist die Bodenfläche angemessen zu vergrössern.

⁶ Für am 1. September 2008 bestehende Gruppenhaltungen genügen 2 m² pro Tier.

⁷ Eine Buchtenseite muss mindestens 2 m lang sein.

⁸ Bei den Anfangsgewichten darf die Liegefläche mit verschiebbaren Wänden verkleinert werden.

⁹ Eine Seite der Liegefläche muss bei neu eingerichteten Liegeflächen mindestens 2 m breit sein.

¹⁰ Davon müssen mindestens 1,6 m² fester Boden im Liegebereich von Sau und Ferkeln sein.

¹¹ Davon müssen mindestens 2,35 m² fester Boden im Liegebereich von Sau und Ferkeln sein. In nach dem 31. Oktober 2005 eingerichteten Abferkelbuchten muss in dem von der Sau begrenzten Bereich eine zusammenhängende Liegefläche von mindestens 1,2 m² mit einer Mindestbreite von 65 cm und einer Mindestlänge von 125 cm vorhanden sein. Die Mindestbreite von Abferkelbuchten muss 180 cm betragen. Buchten, die schmaler als 170 cm sind, dürfen in den hinteren 150 cm der Bucht keine Einrichtungen aufweisen.

Achtung: Die Gesamtfläche pro Tier und die dazugehörige Liegefläche gemäss der Tabelle gilt für ab dem 1. September 2008 neu eingerichtete Buchten. Für am 1. September 2008 bestehende Buchten mit Teil- oder Vollspaltenböden sowie für Buchten mit separatem Kotplatz darf die Gesamtfläche pro Tier:

- für abgesetzte Ferkel bis 25 kg 0.30 m²,
- für Schweine von 60 – 110 kg 0.65 m² und
- für Sauen 1.3 m² betragen.

Ferkelaufzuchtbuchten dürfen nur zu zwei Dritteln mit Spalten- oder Lochböden versehen sein (gilt bis 1. September 2018).

Für am 1. September 2008 bestehende Buchten müssen die Flächen gemäss Tabelle ab dem 1. September 2018 eingehalten werden.

Spaltenweiten

Betonflächenroste		
Saugferkel		9 mm
Abgesetzte Ferkel	bis 25 kg	11 mm
Schweine	ab 15 kg	14 mm
	ab 25 kg	18 mm
Sauen/Eber ¹		22 mm
Endspalten	Ferkel bis 25 kg	unter 2 oder 4-5 cm
	Schweine 25-110 kg	unter 4 oder 8-9 cm
Sauen/Eber		unter 6 oder 10-11 cm

Gusseisenroste und Kunststoffroste

Saugferkel ²		10 mm
Abgesetzte Ferkel	bis 25 kg	11 mm
Alle Kategorien	über 25 kg	16 mm

¹ Die Balkenbreite muss mindestens 8 cm betragen.

² Gusseisenroste und Kunststoffroste mit einer Spaltenweite von 10 mm dürfen auf maximal 40 % der gesamten den Tieren zur Verfügung stehenden Fläche eingerichtet werden. Diese Beschränkung des Anteils perforierter Fläche gilt nicht für Gusseisenroste und Kunststoffroste mit einer Spaltenweite von max. 9 mm.

Kurzinformation Haltung von Schweinen

Stand: 1. August 2014

Tierschutzgesetz vom 16. Dezember 2005

Tierschutzverordnung vom 23. April 2008

Verordnung des BLV über die Haltung von Nutz- und Haustieren

Vollzugsgrundsätze der aufgeführten Kantone

FL: Liechtensteinische Tierschutzgesetzgebung



Weitere Auskünfte und Informationen erhalten Sie durch die kantonale Fachstelle:

AG: Amt für Verbraucherschutz
Veterinärdienst
Obere Vorstadt 14, 5000 Aarau
Telefon 062 835 29 70
veterinaerdienst@ag.ch

Einleitung

Diese Kurzinformation gibt Ihnen einen Überblick über die wichtigsten Gesetzesvorschriften.

Beschäftigung

Schweine müssen sich jederzeit mit Stroh, Raufutter oder anderem gleichwertigem Material beschäftigen können.

Geeignete Beschäftigungsmaterialien sind solche, die kaubar, benagbar, fressbar und nicht toxisch sind, wie Stroh, Chinaschilf, Streue, entstaubte Hobelspäne und Raufutter wie Heu, Ganzpflanzensilage sowie Stroh- oder Heuwürfel.

Weichholz ist nur zulässig, wenn es flexibel an der Wand aufgehängt ist, regelmässig erneuert wird und die Schweine mindestens dreimal täglich mit einer Raufutter angereicherten Ration gefüttert werden oder ihnen Futter zur freien Verfügung steht.

Werden Beschäftigungsmaterialien auf dem Boden zur Verfügung gestellt, so muss jederzeit so viel vorhanden sein, dass sich die Tiere damit beschäftigen können.



Wasser

Schweine müssen jederzeit Zugang zu Wasser haben, ausgenommen bei Freilandhaltung, wenn sie mehrmals täglich getränkt werden.

Beleuchtung

Räume, in denen sich Schweine überwiegend aufhalten, müssen durch Tageslicht beleuchtet werden.

Die Beleuchtungsstärke muss tagsüber mindestens 15 Lux betragen, ausgenommen in Ruhe- und Rückzugsbereichen, sofern die Schweine permanent einen anderen, ausreichend hellen Standort aufsuchen können.

Allgemeines zur Haltung

Schweine, auch Minipigs und andere Rassen, müssen in Gruppen gehalten werden. Ausgenommen sind Sauen während der Säge- und Deckzeit sowie Eber ab der Geschlechtsreife.

Schweine dürfen nicht angebunden gehalten werden.

Zuchteber und Mastschweine dürfen nicht in Kastenständen gehalten werden, auch nicht zur Ausmast, bei Krankheiten oder Verletzungen.

Kastenstände für Sauen dürfen nur während der Deckzeit und höchstens während 10 Tagen verwendet werden.

Schutz vor Hitze und Kälte

Stallhaltung

Bei geschlossenen Räumen mit künstlicher Belüftung muss die Frischluftzufuhr auch bei Ausfall der Anlage gesichert sein (Alarmanlage, automatische Fensterheber).

In neu eingerichteten Ställen müssen bei Hitze (ab 25°C) für Schweine ab 25 kg in Gruppenhaltung sowie Eber Abkühlungsmöglichkeiten (Erdwärmetauscher, Zuluftkühlung, Bodenkühlung, Vernebelungsanlagen, Duschen oder Suhlen) zur Verfügung stehen.

Freilandhaltung

Ein Witterungsschutz muss allen Tieren gleichzeitig Platz bieten.

Sommer: Ab 25°C Lufttemperatur muss den Schweinen eine Suhle und bei starker Sonneneinstrahlung eine ausreichend grosse beschattete Liegefläche ausserhalb der Liegehütten zur Verfügung stehen.

Winter: Bei unterschreiten folgender Temperaturen:

- 24°C für Ferkel bis zum Absetzen;
- 20°C für Ferkel vom Absetzen bis 25 kg;
- 15°C für Schweine von 25 - 60 kg;
- 9°C für Schweine über 60 kg

muss der Boden im Liegebereich wärmedämmend, ausreichend eingestreut oder mit einer Heizung versehen sein.

In Aussenklimaställen muss eine Liegekiste oder eine ähnliche Einrichtung vorhanden sein oder die Schweine müssen die Möglichkeit haben, sich im Tiefstreubett einzugraben.

Stallböden und Liegeflächen

Für Schweine in Gruppenhaltung und Zuchteber muss ein in grösseren Flächen zusammenhängender Liegebereich vorhanden sein, der für am 1. Sept. 2008 bestehende Mastschweineställe einen Perforationsanteil von max. 5 % und bei übrigen Ställen einen Perforationsanteil im Liegebereich von maximal 2 % aufweisen darf.

Wenn der Liegebereich eine Perforation aufweist, müssen die Löcher bzw. Spalten pro Bodenelement regelmässig verteilt sein.

Diese Änderung tritt für am 1. September 2008 bestehende Haltungen ab dem 1. September 2018 in Kraft.

Kastenstände für Sauen dürfen im Deckzentrum nur zur Hälfte und in Fressliegebuchten nur zu einem Drittel mit perforiertem Boden versehen sein.

In Fressliegebuchten müssen die Gänge so breit sein, dass sich die Tiere ungehindert drehen und ausweichen können (mindestens 1.80 m).

In Gruppen gehaltene Schweine dürfen nur während der Fütterung in Fressständen oder Kastenständen fixiert werden.

Abferkelbuchten

Abferkelbuchten sind so zu gestalten, dass sich die Sau frei drehen kann.

Der Kastenstand darf nur im Einzelfall bei Bösartigkeit der Sau gegenüber den Ferkeln oder bei Gliedmassenproblemen während der Geburtsphase (Beginn des Nestbauverhaltens bis längstens zum Ende des dritten Tages der auf die Geburt folgt) geschlossen werden.

Es ist aufzuzeichnen, welche Sau aus welchem Grund fixiert wurde.

Ab dem 112. Trächtigkeitstag bis zum ersten Tag nach der Geburt ist der Sau geeignetes Nestbaumaterial zu verabreichen, welches von der Sau mit der Schnauze getragen werden kann wie z. B. Langstroh. Ungeeignet sind: Hobelspäne, Sägemehl, Zeitungsschnitzel oder Strohhacksel.

Vom zweiten Tag nach dem Abferkeln bis zum Ende der Sägezeit muss der Liegebereich der Sau und der Ferkel einmal pro Tag bodendeckend mit Langstroh, Strohhacksel, Chinaschilf oder entstaubten Hobelspänen eingestreut werden.

Unzulässige Handlungen

Bei Schweinen unzulässig oder verboten ist:

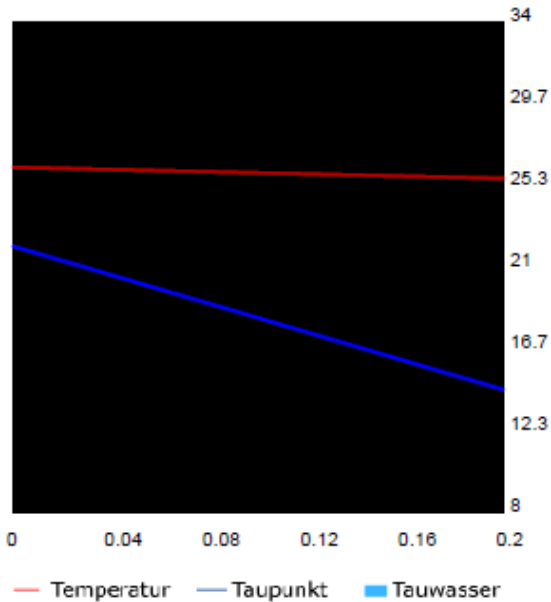
- a. das Coupiere des Schwanzes;
- b. das Abklemmen der Zähne bei Ferkeln;
- c. das Einsetzen von Nasenringen sowie Klammern und Drähten in die Rüsselscheibe;
- d. das Kastrieren von Ferkeln ohne Schmerzausschaltung.



II Anhang U-Wert PE-Folie 2 mm

Aufbau von innen nach aussen

Wand gegen unbeheizt



	Innen:	Aussen:
Temperatur:	34 °C	18 °C
Luftfeuchtigkeit:	50 %	80 %
Wärmeübergang:	0.13 m ² K/W	0.13 m ² K/W

Nr.	Schicht	Dicke [mm]	Dichte [kg/m ³]	Lambda [W/mK]	my	P [p]	Psat [p]	rel. Feuchte [%]
1	PE-Folie 020	2	960	0.2	60000	2658 1650 1650	3419 3301 2063	78 50 80

Gesamtes Bauteil	Dicke:	2 mm
	Wärmedurchgangswiderstand R:	0.27 m ² K/W
	Wasserdampfdiffusionswiderstand Z:	179.1 m ² hPa/mg

U-Wert: 3.704 W/m²K

Kondensat: 0.0 g/m²

Es fällt kein Tauwasser an

Dieses Dokument wurde mit dem U-Wert Rechner der Firma Gonon auf www.gonon.ch generiert. Es handelt sich um eine statische Wärmedurchgangs- und Dampfdiffusionsberechnung. Statische oder andere Aspekte sind weder bekannt noch berücksichtigt. Die Firma Gonon übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, welche aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen könnten. Die Benutzung erfolgt ohne Gewähr und auf eigenes Risiko des Anwenders. Folglich können durch die Nutzung keine Schadenersatzansprüche gleich welcher Art, hergeleitet werden.

III Anhang Rohdaten Versuch Strickhof 2014

Messwerte							
Versuch: "Ferkelnestvergleich"							
Wasserheizung				Stromheizung			
Datum	Zählerwert bei der Geburt / KHH	Datum	Zählerwert beim Absetzen / KWH	Datum	Zählerwert bei der Geburt / KHH	Datum	Zählerwert beim Absetzen / KWH
2.4.2014	0,141	1.5.2014	0,322	3.4.2014	17,7	1.5.	45,4
15.5.14	0,322	12.6.2014	0,519	15.5.2014	45,4	12.6.	92,5
21.6.14	0,519	24.7.2014	0,608	26.6.14	92,5	24.7.	135,7
8.8.14	0,608	4.9.14	0,728	8.8.14	135,7	4.9.14	159,5
19.9.14	0,728	16.10.	0,861	19.9.14	159,5	16.10.14	190,9
31.10.	0,861	28.11.	1,026	31.10.	190,9	28.11.	234,5
10.12.	1,026	8.1.15	1,169	10.12.	234,5	8.1.15	288,4

\emptyset = Vers p pro Nest

Auswertung Messwerte ATX Thermonest



Gemessen im Strickhof, Lindau Versuchsleiter Ritter Samuel

ATX Thermonest

Heizelement: 1230x290 280W geregelt mit einem DT1

Datum	Zählerwert bei der Geburt/KWH	Datum	Zählerwert bei Absetzen/KWH	Ø Temp	Verbrauch/KWH	Betriebstage	Verbrauch/Tag	Kosten pro Tag/CHF Fr. 0,22
03.04.2014	17,7	01.05.2014	45,4	31,4	27,7	28	0,99	<u>Fr. 0,22</u>
15.05.2014	45,4	12.06.2014	92,5	28,7	47,1	28	1,68	<u>Fr. 0,37</u>
26.06.2014	92,5	24.07.2014	135,7	32,4	43,2	28	1,54	<u>Fr. 0,34</u>
08.08.2014	135,7	04.09.2014	159,5	27,5	23,8	28	0,85	<u>Fr. 0,19</u>
19.09.2014	159,5	16.10.2014	190,9	29,6	31,4	28	1,12	<u>Fr. 0,25</u>
31.10.2014	190,9	22.11.2014	234,5	31,5	43,6	28	1,56	<u>Fr. 0,34</u>
10.12.2014	234,5	08.01.2015	288,4	32,4	53,9	28	1,93	<u>Fr. 0,42</u>
				213,5			9,67	<u>Fr. 2,13</u>
Durchschnitt				30,5			1,38	<u>Fr. 0,30</u>

IV Anhang Kostenofferte ATX Thermonest

ATX Suisse GmbH
 Herrenberg 56, 6294 Emmensee
 Tel.: 0041 (0)41 917 42 53
 Fax.: 0041 (0)41 917 42 54

unbekannter Kunde/Partner X
 Adresse in Kommentar
 CH-1111 Unbekannt

Emmensee, 13.11.2015/pbu

Offerte

Demo Offerte

Offert Nr. O.15-1104
 Mehrwertsteuer Nr. CHE-109.409.241 MWST
 Offertdatum 13.11.2015

Text	Menge	Preis	Rabatt	MWST	Betrag
0001 <i>Deckel, Heizung, Regelung</i>					
0002 Deckel Metall isoliert Kat. C	2.00 Stk	211.00		8	422.00
0003 Heizelement ATX 1230x290 - 280 Watt - Garantie 5 Jahre	2.00 Stk	315.00		8	630.00
0004 Heizungsregler DT 1 - mit Regelkurve Absenkung 1°C/3Tg - 2300VA 10A	1.00 Stk	210.00		8	210.00
0005 Fühler 5m Kabel, mit Montageset - für Einbau in Deckel, - zu Digl. Regler	1.00 Stk	75.00		8	75.00
Total Deckel, Heizung, Regelung					1'337.00
0006 <i>ATX Thermonester</i>					
0007 Bausatz 2er Saugt. mit Vorhang ohne Abtrennung	1.00 Stk	960.00		8	960.00
0008 Verschweissen 2er Nest <i>Inkl. Schweißgerät und Draht</i>	1.60 m	80.00		8	128.00
0009 Doppel-Schamier Gangselle <i>mit Anschlagplatte, kompl. mit allem Befestigungsmaterial</i>	2.00 Stk	42.50		8	85.00
Total ATX Thermonester					1'173.00
0010 <i>Montagematerial und Dienstleistung</i>					
0011 Befestigungskit Boden - 6 Befestigungsschrauben Boden mit Gummidichtung, Unterlagsscheiben	1.00 Stk	12.25		8	12.25
0012 Silkatex PRO-3WF Beutel 600ml	1.00 Stk	20.00		8	20.00
0013 Projektielerarbeiten	0.00 h	100.00		8	0.00
Total Montagematerial und Dienstleistung					32.25
Total					2'542.25
8.00 % MWST					203.38
Rundungsdifferenz					0.02
Offertbetrag (CHF)					2'745.65

Zahlungskonditionen: 30 Tage netto