



Temperieren von Tränkewasser - Frostschutz Wasser führender Leitungen

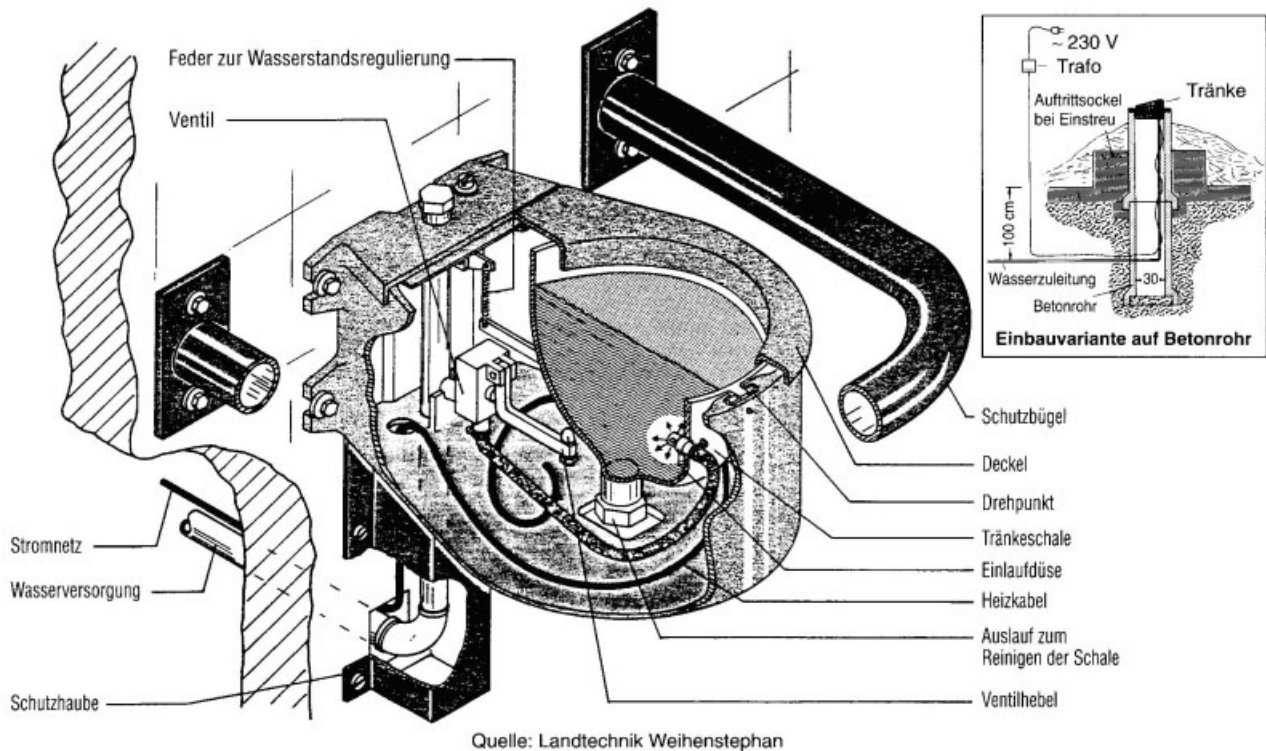


Abb. 1: Indirekte Erwärmung des Tränkebeckens (Schnittzeichnung)

Weil aus der praktischen Tierhaltung und -nutzung immer wieder Fragen zu technischen Methoden der Temperierung von Tränkewasser gestellt werden, sind dazu im Folgenden einige Hinweise zusammengestellt. Auch Hilfen zur Abschätzung des Energieverbrauchs von Tränkewassererwärmungen finden sich in diesem Merkblatt.

Kostengünstige Investitionen im Tierhaltungsbereich sind in der Regel mit bauseitigen Einsparungen verbunden, konsequent umgesetzt münden die Überlegungen hierzu im Kaltstall. Neben Baukosteneinsparungen haben sich in der Praxis auch tierphysiologische Vorteile gezeigt. Ein Nachteil des Kaltstalles ist sein in den meisten Funktionsbereichen fehlender Frostschutz. Dies kann zu unangenehmen Arbeitsbedingungen für den Menschen führen, insbesondere aber zu Problemen mit der installierten Technik. Darum ist in Verbindung mit dem Kaltstall immer ein wirksamer Frostschutz gefährdeter Technik, insbesondere der Wasser führenden Leitungen und Tränkeanlagen, erforderlich.

Immer wieder wird zudem in einzelnen Bereichen diskutiert, ob über den Frostschutz hinaus eine Tränkewassertemperierung auch aus tierphysiologischer Sicht sinnvoll ist. Hier wird über eine erhöhte Wasseraufnahme ein leistungssteigernder Effekt erwartet.

1 Tierphysiologische Voraussetzungen

1.1 Trinkverhalten und Wasseraufnahme von Schweinen und Rindern

Schweine und Rinder sind Saugtrinker. Sie bilden in der Maulhöhle einen Unterdruck, durch den das Wasser einströmen kann. Um dieses artgerechte Trinken in den verschiedenen Haltings- und Aufstallungsformen zu gewährleisten, wäre ein Tränkeangebot ähnlich dem natürlichen Wasserflächen (Bach, Teich) geboten. Diesem natürlichen Trinkwasserangebot am nächsten kommen die Beckentränken. Insbesondere aus Gründen der Hygiene, aber auch des Platzbedarfes werden häufig auch andere Tränkeformen wie zum Beispiel Nippeltränken eingesetzt, die am jeweiligen Einsatzort den besten Kompromiss aus den unterschiedlichen Anforderungen darstellen.

1.2 Wasserbedarf - Wasseraufnahmevermögen - Wasserverbrauch

Schweine zeigen einen sehr unterschiedlichen Tränkewasserbedarf. Er wird maßgeblich beeinflusst von Körpermasse, Laktation, Umgebungstemperatur und relativer Luftfeuchte sowie der Menge und dem Trockensubstanzgehalt des Futters.

Wissenschaftliche Untersuchungen liefern hierzu Anhaltswerte, die jedoch in der Praxis je nach äußeren Bedingungen (Stalltemperatur, Futtermittel, Luftfeuchte) erheblich abweichen können.

Tabelle 1: Tränkewasserbedarf bei Schweinen (Liter pro Tag, Anhaltswerte, der tatsächliche Bedarf kann je nach Umgebungstemperatur, Luftfeuchte und Futterzusammensetzung erheblich abweichen)	
< 20 kg Lebendgewicht (Lg)	2,5 bis 3,5
> 20 bis 50 kg Lg	5 bis 7
> 50 bis 90 kg Lg	6 bis 12
>90 kg Lg	10 bis 14
Säugende Sauen	ca. 30 (15 für die Sau, 1,5 pro Ferkel)

Selbstverständlich variiert auch das Wasseraufnahmevermögen, das bei einer Sau 1,0 bis 2,0 Liter pro Minute, beim Ferkel jedoch nur 0,2 Liter pro Minute beträgt (nach Lorenz).

Der tatsächliche Wasserverbrauch kann durch das Tierverhalten und durch die Formen des Angebotes

von Tränkewasser beeinflusst werden. So wurden für den Mastabschnitt 30 bis 100 kg je Tier und Tag 9,4 l bei der Anwendung von Hochdruck-Trog-sprühern und 14,6 l bei Schalentränken über Spaltenböden ermittelt. Dabei steigen mit zunehmendem Wasserverbrauch die Wasserverluste an.

Bei Rindern haben der Wassernachlauf im Verhältnis

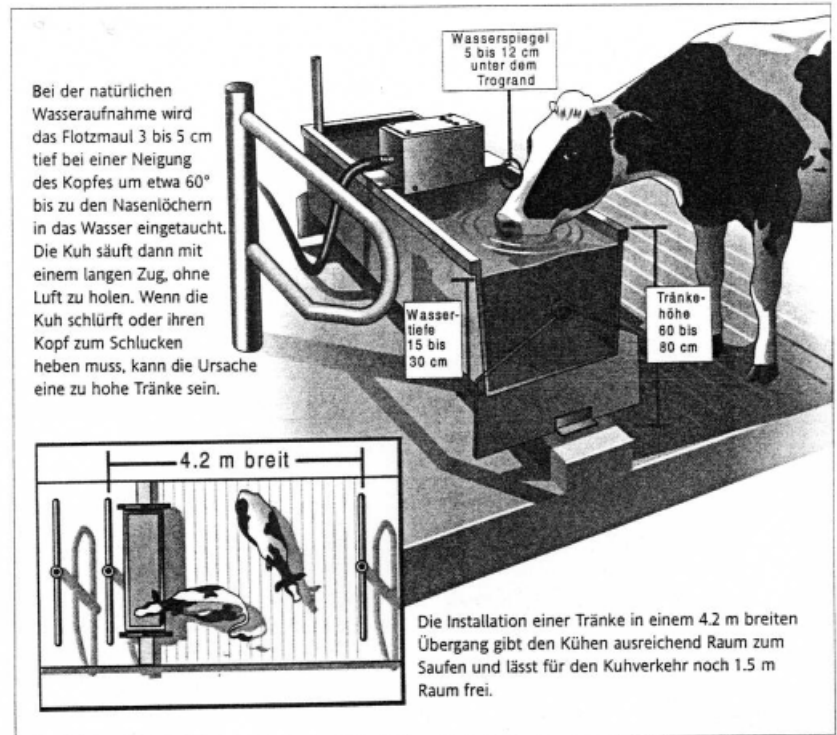


Abb. 2: Trogtränke nach Kalayci, Hannover 2002

zur Trinkgeschwindigkeit, die Wasserbevorratung im Verhältnis zur Trinkdauer, aber auch die Größe der Wasserfläche und damit die Ausformung der Tränkeschalen wesentlichen Einfluss auf das artgerechte Trinkverhalten. (Abb. 2)

Tabelle 2: Grunddaten zur Tränkewasserversorgung von Kühen

Wassermenge, abhängig von Aufnahme an Trockensubstanz	50 bis 70 l/Tag, max. 140 l/Tag
Trinkdauer je Trinkvorgang	35 s
Trinkgeschwindigkeit beim Saugtrinken	18 l/min max. 25 l/min
Wasserfläche, die beim Trinkvorgang benötigt wird	zirka 600 cm ²
Eintauchtiefe des Flotzmaules	3 bis 4 cm

In der Regel wird eine laktierende Kuh 3,5 bis 5,5 Liter Wasser je kg verzehrter Trockensubstanz aufnehmen. Ein Beispiel:

Eine Kuh mit einer Tagesleistung von 3 Litern Milch und 20 kg TS-Aufnahme wird etwa 90 Liter Wasser saufen. In Tabelle 3 wird die leistungsabhängige

Wasseraufnahme in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur dargestellt.

Tabelle 3
Tab. 2: Wasseraufnahme in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur

Milchleistung (kg/Tag)	Temperatur (°C)		
	0°C	15°C	30°C
0	37	46	62
10	47	65	83
20	63	81	99
30	77	95	113
40	91	109	127

Tränkwasser befriedigt 80 bis 90 Prozent des täglichen Wasserbedarfes der Milchkuh. Auf mangelnde Wasserzufuhr reagieren die Tiere sehr rasch. Die Milchleistung geht am gleichen Tag, an dem das Wasser nicht oder nicht ausreichend verfügbar ist, zurück. Auch auf die ausreichende Wasserversorgung der Trockensther mit einem Bedarf von täglich 40 bis 60 Liter Wasser ist zu achten.

Bei Jungrindern ist der mittlere Tränkwasserbedarf um mehr als die Hälfte, bei Kälbern ab dem 3. Lebensmonat um mehr als Zweidrittel geringer als der Basiswert für Kühe.

Aus den ermittelten Grunddaten ist für ein artgerechtes Saugtrinken u.a. ein Wassernachlauf von 0,3 l/s = 18 l/min zu fordern. Ventile und Rohrleitungen sind darauf auszulegen.

2 Wasserqualität - Temperatur des Tränkwassers

Tränkwasser muss in jedem Falle Trinkwasserqualität haben.

Vor dem Saugtrinken erfolgt eine Geschmacksprüfung durch das Tier. Sein Wahlverhalten zugunsten geschmacklich und optisch reinen Wassers ist durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt.

Das Tränkwasser für die Tierhaltung wird im Allgemeinen dem Wasserversorgungsnetz entnommen, in Einzelfällen auch der haus- oder hofeigenen Wasserversorgungs-(Brunnen-)anlage. Die Temperatur dieses Leitungswassers beträgt im Jahresdurchschnitt 10°C, in Ausnahmefällen dürften Schwankungen bis zu ± 2 Kelvin (K) eintreten, je nach Trogposition. Mit niedrigeren Temperaturen des Tränkwassers muss im Winter bei Trogränken in Offenlaufställen gerechnet werden.

Eine Temperierung von Tränkwasser bedeutet, dass dessen Temperatur wesentlich über dem genannten Durchschnittswert des Wassers aus dem Netz liegt. Ob dies auf 15°, 17°, 20°, 24°C oder mehr erfolgen soll, muss nach Tierart, Alter, physiologischen Einflussfaktoren, Fütterungskomponenten und -verfahren entschieden werden.

3 Energiebedarf

Die Errechnung des Energiebedarfes (Energienmenge) zur Erwärmung einer bestimmten Wassermenge erfolgt nach der Formel:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

- Q = Energiemenge in Wattstunden (Wh) (Q = P * t)
- P = Leistung in Watt (W)
- t = Zeit in Stunden (h)
- m = Wassermenge in Litern (l)
- c = spezifische Wärme von Wasser (1,16 Wh/l * K)
- ΔT = Temperaturdifferenz in Kelvin (K)

Rechenbeispiele:

- Basisdaten:
 10 Sauen mit 100 Aufzuchtferkeln
 10 °C IST Leitungswassertemperatur
 17 °C SOLL Tränkwassertemperatur
 ΔT 7 K

Rechenweg Aufzuchtferkel:
 1,5 l/d * 100 Ferkel * 1,16 Wh/l * K * 7 K
 = **1.218 Wh/d oder 1,22 kWh/d**

Rechenweg Sauen:
 15 l/d * 10 Sauen * 1,16 Wh/l * K * 7 K
 = **1.218 Wh/d oder 1,22 kWh/d**

Gesamtverbrauch für 10 Sauen und 100 Aufzuchtferkel **2.436 Wh/d (oder 2,44 kWh/d)**

Tabelle 4: Energiebedarf zur Tränkwassererwärmung, kWh
(nicht berücksichtigt sind Verluste, die je nach Anlagensituation 5 - 10 % betragen können)

Tränkwasser Liter	ΔT		
	5 K	10 K	15 K
10	0,058	0,116	0,174
50	0,290	0,580	0,870
100	0,580	1,160	1,740
200	1,160	2,320	3,480
500	2,900	5,800	8,700

Den Mindestenergiebedarf (kWh) zur Tränkwassererwärmung zeigt Tabelle 4. Für Leitungs- und Speicherverluste sind, insbesondere in Außenklimaställen, entsprechende Zuschläge zu machen.

Mit Hilfe der Tabelle 4 lässt sich auch der erforderliche Leistungsbedarf einer Tränkwassererwärmungsanlage abschätzen. Unterstellt man die in der linken Spalte angegebene Wassermenge als stündlich zu erwärmende Menge, so lässt sich der erforderliche elektrische Leistungsbedarf unmittelbar ablesen. Der Bedarf für größere Wassermengen kann entsprechend linear durch Multiplikation ermittelt werden. Auch hier sind entsprechende Zuschläge für Leitungs- und Speicherverluste zu machen.

Mit einer Ableitung der o.g. Formel

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} \text{ bzw. } \frac{P \cdot t}{c \cdot \Delta T}$$

lässt sich auch die Menge des zu temperierenden Wassers errechnen.

Beispiel:

Tränkwasser soll mit einer zur Verfügung stehenden Heizleistung von 2000 Watt (2 kW) von 10°C auf 17°C angehoben werden.

$$m = \frac{2000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h}}{1,16 \text{ Wh/l} \cdot \text{K} \cdot 7 \text{ K}} = 246 \text{ l}$$

Dann können mit der Leistung von 2 kW je Stunde 246 Liter oder je Minute 4,1 Liter Wasser auf 17 °C erwärmt werden.

4 Wärmeenergie gezielt zuführen

Bei der Temperierung von Tränkwasser sind infolge der geforderten relativ niedrigen Temperaturbereiche und des über einen Tag weit verteilten Bedarfes andere Maßstäbe und Verfahren anzuwenden als bei einer Warmwasserversorgung im Wohnhaus. Gebräuchlich sind einerseits die direkte Beheizung mit Strom, sowie andererseits die Nutzung der Abwärme aus der Milchkühlung mittels Plattenwärmetauscher.

Strom bietet sich vor allem wegen der geringen Jahresauslastung, der einfachen Installation und Bauweise, aber auch aus Gründen der exakten energetischen Dimensionierung und der Steuer- und Regelbarkeit für die Tränkwassertemperierung an. Generell bestehen zwei Möglichkeiten, die erforderliche Wärmeenergie zuzuführen:

- mittelbar, indem Heizwiderstände Tränkwasserzuführungsrohre und/oder Tränkebecken/Trinkschalen äußerlich erwärmen. Ein Wärmeübergang auf das Tränkwasser muss dabei möglich sein (Abb. 3)
- unmittelbar, indem Heizwiderstände das Tränkwasser erwärmen - direkt in der Trinkwasserleitung oder in kleinen Warmwasserbereitern,

die dem Tränkwasserversorgungssystem zugeschaltet werden.

4.1 Aus der Milchkühlung

In großen Milchviehbetrieben gehört die Tränkwarmwasservorwärmung mittels Plattenwärmetauscher zum Standard. Dabei wird der kuhwarmen Milch im Gegenstromverfahren Wärme entzogen. Der Landwirt erzielt einen doppelten Nutzen: Die Milch kommt vorgekühlt in den Milchtank und das Tränkwasser wird kostengünstig temperiert. Das spart elektrische Energie und Leistung zum Milchkühlen.

Mit Hilfe der o.g. Formel zum Energiebedarf für die Wassererwärmung lässt sich in diesem Fall in Verbindung mit der täglichen Milchmenge auch der Speicherbedarf für das Kühl- bzw. vorgewärmte Tränkwasser bestimmen.

4.2 Tränkebeckenbeheizung

Die Anwendung von Heizwiderständen zum Frostschutz von konventionellen Tränkebecken, z. B. beim Einbau in nicht frostsichere Laufställe, ist bekannt. Am Wasserzulauf befindet sich ein isoliert abgedichteter Heizwiderstand. Beim Betrieb temperiert er bei der Trinkschale nicht nur die Wasserzuleitung, sondern auch das Becken. Das während des Trinkvorganges nachströmende Wasser wird kaum, oder bei größeren Wasserverbrauchsmengen in kurzer Zeitspanne gar nicht erwärmt, die Trinkschale aber trotzdem frostfrei gehalten.

In Trogränken kommen neben Frostschutzwächtern auch Zusatzheizungen zum Einsatz. Diese sind nachrüstbar. **Zum Betrieb der Tränkebecken- und Trogheizung ist ein Transformator erforderlich, dessen Betriebsspannung maximal 25 V betragen darf. Er ist außerhalb der Reichweite der Tiere zu installieren.** Heizleistungen von 80, 120 und 180 Watt gewährleisten den Frostschutz, können jedoch zur Tränkwassererwärmung nur unwesentlich beitragen.

Ein Tränkebecken für Rinder und Pferde, das die Anforderungen des artgerechten Saugtrinkens gewährleistet (Abb. 1), erhielt nach Entwicklungen der Landtechnik Weihenstephan eine Heizeinrichtung für die Tränkwassertemperierung, die hier beispielhaft vorgestellt werden soll. Es ist fest an das Netz (230 V) anzuschließen und besteht im Wesentlichen aus einem Heizkabel mit einem Widerstand von zirka 14 Ohm und einer Regeleinrichtung. Bei einer Stromstärke von fast 16 Ampere hat es eine elektrische Leistung von 3,4 kW. Damit kann die Temperatur des zulaufenden Wassers (ca. 18 l/min) während des Tränkevorganges rechnerisch um bis zu 3 Kelvin angehoben werden. Die Heizleistung schaltet nur bei laufendem Wasser zu.

Wärmeverluste durch die Abstrahlung der Tränkschale müssen berücksichtigt gezogen werden. Der Nachlauf erfolgt vom Boden der Trinkschale her im gleichen Maße wie Wasser abgetrunken wird. Ein Bügel um das Tränkebecken sorgt für den mechanischen Schutz. Durch die nach VDE geforderte Schutzmaßnahme Fehlerstrom-(FI-)Schutzschaltung ist auch die elektrische Sicherheit gewährleistet.



Abb. 3 Trogränke mit frostsicher beheiztem Zu- und Ablauf (Schnellablauf-Tränkewanne, Foto: SUEVIA)

Wichtig ist bei beheizten oder isolierten Tränkebecken im Kaltstall auch der Frostschutz der Zuleitung zum Tränkebecken.

4.3 Frostschutz Wasser führender Leitungen Frostschutz durch Zirkulationssysteme

Für eine direkte Tränkewasser-Erwärmung werden Umlaufsysteme mit Heizgerät (230 V, 3 kW) angeboten. Die Funktion entspricht dem Prinzip des Durchlauferhitzers. Über ein Rückschlagventil gelangt das Leitungswasser (max. 3 bar) zum Heizgerät. Am Thermostat ist die Wassertemperatur zwischen 18 und 30 °C wählbar. Bei Anwendung in Außenklimaställen kann zur fortlaufenden und gleichmäßigen Wassererwärmung - je nach Temperatur, aber unabhängig vom Umfang und der Zeit der Tränkewasserabnahme - das Tränkewasser durch eine Pumpe (230 V, 20 W) umgewälzt werden (Abb. 4).



Abb. 4: Direkte Tränkewassererwärmung im Umlaufsystem Foto: Suevia

Durch diese Einrichtung sind mehrere Tränkebecken - für Frostschutz mit Schwimmerventil und in Reihe geschaltet - auf eine Länge bis zu 100 Meter zu versorgen. Gedämmtes Material für die Tränkewasserleitungen im Vor- und Rücklauf ist erforderlich.

Ein längerer Wasserleitungszulauf in Außenklimaställen sollte wärmegeklämt sein. Zum mechanischen Schutz kann er beispielsweise von einem Betonrohr ummantelt sein. Vielfach ist eine solche Dämmung nicht vorhanden oder nur unvollkommen möglich.

Selbstregelnde Heizbänder werden zum Schutz von Rohrssystemen angewendet. Sie stehen in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung.

Heizband als Rohrbegleitheizung

Zwischen zwei parallelen Kupferleitern befindet sich ein halbleitendes Heizelement aus vernetztem Kunststoff. Es reagiert auf die Temperatur. Bei steigender Rohrtemperatur sinkt die Heizleistung, sie steigt bei sinkender Rohrtemperatur (Selbstregelung).

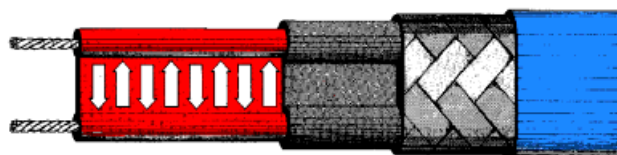


Abb. 5: Aufbau des Heizkabels der Rohrbegleitheizung

Zwischen den Kupferleitern - über Anschlusskästen an 230 V angeschlossen - fließt der Strom quer durch das halbleitende Heizelement (Abb. 5, rot) an jeder Stelle des Heizbandes. Infolge der Selbstregelung

Aufbau des Heizkabels der Rohrbegleitheizung

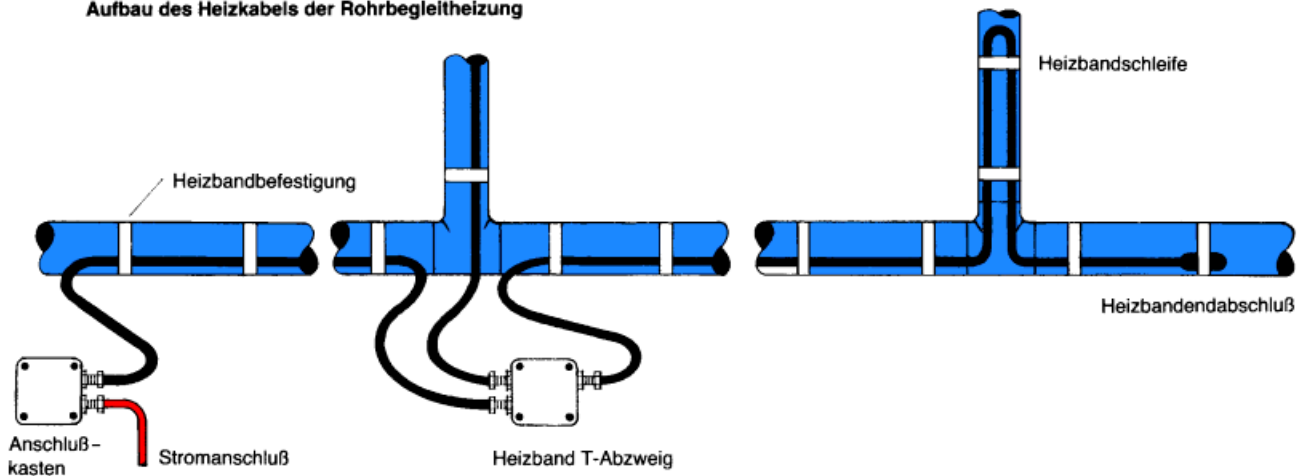


Abb. 6: Schema der Installation einer Rohrbegleitheizung

lung wird an jeder Stelle des Rohres die jeweils richtige Heizleistung zur Verfügung gestellt, d. h. sicherer Heizbandbetrieb und Energieeinsparung durch stets angepasste Leistung. Das Heizband - von der Rolle - ist beliebig abzulängen; Verzweigungen sind möglich. Es ist flach, flexibel, jedem Rohrverlauf sowie Ventilen und Armaturen anpassbar und kann gestreckt oder gewickelt gelegt werden.

Für die Auslegung der Heizleistung (W/m) des Heizbandes ist der Wärmeverlust des Rohres, basierend auf der minimalen Umgebungstemperatur und der Rohrnennweite, maßgebend. Die Heizleistung wird für die niedrigste Umgebungstemperatur ausgelegt. Der Frostschutz wird bei $\leq 5\text{ °C}$ aktiviert. Um auch bei höheren Temperaturen die Anlage mit dem geringsten Energieaufwand zu betreiben, kann eine thermostatische Steuerung (Rohrthermostat und/oder Umgebungsthermostat) zweckmäßig sein.

Anwenderfreundliche Anschluss- und Steckverbindungen für das Heizband machen seine Montage für die Elektrofachkraft einfach und senken die Montagekosten.

Die Gefährdung von Tieren und Personen durch schadhafte elektrische Leitungen (z. B. auch infolge Beschädigung durch Tiere) ist ausgeschlossen, wenn in der betrieblichen Anlage als Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme FI-Schutzschalter gemäß DIN VDE 0100 Teil 0705 eingebaut und wirksam sind (regelmäßige Prüfung). Durch einen Potentialausgleich wird dieser Schutz noch verstärkt. Dennoch sollten Energieleitungen im Tierbereich durch geeignete Schutzrohre vor mechanischen Einwirkungen (verbeißen, zertreten) geschützt werden.

Text:

Hans-Jürgen Kastroll, Simmern

Überarbeitung:

Uta Krugel, E.ON Thüringer Energie AG, Erfurt

Dr. Martin Partschefeld, Fachschule für Agrarwirtschaft und Hauswirtschaft Stadtroda

Burghard Pleßke, Fachschule für Agrarwirtschaft und Hauswirtschaft Stadtroda

Redaktion der Neuauflage:

Hartmut Kämper, AEL Frankfurt

Nachdruck, auch Auszugsweis, nur mit Genehmigung der AEL