



# Niederspannungs-Kabelheizung

**Mit den verschiedenen Leistungsklassen von 14 W, 50 W und 100 W Heizleistung und den unterschiedlichen Heizleitungslängen von 3 m bis 60 m lassen sich nahezu alle Einsatzfälle für Haus- und Gartenbesitzer optimal abdecken. Das Einsatzgebiet reicht vom Frostschutz an Dachrinnen, Gullys und Wasserleitungen bis hin zur Wachstumshilfe für Pflanzen.**

## Allgemeines

Die wesentlichen Vorteile einer Niederspannungs-Kabelheizung sind die einfache Installation und die Möglichkeit, die Heizenergie sehr gezielt einzusetzen. Die

Thermostatfunktion an der 50-W- und 100-W-Version verbessert hier nochmals die zielgenaue Dosierung der Heizenergie.

Die Installation der Niederspannungsheizung beschränkt sich im Prinzip auf das Verlegen der Heizleitung, das Anbringen von Temperatursensoren und Steuerein-

heit (nur bei den beiden Hochleistungsversionen) und die Montage des Transformators. An technischen Voraussetzungen für den Betrieb ist nur eine entsprechende 230-V-Steckdose notwendig.

Da zur Speisung der Heizleitung ein Sicherheits-Transformator eine Schutz-



## Achtung!

Da es sich bei der Niederspannungsheizung um eine Wärmequelle handelt, die, wie jede andere Heizung auch, bei falscher Handhabung eine Brandgefahr in sich birgt, sind die Installations- und Bedienhinweise zu den entsprechenden Versionen unbedingt zu beachten und einzuhalten. Vor allem ist zu beachten, dass diese Geräte nicht für den direkten Einsatz am Menschen bzw. an Tieren bestimmt sind.

Tabelle 1: Technische Daten NSH 14-3 und NSH 14-10

	NSH 14-3	NSH 14-10
Heizleistung:	14 W	14 W
Heizleitungslänge:	3 m	10 m
Heizleitung:	Einzelader, 0,75 mm <sup>2</sup>	Einzelader, 1,5 mm <sup>2</sup>
Heizleistung pro Meter:	4,67 W/m	1,4 W/m
Dauerheizen:	ja	ja
Thermostatfunktion:	nur mit ext. Thermostat	nur mit ext. Thermostat
Übertemperatursicherung:	nein	nein
Anschlusswerte:	230 V/50 Hz/0,1 A	230 V/50 Hz/0,1 A
Abmessungen (B x H x T):	49 x 43 x 75 mm	49 x 43 x 75 mm
Schutzart:	IP 65	IP 65
Gewicht (ohne Kabel):	0,5 kg	0,5 kg

**Tabelle 2: Technische Daten NSH 50 und NSH 100**

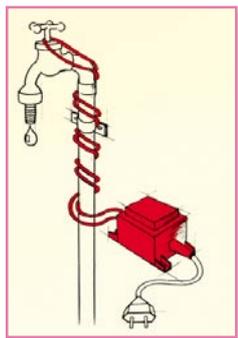
	NSH 50	NSH 100
Heizleistung:	50 W	100 W
Heizleitungslänge:	30 m	60 m
Heizleitung:	Zwillingsleitung, 0,4 mm <sup>2</sup>	Zwillingsleitung, 1,5 mm <sup>2</sup>
Heizleistung pro Meter:	1,67 W/m	1,67 W/m
Dauerheizen:	ja, schaltbar	ja, schaltbar
Thermostatfunktion:	≤4 °C	≤4 °C
Übertemperatursicherung:	≥40 °C	≥40 °C
Anschlusswerte:	230 V/50 Hz/0,25 A	230 V/50 Hz/0,5 A
Abmessungen (B x H x T):		
- Transformator:	59 x 65 x 78 mm	75 x 78 x 107 mm
- Steuereinheit:	108 x 55 x 115 mm	108 x 55 x 115 mm
Schutzart:	IP 65	IP 65
Gewicht (ohne Kabel):	1,5 kg	2,6 kg

kleinspannung erzeugt, ist die elektrische Sicherheit stets gegeben. Die Tabellen 1 und 2 geben mit den technischen Daten eine Übersicht über die verschiedenen Varianten.

### Anwendungsgebiete

Prinzipiell lässt sich eine Niederspannungs-Kabelheizung überall dort besonders vorteilhaft einsetzen, wo einzelne Gegenstände, begrenzte Flächen oder abgeschlossene Behältnisse gezielt erwärmt werden müssen. Beispiele sind Wasserleitungen und Regenrinnen, Fußmatten und Gehwege, Regentonnen und Blumenkübel.

Die Heizenergie wird dabei mit Hilfe einer je nach Leistungsvariante unterschiedlich langen Heizleitung direkt an den zu erwärmenden Gegenstand herangebracht. Der große Vorteil ist dabei, dass bei dieser Methode kaum Heizenergie „verloren“ geht. Bei der konventionellen Methode, beispielsweise zum Frostfreihalten einer Wasserleitung in einem Gartenhaus, wird das gesamte Gartenhaus samt Inhalt mit einem elektrischen Frostwächter bzw. Heizlüfter erwärmt. Der größte Teil der Energie geht dabei durch eine schlechte Wärmeisolierung verloren. So kann es sein, dass eine konventionelle Heizung mit einigen hundert Watt Heizleistung nicht ausreicht, um die betreffende Wasserleitung frostsicher zu machen, eine Kabelheizung mit gezielt eingesetzten 14 Watt Heizleistung aber schon ausreicht, um auch starkem Frost zu trotzen. So ist der Einsatz



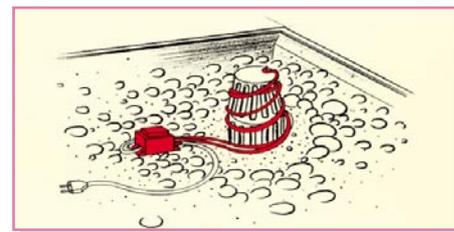
**Bild 1: Frostfreihalten von Wasserleitung und Wasserhahn**

einer gezielten Heizung via Heizkabel aus ökonomischer und aus ökologischer Sicht die sinnvollere Lösung.

Einsatzgebiete für die Kabelheizung gibt es dabei unzählige. Das oben aufgeführte Erwärmen von Wasserrohren ist wohl die klassischste Variante. Aber auch Hauswasserversorgungen, Pumpen und Wasserhähne in ungeheizten Räumen sind stark frostgefährdet. Das Einfrieren an sich ist dabei oftmals das kleinere Problem, da im Winter z. B. die Hauswasserversorgung zur Bewässerung des Gartens sowieso nicht genutzt wird. Viel gravierender ist die Tatsache, dass sich einfrierendes Wasser ausdehnt und dabei Rohre, Pumpen usw. regelrecht aufsprengt – hohe Reparaturkosten sind die Folge. Noch fataler wird es, wenn Tiere auf eine funktionierende Wasserversorgung angewiesen sind. Frieren Pferdetränken oder andere Tränkebecken ein, so muss schnell gehandelt werden. Das Wiederauftauen ist dabei extrem mühselig. Einfacher und sicherer ist es, diese Teile mit einer ELV-Kabelheizung zu schützen. Das System kann einmalig installiert werden; ein Thermostat schaltet die Heizung bei Frostgefahr dann automatisch zu. Wie man beispielsweise einen Wasserhahn und eine Wasserleitung angemessen schützt, zeigt Abbildung 1.

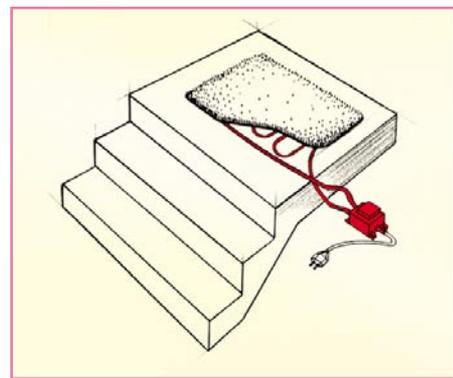
Aber nicht nur die Frischwasserversorgung will geschützt werden. Auch Abwasserrohre, Gullys, Regentonnen und -rinnen sind bei Frost gefährdet. So sorgt ein erwärmter Flachdachabfluss (Abbildung 2) für einen sicheren Ablauf von Schmelzwasser etc. Ein besonderes Einsatzfeld ist die Frostsicherung an Regenrinnen. Hier gilt es nicht, unbedingt die Regenrinne eisfrei zu halten, sondern Hauptziel ist es, Eiszapfenbildung zu verhindern. Herunterfallende Eiszapfen stellen vielfach eine erhebliche Gefahr für Fußgänger, parkende Autos etc. dar. Das Entfernen der Eiszapfen ist für Hausbesitzer allerdings sehr schwierig. Hier kann eine einmal verlegte Niederspannungsheizung Abhilfe schaffen.

Auch das Verhindern von Eisbildung



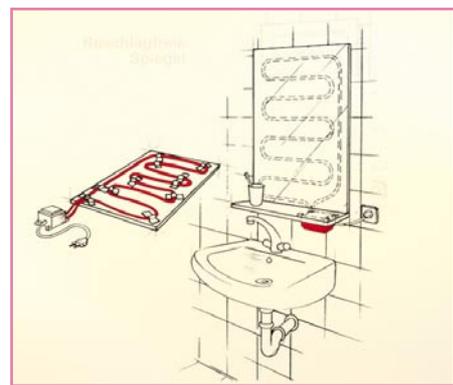
**Bild 2: Frostschutz an Flachdachabläufen und Gullys**

auf Geh- und Gartenwegen, Fußmatten, Terrassen usw. kann in den Bereich der Unfallverhütungsfunktion eingereicht werden. In den Wintermonaten ist eine Vielzahl von Unfällen in Haus und Hof auf glatte Untergründe zurückzuführen. Schon manchem ist beim Hinaustreten aus der Haustür eine vereiste Fußmatte zum Verhängnis geworden. Die unter der Fußmatte verlegte Kabelheizung (Abbildung 3) verhindert hier das Einfrieren und sorgt bei Schneefall gleichzeitig für ein automatisches Abtauen.

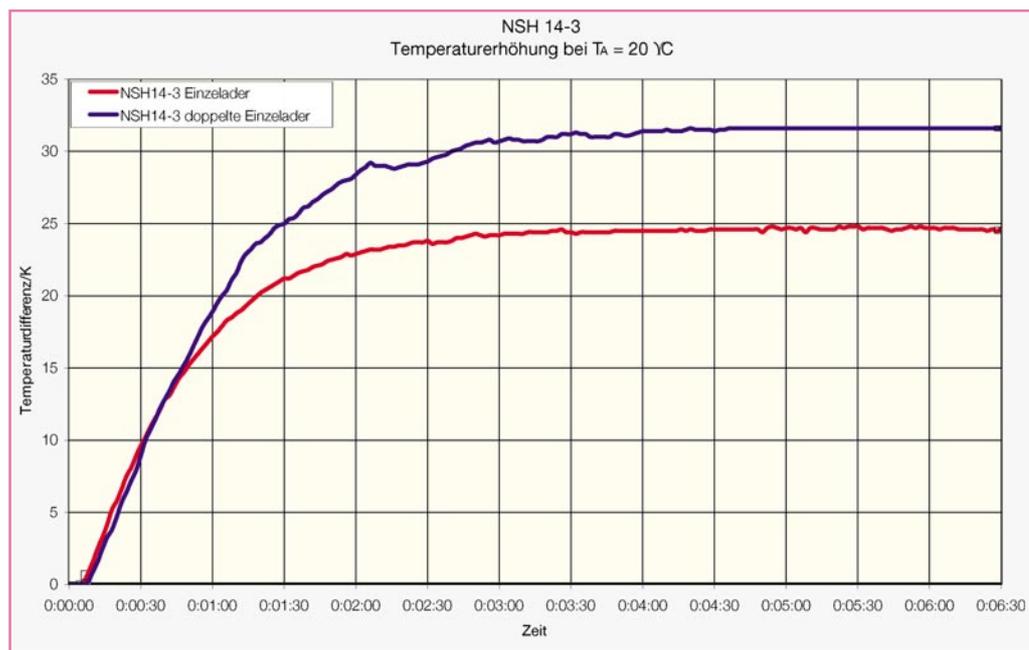


**Bild 3: Verhindern von Eis auf Fußmatten**

In den Bereich der Komfortsteigerung ist beispielsweise der Einsatz als Beschlagsschutz an Badezimmerspiegeln zu sehen. Ein leichtes Erwärmen eines Spiegels – hier wird die Heizleitung unsichtbar von der Rückseite angeklebt – verhindert, dass sich Wasserdampf auf dem Spiegel niederschlägt. Abbildung 4 zeigt das Prinzip der Anbringung.



**Bild 4: Beschlagfreie Spiegel – Montageprinzip**



**Bild 5: Temperaturerhöhung am Heizkabel der NSH 14-3**

Auch für den Hobbygärtner bietet das System mit einem gezielten Einsatz von Wärme vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Auf Terrasse und Balkon verbessert eine gezielte Erwärmung des Wurzelbereiches bei vielen Zierpflanzen das Wachstum. Viele empfindliche Pflanzen können so auch einen kalten Sommer unbeschadet überstehen. In einem Gewächshaus verlegt, kann die Niederspannungsheizung das Wachstum und den Ertrag von Nutzpflanzen verbessern.

Alle diese Anwendungen sind über eine konventionelle Heizung mit Heizgebläse etc. nicht sinnvoll realisierbar. Der Energieaufwand wäre immens, die Installation kaum durchführbar. Anders bei den neuen ELV-Niederspannungsheizungen: Die Heizleitung lässt sich direkt an dem zu erwärmenden Objekt platzieren – so geht kaum Heizenergie verloren. Mit den verschiedenen Leistungsvarianten findet sich für nahezu jeden Einsatzfall die richtige Heizung. Die korrekte Dosierung der Heizenergie kann durch die Montage sichergestellt werden. Hier stellt eine einfache Heizleitung ein Höchstmaß an Flexibilität dar. Soll beispielsweise ein Wasserrohr erwärmt werden, das vom Keller aus nach draußen geführt ist, so wird die Niederspannungsheizung innen montiert, der Temperaturfühler mit nach außen gelegt. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass das Rohr außen stärker auskühlt als innen und somit außen auch mehr Heizleistung benötigt wird, ist die Wicklungsdichte zu variieren: Daher sind im Außenbereich mehr Wicklungen aufzubringen als im Keller.

Da jede Anwendung sehr individuell ist, kann keine allgemeine Regel für die Art der Verlegung gegeben werden. So ist die Wickeldichte, d. h. die Anzahl der Wicklungen pro Meter Wasserleitung etc.,

von Material und Größe des zu erwärmenden Körpers und von der gewünschten Temperaturerhöhung abhängig. Bei Rohren lässt sich die benötigte Heizleistung durch zusätzliche Rohrisolierungen, so wie man sie aus dem Heizungsbau kennt, verringern. Einen Anhaltspunkt für die erreichbare Temperatur geben die in den Abbildungen 5, 6 und 10 dargestellten Temperaturverläufe.

Bei der Auswahl der Niederspannungsheizung ist zu bedenken, dass die Heizleitung niemals gekürzt werden darf, d. h. die gesamte Länge muss genutzt werden! Dabei ist es auch nicht zulässig, größere Leitungslängen zu bündeln!

### Funktionsprinzip

Das Arbeitsprinzip aller vorgestellten Niederspannungsheizungen ist ähnlich. Im Prinzip wird bei allen Versionen die Sekundärseite eines Sicherheits-Transformators mit einer Heizleitung beschaltet. Der eigentliche Unterschied zwischen den verschiedenen Versionen besteht in der zur Verfügung stehenden Heizleistung und, damit verbunden, in der unterschiedlichen Leitungslänge und entsprechenden Sicherheitsbeschaltungen.

Die einfachste Art, um aus elektrischer Energie Wärme zu erzeugen, ist es, einen Strom  $I$  durch einen Widerstand  $R$  fließen zu lassen. Die dabei entstehende Wärme ist abhängig von der umgesetzten Leistung  $P$ . Folgende Gleichung gibt den Zusammenhang mathematisch wieder:

$$P = I^2 \cdot R$$

Diesen Effekt kennt auch jeder Elektriker: Ein Widerstand, der in der Nähe seiner maximalen Verlustleistung betrie-

ben wird, erwärmt sich stark. Bei nahezu jedem elektrischen Heizelement kommt dieses Prinzip zum Einsatz, die verschiedenen Varianten unterscheiden sich meist nur in Form und Ausführung des Widerstandes. Ein Heizstab in einer Waschmaschine, die Kochplatte in einem Elektroherd oder der Heizdraht in einem Toaster arbeiten nach dem gleichen Prinzip.

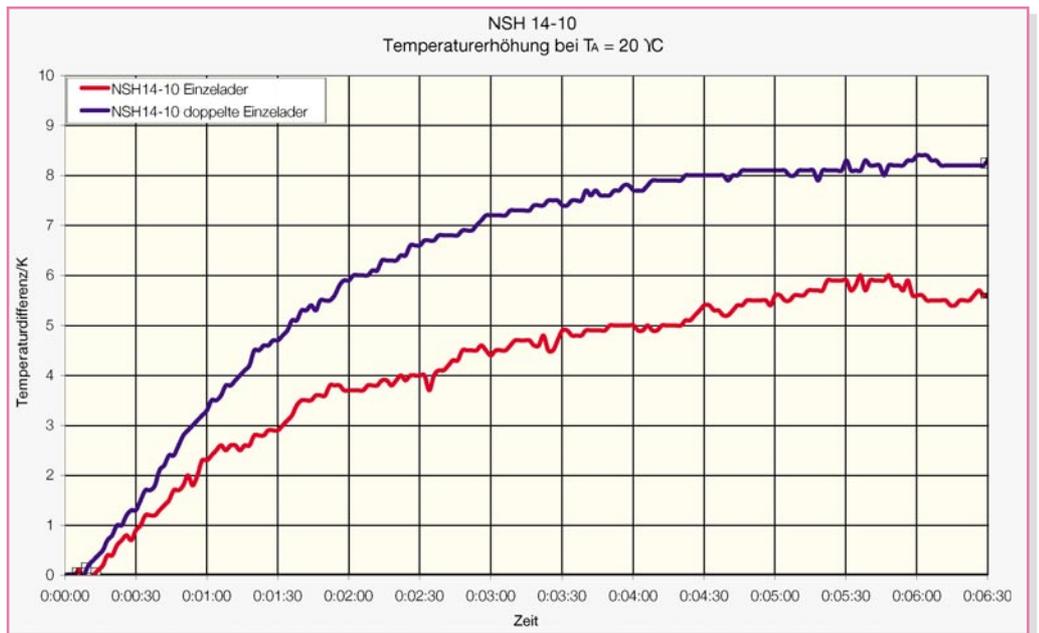
Bei den hier vorgestellten Niederspannungsheizungen ist das Heizelement ein handelsüblicher Kupferleiter. Für den Einsatzzweck als Kabelheizung kommt dabei die elektrische Eigenschaft eines Leiters zum Tragen, die ansonsten in der Technik eher unerwünscht ist: der Leitungswiderstand. Jeder elektrische Leiter, spezielle Supraleiter einmal ausgenommen, besitzt einen elektrischen Widerstand, der bei Stromfluss eine Leistung gemäß obiger Formel in Wärme umsetzt. Der Widerstand ist dabei von den Materialeigenschaften (spezifischer Leitwert  $\kappa$ ), dem Leitungsquerschnitt  $A$  und der Leitungslänge  $l$  abhängig. Vernachlässigbar sind bei dieser Anwendung Strom- und Feldverdrängungseffekte. Folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang:

$$R_{20} = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$

Mit obiger Gleichung lässt sich dann der Widerstand eines gestreckten Leiters bei 20 °C ( $R_{20}$ ) bestimmen. Ein 1 Meter langer Kupferleiter  $\kappa=56 \text{ m}/(\text{W}\cdot\text{mm}^2)$  mit einem Querschnitt von  $1,0 \text{ mm}^2$  besitzt gemäß obiger Formel einen Widerstand von  $17,8 \text{ m}\Omega$ . Hiermit kann dann über Gleichung 1 mit bekanntem Nennstrom die umgesetzte Heizleistung ermittelt werden.

Um für die unterschiedlichen Anwendungsfälle stets eine passende Kabelheizung einsetzen zu können, existieren

**Bild 6: Temperaturerhöhung am Heizkabel der NSH 14-10**



vier verschiedene Varianten. Die beiden 14-W-Versionen gibt es mit 3 m oder mit 10 m Heizleitung. Aufgrund der kleinen Heizleistung besitzen diese Typen keine Steuereinheit, d. h. hier ist die Heizleitung direkt am Transformator angeschlossen. Größere Flächen lassen sich mit der NSH 50 bzw. NSH 100 erwärmen. Diese Typen mit 50 W bzw. 100 W Heizleistung sind mit einer separaten Steuereinheit versehen, die aus sicherheitstechnischer Sicht zwingend notwendig ist. Tabelle 1 und 2 geben eine Übersicht zu den einzelnen Versionen.

### NSH 14-3, NSH 14-10

Die Niederspannungsheizung NSH 14 mit den beiden Varianten 3 m oder 10 m Leitungslänge kommt überall dort zum Einsatz, wo nur kleine Heizleistungen benötigt werden. Soll mit kleiner Leistung ein nur kleiner Bereich (z. B. ein Wasserhahn) erwärmt werden, so ist die 3-m-Variante NSH 14-3 zu verwenden. Mit einer Leistung von 4,67 W pro Meter Heizleitung erreicht sie eine relativ große Erwärmung. Bei der Wachstumshilfe in Blumenkübeln etc. ist diese Leistung ggf. schon zu groß. Mit 1,4 W pro Meter ist hier die 10-m-Variante im Allgemeinen die bessere Wahl.



**Bild 7: Heizleitung der NSH 14-3/14-10, an einer Wasserleitung montiert**

Die erzielbare Temperaturerhöhung ist in den Abbildungen 5 und 6 zu sehen. Diese Verläufe zeigen die Temperaturdifferenz zwischen der Kabeltemperatur und Umgebungstemperatur (20 °C). Die Heizleitungen sind dabei frei verlegt. Wird die Heizleitung der NSH 14-3 einzeln verlegt, so stellt sich nach ca. 5 Minuten eine Temperaturerhöhung um ca. 25 K ein, bei Verlegung als Zwillingsleitung, d. h. die Heizleitung ist einmal doppelt genommen, stellt sich eine Temperaturdifferenz von ca. 31 K ein. Werden diese großen Temperaturerhöhungen nicht benötigt bzw. muss die Leistung über eine größere Fläche verteilt werden, so ist die 10-m-Variante NSH 14-10 zu wählen. Bild 6 zeigt hier den Temperaturverlauf an der Heizleitung. Als Einzelader stellt sich eine Differenz von 6 K ein, als Doppelader verlegt von ca. 8,5 K.

### Bedienung und Installation

Der Betrieb der Niederspannungsheizungen NSH 14-3 und NSH 14-10 gestaltet sich recht einfach. Zunächst ist der Sicherheits-Transformator zu montieren. Mit den 4 Montageflanschen lässt sich der Transformator auf einem ebenen Untergrund befestigen. Anschließend muss die Heizleitung verlegt werden. Um die Wärmeverteilung zu optimieren, muss dort, wo mehr Material erwärmt werden muss oder wo die Auskühlung größer ist (z. B. im Außenbereich), auch enger gewickelt werden. Wie eine solche Wicklung für ein Wasserrohr aussehen kann, zeigt Abbildung 7. Die Fixierung am Rohr mit Kabelbindern, Klebeband etc. sorgt für einen sicheren Halt der Heizleitung. Ganz wichtig ist, dass die gesamte Kabellänge „verbraucht“ werden muss. Es ist weder erlaubt, die Heizleitung zu kürzen, noch, überschüssige Kabellänge zu bündeln.

Anschließend wird die Heizung mit dem

Einstecken des Netzsteckers in eine frei zugängliche 230-V-Netzsteckdose in Betrieb genommen. Von der Umgebungstemperatur unabhängig erwärmen diese beiden Versionen der Niederspannungsheizung jetzt ständig das umwickelte Objekt. Soll die Heizung temperaturgesteuert arbeiten, d. h. beispielsweise erst bei drohendem Frost zugeschaltet werden, so ist ein entsprechender Thermostat vorzuschalten. Hierzu eignet sich z. B. der ELV Universal Thermostat UT 100 (ELV-Best.-Nr.: 35-334-00) oder das Funk-Thermoschaltssystem FTS 100 (ELV-Best.-Nr.: 35-404-03). Damit wird die 230-V-Netzzuleitung der NSH 14 entsprechend der eingestellten Temperatur automatisch ein- und ausgeschaltet.

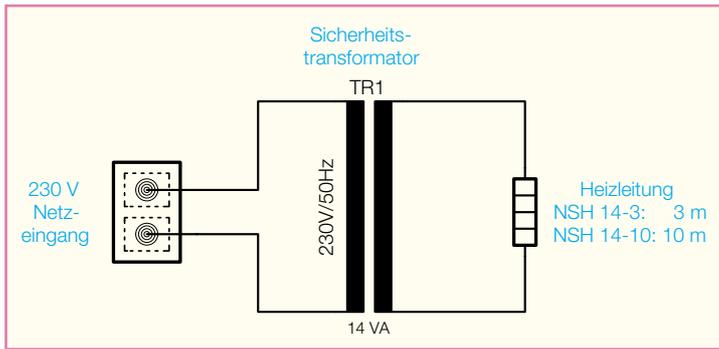
### Sicherheitshinweise

Folgende Sicherheitshinweise sind unbedingt zu beachten:

- Die 230-V-Steckdose zum Anschluss des Transformators muss frei zugänglich sein.
- Bei allen Arbeiten am Transformator ist vorher der Netzstecker zu ziehen.
- Aus Sicherheitsgründen dürfen Instandsetzungsarbeiten an Heizleitung, Transformator oder Netzzuleitung ausschließlich vom ELV-Kundendienst durchgeführt werden.
- Achtung! Brandgefahr!  
1. Überschüssige Heizleitung darf nicht



**Bild 8: Nicht zugelassene Bündelung der Heizleitung**



**Bild 9: Schaltbild zu den Versionen NSH 14-3 und NSH 14-10**

gebündelt werden. D. h. es ist nicht erlaubt, das Heizkabel ähnlich Abbildung 8 zusammenzuwickeln.

2. Die Heizleitung darf auf keinen Fall gekürzt werden.
3. Die maximale Umgebungstemperatur darf 30 °C nicht überschreiten.

**Schaltung**

Bei den beiden 14-W-Versionen besteht die gesamte Kabelheizung aus einem Sicherheitstrafo, dessen Sekundärwicklung direkt die Heizleitung speist. Abbildung 9 zeigt das Schaltbild hierzu. Der Transformator liefert eine Ausgangsspannung, die auf die Kabellänge und den Kabelquerschnitt angepasst ist. Nur so wird erreicht, dass auch die gesamte, zur Verfügung stehende Trafoleistung im Kabel in Heizleistung umgesetzt wird.

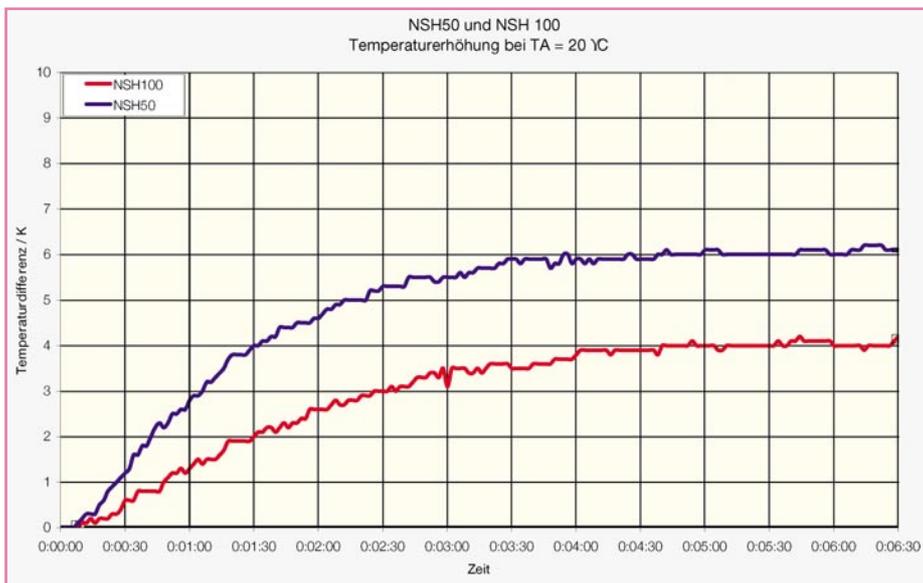
Die speziellen Sicherheits-Transformatoren arbeiten mit einer sehr kleinen Ausgangsspannung, die bei der 3-m-Version bei 1 V und bei der 10-m-Version bei 1,25 V liegt. Mit gegebenem Kabelquerschnitt und definierter Heizleitungslänge ergibt sich dann die auf dem Kabel umgesetzte Heizleistung ziemlich genau zu 14 W. Aufgrund der eher geringen Leistung ist es hier, anders als bei den im Folgenden beschriebenen Versionen mit höherer Lei-

stung, nicht notwendig, eine separate Über-temperatursicherung einzusetzen.

**NSH 50, NSH 100**

Sollen längere Objekte oder größere Flächen erwärmt werden, so muss sowohl die Heizleistung als auch die Länge der Heizleitung gesteigert werden. Mit den beiden Hochleistungsversionen NSH 50 und NSH 100, die 50 W bzw. 100 W Heizleistung an der Leitung abgeben, können beispielsweise lange, außen liegende Wasserleitungen, Regenrinnen usw. enteist bzw. frostsicher gehalten werden. Die Heizleistung der 100-W-Version verteilt sich auf insgesamt 60 m Zwillingsslitze, während die 50-W-Leistung der NSH 50 auf 30 m Leitung verteilt sind. Somit ist die Heizleistung pro Meter mit einem Wert von 1,67 W/m bei beiden Versionen gleich.

Die mit den entsprechenden Versionen erzielbaren Temperaturerhöhungen sind in Abbildung 10 zu sehen. Diese Verläufe zeigen die Temperaturdifferenz zwischen der Kabeltemperatur und der Umgebungstemperatur (20 °C). Die Heizleitungen sind dabei frei in der Luft verlegt, d. h. die Werte gelten für den so genannten „free air“-Testfall. Nach ca. 5 Minuten stellt sich bei der NSH 100 eine Temperaturerhöhung



**Bild 10: Temperaturerhöhung am Heizkabel der NSH 50 und NSH 100**

von etwas über 4 K ein. Die NSH 50 bringt es auf eine Temperaturdifferenz von > 6 K. Dass beide Heizleitungen trotz gleicher Heizleistung pro Meter nicht die gleiche Temperaturerhöhung bringen, liegt u. a. an der größeren Oberfläche des 100-W-Heizkabels. Hier kommt Zwillingsslitze mit einem Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup> zum Einsatz, während die 30-m-Leitung der NSH 50 nur 0,4 mm<sup>2</sup> im Querschnitt besitzt. Muss das Kabel seine Heizleistung an einen definierten Körper abgeben, so egalisiert sich diese Differenz wieder.

Auf den ersten Blick scheinen diese 4 K bzw. 6 K recht kleine Werte für einen Frostschutz zu sein. Zu bedenken ist, dass diese Werte für den gestreckten Leiter gelten. Erhöht man die Wicklungsdichte, so wird automatisch auch die Temperaturerhöhung gesteigert. Somit ist die letztlich mit einer verlegten Heizleitung erzielte Temperaturerhöhung wesentlich größer. In der praktischen Anwendung muss die Wickeldichte immer individuell auf den Anwendungsfall angepasst werden.

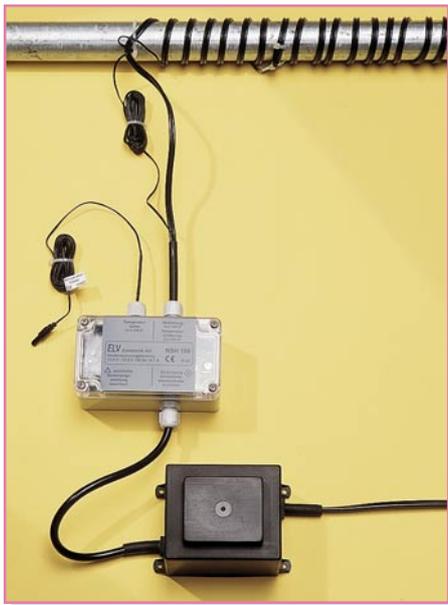
**Bedienung und Installation**

Auch der Betrieb der Niederspannungsheizungen NSH 50 und NSH 100 gestaltet sich recht einfach, obwohl die Installation geringfügig aufwändiger ist. Aufgrund der größeren Leistung ist es hier zwingend erforderlich, gewisse Sicherheitsmechanismen zu implementieren. Daher ist bei der Montage unbedingt den aufgeführten Anweisungen Folge zu leisten.

Im ersten Schritt wird auch hier der Transformator befestigt. Die vier Befestigungslaschen geben dem doch recht schweren Bauteil sicheren Halt. Anschließend ist die Steuereinheit in unmittelbarer Nähe zum Transformator zu montieren. Hier sind nach dem Abschrauben des Gehäusedeckels die Befestigungsbohrungen zugänglich. Nach der Montage muss der Deckel unbedingt wieder fest verschraubt werden.

Dann wird auch hier die Heizleitung verlegt. Um die Wärmeverteilung zu optimieren, muss dort, wo mehr Material erwärmt werden muss oder wo die Auskühlung größer ist (z. B. im Außenbereich), auch enger gewickelt werden. Wie eine solche Wicklung für ein Wasserrohr aussehen kann, zeigen die Abbildungen 11 und 12. Auch hier geschieht die Fixierung am Rohr mit Kabelbindern, Klebeband etc. Ganz wichtig ist, dass die gesamte Kabellänge „verbraucht“ wird! Es ist weder erlaubt, die Heizleitung zu kürzen, noch, überschüssige Kabellänge zu bündeln!

Ist die Heizleitung verlegt, so muss im nächsten Schritt der Fühler für die Temperatursicherung, der ja parallel mit dem Heizkabel aus dem Steuergerät herausgeführt ist, montiert werden. Dieser Fühler sorgt dafür, dass die Heizleitung bei einer



**Bild 11: Aufgebautes Gesamtsystem der NSH 100**

unzulässig hohen Kabelmantel-Temperatur abgeschaltet wird. Damit diese Schutzschaltung ordnungsgemäß arbeiten kann, muss der Sensor dort positioniert werden, wo auch im normalen Betrieb die größte Kabeltemperatur auftritt. Dies ist im Allgemeinen dort, wo die Wicklungen am dichtesten zusammen liegen.

Im Zweifelsfall ist die korrekte Position des Sensors später im Betrieb zu überprüfen. Dazu muss die Temperatur an den in Frage kommenden Stellen gemessen und verglichen werden. Am wärmsten Punkt muss der Sensor positioniert sein bzw. werden. Liegt dieser Punkt mehr als 3 m vom Steuergerät entfernt, so muss diese heißeste Stelle künstlich in die Reichweite der Temperatursicherung verlegt werden. Dies geschieht dadurch, dass die Heizleitung dort genauso verlegt wird wie an der ausgemessenen heißesten Stelle.

Wie die korrekte Montage des Temperatursensors aussieht, zeigt Abbildung 13. Zwei Kabelbinder fixieren den Sensor am Kabel, wobei darauf zu achten ist, dass der Sensorkopf direkt auf dem Kabel aufliegt.

Anschließend ist der Temperatursensor für die Frostwächterfunktion zu platzieren. Wird das Gesamtsystem außen montiert, so kann auf eine gesonderte Verle-



**Bild 12: Beispiel: Heizleitung mit Temperatursensor der NSH 50, an einer Wasserleitung montiert**

gung verzichtet werden. Ansonsten kann der Sensor über die 3 m lange Zuleitung in den frostgefährdeten Bereich gelegt werden. Zu beachten ist hier, dass ein Abstand von min. 20 cm zum Transformator bzw. zur Heizleitung eingehalten wird.

Sind die Komponenten verlegt, kann die Inbetriebnahme folgen. Mit dem Einstecken des Netzsteckers in eine frei zugängliche 230-V-Netzsteckdose ist das Gerät in Betrieb. Einziges Bedienelement ist der im Inneren des Gehäuses befindliche Umschalter, der zwischen der Betriebsart „Dauerheizen“ und der Betriebsart „Frostwächter“ wählt. Bei „Frostwächter“-Betrieb schaltet die Heizung automatisch bei Temperaturen unter +4 °C ein. Aufgrund einer implementierten Hysterese schaltet das System erst bei Werten oberhalb von ca. +5 °C wieder aus. Mit dieser Frostwächterfunktion kann das System, einmal in Betrieb genommen, quasi ständig eingeschaltet bleiben – die Frostschutzfunktion ist stets gegeben.

Die Funktion „Dauerheizen“ wird immer dann benötigt, wenn die Heizung auch bei Außentemperaturen oberhalb von +4 °C aktiv sein soll.

### Sicherheitshinweise

Folgende Sicherheitshinweise sind unbedingt zu beachten:

- Die 230-V-Steckdose zum Anschluss des Transformators muss frei zugänglich sein.
- Bei allen Arbeiten am Transformator ist vorher der Netzstecker zu ziehen.
- Aus Sicherheitsgründen dürfen Instandsetzungsarbeiten an Heizleitung, Sensoren, Transformator, Steuereinheit oder Netzzuleitung ausschließlich vom ELV-Kundendienst durchgeführt werden.
- Achtung! Brandgefahr!

1. Überschüssige Heizleitung darf nicht gebündelt werden. D. h. es ist nicht erlaubt, das Heizkabel ähnlich Abbildung 8 zusammenzuwickeln.
2. Die Heizleitung darf auf keinen Fall gekürzt werden.
3. Die maximale Umgebungstemperatur darf 30 °C nicht überschreiten.
4. Die Temperatursicherung muss gemäß Anleitung ordnungsgemäß an der heißesten Stelle der Heizleitung installiert sein.

### Schaltung

Die in Abbildung 14 dargestellte Schaltung der Niederspannungsheizung ist recht einfach und übersichtlich. Die über KL 1 zugeführte Kleinspannung wird über das Relais REL 1 geschaltet. Diese Spannung speist dann die an KL 2 angeschlossene Heizleitung. Für die Versorgung der Elektronik wird die Trafospannung, über die Sicherung SI 1 geschützt, gleichgerichtet und via IC 1 stabilisiert. Diese Konstant-



**Bild 13: Detailaufnahme zur Befestigung des Temperatursensors am Heizkabel**

spannung versorgt die Komparatorbrücken zur Auswertung der Temperatursensoren. Die ungestabilisierte Spannung „+U“ versorgt das 12-V-Relais und den Komparator IC 2.

Die Frostwächterfunktion erfüllt der Komparator IC 2 D mit Beschaltung. Der Temperatursensor hierfür ist an der Klemme KL 4 angeschlossen. Der als NTC-Widerstand ausgeführte Sensor verändert seinen Widerstand so, dass er mit fallender Temperatur hochohmiger wird. Die Schaltschwelle des Komparators ist mit dem Spannungsteiler aus R 21 bis R 23 definiert. Fällt die Temperatur, so steigt der Widerstand des Sensors und die Spannung an Pin 10 von IC 2 D steigt. Überschreitet diese den Wert, der mit R 21 bis R 23 vorgegeben wird, so wechselt der Ausgang Pin 13 auf „low“ und schaltet über den Transistor T 1 das Relais und damit die Heizung ein. Steigt die Temperatur wieder, so fällt das Potential an Pin 10 unter die Schaltschwelle, und die Heizung wird ausgeschaltet.

Um die Heizung auch bei Umgebungstemperaturen über 4 °C nutzen zu können, ist die Frostwächterfunktion abschaltbar. Wird der Schiebeshalter S 1 in die Position „Dauerheizen“ gebracht, so ist der Transistor T 1 ständig durchgesteuert und nur noch folgende Schutzschaltungen können die Heizenergie abschalten.

Da die Heizleistung mit 50 W und 100 W recht hoch ist, müssen einige Schutzmechanismen eingebaut werden, die Fehlfunktionen und Fehlbedienungen relativ zuverlässig abfangen. So ist eine Über-temperaturabschaltung notwendig, die verhindert, dass die Heizleitung unzulässig hohe Temperaturen annimmt. Weiterhin muss sicher erkannt werden, wenn ein Sensor defekt ist, d. h. einen Kurzschluss besitzt oder abgerissen ist. Diese drei Schutzfunktionen sind mit IC 2 A, B und C in Verbindung mit der logischen Verknüpfung über die Dioden D 5, D 6 und D 8

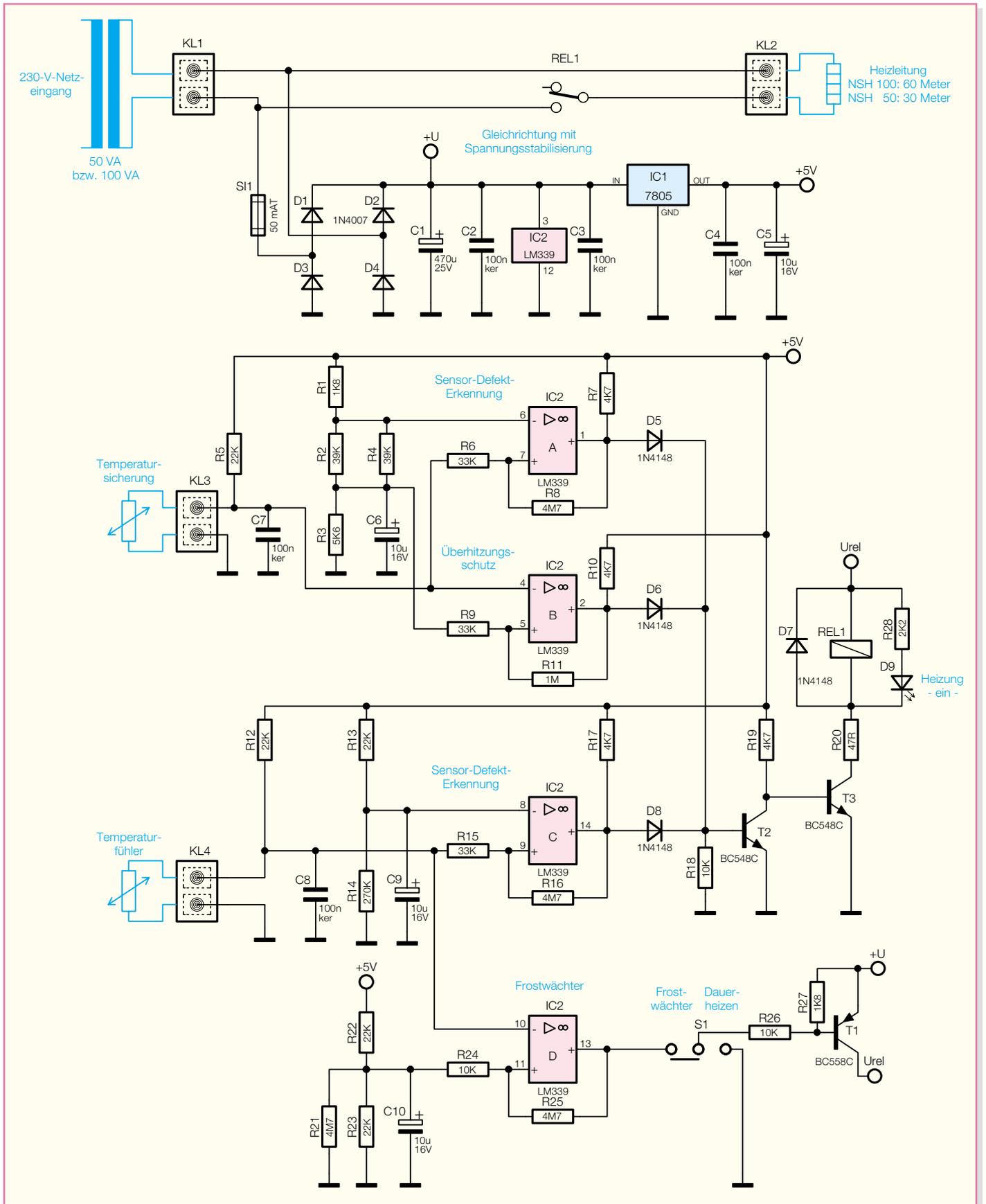
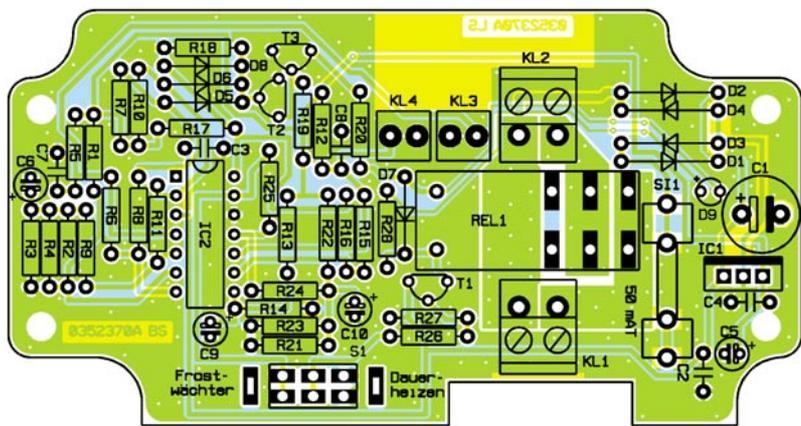
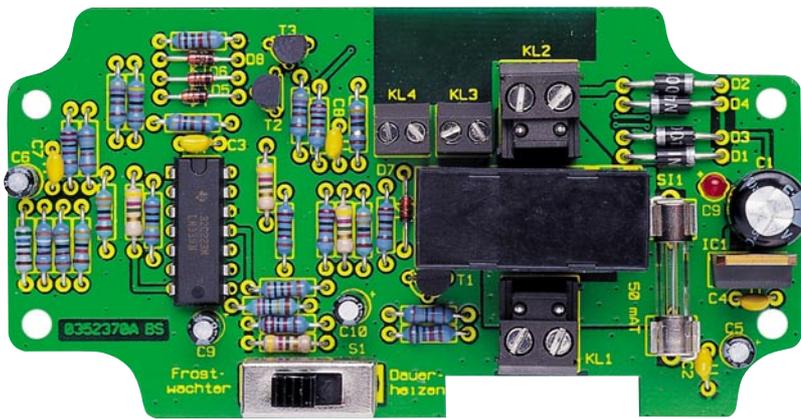


Bild 14: Schaltbild zu den Versionen NSH 50 und NSH 100

realisiert. Liegt ein Fehler vor, so geht der jeweilige Ausgang des Komparators auf High-Potential und schaltet über die Transistoren T 2 und T 3 das Relais ab.

Ein Abreißen des Sensors wird beim Temperaturfühler an KL 4 mit dem Komparator IC 2 C detektiert. In diesem Fall steigt die Spannung an der Klemme über

die mit R 13 und R 14 vorgegebene Schaltschwelle – der Komparator geht auf „high“. Der Sensor an KL 3 wird mittels IC 2 A überwacht. Auch hier steigt die Spannung



**Ansicht der fertig bestückten Platine der Niederspannungsheizung mit zugehörigem Bestückungsdruck**

an der Klemme dann über das Potential, das mit R 1 bis R 4 an Pin 6 vorgegeben ist.

Eine Übertemperatur-Abschaltung erfordert, im Gegensatz zu der „Sensor-De-

fekt-Erkennung“ wieder eine genaue Festlegung einer Schaltschwelle. Der zuständige Komparator IC 2 B erhält an Pin 4 die Information über die Sensortemperatur bzw. durch die direkte thermische Kopp-

lung die Daten über die Temperatur der Heizleitung.

Der Sensor besitzt die gleiche Charakteristik wie der Fühler der Frostwächterfunktion, so dass der Widerstand (und auch entsprechend die Spannung an KL 3) mit steigender Temperatur sinkt. Unterschreitet der Spannungswert an KL 3 den über R 3 abfallenden Spannungswert, so löst diese Temperatur-Sicherungsfunktion aus, das Relais wird abgeschaltet. Dies geschieht gemäß der Dimensionierung bei ca. 40 °C. Auch hier ist eine Hysterese implementiert, so dass das Wiedereinschalten erst bei ca. 38 °C erfolgt. Damit ist die Schaltung detailliert erläutert, und es folgen die Hinweise zum Nachbau.

## Nachbau

Der Nachbau gliedert sich im Prinzip in zwei Teile: in den Aufbau der Steuereinheit und die Konfektionierung und die Verkabelung des Systems. Der Aufbau der Steuereinheit gestaltet sich aufgrund der ausschließlichen Verwendung bedrahteter Bauteile recht einfach und kann auch vom weniger geübten Elektroniker innerhalb kürzester Zeit bewältigt werden. Alle Komponenten sind dabei auf der Bestückungsseite der 56 mm x 106 mm messenden Platine untergebracht.

Im ersten Schritt der Bestückungsarbeiten sind die Widerstände und Dioden einzusetzen. Bei Letzteren ist die Polung unbedingt sicherzustellen: Der Katodenring auf dem Bauteil ist auch im Bestückungsdruck dargestellt. Anschließend erfolgt der

### Stückliste: Niederspannungsheizung NSH 50 / NSH 100

#### Widerstände:

47 Ω	R20
1,8 kΩ	R1, R27
2,2 kΩ	R28
4,7 kΩ	R7, R10, R17, R19
5,6 kΩ	R3
10 kΩ	R18, R24, R26
22 kΩ	R5, R12, R13, R22, R23
33 kΩ	R6, R9, R15
39 kΩ	R2, R4
270 kΩ	R14
1 MΩ	R11
4,7 MΩ	R8, R16, R21, R25

#### Kondensatoren:

100 nF/ker	C2–C4, C7, C8
10 µF/16V	C5, C6, C9, C10
470 µF/25V	C1

#### Halbleiter:

7805	IC1
LM339	IC2
BC558C	T1

BC548C	T2, T3
1N4007	D1–D4
1N4148	D5–D8
LED, 3 mm, rot	D9

#### Sonstiges:

Schraubklemmleiste, 2-polig	KL1, KL2
Stiftleiste, 1 x 2-polig	KL1, KL2
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig	KL3, KL4
Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print	S1
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um, 16 A	REL1
Sicherung, 50 mA, träge	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
4 Fächerscheiben, M3	
2 Kabeldurchführungen ST-M12 x 1,5, silbergrau	
1 Kabeldurchführung STR-M12 x 1,5, silbergrau	

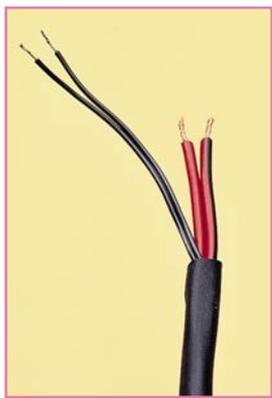
3 Kunststoffmuttern GMP-GL-M12	
2 Kabelbinder, 90 mm	
1 Temperatur-Sicherung, komplett	
1 Temperatur-Fühler, komplett	
1 Gehäuse IP 65, bearbeitet und be druckt, komplett	
10 cm Schrumpfschlauch mit Kleber, 3,2/1 mm, schwarz	

#### Zusätzlich NSH 100:

1 Sicherheitstrafo, 100 VA, 11,5 V/8,7 A	
15 cm Schrumpfschlauch mit Kleber, 9,5/3 mm, schwarz	
60 m Heizleitung, 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> , schwarz	

#### Zusätzlich NSH 50:

1 Sicherheitstrafo, 50 VA, 11,5 V/4,34 A	
15 cm Schrumpfschlauch mit Kleber, 4,8/1,5 mm, schwarz	
30 m Heizleitung, 2 x 0,4 mm <sup>2</sup> , rot	



**Bild 15: Detailaufnahme der „Verschrumpfung“ von Heizleitung und Sensorleitung**

Einbau der Kondensatoren. Auch hier ist bei den Elektrolyt-Typen die korrekte Polarität einzuhalten. Die richtige Polung des im Folgenden einzusetzenden ICs IC 2 ergibt sich aus dem Bestückungsdruck: Die Gehäuseeinkerbung am IC kennzeichnet die korrekte Lage. Die Einbaulage des Spannungsreglers IC 1 markiert der breite Strich im Bestückungsdruck, der den Kühlflansch darstellt. Bei den Transistoren ist ein falscher Einbau quasi nicht möglich, da hier die Pinanordnung die Position festlegt. Die LED, die eine aktivierte Heizung kennzeichnet, ist dann gemäß angegebener Polarität einzulöten. Der im Bestückungsdruck gekennzeichnete Pluspol entspricht am Bauteil dem längeren Anschlussbein. Als Einbauhöhe sind 10 mm (von der Platinenoberseite bis zur Diodenkörperspitze gemessen) einzuhalten.

Der anschließend zu bestückende Platinsicherungshalter SI 1 ist gleich mit der entsprechenden Sicherung zu versehen. Beim Einbau der Klemmen ist zu beachten, dass die mit KL 1 und KL 2 bezeichneten Typen zweiteilig sind. Hier sind zunächst die Stiftleisten einzulöten und dann die Klemmsteine aufzustecken. Den Abschluss der Bestückungsarbeiten bildet dann das Einlöten von Relais und Schiebeschalter.

Bevor die Platine ins Gehäuse eingesetzt wird, ist sie auf korrekte Bestückung und Lötfehler hin zu untersuchen. Zum Gehäuseeinbau wird die Platine seitenrichtig ins Gehäuseunterteil eingesetzt und mit



**Bild 16: Detailaufnahme des eingeschrumpften Kabelendes der Heizleitung**

vier M3-Schrauben und unterlegten Fächerscheiben fixiert.

Vor der endgültigen Verkabelung sind hier noch einige Vorbereitungen notwendig. Zunächst sind in das Gehäuse die Kabeldurchführungen einzuschrauben. Der Typ ST-M ist in die Bohrungen des AC-Einganges und des Heizleitungsausganges einzuschrauben. Der Typ STR-M mit dem kleineren Quetschdurchmesser dichtet die Bohrung des Temperaturfühlers ab.

Bevor die Leitungen eingeführt und angeschraubt werden, sind diese noch mit einem Schrumpfschlauch besser an die Kabeldurchführung anzupassen. Bei der Zuleitung zum Temperaturfühler geschieht dies mit dem kleinen Schrumpfschlauch (3,2 mm Durchmesser). Dieser ist ca. 40 mm vom Kabelende zu positionieren und sorgfältig zu verschrumpfen.

Da die Kabeleinführung für die Heizleitung zusätzlich auch den Sensor der Temperatursicherung mit aufnimmt, sind hier beide Kabel miteinander zu „verschrumpfen“. Abbildung 15 zeigt hier eine Detailaufnahme. Hierzu wird ein 10 cm langes Schrumpfschlauchstück (NSH 100: ca. 10 mm Durchmesser, NSH 50: ca. 5 mm Durchmesser) auf beide Leitungen aufgeschoben und ca. 20 mm vom Ende der Heizleitung entfernt positioniert. Die Sensorleitung ist ca. 20 mm länger zu lassen als die Heizleitung. Anschließend ist auch hier die Einschrumpfung vorzunehmen.

Erst dann erfolgt die Verdrahtung des Heizsystems: Die Leitung des Temperaturfühlers wird durch die entsprechende Kabeldurchführung eingeführt und in der Klemme KL 4 verschraubt – die Polung ist dabei unerheblich. Auch die Heizleitung wird zusammen mit der Sensorleitung für die Temperatursicherung entsprechend eingeführt und angeschlossen. Folgende Reihenfolge erleichtert die Verkabelung:

1. Heizleitung an den Klemmstein von KL 2 anschrauben
2. Temperatursensor-Zuleitung in KL 3 einschrauben
3. Klemmstein mit der Heizleitung auf die Stifte von KL 2 aufsetzen

Damit der Heizstrom auch fließen kann, sind die beiden Adern der Zwillingsleitung am Ende kurzzuschließen. Dies geschieht durch sorgfältiges Zusammenlöten. Die Lötstelle wird anschließend mit Hilfe eines 5 cm langen Schrumpfschlauchstückes isoliert und abgedichtet. Dabei muss während der Erwärmens der vordere Teil des Schrumpfschlauches mit Hilfe einer Zange zusammengequetscht werden (siehe Abbildung 16).

Am Wechselspannungseingang ist dann der Transformator anzuschließen. Dazu ist zunächst die am Transformator befindliche Sekundärleitung auf eine verbleibende Länge von ca. 30 cm zu kürzen. Der Außen-

mantel ist auf 20 mm zu entfernen und die Innenadern sind auf 5 mm abzuisolieren. Anschließend wird auch diese Leitung durch die Kabeldurchführung eingeführt und in der Klemme KL 1 verschraubt. Auch hier lässt sich der Klemmstein zur einfacheren Montage abnehmen.

Sind alle Kabel ordnungsgemäß angeschlossen, werden die Kabeldurchführungen festgezogen. Dabei ist auf exakte Klemmung zu achten, da diese Teile für die „Wasserresistenz“ der Schaltung von großer Bedeutung sind. Nur bei korrekter Montage kann die Schutzart IP 65 eingehalten werden.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen, und es folgt ein kurzer Funktionstest.

## Funktionstest

Nach dem Aufbau der Schaltung muss die korrekte Funktion, vor allem die der sicherheitsrelevanten Schutzschaltungen, getestet werden. Die Inbetriebnahme erfolgt mit dem Einstecken der 230-V-Netzzuleitung. Anschließend wird die Heizung mit dem Schiebeschalter auf Dauerheizen gestellt. Die dann aufleuchtende LED kennzeichnet die aktive Heizung. Anschließend sind nacheinander die Klemmen KL 3 und KL 4 der Temperatursensoren zu lösen. Wird der Kontakt jeweils unterbrochen, so muss die Heizung ausschalten.

Ist dieser Test bestanden, so muss die Übertemperaturabschaltung kontrolliert werden. Dazu ist der Sensor der Temperatursicherung zu erwärmen – am einfachsten geschieht dies mit dem LötKolben, der aus einigen Zentimetern Entfernung in der Lage ist, den Sensor auf über 40 °C zu bringen. Auch dann muss die Heizung ausschalten.

Damit sind die wichtigen sicherheitsrelevanten Tests abgeschlossen. Der Test der Frostwächterfunktion kann abschließend mittels Kältespray oder, falls dies nicht griffbereit ist, mit Hilfe von Eiswasser verifiziert werden. Die Heizung ist dazu in die Frostwächterfunktion (Schalter S 1) zu bringen. Die Heizung muss dann nach dem Abkühlen des Temperaturfühlers automatisch einschalten und nach leichter Erwärmung wieder ausschalten. Damit sind Nachbau und Funktionstest abgeschlossen.

Nach der Installation des Systems gemäß den Anweisungen in den Abschnitten „Bedienung und Installation“ und „Sicherheitshinweise“ steht dem Einsatz nichts mehr im Wege.

Die energiesparende Heizvariante mittels der ELV-Niederspannungsheizungen ist sehr viel gezielter anwendbar und dosierbar als beispielsweise konventionelle Frostwächter und daher sowohl ökologisch als auch ökonomisch die sinnvollere Variante. 