



Überbetriebliche Lehrunterweisung (ÜLU)

Die ÜLU wurde von den Handwerkskammern als Pflichtbestandteil der Ausbildung zum Kälteanlagenbauer beschlossen.

Die Inhalte der ÜLU für den Mechatroniker/in für Kältetechnik wurden 2008 neu konzipiert und beschlossen. Seit September 2009 werden nur noch die neuen Lehrgänge durchgeführt.

GKK 2 Wochen

Grundfertigkeiten der Verbindungstechniken in Kälte- und Klimatechnik
(Im 1. Lehrjahr)

KK1 1 Woche

Elektro- und Steuerungstechnik in Kälte- und Klimaanlage Teil 1
(Im Zeitraum bis zum 18. Monat)

KK2 1 Woche

Umwelt und Ökologie in der Kälte- und Klimatechnik
(Ab dem 19. Monat)

KK3 2 Wochen

Montage von Anlagen und Systemen in der Kälte- Und Klimatechnik
(Ab dem 19. Monat)

KK4 1 Woche

Elektro- und Steuerungstechnik in Kälte- und Klimaanlage Teil 2
(Ab dem 19. Monat)

Firmeninformation zum Lehrgang GKK (2 Wochen)

Theorie

(ca. 6 Unterrichtseinheiten)

- Löten: Definition, Unterschied Hart-/ Weichlöten, Lotarten, Lotbestandteile, Arbeitstemperaturen, Sicherheitsbestimmungen
- Bördeln: zu den versch. Rohrdurchmessern werden gängige Zollgrößen (7/16, 5/8, ¾, 7/8, 1 1/16), die genormten Borddurchmesser und dazugehörige Schlüsselweiten besprochen, Vor- und Nachteile des Bördelns benennen
- Armaflex-Isolieren: Gründe für Isolierung: Verhinderung der Kondensatbildung, Erhöhung der Kälteleistung, Verringerung der Verdichtungsendtemperatur
- Elektro-Technik: versch. Arten von Schaltplänen (Stromlaufplan, Bauschaltplan) lesen, Unterschied zw. Leistungsteil und Steuerteil, Verbrauchern und Schaltgeräten, Symbolik sowie Grundverständnis von Bauteilen (Hauptschalter, Leitungsschutzschalter, Schaltschütz, Druckwächter, Thermostat, Magnetventil, Vdi-Motor, Vda-Lüfter) damit eine einfache Steuerung funktionsgerecht verdrahtet werden kann, Erstellen eines Bauschaltplanes nach Vorgabe des Stromlaufplanes

Praxis

- Löten: Hartlöten von Cu/Cu mit L-Ag5P (u. a. Bedieng. Expanderzange, Aushalser) 14 UE
Hartlöten von Cu/Cu, Cu/Ms, Cu/Fe mit L-Ag34Sn 10 UE
Weichlöten von Cu/Cu/St 2 UE
- Biegen / Bördeln: versch. Biegeteile d10, 12, 16 mm nach Vorgabe mit Rohrbiege auf Maß biegen (Toleranz ± 1 mm), Biegen von Rohr d6 mm mit Hand, Biegen mit Einhandbiege und Biegefeder, versch. Bördeleisen kennenlernen, Entgraten, Bördeln, Verrohrung eines einfachen Kältekreislaufes einschließlich Bördeln und Druckprobe mit Stickstoff 24 UE
- Armaflex: versch. Isolierarbeiten sauber durchführen, nachträgliches Isolieren von Bögen aus Einzelsegmenten 2 UE
- Elektro-technik: Abmanteln, Abisolieren, Verwendung von Aderendhülsen und Quetschverbindern, Verdrahtung einer Kältesteuerung einschl. Anschluss von Verbrauchern 10 UE
- praktische Abschlussarbeit: Herstellen eines Modells „Überfluteter Verdampfer“ nach Zeichnung (beinhaltet im Wesentlichen Kenntnisse zum Anreißen, Bohren, Biegen, Löten, Bördeln), 10 UE

Gegebenenfalls werden, falls zeitlich möglich, weiterhin vermittelt:

- andere zul. Rohrverbindungen: Flare-Fitting (lösbar), Lokring- Verbindung (nicht lösbar), Biegen von Ösen aus starrem Draht (z.B. für Anschluss Motorklemmbrett) 2 UE
- allg. Inhalte: Arbeitsschutz - insbesondere bzgl. elektrischer Anlagen, Lötarbeiten

Gesamt: 80 UE

Firmeninformation zum Lehrgang **KK1 (1 Woche)**

Die Auszubildenden sollen mit nachfolgenden Kenntnissen vertraut gemacht werden:

Theorie/Labor

Grundlagen:	Definitionen von elektrischen Grundgrößen wie Spannung, Strom, Widerstand, elektrische Leistung & Energie	3 UE
Berechnungen:	zu den Grundgrößen, sowie Stromdichte, Temperaturabhängigkeit von Widerständen (Motorwicklung) & Abtauheizung; Leitungsberechnung; Leistungsermittlung mittels Zählerumdrehungen	3 UE
Messtechnik:	Unterscheidung von Messgeräten; Messen und Protokollieren von Spannung, Strom, Widerstand (Reihenschaltung, Parallelschaltung), Leistungsfaktor und Blindleistung	6 UE

Praxis/Werkstatt

Kälteanlage:	Rohrmontage nach RI-Fließbild (Umluftabtauung); Druckstandsprobe ; Evakuieren; Kältemittel füllen nach vorgegebener Füllmasse; Inbetriebnahme; Einstellungen der Thermostate und Druckwächter nach Vorgabe; Kontrolle der TEV-Überhitzung	10 UE
Elektrotechnik:	Entwurf des Bauschaltplans nach vorgegebenem Stromlaufplan, Verdrahtung im Schaltkasten, Verkabelung und Anschluss elektrischer Betriebsmittel (Verflüssigungssatz, Lüfter, Magnetventil, Druckwächter, Thermostat) unter Berücksichtigung der einschlägigen VDE-Normen; Auswahl der elektrischen Anschlussleitungen; Ersatz des Thermostaten durch elektronischen Thermostat; Ergänzung zur Pump-down – Schaltung	10 UE
Messtechnik:	Einführung zu Schutzmaßnahmen und Sicherheitsprüfung nach VDE 0701; Messung von Betriebsspannung und –strom; Messungen bei Fehlersuche mit Spannungs- und Durchgangsprüfer; Verwendung von Kältemittelwaagen und Vakuummeter nach Einweisung	6 UE
gegebenenfalls:	Umbau zur Elektroabtauung	
allg. Inhalte:	Arbeitsschutz, insbesondere bzgl. elektrischer Anlagen	2 UE

Gesamt: 40 UE

Hinweis: Die gelb hinterlegten Inhalte wurden bereits im vorherigen Lehrgang vermittelt.

Firmeninformation zum Lehrgang KK2 (1 Woche)

Theorie:

Der Azubi sollte nachfolgende Kenntnisse beherrschen:

- Gefährdungen der Kältemittel in der Umwelt (Ozonabbau, Treibhauseffekt)
- Kältemittel nach Umweltgefährdung einschätzen (FCKW, FKW, natürliche KM)
- Einteilung der Kältemittel entsprechend EN378 (A1 bis B3)
- Begriffe, wie z.B. Mindestkonstruktionstemperatur, max. zulässiger Druck PS; Fluidgruppe gemäß Druckgeräterichtlinie, Einzelleckrate, Gesamtleckrate;
- Anlagenschutz - je nach Kältemittel, Verdichtervolumenstrom, Füllmenge nach EN378 und Wasserhaushaltsgesetz (wann Wächter, Begrenzer o. Überströmventil, Saugdruckbegrenzer)
- Behälterschutz und Behälterkategorien entsprechend Fluidgruppe u. Druckinhaltsprodukt
- Emmissionsmindernde Montage von Rohrleitungen und Komponenten bzgl. Auswahl, Befestigung, Schwingungsreduzierung, Längenausdehnung
- Energetische Betrachtungen: Was kann zur Optimierung beitragen? (niedriger pc, hoher po, Abtauart, Art der Leistungsregelung)
- Grobdichtheitsprüfung: Was ist zu beachten? (Evakuieren, Ziel, Fkt. Gasballastventil; KM füllen, Feinlecksuche, Protokollierung)
- GefahrgutVO Straße: Wie viel KM darf transportiert werden?
- Entsorgung von KM

Praxis:

- Bau einer kleinen Kälteanlage mit Heißgasabtauung, Rohrleitungsverlegung, Biegen mit Biege und Hand, Bördeln, Rohrbefestigung
- Steuerung mittels einfachen Kühlstellenreglers (nur Raumfühler), mech. Schaltuhr, Abtaubegrenzungsthermostat, Abtauhilfsschutz zur Verriegelung Vfl.-Lüfter, MV-Kühlen
- Druckstandsprobe, Evakuieren, Füllen, Feinlecksuche, Druckwächtereinstellung nach Vorgabe (Toleranz $\pm 0,1$ bar), Überhitzungseinstellung TEV, elektrische Prüfung lt. VDE 0701/0702
- Erfassung der Betriebskenngrößen und Prozesseintrag in lgp,h-Diagramm, Ermittlung spez. Nutzkälteleistung, Vdi.-Arbeit, COP
- Energetische Erfassung der bei der Heißgasabtauung erforderlichen Energie zum späteren Vergleich mit der Elektroabtauung
- Verlagern von Kältemittel in den Sammelbehälter
- Umbau der Anlage auf Elektroabtauung mit anschließender Vergleichsmessung (Je nach Lehrling wird das Ausmaß des Umbaus [z.B. mit o. ohne Pump-Down usw.] angepasst.)
- Fachgerechtes Absaugen von Kältemittel

allg. Inhalte: Arbeitsschutz, insbesondere bzgl. elektrischer Anlagen, Gefahren beim Befüllen von Kältemittelflaschen

Hinweis: Die gelb hinterlegten Inhalte wurden bereits in vorherigen Lehrgängen vermittelt und sollten gefestigt vorliegen.

Firmeninformation zum Lehrgang KK3 (2 Wochen)

1. Woche

Theorie

Der Azubi sollte nachfolgende Kenntnisse beherrschen:

- **Grobdichtheitsprüfung mit N₂** (Druck möglichst hoch, Maximaldruck der Einzelkomponenten beachten, Druckverteilung im Kältekreislauf, Temperatureinflüsse berechnen, möglichst lange Standzeiten)
- **Evakuieren und Beurteilung des Vakuums** (Umgang mit Relativ- und Absolutvakuummeter, Luftdruckeinflüsse korrigieren, Verwendung des Gasballastventiles)
- **Kenngroßenermittlung, lgp,h-Diagramm und COP**
- Erstellung eines RI-Fließbildes sowie Schaltplanes anhand vorgegebener Aufgabenstellung (Selbständiges Erkennen der notwendigen Komponenten)

Praxis:

- **Bau einer Kälteanlage mit Heißgasabtauung, Rohrleitungsverlegung, Biegen mit Biege und Hand, Bördeln, Rohrbefestigung**
- Steuerung mittels Kühlstellenregler (Raum- u. Abtaufühler), pressostatische Winterregelung, Abtau hilfsschutz zur Verriegelung Vfl-Lüfter, MV-Kühlen
- **Druckstandsprobe, Evakuieren, Füllen, Feinlecksuche, Druckwächtereinstellung nach Vorgabe (Toleranz $\pm 0,1$ bar), Überhitzungseinstellung TEV, elektrische Prüfung lt. VDE 0701/0702, Erfassung der Betriebskenngroßen und Prozesseintrag in lgp,h-Diagramm, Ermittlung spez. Nutzkälteleistung, Vdi-Arbeit, COP**
- **Verlagern von Kältemittel in den Sammelbehälter**
- Anfertigen und Einbau eines Sauggas-Flüssigkeit-Wärmeaustauschers mit anschließender Prozessgroßenermittlung/Vergleichsmessung des COP, (Je nach Lehrling wird das Ausmaß des Umbaus, z.B. mit o. ohne Pump-Down und ggf. Drehzahlregelung Vfl-Lüfter usw., angepasst.)
- **Fachgerechtes Absaugen von Kältemittel;**

Fehlersuche:

- Am Freitag werden durch die Ausbilder je Anlage mindestens ein kältetechnischer und 1 bis 2 elektrotechnische Fehler eingebaut, welche dann am Montag behoben werden sollen.
- typische Kältetechnische Fehler: TEV-Eingang verstopft, Magnetventil schließt nicht, Trockner zu, u. ä. (Eingriff in Kreislauf zwingend notwendig)
- elektrotechnische Fehler: Kabelbruch, FI-Störung, Anlassrelais defekt, Druckwächter schaltet nicht durch, usw.

allg. Inhalte: **Arbeitsschutz, insbesondere bzgl. elektrischer Anlagen, Gefahren beim Befüllen von KM-Flaschen;**

Hinweis: Die gelb hinterlegten Inhalte wurden bereits in vorherigen Lehrgängen vermittelt und sollten gefestigt vorliegen.

Firmeninformation zum Lehrgang KK3 (2 Wochen)

2. Woche

Theorie

Dem Azubi werden nachfolgende Inhalte vermittelt:

- Theoretische Kenntnisse zu den verschiedenen Sekundärreglern (Verdampfungs-, Verflüssigungs- und Sammlerdruckregler, Heißgasbypass- und Startregler)
- Vorkenntnisse sind teilweise vorhanden (die Theorie zu diesen Inhalten wird parallel zur ÜLU im Berufsschulunterricht vermittelt)

Praxis

- Bau einer Kälteanlage mit zwei Kühlstellen (davon eine mit Regler KVP) oder eine Anlage mit geregelter Wärmerückgewinnung (Regler KVR und z. T. NRD) **Komponentenanordnung, Rohrleitungsverlegung, Biegen mit Biege und Hand, Bördeln, Rohrbefestigung**
- **Steuerung mittels 2 Kühlstellenregler, drehzahl geregelter Winterregelung, Druckstandsprobe, Evakuieren, Füllen, Feinlecksuche, Druckwächtereinstellung nach Vorgabe (Toleranz $\pm 0,1$ bar), Überhitzungseinstellung TEV, elektrische Prüfung lt. VDE 0701/0702, Verlagern von Kältemittel in den Sammelbehälter**
- Bau einer zweiten Anlage mit ausgangsdruckgesteuertem Regler (Heißgasbypass in die Einspritzleitung oder in Saugleitung mit zusätzlichem Nachspritzventil oder Anlage mit Startregler)
- Je nach Lehrling wird das Ausmaß der Anlage angepasst, **Fachgerechtes Absaugen von Kältemittel;**

allg. Inhalte **Arbeitsschutz, insbesondere bzgl. elektrischer Anlagen, Gefahren beim Befüllen von KM-Flaschen;**

Hinweis: Die gelb hinterlegten Inhalte wurden bereits in vorherigen Lehrgängen vermittelt und sollten gefestigt vorliegen.

Firmeninformation zum Lehrgang KK4 (1 Woche)

Die Auszubildenden sollen mit nachfolgenden Kenntnissen vertraut gemacht werden:

Theorie/Labor

Grundlagen:	Einführung in Grund- und Verknüpfungsschaltungen, Kondensatoren und deren Anwendung, Einführung zu Steuertransformatoren, Auswahl von Leitungsschutzschalter, Motorschutzrelais bzw. -schalter und Leitungen Einführung zum Wechselstrommotor und Drehstrommotor, Anlaufverhalten und Maßnahmen zur Anlaufstrombegrenzung	6 UE
Rechnungen:	Wechsel- und Drehstrommotoren; Zeitkonstante beim Kondensator (DC)	2 UE
Messtechnik:	Grundschaltungen entwerfen, skizzieren und montieren: Spannungsteilerschaltung, einfache Schützschialtung, Verknüpfungsschaltungen, Kondensatorkennlinie im Gleichspannungskreis zzgl. Protokollierung, Kondensatormotor Rechts- & Linkslauf, Fehleranalyse	6 UE

Praxis / Werkstatt

Kälteanlage:	Montage nach RI-Fließbild (z.B. Umluftabtauung, Vfl.-Drehzahlregelung und Heißgasbypassregelung), Druckstandsprobe, Evakuieren, Kältemittel füllen nach vorgegebener Füllmasse Inbetriebnahme, Einstellungen der Kühlstellen-, Bypass- und Drehzahlregler nach Vorgabe, Kontrolle der TEV-Überhitzung, evtl. Ergänzung zu Heißgas- oder Elektroabtauung	12 UE
Elektrotechnik:	Entwurf des Stromlauf- und Bauschaltplans zur Kälteanlage nach Aufgabenbeschreibung und RI-Fließbild, Verdrahtung im Schaltkasten, Verkabelung und Anschluss elektrischer Betriebsmittel (Verflüssigungssatz, Lüfter, Magnetventil, Druckwächter, Kühlstellenregler, Drehzahlregler) unter Berücksichtigung der einschlägigen VDE-Normen; Auswahl der elektrischen Anschlussleitungen; Ergänzung zur Heißgasabtauung oder E-Abtauung mit Pump-down – Schaltung; Schaltung zum Verdichterstart, Stromlauf- und Bauschaltplan entwerfen, montieren, in Betrieb nehmen, Kontrolle des Anlaufverhaltens und der Einstellwerte (z.B. Motorschutzrelais)	10 UE
Messtechnik:	Messung nach VDE 0701 für ortsveränderliche Geräte, Parameter zur Anlagenbeschreibung; Druckstandsprobe, Vakuumnachweis, Kältemittelfüllmenge, Betriebsströme Wechselstrom bzw. Drehstrom, Drehfeldrichtung, gegebenenfalls Fehlersuche mit Spannungs- und Durchgangsprüfer	2 UE
Protokollierung:	Druckstandsprobe, Evakuieren, Kältemittelfüllung, Typenschild VDE-0701 für ortsveränderliche Geräte, Montageschein, Anlagenbeschreibung inkl. Betriebsparameter, Kühlstellenregler	
Allg. Inhalte:	Arbeitsschutz, insbesondere bzgl. elektrischer Anlagen	2 UE

Gesamt: 40 UE