



# WEITERBILDUNG 2023

**FAHRZEUG-KÄLTE-  
KLIMAANLAGEN**

**KÄLTETECHNIK**

## Inhalt

- 1 TWK – Test- und Weiterbildungszentrum  
Wärmepumpen und Kältetechnik GmbH –  
Gebäude und technische Einrichtungen . . . . . 3
- 2 Allgemeines zu den Präsenz- und  
Onlinekursen Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen  
und Kälteanlagen . . . . . 4
- 3 Kurse über Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen. . . . . 5
- 4 Spezialkurse Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen  
und Kältetechnik. . . . . 6
- 5 Vor- und Nachteile von R1234yf im Vergleich  
zu R744 (CO<sub>2</sub>) in Fahrzeug-Klimaanlagen . . . . . 7
- 6 Sachkundezertifizierung nach der F-Gas-Verord-  
nung (EU 517/2014), der Chemikalien-Klimaschutz-  
Verordnung und der Durchführungsverordnung  
(EU 2015/2067, Kategorie I, II und IV) . . . . . 8/9
- 7 Kurse zu natürlichen Kältemitteln  
sowie synthetischen Low-GWP-Kältemitteln. . . . 10
- 8 Englischsprachige Kurse zu  
Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen . . . . . 11
- 9 Firmenschulungen und Kooperationen . . . . . 12
- 10 Kostenlose Online-Vorträge  
zu verschiedenen Themen . . . . . 13
- 11 Symposien zu Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen  
und Kältetechnik. . . . . 14
- 12 Testzentrum für Kälte-Klimaanlagen in Straßen-  
und Schienenfahrzeugen und für Kälteanlagen . . 15
- 13 Anmeldung . . . . . 16

# 1 TWK – Test- und Weiterbildungszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik GmbH – Gebäude und technische Einrichtungen



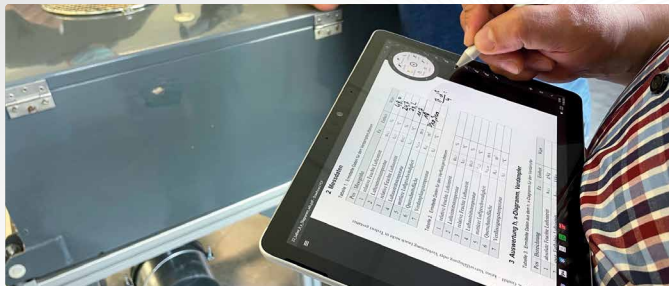
**Bild 1.** Zwei Kursteilnehmer, historische Kältemaschine und TWK-Gebäude

Das neue Gebäude der TWK GmbH wurde 2016 bezogen. Im vorderen Bereich befinden sich Büros und Vortrags- sowie Laborräume für die praktischen Übungen.

Das Prüflabor mit Mess- und Versuchseinrichtungen für die Bearbeitung von Industrieaufträgen ist im hinteren Bereich. Die technische Gebäudeausstattung entspricht den modernsten Anforderungen:

- Alle Räume besitzen eine Betonkernaktivierung der Böden und Decken. Die Vortragsräume können über eine zentrale Anlage mechanisch be- und entlüftet werden.
- Die Abwärme der Prüfstände wird in einen Energiespeicher (Eisspeicher, rd. 100 m<sup>3</sup>) geleitet. Drei Sole/Wasser-Wärmepumpen (innen) und vier Luft/Wasser-Wärmepumpen (außen) sorgen für die Beheizung und Kühlung der beiden Gebäudeteile.
- Diese Wärmepumpen werden ferner für praktische Laborübungen eingesetzt und dienen zu Demonstrationszwecken.
- Die Photovoltaikanlage auf dem Dach des Prüflabors (99 kW<sub>p</sub>) unterstützt den Strombedarf der Prüfstände.
- Mitarbeiter sowie Besucher der Prüfstelle und Kursteilnehmer dürfen ihre E-Pkws an mehreren Elektrotanksäulen kostenlos aufladen.
- Die TWK GmbH ist nach ISO 9001 zertifiziert.

## 2 Allgemeines zu den Präsenz- und Onlinekursen Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen und Kälteanlagen



**Bild 2.** Ein Kursteilnehmer notiert die Messwerte auf einem Tablet

Eine Übersicht der Präsenz- und Onlinekurse finden Sie unter [www.twk-karlsruhe.de/Kurse](http://www.twk-karlsruhe.de/Kurse)

Die **Vorteile** der **Präsenzkurse** sind:

- maximale Teilnehmerzahl: 12 Personen pro Kurs
- vormittags theoretischer Unterricht, nachmittags Laborübungen in kleinen Gruppen
- Über 100 Labormodelle stehen zur Verfügung.
- Nach Kursende sind Hausaufgaben zu bearbeiten. Diese werden am nächsten Morgen besprochen.
- Während des Unterrichts und bei den Laborübungen werden die Teilnehmer durch Fragen und Antworten kontinuierlich in den Lehrstoff einbezogen.
- In den Pausen stehen Erfrischungsgetränke, belegte Brötchen, Mittagessen und Snacks kostenlos zur Verfügung.

Die **Vorteile** der **Onlinekurse** sind:

- keine Reise- und Übernachtungskosten
- Live-Onlinekurse mit Webex oder Teams
- Fragen an den Referenten können direkt per Chatfunktion und Mikrophon oder anschließend per E-Mail gestellt werden.
- Während des Unterrichts werden die Teilnehmer durch Übungen und Fragen kontinuierlich in den Lehrstoff einbezogen.
- Nach Kursende sind Hausaufgaben zu bearbeiten.

## 3 Kurse über Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen



Bild 3. Theorie am Vormittag, nachmittags Laborübungen in kleinen Gruppen

### Präsenz- und Onlinekurse

PFEK/OFEK – Kfz-Kälte-Klimaanlagen – Einstieg

PFKA/OFKA – Kfz-Kälte-Klimaanlagen A

PFKB – Kfz-Kälte-Klimaanlagen B

PFCO/OFCV – Kfz-Kälte-Klimaanlagen mit R744 (CO<sub>2</sub>)

PFEH/OFEH – Elektro- und Hybrid-Fahrzeugklimaanlagen

PFSR – Steuerung und Regelung von Kfz-Klimaanlagen

PFKS – Sachkunde für Arbeiten an Kfz-Klimaanlagen

### Sachkunde für Arbeiten an mobilen Klimaanlagen

Für Tätigkeiten an Kraftfahrzeugen und sonstigen mobilen Klimaanlagen muss eine erfolgreiche Teilnahme an einem Ausbildungsprogramm nach EG 307/2008 und der Chemikalien-Klimaschutzverordnung nachgewiesen werden. Teilnehmer der Kurse PFKA, PFKS und PFSK können die Sachkundebescheinigung erhalten. Firmenschulungen sind dazu ebenfalls möglich.

Informationen über das Kursangebot zu Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen finden Sie unter:

[www.twk-karlsruhe.de/Kurse?kurse=fahrzeug-klima](http://www.twk-karlsruhe.de/Kurse?kurse=fahrzeug-klima)

## 4 Spezialkurse Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen und Kältetechnik



Bild 4. Mit Reif überzogenes Expansionsventil an einer Versuchskälteanlage

### Onlinekurse Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen – kompakt

OFKO – Kfz-Kälte-Klimaanlagen mit R744 (CO<sub>2</sub>) – kompakt

OFKO – Öleinfluss und Ölrückführung im Kfz-Kältemittelkreislauf

OFKV – Kfz-Kälte-Klimaanlagen mit mehreren Verdampfern

### Präsenzkurs Schienenfahrzeuge

PFSK – Schienenfahrzeug-Klimaanlagen

Spezialkurs für Hersteller und Verkehrsbetriebe, Sachkundezertifizierung nach EG 307/2008 möglich

### Präsenz- und Onlinekurse Kältetechnik

OKLG – Einführung in das lg p, h-Diagramm

PKWU/OKWU – Wiederkehrende Unterweisung zu Kältemitteln und Kälteanlagen

PKOK – Kältemaschinenöle und Öl-Kältemittel-Gemische

PKFS – Fehlerdiagnose und Störungsbehebung an Kälte- und Klimaanlagen sowie Wärmepumpen

PKAK – Akustik in Kälteanlagen

PETK – Elektrotechnik in Kälteanlagen

Gesamtübersicht der Präsenz- und Onlinekurse:  
[www.twk-karlsruhe.de/Kurse](http://www.twk-karlsruhe.de/Kurse)

## 5 Vor- und Nachteile von R1234yf im Vergleich zu R744 (CO<sub>2</sub>) in Fahrzeug-Klimaanlagen



Bild 5. Evakuieren und Befüllen von Kältemittel an einem Labormodell

### Vorteile von R1234yf

- niedriger GWP-Wert; Treibhauseffekt < 1
- ähnliche thermodynamische Eigenschaften wie R134a
- geringe Anlagenänderungen gegenüber R134a-Anlage
- günstigeres Druckverhältnis gegenüber R134a
- Kälteleistung und Effizienz vergleichbar zu R134a

### Nachteile von R1234yf

- synthetischer Stoff
- Abbauprodukte in der Atmosphäre (TFA)
- brennbar, größerer sicherheitstechnischer Aufwand
- giftige Zersetzungsprodukte bei der Verbrennung
- Pflicht zur Rückgewinnung; hoher Preis

### Vorteile von R744 (CO<sub>2</sub>)

- natürlicher Stoff, keine zusätzliche Umweltbelastung
- GWP = 1, d. h. niedriger Treibhauseffekt
- kein Recycling erforderlich; unbrennbar
- preisgünstig und weltweit verfügbar
- hohe volumenstrombezogene Kälteleistung
- kleines Verdichterhubvolumen; kleine Rohrquerschnitte
- gute Wärmeübertragungseigenschaften
- gut geeignet für die Wärmepumpenanwendung

### Nachteile von R744 (CO<sub>2</sub>)

- transkritischer Prozess, spezielles Regelungskonzept
- hohe Drücke, Neukonstruktion des Kältemittelkreislaufs
- hohe Verdichtungsendtemperaturen
- Leistungs- und Effizienzabfall bei Temperaturen > 30 °C
- Permeabilität durch Kunststoffe, explosive Dekompression (Dichtungsproblematik)
- Erstickungsgefahr bei höheren CO<sub>2</sub>-Konzentrationen

## 6 Sachkundezertifizierung nach der F-Gas-Verordnung (EU 517/2014), der Chemikalien-Klimaschutz-Verordnung und der Durchführungsverordnung (EU 2015/2067, Kategorie I, II und IV)

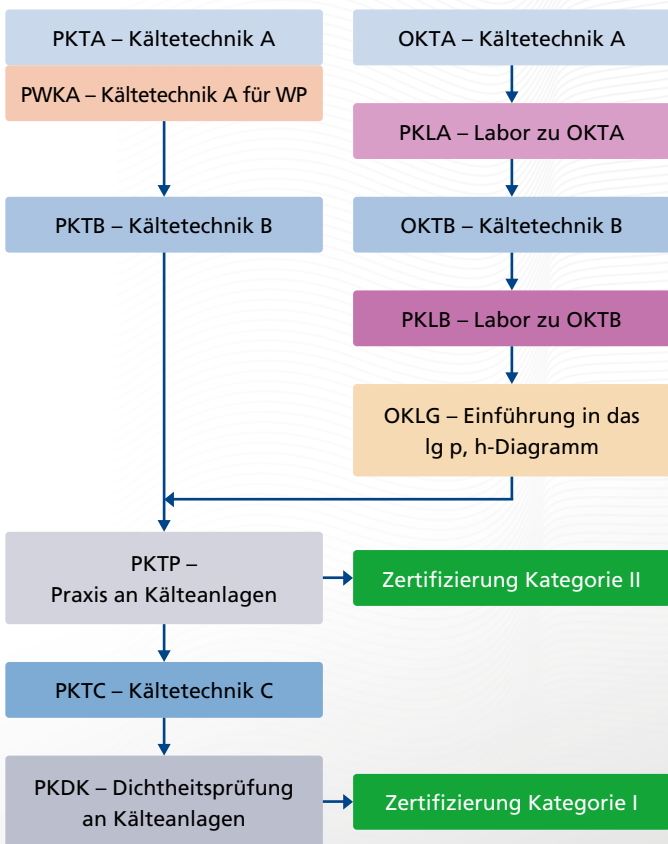


Einsteigern wird empfohlen, vor den nachfolgenden Pflichtveranstaltungen die Kurse PKTV oder OKTV zu besuchen.

PKTV – Vorkurs – Einstieg in die Kältetechnik

OKTV – Vorkurs – Einstieg in die Kältetechnik

### Ausbildungsgang zu Kategorie I und II





# Sachkundezertifizierung nach der F-Gas-Verordnung

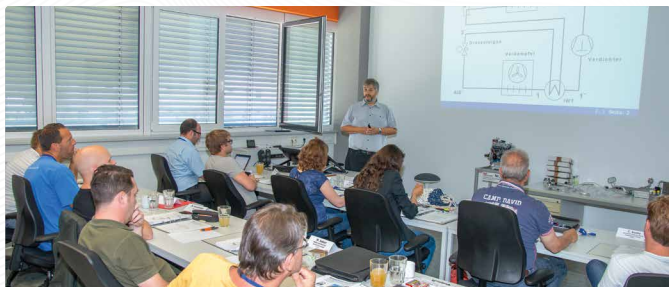


Bild 6. Rainer Burger, TWK-GF, beim theoretischen Unterricht am Vormittag

## Verkürzter Ausbildungsgang zu Kategorie I



## Ausbildungsgang zu Kategorie IV



Bei Komplettbuchung der Kategorie I werden 10 % und bei Kategorie II 5 % Rabatt auf die Preise der Einzelkurse gewährt.

Prüfungs- und Verwaltungsgebühr für die Sachkundezertifizierung: € 150,- MwSt.-frei

Voraussetzungen für die Zertifizierung sind ein handwerklich/technischer Berufsabschluss, die Teilnahme an o. g. Kursen sowie das Bestehen der Prüfung. Diese wird nach den Zertifizierungsrichtlinien der Landesinnung Kälte-Klima-Technik Hessen-Thüringen/Baden-Württemberg abgenommen. Voraussetzungen für die Sonderzertifizierung sind unter anderem mindestens zwei Jahre Berufspraxis in der Kältetechnik.

Nähere Informationen siehe:  
[www.twk-karlsruhe.de/Zertifizierung](http://www.twk-karlsruhe.de/Zertifizierung)

## 7 Kurse zu natürlichen Kältemitteln sowie synthetischen Low-GWP-Kältemitteln



Bild 7. Sebastian Bellm, TWK, mit Komponenten einer Pkw-Klimaanlage

Der Weg geht in Richtung natürliche Kältemittel, wie Ammoniak,  $\text{CO}_2$ , Propan sowie synthetische Low-GWP-Kältemittel. Wir unterrichten dazu die Theorie und führen Laborübungen durch.

Bei einigen Lehrgängen kann eine **Unterweisungsbescheinigung** über die Gefahren hinsichtlich des Betriebs von Kälteanlagen mit diesen Kältemitteln gemäß der **Betriebs-sicherheitsverordnung**, der **DGUV-R 100-500 Kap. 2.35** und der **Gefahrstoffverordnung** ausgestellt werden.

### Präsenzkurse (P...)

PKBK – Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln (Kohlenwasserstoffen)

PKBL – Kältemittel mit geringer Brennbarkeit (A2L)

PKGR – Gefährdungs- und Risikobeurteilung bei brennbaren Kältemitteln

PKCO – Kältetechnik mit dem Kältemittel  $\text{CO}_2$  – stationär

PKNH –  $\text{NH}_3$ - und subkritische  $\text{CO}_2$ -Kälteanlagen

### Onlinekurse (O...)

OKAK – Aktuelle Kältemittelsituation

OKBK – Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln (Kohlenwasserstoffen)

OKBL – Kältemittel mit geringer Brennbarkeit (A2L)

OKCO – Kältetechnik mit dem Kältemittel  $\text{CO}_2$  – stationär

## 8 Englischsprachige Kurse zu Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen

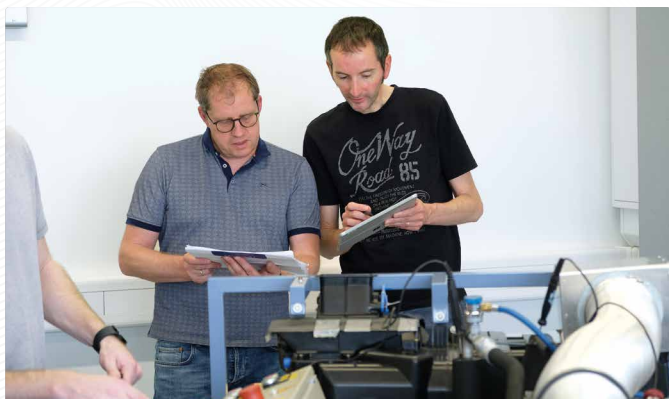


Bild 8. Messdatenabgleich von zwei Kursteilnehmern an einem Labormodell

### Presence trainings (P...)

PFBA – Basics of Automotive A/C-Systems

PFEV – Electric and hybrid vehicle HVAC systems

PFAC – Automotive A/C-Systems with R744 (CO<sub>2</sub>)

### Online trainings (O...)

OFBA – Basics of Automotive A/C-Systems

OFEV – Electric and hybrid vehicle HVAC systems

OFAC – Automotive A/C-Systems with R744 (CO<sub>2</sub>)

Firmenschulungen finden häufig in Englisch statt. In Firmen, die international tätig sind, ist Englisch meist die Umgangssprache. Dies trifft erst recht für Unternehmen zu, die ihre Zentrale im Ausland haben. Zu den Online-Kursen melden sich Teilnehmer aus aller Welt an.

Die Theorie der Kaltdampf-Kompressionskältemaschine unterscheidet sich in Brasilien nicht von der in Südafrika. Nicht nur in diesen beiden Regionen besitzen deutschsprachige Firmen ihre Niederlassungen.

Informationen zum englischsprachigen Kursangebot:  
[www.twk-karlsruhe.de/Training](http://www.twk-karlsruhe.de/Training)

## 9 Firmenschulungen und Kooperationen



**Bild 9.** „Schöpferische Pause“ von Kursteilnehmern nach dem Theorie-Teil

Wir bieten Firmenschulungen zu „Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen“ und „Kältetechnik“ an, entweder beim Kunden oder bei der TWK GmbH, als Präsenz- oder als Online-Kurse. Spezielle Kundenwünsche können berücksichtigt werden. Diese werden im Vorfeld mit dem Auftraggeber abgestimmt. Dabei kann vertraulich auf firmenspezifische Belange und Produkte eingegangen werden. Findet der Lehrgang bei der TWK GmbH statt, stehen mehr als 100 Labormodelle aus den Bereichen Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen und Kältetechnik zur Verfügung.



**Bild 10.** Titel eines Kälte-Fachbuchs, bearbeitet von BITZER und der TWK

Mit zahlreichen Firmen der Kälte- und Wärmepumpentechnik wurden bereits Projekte gemeinsam bearbeitet. Ein besonderes Beispiel: „Basics of Refrigeration“ und „Advanced Refrigeration“ (Trainings für Beschäftigte und Kunden der BITZER Kühlmaschinenbau GmbH in Kooperation mit der SCHAUFLER Academy). Dazu gehört auch die gemeinsame Bearbeitung des Buches „Grundlagen der Kältetechnik“ in Deutsch und Englisch, s. o. (215 Seiten).



Als neutrale Einrichtung, die zu einer Stiftung an der Hochschule Karlsruhe gehört, sind wir für alle Kunden offen.

## 10 Kostenlose Online-Vorträge zu verschiedenen Themen



**Bild 11.** Messungen der Luftaustrittstemperatur an einer Pkw-Klimaanlage

Seit 2021 werden mit großem Erfolg kostenlose Online-Vorträge angeboten, meist mit 40 bis 60 Teilnehmern.

**Zeit:** jeweils Freitagnachmittag von 14:00 bis 15:00 Uhr

Um teilnehmen zu können, ist eine Anmeldung erforderlich. Fragen an den Referenten können direkt per Chatfunktion und Mikrofon oder anschließend per E-Mail gestellt werden. Die Vortragsunterlagen werden als PDF zur Verfügung gestellt.

### Die bisherigen Themen waren:

- Einführung in den Kältemittel-Kreislauf – Wie funktioniert ein Kühlschrank?
- Mit dem Kältemittel-Kreislauf heizen – Einführung in die Wärmepumpentechnik
- Die F-Gas-Verordnung EU 517/2014
- Kühle Köpfe im Auto – Pkw-Klimaanlagen
- Verdichter für Kältemaschinen und Wärmepumpen
- Kühlen mit Eis – Vom Eisblock zum Eisbreisystem
- R744-Anwendung in Kfz-Kälte-Klimaanlagen
- Novellierung der europäischen F-Gase-Verordnung

Einer der vier kostenlosen Vorträge pro Jahr findet jeweils um den 26. Juni statt, dem „World Refrigeration Day“. Dies ist eine Referenz an den herausragenden englischen Wissenschaftler Professor William Thomson, den späteren Lord Kelvin (1824–1907). Mit 24 Jahren (1848) begründete er die absolute Temperatur-Skala, die Kelvin-Skala.

Aktuelle Termine und Themen siehe:

[www.twk-karlsruhe.de/Kurse/Kompaktkurse](http://www.twk-karlsruhe.de/Kurse/Kompaktkurse)

## 11 Symposien zu Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen und Kältetechnik



**Bild 12.** Teilnehmer und Referent eines der zahlreichen TWK-Symposien

Die Besonderheiten unserer Symposien seit Anfang der 80er Jahre sind:

- Ein-Tages-Veranstaltungen in einem Tagungshotel, das auch Übernachtungen anbietet. Jedem der 10 Experten stehen 30 Minuten Vortragsdauer zur Verfügung. Die meisten Veranstaltungen hatten 80 bis > 200 Besucher.
- Einige Themen der 26 Symposien waren der Zeit um Jahre voraus und haben wegweisende Erkenntnisse vermittelt.

**Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen:** z. B. Leistungsgeregelte Verdichter zur Pkw-Klimatisierung (1986); Kühlen und Heizen von Elektro-Fahrzeugen (2010, 2018); Pkw-Klimatisierung mit R744/CO<sub>2</sub> (2016); Kühlen, Thermische Speicherung und Abwärmenutzung im Kfz (2013); Klimatisierung von Schienenfahrzeugen und Omnibussen (2011)

**Kältetechnik, ORC- und Kalinaprozess:** z. B. Entsorgung von Kühlmöbeln (1988); Alternative Kältemittel (1990); Kältemittelverdichter-Leistungsregelung (1990, 2012); Thermische Stabilisierung von Produktionsprozessen mit Kältemaschinen (2008); Nutzung von Niedertemperatur-Wärme aus ORC- und Kalina-Prozessen (2012)

Zukünftige Symposien werden sich schwerpunktmäßig mit der Fahrzeug-Innenraum-Kühlung und -Beheizung mittels Wärmepumpen beschäftigen.

Zurückliegende Symposien siehe:  
[www.twk-karlsruhe.de/Symposien](http://www.twk-karlsruhe.de/Symposien)

## 12 Testzentrum für Kälte-Klimaanlagen in Straßen- und Schienenfahrzeugen und für Kälteanlagen



**Bild 13.** Messungen am Klimakasten einer Pkw-Klimaanlage im Prüfraum

Als Professor Dr.-Ing. Valerius Füner 1952 die weithin bekannten „Karlsruher Kältekurse“ ins Leben rief, gründete er zur gleichen Zeit auch eine kältetechnische Prüfstelle, die bis heute besteht. Er war mit dem Aufbau dieser firmenunabhängigen Einrichtung ein Pionier auf diesem Gebiet. Eines seiner Spezialgebiete war Mitte der 50er Jahre die Indizierung von gewerblichen Kältemittelverdichtern.

Seit der Eröffnung eines eigenen Firmengebäudes 2016 stehen der TWK rd. 700 m<sup>2</sup> Laborfläche zur Verfügung. Durch Scannen des QR-Codes unten kommen Sie zu einer ausführlichen Beschreibung der zahlreichen Prüfstände und Messmöglichkeiten.

Neben Leistungs- und Betriebsuntersuchungen aller Bauteile von Fahrzeug-Kälte-Klimaanlagen sowie von stationären Kältemaschinen in Prüfkammern bei Temperaturen zwischen -20 °C bis +60 °C sind auch Spezial-Untersuchungen möglich. So können z. B. kontinuierliche Ölkonzentrationsmessungen im Kältemittel-Kreislauf, Ölrückhaltmessungen oder thermografische Untersuchungen an verschiedenen Bauteilen durchgeführt werden. Für kundenspezifische Untersuchungen werden Sonderprüfstände erstellt.

Die für die Messung notwendigen Einrichtungen, wie z. B. Antriebe oder Frequenzumrichter, werden von uns bereitgestellt. Die Prüfstände sind mit modernster Messtechnik ausgestattet. Der Einsatz verschiedener Kältemittel ist möglich. Für die Messungen von Anlagen oder Komponenten mit brennbaren Kältemitteln bestehen umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen.



## 13 Anmeldung



**Bild 14.** Sekretariat (v. l.): Monika Schindler, Karin Anderl und Simone Müller

Anmeldungen können per E-Mail oder Post bzw. Fax sowie online unter [www.twk-karlsruhe.de](http://www.twk-karlsruhe.de) erfolgen.

Anmeldungen werden nach Erhalt zeitnah bestätigt. Bei Stornierung der Anmeldung bis 8 Tage vor Kursbeginn werden für die Bearbeitung 30 % der Teilnahmegebühr erhoben. Nach diesem Zeitpunkt ist der volle Betrag zu entrichten. Um Stornokosten zu vermeiden, empfehlen wir den Abschluss einer Veranstaltungsversicherung.

In begründeten Fällen, z. B. Ausfall eines Referenten oder bei zu geringer Teilnehmerzahl, behalten wir uns vor, den ausgeschriebenen Kurs abzusagen. Die bereits entrichtete Teilnahmegebühr wird dann zurückerstattet. Darüber hinausgehende Ansprüche gegen den Veranstalter sind ausgeschlossen.

Die genannten Kursgebühren gelten bis 31.12.2023. Diese sind MwSt.-befreit.

Alle Angaben ohne Gewähr – Änderungen vorbehalten.

Unter [www.twk-karlsruhe.de/Hotel-Liste](http://www.twk-karlsruhe.de/Hotel-Liste) finden Sie nahe gelegene Unterkünfte.

Unser Büro-Team beantwortet gerne Ihre Fragen.

**TWK – Test- und Weiterbildungszentrum  
Wärmepumpen und Kältetechnik GmbH  
Friedrich-List-Straße 10, 76297 Stutensee  
Tel.: +49 7244 55737-0, Fax: +49 7244 55737-11  
E-Mail: [info@twk-karlsruhe.de](mailto:info@twk-karlsruhe.de)  
Internet: [www.twk-karlsruhe.de](http://www.twk-karlsruhe.de)**

