

6 Anschluss von Wärmepumpenanlagen an das elektrische Verteilungsnetz

6.1 Technische Anforderungen und DIN-VDE-Normen

Die Einhaltung technischer Anforderungen, DIN-VDE-Normen, VDI-Richtlinien und DGUV-Vorschriften sind unerlässlich für den sicheren und zuverlässigen Betrieb von Wärmepumpenanlagen.

Wärmepumpenanlagen müssen bestimmte technische Anforderungen erfüllen, um sicher und effizient an das elektrische Verteilungsnetz angeschlossen zu werden. Die Einhaltung von DIN-VDE-Normen gewährleistet die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Installation. Konkret müssen für den Fall des Anschlusses einer Wärmepumpe die Technischen Anschlussregeln (TAB), das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG), das Gesetz Smart Metering, DIN VDE 0100-100, DIN VDE 0100-410, DIN VDE 0100-712, bei evtl. gleichzeitigem Einsatz von PV-Anlagen, DIN VDE 0100-802, VDE-AR-E 2510-2, VDE-AR-N 4100, VDE-AR-N-4105, DIN 18015-1 Berücksichtigung finden.

6.2 Kernaspekte und Maßnahmen

Öko-Wärme-Willis Tipps zur Anschluss Technik: „Es gibt viele technische Anforderungen, wenn es um den Anschluss von Wärmepumpen geht. Ich mache sie für Sie verständlich.“

Für den Anschluss einer Wärmepumpe müssen nicht nur nach der Auswahl des optimalen Wärmepumpentyps die technischen Anforderungen am und im Gebäude und am Aufstellungsort beachtet werden, sondern seit dem 1. Januar 2024 ist auch die Anmeldung des Heizsystems bei dem jeweils zuständigen, örtlichen Stromnetzbetreiber vorgeschrieben.

Der Netzbetreiber muss die elektrischen Anlagen, Betriebsmittel und Verbrauchsmittel in seinem Netz kennen, damit die jeweilige Leistung des Netzanschlusses messtechnisch ausgelegt und die evtl. Netzzurückwirkungen auf das Netz beurteilt werden können. Dazu muss der Planer bzw. Errichter der elektrischen Anlagen, so auch einer elektrischen Wärmepumpe, die gleichzeitig benötigte elektrische Leistung anmelden

und/oder je nach Leistungsgröße der Anlagen sogar genehmigen lassen. Zusammen mit der Anmeldung muss auch die Bedarfsart und die gewerbeanspruchte Nutzung genannt werden. Der Kunde bzw. Anschlussnehmer hat z. B. über seinen Planer oder Errichter, die gleichzeitig benötigte elektrische Leistung anzumelden. Die Bewertung und Genehmigung dieser Anlagen sind wichtig, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Stromnetzes sicherzustellen und mögliche Netzzrückwirkungen zu verhindern.

In Deutschland sind eine Vielzahl von Stromnetzbetreibern aktiv (etwa 900), die in der Regel speziell auf die Gegebenheiten ihres Netzes auch ihren eigenen Anmeldeprozess gestalten, sodass der jeweilige Kunde oder sein elektrotechnischer Fachberater, die Anmeldung individuell vornehmen muss. Man kann aber sagen, dass sich der Ablauf immer ähnlich abwickeln lässt. In der **Tabelle 6.1** ist der Anmeldeprozess kurz beschrieben.

Der Gebäudeeigentümer bzw. der Betreiber der Wärmepumpe muss sich in der Regel keine Gedanken um den Antragsprozess machen. Dies übernimmt der Fachbetrieb, der für die Errichtung der Wärmepumpe verantwortlich ist.

Ist-Erfassung der regionalen, örtlichen und technischen Gegebenheiten	Nach der Auswahl des Wärmepumpentyps und der Überprüfung durch die entsprechenden Fachkräfte auf Machbarkeit (→ <i>Kapitel 2</i>), sollte eine Erfassung der Ist-Situation auch durch die Fachkräfte erfolgen. Die Elektrofachkraft muss ermitteln, ob der Anschluss aus technischen Gründen möglich ist oder ob vorher zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden müssen, damit die elektrotechnischen Anlagen alle Sicherheitsstandards einhalten können (→ <i>Kapitel 5</i> und <i>Kapitel 11</i>).
Anmeldung der Wärmepumpe beim zuständigen Netzbetreiber	Danach kann die Anmeldung durch das Elektroinstallationsunternehmen durchgeführt werden.
Prüfung durch den Netzbetreiber	Der Netzbetreiber überprüft, ob die gewünschte Anschlussleistung in seinem Netz zur Verfügung gestellt werden kann oder ob im Netz ebenfalls zusätzliche Verstärkungsmaßnahmen erfolgen müssen. Außerdem überprüft der Netzbetreiber die technischen Daten der Wärmepumpe, um auszuschließen, dass evtl. Netzzrückwirkungen oder Unsymmetrien durch die Wärmepumpe im Netz verursacht werden können.
Genehmigung des Wärmepumpenanschlusses	Ist die Genehmigung des Anschlusses durch den Netzbetreiber erteilt, so kann die Elektrofachkraft zur Detailplanung für die jeweilige Wärmepumpe übergehen und die Installation nach Rücksprache mit dem Auftraggeber durchführen.
Fertigungsstellung der Installation und Meldung nach erfolgreichem Anschluss	Nach Fertigstellung der Errichtung der gesamten Anlagen und den durchgeführten Erstprüfungen nach DIN VDE 0100-600 und den erarbeiteten Dokumentationen durch die Elektrofachkraft, wird nach der Inbetriebnahme (in einigen Fällen ist der NB anwesend) der Anschluss gemeldet → <i>Kapitel 14.3</i> .

Tabelle 6.1 Schematische Vorgehensweise zur Anmeldung einer Wärmepumpe bei den Netzbetreibern

Für die Elektrofachkraft noch einige Hinweise zu den Netzzrückwirkungen und Unsymmetrien, die u. U. von den Wärmepumpen ausgehen können und die es gilt zu verhindern.

Netzzrückwirkungen: Für Netzbetreiber hat eine optimale Netzqualität und damit der reibungslose Betrieb von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln oberste Priorität. Die ideale Netzspannung sollte sinusförmig sein, doch durch Rückwirkungen nicht linearer Verbraucher, leistungselektronischer Betriebsmittel und Verbrauchsmittel kann es zu Verzerrungen und zu Abweichungen von der Sinusform kommen. Netzzrückwirkungen, wie Flicker, Oberschwingungen, Unsymmetrien und deren mögliche Grenzwerte werden daher auch in der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100:2019-04 behandelt (→ *Anhang A.2*). Auch Erzeugungsanlagen, Speicher, Wärmepumpen, Notstromaggregate und Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge können Netzzrückwirkungen verursachen und sind nach VDE-AR-N 4100:2019-04, Abschnitt 5.4 so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass Rückwirkungen auf das Niederspannungsnetz oder andere Kundenanlagen auf ein zulässiges Maß begrenzt werden.

Symmetrie: Ein symmetrischer Anschluss ist für den Netzanschluss wichtig, damit andere Verbraucher im Netz nicht gestört werden. Bei einem Betrieb der jeweiligen Kundenanlage dürfen weder die Einspeisung durch eine Erzeugungsanlage sowie durch Speicher oder größere Anlagen, wie Wärmepumpen eine Unsymmetrie hervorrufen.

Allgemein gilt für den Symmetrischen Anschluss:

- Erzeugungsanlagen, Speicher, elektrische Anlagen und Verbrauchsmittel $\geq 4,6$ kVA sind dreiphasig in Drehstromnetzen anzuschließen.
- Geräte mit $\leq 4,6$ kVA-Bemessungsleistung dürfen einphasig und gleichmäßig auf die Außenleiter verteilt angeschlossen werden.
- Einphasige Erzeugungsanlagen, Speicher, elektrische Anlagen und Verbrauchsmittel sind auf drei Geräte an einem Außenleiter mit einer Bemessungsleistung von $\leq 4,6$ kVA begrenzt.

Diese Maßnahmen sind darauf ausgerichtet, die Wärmepumpen so in das elektrische Verteilungsnetz zu integrieren, dass die Netzstabilität erhalten bleibt und gleichzeitig die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Systems gesteigert werden.

Integration ins Stromnetz mithilfe von Öko-Wärme-Willi: „Die Integration einer Wärmepumpe ins elektrische Verteilungsnetz ist komplex, aber ich erkläre Ihnen die Kernaspekte, die Sie beachten müssen.“

Anschließend noch einige Erläuterungen zu weiteren Eckpunkten bei dem Anschluss von Wärmepumpen an das elektrische Verteilungsnetz, wie Hauptstromversorgungssystem, Zählerplätze und Stromkreisverteiler.

6.2.1 Hauptstromversorgungssystem

Der Querschnitt der Leitungen, die Art und die Anzahl der Hauptleitungen sind in Abhängigkeit der anzuschließenden Anschlussnutzeranlagen und deren Leistungsbedarf festzulegen. Zu beachten sind dabei die Anzahl der elektrischen Verbrauchsmittel (die Wärmepumpe wird nicht das einzige Betriebsmittel sein), die zu erwartende Gleichzeitigkeit dieser Geräte, während des Betriebs und die Ausführung der Übergabestelle. Das Hauptstromversorgungssystem ist so zu errichten, dass an den Messeinrichtungen ein Rechtsfeld besteht. Hauptleitungen sind auf dem kürzesten möglichen Weg zu errichten, jedoch ist darauf zu achten, dass sie durch allgemein, leicht zugängliche Räume geführt werden. Freileitungsanschlüsse sollten so weit-sichtig angeordnet werden, dass sie auch über einen erdverlegten Kabelanschluss versorgt werden können, ohne großen Installationsaufwand. Hauptleitungen im TN-System müssen in gemeinsamer Umhüllung einen PE- bzw. PEN-Leiter mitführen. Es dürfen nur Betriebsmittel eingebaut werden, die der Stromverteilung, dem Trennen der Anschlussnutzeranlage und dem Überspannungsschutz dienen. Ungemessene Endstromkreise dürfen nicht an Hauptstromversorgungssysteme angeschlossen werden. Ausnahme: Anwendungen, die gesetzlich gefordert sind, wie intelligente Messsystem oder Anwendungen, die dem Netzbetreiber zugeordnet werden.

Da eine Wärmepumpe im Dauerbetrieb einen wesentlichen Belastungsschwerpunkt innerhalb der Gesamtanlage darstellen könnte, ist bei der Errichtung streng auf die Anforderungen dieser VDE-Anwendungsregel zu achten. Da die Wärmepumpe häufig im Außenbereich oder in Garagen (unterschiedliche Gebäudeteile möglich) errichtet werden, muss die Leitungsführung zum Hauptverteiler geplant werden, denn VDE-AR-N 4100:2019-04 fordert, dass die Leitungen durch allgemein, leicht zugängliche Räume geführt werden müssen und die Zuordnung zu den jeweiligen Anschlussnutzeranlagen eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen ist. Für die Dimensionierung des Hauptstromversorgungssystems gilt DIN 18015-1:2020-05 (→ *Anhang A.7*). In dieser DIN-Norm sind weitere Anforderungen an die Hauptstromversorgungsanlagen und Hauptleitungen gestellt:

- Bei Erzeugungsanlagen, Wärmepumpen und Verbrauchsgeräten ist die jeweilige Ausstattung und für den Betrieb die zu erwartende Gleichzeitigkeit und die Dauer der Anlagen sowie die technische Ausführung der Übergabestelle bei der Dimensionierung zu berücksichtigen.

- Bei elektrischen Anlagen, die für Dauerströme ausgelegt sind, wie Wärmepumpen, Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, Erzeugungsanlagen mit/ohne Speicher oder Elektroheizungen sind die Leiterquerschnitte bedarfsgerecht zu ermitteln.
- Hauptleitungen sind für eine Versorgung mit drei Außenleitern auszuführen und mindestens für eine Strombelastbarkeit von 63 A zu bemessen.

Schutz bei Überstrom: Es ist darauf zu achten, dass Hausanschluss Sicherungen bzw. plombierte Überstromschutzeinrichtungen nicht als Schutzeinrichtungen bei Überlast oder Kurzschluss für Endstromkreise und elektrische Verbrauchsmittel verwendet werden.

Koordinierung von Schutzeinrichtungen: Die Selektivität zwischen den Überstromschutzeinrichtungen im Hauptstromversorgungssystem und in der Anschlussnutzereinrichtung ist durch die Auswahl der Schutzeinrichtungen nach DIN VDE 0100-530:2018-06 sicherzustellen.

Kurzschlusschutzeinrichtungen: Der Netzbetreiber kann dazu Vorgaben machen, liegen jedoch keine Angaben vor, müssen Kurzschlusschutzeinrichtungen mindestens folgendes Kurzschlussausschaltvermögen aufweisen:

- 25 kA im Hauptstromversorgungssystem, vor der Messeinrichtung,
- 10 kA im anlagenseitigen Anschlussraum eines Zählerplatzes nach DIN VDE 0603-1,
- 6 kA bei Stromkreisverteilern.

Spannungsfall: Zwischen der Übergabestelle (HAK) des Netzbetreibers und der Messeinrichtung (Zähleranlage) darf der zulässige Spannungsfall nach NAV § 13 einen Wert von 0,5 % der Nennspannung nicht überschreiten. Der Spannungsfall in der elektrischen Anlage hinter der Messeinrichtung bis zum Anschlusspunkt der Verbrauchsmittel sollte nach DIN 18015-1:2020-05, 3 % insgesamt nicht überschreiten. Die Berechnungsgrundlage für jeden Leitungsabschnitt ist der Bemessungsstrom der jeweils vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung.

Hauptleitungsabzweige: Werden Hauptleitungen weiter verzweigt, müssen entsprechende Hauptleiterabzweigklemmen nach DIN VDE 0603-3-1:2018-09 verwendet werden, entweder in Hauptleitungsabzweiggästen oder in Hauptleitungsverteilern oder in Anschlusskästen im Freien. Diese Abzweige müssen allerdings in der Nähe des HAK oder des Zählerschranks angeordnet werden.

6.2.2 Zählerplätze

Der Wärmepumpenanschluss kann über einen „normalen“ Haushaltstarif und damit über den Haushaltszähler erfolgen, aber der Anschluss der Wärmepumpe ist auch über einen separaten Stromzähler möglich, und zwar dann, wenn vom Betreiber ein Sondertarif für Wärmepumpen gewählt wird. Seit dem 1. Januar 2024 ist das Anrecht zur sog. EVU-Sperrzeit für Wärmepumpenbesitzer verpflichtend (*wichtig*: → *Kapitel 6.5.1* dieses Buches). In der Vergangenheit konnten Nutzer noch frei wählen, ob sie ihren Energieversorger dazu berechtigen, den Strom ihrer Wärmepumpe zu drosseln. Dies geschah vor allem in Zeiten von Spitzenauslastungen. Dafür erhielten Verbraucher einen vergünstigten Strompreis. Diesen gibt es in der Form nun nicht mehr. Nach Aussagen der Bundesnetzagentur wird es allerdings auch weiterhin einen reduzierten Strompreis geben, sobald die Stromversorgung zur Wärmepumpe zeitweise gedrosselt wird.

Die Sperrzeiten der Netzbetreiber werden in der Regel während der Hochlastphasen festgelegt. Also dann, wenn die Nachfrage nach Strom besonders hoch ist. Damit während dieser Spitzenlastzeiten es nicht zu Problemen wie Spannungseinbrüchen oder Stromausfällen kommen kann, ist der Netzbetreiber in der Lage, Wärmepumpen bzw. auch Ladeeinrichtungen für die Elektromobilität und evtl. weitere Geräte zeitweise vom Netz zu nehmen, um das regionale Netz zu entlasten. Aber dafür ist zwingend ein weiterer Zähler erforderlich. Daher werden nachfolgend einige Aussagen zu den Zählerplätzen getroffen.

Zählerplätze müssen für einen Bemessungsstrom von mind. 63 A je Zähler ausgelegt sein. Der Anschluss von Zählerplätzen an das Hauptstromversorgungssystem erfolgt mittels der Hauptleitung von unten, von hinten oder seitlich direkt in den netzseitigen Anschlussraum oder in ein seitlich angeordnetes Einspeisegehäuse des Zählerschranks. Im TN-System ist eine Auftrennung des PEN-Leiters in PE- und N-Leiter ab der Einführung in das Gebäude an der Stelle, an der die Verbindung zur Haupterdungsschiene und zur Erdungsanlage hergestellt wird, d. h. innerhalb des Gebäudes Auftrennung im HAK, in einem Hauptleitungsverteiler oder im netzseitigen Anschlussraum des Zählerschranks und außerhalb des Gebäudes Auftrennung an der erstmöglichen Stelle im Gebäude.

→ *Anhang A.7 DIN 18015-1:2020-05 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen*

Im Allgemeinen werden in der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100:2019-04 (→ *Anhang A.2*) sehr ausführliche Anforderungen an die Ausführung der Zählerplätze gemacht, Belastungs- und Bestückungsvarianten von Zählervarianten auch in Form von Skizzen dargestellt, die Anordnung der Zählerschränke beschrieben, Trennvorrichtungen für die Anschlussnutzeranlage genannt und besondere Anforderungen an

Zählerplätze in Anschlusschränken im Freien erläutert. Alle diese Anforderungen hier zu benennen, würde den Rahmen dieses Buches sprengen, daher sollen nur beispielsweise einige Punkte hervorgehoben werden.

Ausführung der Zählerplätze: Bei Anlagen in Gebäuden mit Direktmessung sind Zählerplätze nach DIN VDE 0603-2-1 mit einem anlagenseitigen Anschlussraum von 300 mm Höhe zu verwenden. Dieser Anschlussraum dient zur Errichtung von

- Betriebsmitteln für den Anschluss der Zuleitungen;
- einem Freigabereleais für steuerbare Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG;
- Buchsen für die leitungsgebundene Übertragung von Zählwerten, Tarifwerten oder für Steuerzwecke und für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs), Leitungsschutzschalter und Kombinationen von beiden für bis zu drei einphasigen Stromkreisen mit einer Absicherung von max. 16 A für jede Anschlussnutzeranlage und von Überspannungsschutzeinrichtungen. Von den drei einphasigen Stromkreisen mit einer Absicherung von max. je 16 A darf auch einer für Erzeugungsanlagen oder für Wärmepumpen verwendet werden.

Für die Dimensionierung der Zählerplätze müssen alle möglichen Energieflussrichtungen und die max. möglichen Betriebsströme berücksichtigt werden. Außerdem ist bei Stromanwendungen, wie Wärmepumpen oder andere leistungsstarke Geräte bereits bei der Planung der Zähleranlage der notwendige Platz dafür zu berücksichtigen. Wird der Zählerplatz mit einer internen Verdrahtung nach DIN VDE 0603-2-1:2017-06 durchgeführt, sind folgende Betriebsarten einsetzbar, siehe **Tabelle 6.2** und **Tabelle 6.3**.

Betriebsströme ≤ 63 A	Bei haushaltsüblicher Belastung und ähnlichen Betriebsarten unter Berücksichtigung des Belastungsgrads und des Gleichzeitigkeitsfaktors nach DIN 18015-1:2020-05, Bild A.1, Kurve I
Betriebsströme ≤ 32 A	Bei Eigenerzeugungsanlagen und/oder Bezugsanlagen mit nicht haushaltsüblichem Lastverhalten , wie Direktheizungen, Speicher und Wärmepumpen, unabhängig von der Einschaltdauer.

Tabelle 6.2 Zählerplätze für Betriebsarten bei Leiterquerschnitten von 10 mm²

Betriebsströme mit bis max. 44 A bei Einfachbelegung ^{*)}	Bei Eigenerzeugungsanlagen und/oder Bezugsanlagen mit nicht haushaltsüblichem Lastverhalten, wie Direktheizungen, Speicher und Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, unabhängig von der Einschaltdauer.
^{*)} Einfachbelegung: Belegung des Zählerfelds eines Zählerplatzes mit einem bzw. zwei Messeinrichtungen	

Tabelle 6.3 Zählerplätze für Betriebsarten bei Leiterquerschnitten von 16 mm²

Trennvorrichtungen für die Anschlussnutzeranlage: Hausanschlusssicherungen sind als Trennvorrichtungen für die Anschlussnutzeranlage nicht zulässig. Vor jeder direkt in das Hauptstromversorgungssystem angeschlossenen Messeinrichtung ist eine selektive Überstromschutzeinrichtung vorzusehen, die folgende Funktionen erfüllen kann,

- Trennvorrichtung für die Inbetriebsetzung der Anschlussnutzeranlage,
- Freischaltvorrichtung für die Mess- und Steuereinrichtungen und
- Zentrale Überstrom-Schutzvorrichtung für die Messeinrichtungen und für die Anschlussnutzeranlage.

Die Überstromschutzvorrichtung muss sperr- und plombierbar sein und durch elektrotechnische Laien bedienbar.

6.2.3 Stromkreisverteiler

Wird ein Stromkreisverteiler verwendet, der sich außerhalb von Zählerschränken befindet, so müssen die Anforderungen aus DIN EN 60670-24 (**VDE 0606-24**):2014-03 oder bei einem Strombedarf von mehr als 125 A die Anforderungen aus DIN EN 61439-3 (**VDE 0660-600-3**):2013-02 Anwendung finden. In den Stromkreisverteilern sind Wechselstromkreise den Außenleitern so zuzuordnen, dass sich eine möglichst gleichmäßige Aufteilung der Leistung ergibt. Für die Installation und den Anschluss von Betriebsmitteln und Verbrauchsmitteln, wie z. B. Wärmepumpen, muss auch DIN 18015-1:2020-05 berücksichtigt werden. Darin wird gefordert, dass bei der Zuordnung von Anschlussstellen für Verbrauchsmittel zu einem Stromkreis, die Abschaltung im Fehlerfall oder bei notwendiger manueller Abschaltung möglichst nur ein kleiner Teil der Anlage beeinträchtigt. Somit wird die größtmögliche Verfügbarkeit der Anlage für den Nutzer erreicht.

Die Selektivität in einer elektrischen Anlage muss auch bei einer Hintereinanderschaltung von z. B. einer Einrichtung zum Überstromschutz, wie Leitungsschutzschalter und einer Einrichtung zum Schutz gegen elektrischen Schlag, wie RCD gewährleistet sein. Dies kann erreicht werden durch entsprechende Selektiveigenschaften der jeweiligen Einrichtungen.

6.2.4 Steuerung und Datenübertragung

Bei einer zentralen Steuerung von Messeinrichtungen (z. B. für Tarifsteuerungen) gibt der Messstellenbetreiber die entsprechende Funktionsweise vor. Für die zentrale Steuerung von Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG, wie für größere Geräte,

Wärmepumpen, Erzeugungsanlagen und/oder Speichern von größer 12 kVA, sind die Vorgaben der Netzbetreiber einzuhalten.

Ist im Rahmen der Errichtung von Ladestationen, Wärmepumpen oder anderen größeren Anlagen und Geräten die Anbindung einer Kommunikationseinrichtung erforderlich, so gilt VDE-AR-N 4100:2019-04, Abschnitt 7.7.

6.2.5 Anbindung von Kommunikationsanlagen

Die Anbindung von Kommunikationseinrichtungen spielt eine entscheidende Rolle in modernen elektrischen Netzwerken. In den Normen werden die Standards und Anforderungen festgelegt, die für die zuverlässige Kommunikation zwischen verschiedenen Komponenten des Stromnetzes erforderlich sind.

Die Kommunikationseinrichtungen ermöglichen die Überwachung, Steuerung und Datenerfassung in Echtzeit, was eine effiziente Betriebsführung und Netzstabilität gewährleisten. Sie dienen auch dazu, Störungen frühzeitig zu erkennen und den Energiefluss im Netz optimal zu steuern.

Dazu einige Anforderungen aus VDE-AR-N 4100:2019-04:

- Zählerplätze mit elektronischen Haushaltszählern, BKE, sind für die Kommunikation mit einer optoelektronischen Schnittstelle auszustatten und die Datenleitung in den vorhandenen Raum für Zusatzanforderungen zu legen.
- Bei Zählerplätzen mit Dreipunkt-Befestigung ist im Zählerfeld ein Raum mit Zusatzanwendungen mit mindestens acht Teilungseinheiten erforderlich.
- Im Zählerschrank ist ein Raum für den APZ, Abschlusspunkt Zählerplatz, nach DIN VDE 0603-1:2017-06 vorzusehen.

Der Raum muss folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- plombierbar sein,
- eigene Berührungsschutzabdeckung und
- Maße von Höhe 300 mm, und Breite von 250 mm.
- Sind mehrere Zählerschränke vorhanden, dann den Zählerschrank mit der Allgemeinstromversorgung vorziehen.
- Ist ein Hausübergabepunkt, HÜP geplant oder schon vorhanden, ist ein Rohr oder ein Kanal für eine Datenleitung zwischen APZ und HÜP zu verlegen (25 mm) evtl. mit Zug Draht.

Weitere Details können VDE-AR-N 4100:2019-04, Abschnitt 7.7 entnommen werden.

In **Tabelle 6.4** sind die wichtigen Eckdaten für den Anschluss zusammenfassend dargestellt.

Punkt	Erläuterung
Netzanschlusskapazität	Sicherstellen, dass die Netzanschlusskapazität ausreichend für die zusätzliche Last der Wärmepumpe ist, um Überlastungen zu vermeiden.
Spannungsniveau	Überprüfen, ob die Spannungsversorgung (z. B. 230 V oder 400 V) für die Wärmepumpe geeignet ist und mit dem Verteilungsnetz übereinstimmt.
Absicherung	Die Wärmepumpe muss mit geeigneten Sicherungen (Leitungsschutzschalter) abgesichert werden, um Überlast und Kurzschluss zu vermeiden.
Zählerplatz	Bei Bedarf Installation eines zusätzlichen Stromzählers für die Wärmepumpe, um den Energieverbrauch getrennt zu erfassen.
Phasenlastaufteilung	Sicherstellen, dass die Last gleichmäßig über alle Phasen verteilt wird, um eine symmetrische Belastung des Stromnetzes zu gewährleisten.
Hauptstromversorgungssystem	Eine Wärmepumpe ist im Dauerbetrieb ein wesentlicher Belastungsschwerpunkt innerhalb der Gesamtanlage des Objekts, daher ist bei der Errichtung streng auf die Anforderungen VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100:2019-04 zu achten. → <i>Anhang A.2</i>
Zählerplätze	Bei Wärmepumpenanlagen gilt ab 01.2024 die EVU-Sperrfrist, daher ist ein zweiter Zähler für die Wärmepumpenanlage erforderlich.
Stromkreisverteiler	Für die Installation und den Anschluss von Betriebsmitteln und Verbrauchsmittel, wie z. B. Wärmepumpen, muss auch DIN 18015-1:2020-05 berücksichtigt werden. → <i>Anhang A.7</i>
Kommunikationsanlagen	Erfüllen eine wichtige Rolle in modernen elektrischen Netzwerken, daher die Standards und Anforderungen auch aus VDE-AR-N 4100:2019-04 beachten. → <i>Anhang A.2</i>

Tabelle 6.4 Zusammenfassung über wichtige Eckdaten zum Anschluss von Wärmepumpen

Literaturtip: Weitere detaillierte Erläuterungen zum Anschluss von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln und Geräten sind in der VDE-Schriftenreihe 201, „Cichowski, R. R.: Netzanschluss – dezentrale und regenerative Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (NS-Netz). Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2024“ zu finden.

6.3 Netzintegration und Energiemanagement

Mit Öko-Wärme-Willi Netzintegration verstehen: „Effizientes Energiemanagement ist wichtig für den Betrieb von Wärmepumpen. Ich zeige Ihnen, wie Sie sie optimal ins Netz integrieren.“

Die Integration von Wärmepumpenanlagen in das elektrische Verteilungsnetz erfordert eine sorgfältige Planung, um die Netzstabilität zu gewährleisten und ein effizientes Energiemanagement zu ermöglichen.

Eine effektive Netzintegration und Energiemanagementstrategie sind entscheidend für den effizienten Betrieb von Wärmepumpenanlagen. Hierzu zählen die Optimierung des Eigenverbrauchs, die Nutzung von Smart-Grid-Technologien und die Berücksichtigung von Lastmanagementstrategien.

Entscheidende Maßnahmen

- **Strategien zur Maximierung des Eigenverbrauchs:** Durch die Nutzung von Wärmepumpen kann der Eigenverbrauch optimiert werden, insbesondere in Kombination mit PV-Anlagen, um die Eigenverbrauchsquote zu erhöhen und die Abhängigkeit vom Netz zu reduzieren. Dies umfasst die Planung und Installation von Wärmepumpen und PV-Anlagen, um sicherzustellen, dass möglichst viel der erzeugten Energie vor Ort genutzt wird. Bei dem Einsatz von PV-Anlagen müssen die Anforderungen nach DIN VDE 0100-712:2016-10 berücksichtigt werden. → *Literaturtipps: Cichowski, R. R.: Der rote Faden durch die Gruppe 700 der DIN VDE 0100. VDE-Schriftenreihe 168, 4. Auflage. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2024*
- **Einsatz von Smart-Grid-Technologien zur Optimierung des Energieflusses:** Smart-Grid-Technologien ermöglichen eine intelligente Steuerung und Überwachung der Wärmepumpenanlagen, um den Energiefluss zu optimieren und Lastspitzen zu vermeiden. Dies beinhaltet den Einsatz von intelligenten Zählern, Energiemanagementsystemen und Kommunikationsnetzwerken, die eine *Echtzeitüberwachung und Steuerung ermöglichen*.
- **Planung und Umsetzung von Lastmanagementstrategien:** Durch die Implementierung von Lastmanagementstrategien kann die Lastverteilung im Netz ausgeglichen und die Netzstabilität verbessert werden. Dies schließt Maßnahmen wie zeitgesteuerte Lastverschiebungen, Demand Response Programme und die Integration von Energiespeichern ein, um Lastspitzen zu glätten und die Netzbelastung zu reduzieren.

Diese Maßnahmen sind darauf ausgerichtet, die Wärmepumpen so in das elektrische Verteilungsnetz zu integrieren, dass die Netzstabilität erhalten bleibt und gleichzeitig die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Systems gesteigert werden.

6.4 Schutzmaßnahmen und Fehlervermeidung

Öko-Wärme-Willi zu Sicherheitsmaßnahmen: „Sicherheitsmaßnahmen sind entscheidend, um Probleme zu vermeiden. Hier sind einige wichtige Tipps.“

Schutzmaßnahmen und Fehlervermeidung sind entscheidend, um den sicheren Betrieb von Wärmepumpenanlagen zu gewährleisten und Ausfallzeiten zu minimieren. Die Implementierung geeigneter Schutzmaßnahmen und Fehlervermeidungstechniken ist notwendig, um den zuverlässigen und effizienten Betrieb von Wärmepumpenanlagen sicherzustellen. Dies umfasst den Einsatz entsprechender Betriebsmittel, die Berücksichtigung optimaler Erdungs- und Überwachungssysteme sowie die strikte Einhaltung aller relevanten Normen und Vorschriften, wie sie die Elektrofachkraft bei der Errichtung aller elektrischen Anlagen und Betriebs- und Verbrauchsmittel kennt.

Entscheidende Kernaspekte

- **Einsatz von Fehlerstrom-Schutzstromsicherheitseinrichtungen, RCDs:** RCDs bieten einen wichtigen Schutz gegen Fehlerströme und reduzieren das Risiko von Stromschlägen und Bränden. Sie sollten in allen Stromkreisen, die die Wärmepumpenanlagen versorgen, installiert werden. Die RCDs überwachen den Stromfluss und schalten den Strom ab, wenn ein Fehlerstrom erkannt wird, wodurch potenzielle Gefahren für Menschen und Anlagen vermieden werden.
- **Anforderungen an Erdung und Potentialausgleich:** Eine ordnungsgemäße Erdung und ein sicherer Potentialausgleich sind essenziell, um elektrische Anlagen vor Überspannungen und anderen elektrischen Gefahren zu schützen. Die Erdung leitet überschüssigen Strom sicher in die Erde ab, während der Potentialausgleich dafür sorgt, dass alle Metallteile eines Systems das gleiche elektrische Potential haben, was das Risiko von elektrischen Schlägen minimiert (→ *Kapitel 8* dieses Buches).
- **Überwachung und regelmäßige Wartung der Anlage:** Regelmäßige Wartung und Überwachung der Wärmepumpenanlagen sind notwendig, um einen zuverlässigen Betrieb sicherzustellen und frühzeitig potenzielle Fehler zu erkennen. Dies umfasst die Inspektion der elektrischen Verbindungen, die Überprüfung der Betriebsparameter und die Reinigung von Komponenten. Moderne Überwachungssysteme können kontinuierlich Betriebsdaten erfassen und analysieren, um frühzeitig auf Anomalien aufmerksam zu machen, bevor diese zu ernsthaften Problemen führen (→ *Kapitel 12* und *Kapitel 14* dieses Buches).

- **Verwendung hochwertiger Komponenten:** Der Einsatz von hochwertigen und zertifizierten Komponenten kann die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Wärmepumpenanlagen erheblich verbessern. Komponenten, die den aktuellen Normen und Standards entsprechen, tragen dazu bei, das Risiko von Ausfällen und Schäden zu minimieren (→ *Kapitel 12.4* dieses Buches).
- **Schulung des Wartungspersonals:** Regelmäßige Schulungen und Weiterbildungen des Wartungspersonals sind wichtig, um sicherzustellen, dass alle Beteiligten mit den neuesten Techniken und Sicherheitsvorschriften vertraut sind. Dies trägt dazu bei, menschliche Fehler zu minimieren und die Effizienz der Wartungsarbeiten zu erhöhen (→ *Kapitel 12.5* dieses Buches).

Durch die sorgfältige Planung und Umsetzung dieser Schutzmaßnahmen (→ *Kapitel 13* dieses Buches) und Fehlervermeidungstechniken (→ *Kapitel 14.2* dieses Buches) können Wärmepumpenanlagen sicher und effizient betrieben werden, wodurch Ausfallzeiten minimiert und die Lebensdauer der Anlagen verlängert werden.

6.5 Auswirkungen auf die Netzstabilität und Lastmanagement

Öko-Wärme-Willi zu Netzstabilität und Wärmepumpen: „*Wärmepumpen beeinflussen die Netzstabilität. Lassen Sie uns darüber sprechen, wie Sie diese Herausforderungen meistern können.*“

Wärmepumpenanlagen können erhebliche Auswirkungen auf die Netzstabilität haben. Ein effizientes Lastmanagement ist daher unerlässlich, um eine Überlastung des Netzes zu verhindern.

Die Integration von Wärmepumpenanlagen in das elektrische Verteilungsnetz kann die Netzstabilität beeinflussen. Ein effektives Lastmanagement hilft, diese Auswirkungen zu minimieren und eine zuverlässige Energieversorgung sicherzustellen.

6.5.1 Kritische Schritte und Maßnahmen – EVU-Sperrzeiten für Wärmepumpenanlagen

Ab dem 1. Januar 2024 gelten neue Regelungen für die Sperrzeiten durch die Energieversorgungsunternehmen (EVU) für den Betrieb von Wärmepumpenanlagen. Diese Sperrzeiten sind Zeiträume, in denen die Stromversorgung der Wärmepumpen durch das EVU unterbrochen werden kann, um das Netz zu entlasten und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Hintergrund für die Einführung dieser Regelung: Die EVU-Sperrzeiten sind Teil der Netzintegrationsmaßnahmen, die darauf abzielen, den zunehmenden Strombedarf durch Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge und andere elektrische Verbraucher, die die Netzstabilität u. U. stark negativ beeinträchtigen könnten, zu managen. Durch die Einführung von Sperrzeiten wird das Netz in Spitzenlastzeiten entlastet, was zu einer stabileren Stromversorgung beiträgt.

Regelungen und Zeiten der EVU-Sperrzeiten

1. *Zeitfenster:* Die Sperrzeiten können je nach Netzbetreiber und regionalen Gegebenheiten variieren. Üblicherweise liegen sie in den Morgen- und Abendstunden, wenn der Strombedarf besonders hoch ist. Typische Sperrzeiten sind beispielsweise zwischen 6:00–9:00 Uhr und 17:00–20:00 Uhr. Diese Zeiten können jedoch von Netzbetreiber zu Netzbetreiber unterschiedlich sein.
2. *Dauer:* Die Dauer der Sperrzeiten kann variieren, beträgt jedoch in der Regel zwischen 1 und 3 Stunden pro Zeitfenster. Einige Netzbetreiber können mehrmals täglich Sperrzeiten einführen, abhängig von der aktuellen Nutzlast.
3. *Benachrichtigung:* Netzbetreiber sind verpflichtet, die betroffenen Kunden rechtzeitig über die geplanten Sperrzeiten zu informieren. Dies erfolgt häufig über die Internetseite des Netzbetreibers oder direkte *Benachrichtigungen*.

Auswirkungen auf Wärmepumpenanlagen durch die EVU-Sperrzeiten

1. *Betriebsunterbrechungen:* Während der Sperrzeiten wird die Wärmepumpe temporär abgeschaltet. Es ist wichtig, dass die Wärmepumpenbesitzer dies bei der Planung ihres Heiz- und Warmwassersystems berücksichtigen.
2. *Speichersysteme:* Um die Auswirkungen der Sperrzeiten zu minimieren, empfiehlt sich die Installation von Pufferspeichern für Warmwasser und Heizungswärme. Diese Speicher können die während der Sperrzeiten benötigte Wärme bereitstellen.
3. *Intelligente Steuerung:* Moderne Wärmepumpensysteme können mit intelligenten Steuerungen ausgestattet werden, die sich an die Sperrzeiten anpassen und die Wärmepumpe optimal betreiben. Diese Systeme können die Wärmepumpe vor den Sperrzeiten stärker laufen lassen, um die benötigte Energie zu speichern.

Vorteile der Sperrzeitenregelung

1. *Netzentlastung:* Die Sperrzeiten tragen zur Stabilisierung des Stromnetzes bei, indem sie die Lastspitzen reduzieren.
2. *Kosteneffizienz:* Durch die Teilnahme an Sperrzeitenregelungen können Wärmepumpenbesitzer potenziell von niedrigeren Stromtarifen profitieren, da sie zur Netzstabilität beitragen.

Die EVU-Sperrzeiten, die ab dem 1. Januar 2024 in Kraft traten, sind ein wichtiger Bestandteil der Netzmanagementstrategie zur Bewältigung der zunehmenden elektrischen Lasten durch Wärmepumpen und andere elektrische Verbraucher. Durch die richtige Planung und Anpassung der Wärmepumpensysteme können die Auswirkungen dieser Sperrzeiten minimiert und gleichzeitig Vorteile für das Stromnetz und die Verbraucher erzielt werden.

6.5.2 Weitere Maßnahmen

Anmerkung: Der einzelne Handwerksbetrieb bzw. die Elektrofachkraft werden diese Analysen, Studien und die nachfolgenden Lastmanagementstrategien sicher nicht durchführen, sie sollen hier aber dennoch der Vollständigkeit halber genannt sein. Für die einzelne Fachkraft kann es förderlich sein, zumindest davon gehört zu haben.

6.5.2.1 Analyse der Auswirkungen von Wärmepumpenanlagen auf die Netzstabilität

Eine gründliche Analyse der Auswirkungen von Wärmepumpenanlagen auf die Netzstabilität ist entscheidend. Dies umfasst:

- **Lastflussstudien:** Untersuchung, wie sich der Stromfluss durch das Netz verändert, wenn Wärmepumpen betrieben werden. Diese Studien helfen dabei, Engpässe zu identifizieren und mögliche Überlastungen frühzeitig zu erkennen.
- **Simulationen und Modellierungen:** Mithilfe von Software-Tools können verschiedene Szenarien durchgespielt werden, um zu verstehen, wie sich Wärmepumpen unter verschiedenen Bedingungen verhalten. Dies ermöglicht es, potenzielle Probleme zu antizipieren und geeignete Gegenmaßnahmen zu planen.
- **Netzwerkanalyse:** Untersuchung der bestehenden Netzwerkinfrastruktur, um sicherzustellen, dass sie die zusätzlichen Lasten durch Wärmepumpenanlagen tragen kann. Dabei werden die Kapazität der Transformatoren, die Leitungsstärken und die Schaltanlagen überprüft.
- **Harmonikaanalyse:** Wärmepumpen können durch ihre leistungselektronischen Komponenten Oberschwingungen erzeugen, die die Netzqualität beeinträchtigen. Eine Analyse dieser Effekte ist notwendig, um entsprechende Filter oder andere Maßnahmen zu planen.

6.5.2.2 Entwicklung und Umsetzung von Lastmanagementstrategien

Lastmanagementstrategien sind essenziell, um die Netzstabilität zu gewährleisten und Lastspitzen zu vermeiden:

- **Demand Side Management (DSM):** Hierbei handelt es sich um Maßnahmen, die darauf abzielen, den Energieverbrauch der Verbraucher zu steuern und zu optimieren. Beispielsweise können Wärmepumpen so programmiert werden, dass sie vorwiegend dann arbeiten, wenn die Netzbelastung niedrig ist, z. B. nachts oder während Zeiten niedriger allgemeiner Nachfrage.
- **Zeitvariable Tarife:** Durch die Einführung von Tarifen, die sich nach der Tageszeit richten, können Verbraucher dazu motiviert werden, ihre Wärmepumpen zu Zeiten niedriger Netzbelastung zu betreiben.
- **Intelligente Steuerungssysteme:** Einsatz von Smart-Grid-Technologien, die in Echtzeit die Netzbelastung überwachen und die Wärmepumpen entsprechend steuern. Diese Systeme können automatisch die Leistung der Wärmepumpen reduzieren oder abschalten, wenn das Netz überlastet ist, und wieder hochfahren, wenn die Belastung sinkt.
- **Integration von PV-Anlagen:** Die Kombination von Wärmepumpen mit Photovoltaikanlagen kann die Netzbelastung reduzieren, indem ein Teil des Energiebedarfs durch selbsterzeugten Strom gedeckt wird. Dies reduziert die Abhängigkeit vom Netz und glättet die Lastkurven.

6.5.2.3 Nutzung von Energiespeichern zur Glättung von Lastspitzen

Energiespeicher spielen eine wichtige Rolle im Lastmanagement:

- **Batteriespeicher:** Sie können überschüssige Energie speichern, die zu Zeiten niedriger Nachfrage produziert wird, und diese Energie dann freigeben, wenn die Nachfrage steigt. Dies hilft, Lastspitzen zu glätten und die Netzstabilität zu verbessern.
- **Thermische Speicher:** In Verbindung mit Wärmepumpen können thermische Speicher (z. B. Warmwasserspeicher) die erzeugte Wärme speichern und bei Bedarf abgeben. Dies ermöglicht es, die Wärmepumpen zu Zeiten niedriger Netzbelastung zu betreiben und die gespeicherte Wärme zu einem späteren Zeitpunkt zu nutzen.
- **Pumpspeicherkraftwerke und andere große Energiespeicher:** Diese Systeme können große Energiemengen speichern und sind in der Lage, bei Bedarf schnell Energie bereitzustellen, um Lastspitzen abzufangen und die Netzfrequenz stabil zu halten.
- **Hybridlösungen:** Kombinationen aus verschiedenen Speichersystemen (z. B. elektrische und thermische Speicher) können synergistische Effekte nutzen und eine noch effektivere Lastglättung und Netzstabilität erreichen.