

Neufassung der Richtlinie VDI 4640 Blatt 2 und die Normierung für erdgekoppelte Wärmepumpen

TEXT: Burkhard Sanner, Manfred Reuß und Roland Koenigsdorff

Es ist inzwischen 25 Jahre her, dass ein damaliger stellvertretender Vorsitzender der Geothermischen Vereinigung (GtV, früherer Name des Bundesverbands Geothermie) und Mitglied im Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Kontakt zum VDI aufnahm, um eine Richtlinie für die Oberflächennahe Geothermie anzuregen. Der konkrete Anlass waren neue regionale Fördermaßnahmen für Wärmepumpen und das in Planung befindliche Marktanzreizprogramm für Erneuerbare Energien des Bundes.

Entwicklung der VDI 4640-Richtlinie

Um einen Boom mit anschließendem Zusammenbruch des Wärmepumpenmarktes wie Anfang der 1980er-Jahre zu verhindern, waren klare Planungsvorgaben und eine technische Absicherung von Förderprogrammen notwendig. Eine VDI-Richtlinie versprach sowohl eine große Reichweite vergleichbar einer DIN-Norm als auch die notwendige Freiheit in der Gestaltung.

Im Juli 1995 konstituierte sich der Richtlinienenausschuss VDI 4640, und in Nr. 12 der damals noch jungen Zeitschrift »Geothermische Energie« wurde erstmals darüber berichtet. Bereits im Februar 1998 konnte der Entwurf (»Gründruck«) für die beiden Richtlinien-Blätter VDI 4640 Blatt 1 und VDI 4640 Blatt 2 veröffentlicht werden, die sich mit Grundlagen, Genehmigungen etc. bzw. mit den erdgekoppelten Wärmepumpen befassten. Die endgültigen Versionen dieser Blätter (»Weißdruck«) erschienen im Dezember 2000 (Blatt 1) und im September 2001 (Blatt 2). Bereits im Juni 2001 ist Blatt 3 im Weißdruck erschienen, in dem thermische Untergrundspeicher behandelt werden. Den vorläufigen Abschluss bildete der Weißdruck von VDI 4640 Blatt 4 zu direkten Nutzungen (vor allem Luftvorwärmung/-kühlung in Erdwärmetauschern) im September 2004.

Noch 2004 wurde mit der Revision der beiden ersten Blätter begonnen. Der Gründruck der revidierten Version von VDI 4640 Blatt 1 konnte im Juni 2008 veröffentlicht werden, die Neubearbeitung von VDI 4640 Blatt 2 zog sich jedoch länger hin. Der Weißdruck von Blatt 1 erschien im Juni 2010. Während der Drucklegung erfolgte die Novellierung des Wasserhaushaltgesetzes (WHG), die diesmal nicht nur kleiner Anpassungen, sondern eine erheb-

liche Umstrukturierung in Folge der neuen EU-Wasserrichtlinie umfasste. Daher musste im Dezember 2011 ein Korrekturblatt nachgeliefert werden, mit dem die Aussagen zu Genehmigungen wieder an die korrekten Paragraphen des novellierten WHG angepasst wurden. Hierbei handelte es sich keineswegs um eine Korrektur der Richtlinie in Inhalt und Qualität, sondern lediglich um die Herstellung der Kompatibilität mit dem nach Erscheinen von VDI 4640 Blatt 1 geänderten WHG.

Bei der weiteren Neubearbeitung von VDI 4640 Blatt 2 wurde beschlossen, den Thermal Response Test (TRT), der ursprünglich als Teil des Kapitels über Erdwärmesonden-Auslegung geplant war, aus Blatt 2 herauszunehmen und in einem eigenen, neuen Blatt 5 zu behandeln. Der Gründruck der neuen VDI 4640 Blatt 2 erschien im Mai 2015, der Gründruck der ersten Ausgabe von VDI 4640 Blatt 5 im August 2016. Der Gründruck von VDI 4640 Blatt 2 gab Anlass zu einem der größten Einspruchsverfahren, denen sich eine VDI-Richtlinie stellen musste, wobei die schiere Anzahl von oft weitgehend gleichen Einsprüchen die Geschäftsstelle des VDI und den Richtlinienenausschuss massiv forderten. Dazu kam der große Umfang des Blattes, der zusätzlichen Aufwand bei Redaktion und englischer Übersetzung erforderte. So zog sich die Veröffentlichung des Weißdrucks bis Juni 2019 hin.

Die Arbeit an der Richtlinie VDI 4640 geht natürlich weiter. Bei Blatt 5 sind die Einsprüche aus dem Gründruck abgearbeitet und der Text des Weißdrucks ist verabschiedet. Nach Hinzufügen der englischen Übersetzung und Endredaktion kann VDI 4640 Blatt 5 wahrscheinlich noch 2019 erscheinen. Weitere Aufgaben sind die turnusgemäße Überarbeitung der Blätter 1,



Dr. Burkhard Sanner

stv. Obmann des Richtlinienenausschusses VDI 4640 (bis 2004 Obmann)

Kontakt:

sanner@sanner-geo.de

www.sanner-geo.de

Blatt	1. Gründruck	1. Weißdruck	2. Gründruck	2. Weißdruck
VDI 4640 Blatt 1	02-1998	12-2000	06-2008	06-2010
VDI 4640 Blatt 2	02-1998	09-2001	05-2015	06-2019
VDI 4640 Blatt 3	03-2000	06-2001		
VDI 4640 Blatt 4	12-2002	09-2004		
VDI 4640 Blatt 5	08-2016			

3 und 4. Für die Zukunft ist ein Blatt 6 zu Verfüllbaustoffen geplant, zu dem der Richtlinienausschuss im Herbst 2019 die Arbeit aufnehmen wird. Eine Übersicht über die verschiedenen veröffentlichten Ausgaben der 5 Blätter von VDI 4640 gibt Tabelle 1.

VDI 4640 Blatt 2:2019-06 – was ist neu?

Gegenüber der alten Auflage von 2001 mit 43 Seiten hat der Umfang des Blattes mit jetzt 139 Seiten massiv zugenommen. Darin spiegeln sich nicht nur die technische Entwicklung und die Erweiterung an Nutzungsmöglichkeiten wider, sondern auch die Erfahrung in der Anlagenauslegung, die inzwischen das empirische Stadium längst verlassen hat und nunmehr auf physikalisch-mathematischen Modellen beruht.

Der Grundaufbau ist jedoch gleich geblieben, beginnend mit den Angaben zu Planung und Bau von Grundwasserbrunnen, Horizontalkollektoren und Erdwärmesonden für Wärmepumpenanlagen. Es folgen die Besonderheiten für Direktverdampfung und weitere Wärmequellen wie Energiepfähle, Tunnelbauwerke und kompakte Erdwärmekollektoren. Nach Kapiteln zu Systemeinsbindung und Wärmenutzungsanlagen findet sich ein Kapitel zu Materialauswahl, in dem die verschiedenen möglichen Materialien für Kollektor- und Sondenrohre behandelt sind. Das letzte Kapitel befasst sich mit Störfällen und Rückbau.

Die Auslegungstabellen für Erdwärmekollektoren und Erdwärmekörbe sowie für Erdwärmesonden (bis 30 kW Wärmepumpen-Heizleistung) sind jetzt in Anhängen zusammengestellt. Während bei den verschiedenen Bauarten von Erdwärmekollektoren u. ä. für die Auslegung auf verschiedene Tabellen gesetzt wird, wird für Erdwärmesonden grundsätzlich eine Berechnung des zu erwartenden Temperaturverlaufs gefordert. Die Tabellen für Anlagen bis 30 kW Heizleistung und maximal 5 Sonden sind lediglich als Hilfestellung gedacht, in denen Berechnungs-

ergebnisse für diese Anlagengröße unter klar definierten Randbedingungen aufgelistet sind. Die Tabellenwerte sind damit keine feste Auslegungsvorgabe, sondern es kann jederzeit davon abgewichen werden, wenn die Randbedingungen anders gesetzt werden (z. B. bei Einsatz von thermisch verbessertem Verpressmaterial) und die Auslegung durch Berechnung im Einzelfall erfolgt.

In den Tabellen für Erdwärmesonden sind drei verschiedene Minimaltemperaturen angesetzt (jeweils die Temperatur des von der Wärmepumpe zur Erdwärmesonde fließenden Wärmeträgermediums), mit Werten von -5 °C, -3 °C und 0 °C. Dies entspricht einerseits in etwa den Werten der bisherigen Ausgabe (ca. -5 °C), die aus technisch-wirtschaftlicher Sicht empfohlen werden, und zum anderen mit -3 °C sowohl den Vorgaben der Schweizer Norm SN 546 384/6 (SIA 384/6) als auch den durch einige Landesbehörden gestellten Anforderungen. Die Richtlinie enthält keine Festlegung, nach welcher Minimaltemperatur auszulegen ist, sondern überlässt dies den Planern bzw. den Genehmigungsbehörden nach Kriterien, die nicht die rein technische Funktionsfähigkeit einer erdgekoppelten Wärmepumpe betreffen.

Zur vereinfachten Auslegung von Kleinstanlagen bis 8 kW Heizleistung und maximal 2 Erdwärmesonden wurde eine zusätzliche Tabelle eingeführt, in der direkt die benötigten Sondenmeter für zwei verschiedene Klassen der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds abgelesen werden können. Hierbei wurden konservative Annahmen gemacht; bei Verwendung der anderen, vorher genannten Auslegungsverfahren können i. d. R. Sondenmeter eingespart werden.

Die Auslegung von Erdwärmesondenanlagen ist neu aufgeteilt in die thermische (s. o.) und hydraulische Auslegung. Dadurch wird auch der Aspekt einer optimalen Strömung in den Sondenrohren und Anbindeleitungen und damit

◀ Tabelle 1: Die verschiedenen Ausgaben von VDI 4640

Blau: Aktuell gültige Ausgaben



Dipl.-Phys. Manfred Reuß

Obmann des Richtlinienausschusses VDI 4640 und Mitglied der CEN TC 451 WG 2

Kontakt:

reuss@muc.zae-bayern.de
www.zae-bayern.de



Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff

Hochschule Biberach
Prodekan für Forschung
Fakultät Architektur und Energie-Ingenieurwesen
Institut für Gebäude- und Energiesysteme IGE

Kontakt:

koenigsdorff
@hochschule-bc.de
www.hochschule-biberach.de

ein möglichst geringer Energieverbrauch für die Umwälzpumpen berücksichtigt. Die Vorgaben für Herstellung, Einbau und Verfüllung von Erdwärmesonden sind in der neuen Ausgabe erheblich ausgeweitet. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die abdichtende Wirkung des Füllmaterials gelegt, und in einem Anhang wurden Rahmenbedingungen für Testverfahren zum Frost-/Tauwechsel-Verhalten des Füllmaterials definiert.

Ein Abschnitt befasst sich, wie in der Vorgängerversion, mit Anlagen mit Direktverdampfung. Der Abschnitt zu Besonderheiten weiterer Wärmequellen/-senken wurde erheblich ausgeweitet und umfasst nunmehr Energiepfähle, erdberührte Betonbauteile als Wärmeübertrager, Tunnelbauwerke, kompakte Erdwärmekollektoren und Speichersonden. Abgerundet wird die Richtlinie wie bisher durch [aktualisierte und erweiterte] Abschnitte zu Systemeinbindung, grundsätzlichen Anforderungen an die Wärmenutzungsanlagen, Materialauswahl, Verhalten bei Störfällen und Rückbau.

Normierung für erdgekoppelte Wärmepumpen in Europa

Für die Oberflächennahe Geothermie gibt es Richtlinien seit etwa 1980. Im Lauf der Jahre wurde eine ganze Reihe nationaler Normen erarbeitet, die Liste umfasst inzwischen 32 Dokumente aus 8 Ländern und auf europäischer Ebene (CEN), siehe Tabelle 2. Die in diesen Dokumenten am häufigsten behandelten Aspekte sind Planung und Bau von Erdwärmesonden, aber auch horizontale Erdwärmekollektoren, Grundwasserbrunnen und Energiepfähle werden in einigen Richtlinien behandelt. Neben diesen allgemeinen Dokumenten gibt es noch eine Vielzahl von Richtlinien, Leitfäden und Wegleitungen auf regionaler Ebene, vor allem für die Anforderung des Grundwasser- und Bodenschutzes und der Genehmigungsfähigkeit.

Seit Anfang 2017 arbeitet ein neues Komitee bei CEN (CEN/TC451) an europäischen Normen zu »Water and Geothermal Boreholes« (Bohrungen für Wasser und Geothermie). Eine Arbeitsgruppe (WG2) dieses Komitees bearbeitet aktuell eine Norm für Erdwärmesonden. Deutschland

ist über den DIN darin eingebunden, u. a. mit Vertretern aus dem VDI-Richtlinienausschuss und dem BVG. Das Sekretariat von CEN/TC451 wird durch die französische Normungsstelle AFNOR wahrgenommen, die aktiven Mitglieder von WG2 kommen aus Dänemark, Deutschland, Frankreich, Italien, den Niederlanden, Rumänien und Schweden. Ein Entwurf der Erdwärmesonden-Norm (Design and construction of borehole heat exchangers), der dann durch die Mitgliedsorganisationen in den einzelnen Ländern akzeptiert werden und anschließend in nationale, öffentliche Konsultationsprozesse gehen muss, wird für Ende 2019 erwartet.

Um die Jahrtausendwende gab es einschlägige Normen und Richtlinien erst in vier europäischen Ländern, nämlich Deutschland mit dem Grunddruck von VDI 4640 (Blatt 1 und Blatt 2) von 1998, Österreich mit ÖWAV RB 207 von 1993, Schweden mit der Richtlinie Normbrunn '97 von 1997 und die Schweiz mit AWP Merkblatt T1 aus dem Jahr 1992. Drei von diesen Dokumenten sind heute in revidierten und nachgeführten Versionen weiterhin in Kraft, das AWP-Merkblatt wurde aber faktisch durch SIA 384/6, heute SN 546 384/6, ersetzt.

Gegen Ende des ersten Jahrzehnts im neuen Jahrtausend kam es dann zu einem raschen Anwachsen der Zahl von Normen und Richtlinien in Europa. In Großbritannien wurde 2008 die Norm MIS 3005 veröffentlicht, sie liegt 2017 bereits in 5., revidierter Auflage vor; für den Bereich erdgekoppelter Wärmepumpen gehören dazu die Auslegungstabellen MCS 022 aus dem Jahr 2011, in denen Werte für Erdwärmesonden, Horizontalkollektoren und eine Bauart von Spiralkollektoren aufgeführt sind. Einige ergänzende Richtlinien wurden durch die britische Ground Source Heat Pump Association (GSHPA) herausgegeben. Als nächstes wurden ab 2010 Normen in der Schweiz veröffentlicht, nämlich 2010 die SN 546 384/6 zu Erdwärmesonden, der 2015 die SN 546 384/7 folgte, die sich mit Grundwasser-Wärmepumpen befasst.

Die ersten einschlägigen Normen in Frankreich und Italien erschienen 2011. AFNOR, die französische Normungsagentur, begann 2011 in der Nummernreihe X10-950 bis X10-999 eine

► Tabelle 2: Anzahl relevanter Normen und Richtlinien für oberflächennahe Geothermie in Europa in den Jahren 1995, 2008 und 2018

	1995	2008	2018
Anzahl Normen	7	13	32
Anzahl Länder	3	4	8 + CEN
Länder	AT, CH, DE	AT, CH, DE, SE	AT, CH, DE, FR, IT, SE, SP, UK und CEN

Serie von Normen und dem Haupttitel »Forage d'eau et de géothermie« (Bohrungen für Wasser und Geothermie). Die bislang erschienen Normen befassen sich mit der Herstellung der Erdwärmesonden, mit der Installation von Erdwärmesonden und mit Grundwasserwärmepumpen, dazu kommt ein Entwurf für Verpressmaterialien. Die italienischen Normen UNI 11466 bis UNI 11468, erschienen 2012, befassen sich mit Planung, Bau und Umweltaspekten von erdgekoppelten Wärmepumpen, während UNI 11517 die Qualifikation der entsprechenden Anlagenbauer behandelt. Und 2014 folgte dann eine Norm zu Planung und Bau von Erdwärmesonden in Spanien, UNE 100715-1. Sie lehnt sich in vielen Bereichen an Vorgaben aus der früheren Ausgabe von VDI 4640 an.

Die Arbeit von CEN/TC 451/WG2 wird hoffentlich dazu führen, dass es einige grundlegende Normen zur Oberflächennahen Geothermie gibt, die dann in ganz Europa in gleicher Weise gelten. Auf einem Kontinent mit derart großen Unterschieden in Klima, Geologie und Baupraxis wie in Europa können gemeinsame Normen aber nur die allgemeinen Anforderungen an Material

und Ausführung setzen, während nationale (oder sogar regionale) Dokumente für die Anpassung der Technik an den jeweiligen Standort erforderlich bleiben. Solche Dokumente könnten nationale Anhänge zu CEN-Normen sein, aber auch eine weitergeltende Richtlinie wie VDI 4640 in Deutschland.

Danksagung

Seit der Konstituierung 1995 wird der Richtlinienausschuss VDI 4640 seitens der Geschäftsstelle des VDI von Frau Dr. Eleni Konstantinidou begleitet, die die Arbeit mit großem Einsatz unterstützt hat und dabei inzwischen selbst zu einer Geothermie-Expertin geworden ist. Ihr sei an dieser Stelle ein tiefempfundener Dank ausgesprochen! ♦

Eine detaillierte Auflistung der im Text genannten Normen und Richtlinien und ein umfangreiches Literaturverzeichnis findet sich in: Sanner, B. (2018), Entwicklung und Stand von Normen und Richtlinien für oberflächennahe Geothermie im In- und Ausland, bbr 69, 7-8/18, 62-69, Bonn

storengy

IHR PARTNER FÜR INNOVATIVE GEOTHERMIE-LÖSUNGEN

Storengy, eine Gesellschaft der ENGIE-Gruppe, ist weltweit führend in der unterirdischen Speicherung von Erdgas und versteht sich als Vorreiter in der Entwicklung geothermischer Energie.

Interdisziplinäres Know-how, geowissenschaftliche Expertise sowie Erfahrung in der ganzheitlichen Entwicklung von Geothermie-Projekten weltweit machen Storengy zu einem verlässlichen Partner für Ihr Geothermie-Vorhaben. Storengy bietet Lösungen für Wärme- und Kälteerzeugung auf Basis von oberflächennaher und tiefer Geothermie. Als innovativer Partner für eine neue Welt der Energie leistet Storengy einen Beitrag zur Entwicklung nachhaltiger Städte, Quartiere und Gebäude.

Die ENGIE-Gruppe ist an zahlreichen Projekten weltweit beteiligt und dehnt ihre Geothermie-Aktivitäten derzeit verstärkt in Deutschland aus.