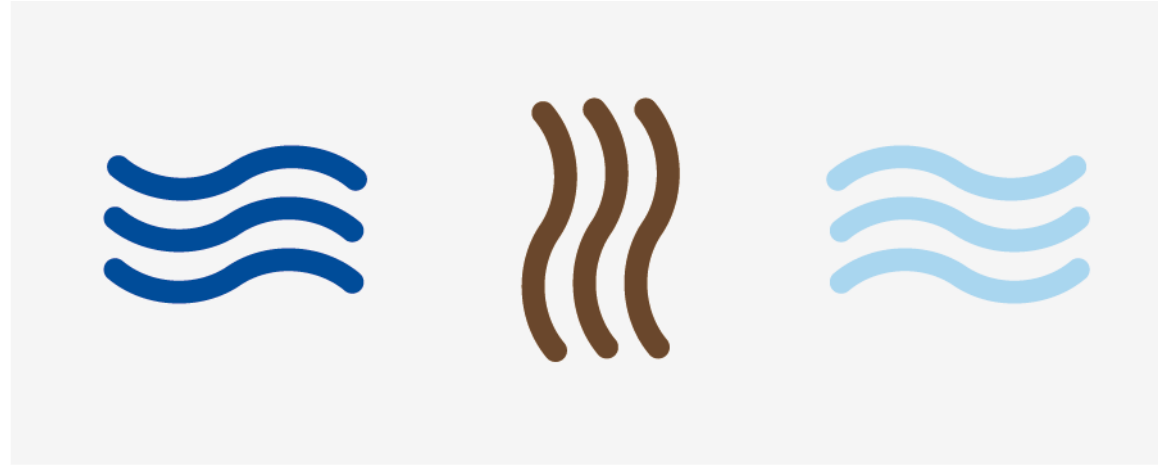




Wärmepumpe und Aquathermie - Starke Partner

Wasserkraft Forum zum 4. Wasserkongresse 2026

01.07.2026

Felix Uthoff

Referent Technik und Normung

Kurz über mich

- **Ostbayrische Technische Hochschule Amberg-Weiden**

- Studium Erneuerbare Energien / Umwelttechnik 2010–2014
- Studium der Energietechnik 2014-2015

- **Referent für Energiewirtschaft und Politik**

- AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
Nov. 2016–Aug. 2021
 - KWKG, Förderung, FW308, FW309-6, Abwärmenutzung

- **Referent Technik und Normung**

- Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. ·
Seit 2023
 - Kältemittel, Großwärmepumpen, Kommunale Wärmeplanung, Aquathermie



Felix Uthoff (B. Eng.)

- Referent für Technik und Normung

Über den Bundesverband Wärmepumpe e.V.

1400 Mitglieder: Hersteller, Energieversorger, Zulieferbetriebe, Bohrunternehmen sowie Handwerker, Planer und Energieberater

etabliertes Netzwerk: Wir arbeiten mit vielen Multiplikatoren, wissenschaftlichen Institutionen und Partnerverbänden zusammen

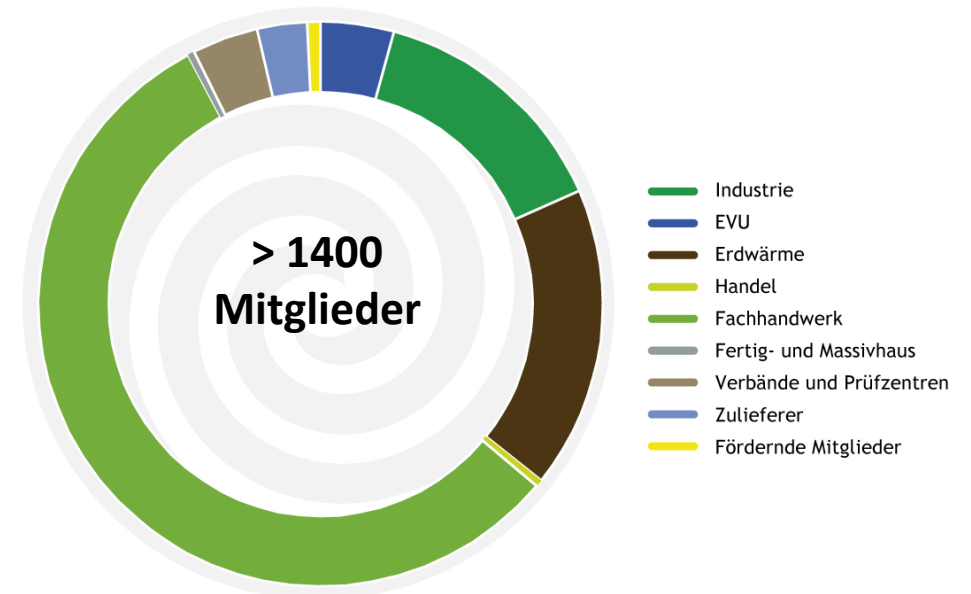
umfassend Informiert: Mit unserer Presse- und Kampagnenarbeit informieren wir Verbraucher, Berater und Handwerker

immer aktuell: Wir recherchieren und erheben aktuelle Marktdaten, Zahlen, Fakten und wissenschaftliche Untersuchungen

anschaulich und hilfreich: Wir erstellen hochwertige Fach- und Publikumsbroschüren, Rechentools, Infografiken und Videos

weitere Aktivitäten: Veranstaltungen, Messeauftritte, Normenarbeit

Verteilung der BWP-Mitglieder über die Wertschöpfungskette



Stand 05/2025

Publikationen



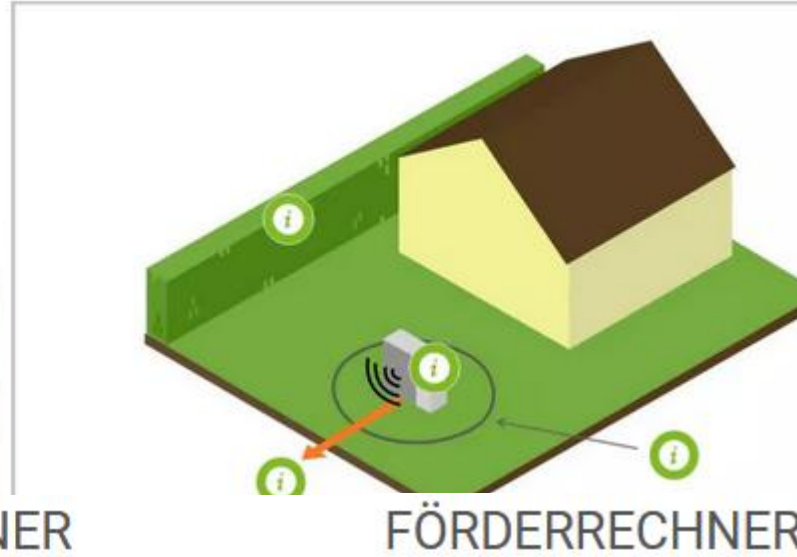
<https://www.waermepumpe.de/verband/publikationen/fachpublikationen/>

Planungstools

JAZ-RECHNER



SCHALL-RECHNER



KLIMAKARTE



HEIZKÖRPERRECHNER



FÖRDERRECHNER



Referenzdatenbank

- die größte WP-Datenbank
- Gute Auffindbarkeit der GWP-Projekte
- bietet direkten Kontakt zwischen Kunden, Planern und Herstellern
- Mehr als 490 Projekte wurden eingepflegt
 - 98 Projekte > 100kW
 - 76 Projekte > 200kW



Referenzobjekte

Suchen...

PLZ...

Projekttyp
alle

Verwendung
alle

Wärmepumpenart
alle

Baujahr
alle

Heizleistung (kW)
0 kW – 1000 kW+

A map of Europe with numerous red dots indicating the locations of heat pump projects. The map includes labels for various countries and cities, and has zoom controls on the left and top right.

iKWK-Anlage der Stadtwerke Gotha



1300 kW Großwärmepumpe Sabroe DualPAC 716 von Johnson Controls für die Stadtwerke Gotha.

Wärmepumpenart: Wasser-Wasser-Wärmepumpe

Heizleistung: 1,3 MW

[Details anzeigen](#)

[Nach oben](#)

Planungstools Lösungsnavigator

Lösungsnavigator

Eine Lösung im Lösungsnavigator deckt eine Produktserie ab (in Abgrenzung zu spezifischen Modellen), die vom Hersteller sehr freizügig definiert werden kann. Die Datenfelder zielen darauf ab, eine Orientierung durch das Marktangebot zu bieten, wobei Produkte zusammengefasst werden können, sofern dies am Anfang der Planung statthaft ist. Der Lösungsnavigator beansprucht für sich nicht, alle marktverfügbaren Lösungen abzubilden.

Nicht angegebene Werte (leere Felder oder die Option "Bitte wählen") werden bei der Suche nicht berücksichtigt. Sie sind daher optional.



Lösungsnavigator:

- Für wassergeführte WP-Anwendungen über 30 kW
- Fokussierung auf Planer und Projektentwickler
- aktuell 145 Lösungen von 25 Herstellern

Ziel der Berechnung:

- Eingrenzung der möglichen am Markt befindlichen Anbieter für die konkrete Kontaktaufnahme

Grundlage der Ergebnisse:

- Projektspezifische Eingaben
 - Aufstellungsorte
 - Kühlbetrieb
 - Netzdienlicher Betrieb
 - Anwendungsgebiete
- Sonstige Projekteinschränkungen



<https://www.waermepumpe.de/normen-technik/loesungsnavigator/>

Großwärmepumpen- Projektanfrage



BWP Großwärmepumpen-Projektanfrage

Stellen Sie hier eine Anfrage zu Ihrem Großwärmepumpenprojekt! Egal ob Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude, Wärmenetze oder Industrie- und Prozesswärmeversorgung. Wir werden Ihr Anliegen prüfen und geeignete Kontakte zur Planung und Umsetzung Ihres Großwärmepumpenprojekts vermitteln.

[Hier geht es zur Großwärmepumpen-Projektanfrage](#)

Projektanfrage:

- Für WP-Anwendungen über 30 kW.
- Fokussierung auf Projektinitiatoren und Energiemanager und Planer

Ziel der Webseite:

- Kontaktvermittlung direkt zum Technischen Vertrieb
- Projektspezifische Eingaben
 - MFH, NWG, W-Netze oder Prozesswärme
 - Aufstellungsorte
 - Planung, Auslegung, Angebot
- Sonstige Projekteinschränkungen

Ablauf:

- Start diese Woche
- Kursorische Prüfung der GS
- Weiterleitung an Verteiler AG-GroßWP bis auf weiteres



<https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/grosswaermepumpen/projektanfrage/>

bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Projektanfrage stellen

Stellen Sie hier eine Anfrage zu Ihrem Großwärmepumpenprojekt! Wir werden Ihr Anliegen prüfen und geeignete Kontakte zur Planung und Umsetzung des Projekts vermitteln.

☐ Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude ☒ Wärmenetze

☒ Industrie- und Prozesswärmeversorgung

Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude

Kontaktinformationen

Voller Name *

Projektadresse

Telefonnummer

E-Mailadresse *

Gewünschte Unterstützung *

☐ Wärmepumpenauslegung

☐ Wärmepumpenangebot nur Wärmeerzeuger/-energiezentrale

☐ Projektierung und Begleitung

Weiter

Aquathermie-Viewer TU Darmstadt

- Wärmeentzug erfolgt über Wasserentnahme oder Wärmeübertrager.
- Wärmepumpen heben das Temperaturniveau für die Nutzung an.

Problem

- Anlagen werden bislang dezentral genehmigt.
- Informationen liegen meist nur lokal vor.
- Erfahrungen und Genehmigungsaufgaben sind kaum zugänglich.

Projekt

- Aufbau eines frei zugänglichen Aquathermie-Viewers mit Datenbank
- Kartenbasierte Erfassung bestehender Anlagen
- Darstellung wichtiger Anlagen- und Genehmigungsdaten

Ziele

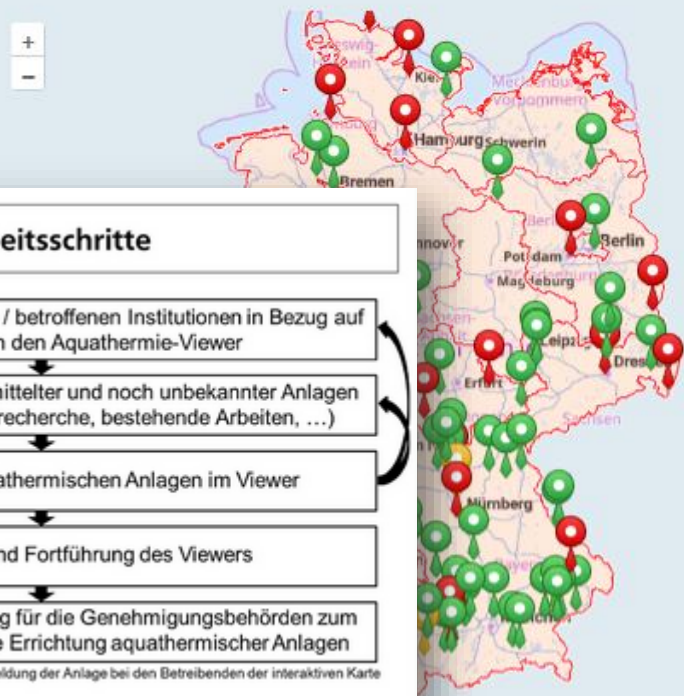
- Mehr Transparenz zu bestehenden Projekten
- Besserer Erfahrungsaustausch
- Abbau von Hemmnissen
- Förderung der Nutzung von Oberflächengewässern für Wärme

Aquathermie-Viewer Deutschland

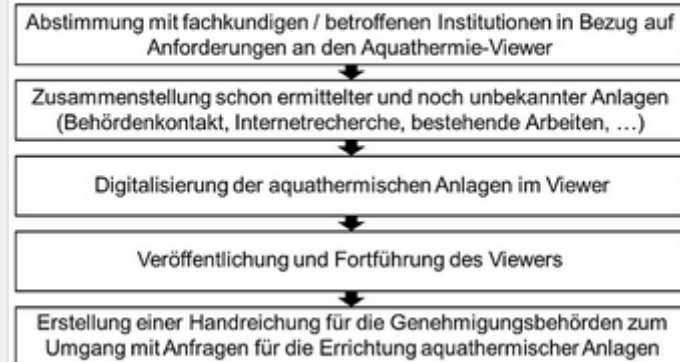
Der Aquathermie-Viewer stellt die derzeit erfassten Aquathermie-Anlagen an Oberflächengewässern (in Betrieb, außer Betrieb, in Planung) in Deutschland dar und vermittelt wesentliche Informationen über die Anlagen. Damit soll er

- Umsetzungsmöglichkeiten der Wärmeentnahme aus Oberflächengewässern vorstellen
- auf potenzielle Herausforderungen für den Betrieb hinweisen
- bisherige Erfahrungen mit Verschmutzungen und Frost aufzeigen
- auf potenzielle Genehmigungsaufgaben aufmerksam machen und die richtigen Ansprechstellen für die Genehmigung auflisten
- eine Übersicht über die wärmetechnischen Nutzungen eines Gewässers geben (Summationseffekte)

Die dargestellten Daten sind derzeitiger Recherche-Stand, Angaben ohne Gewähr.



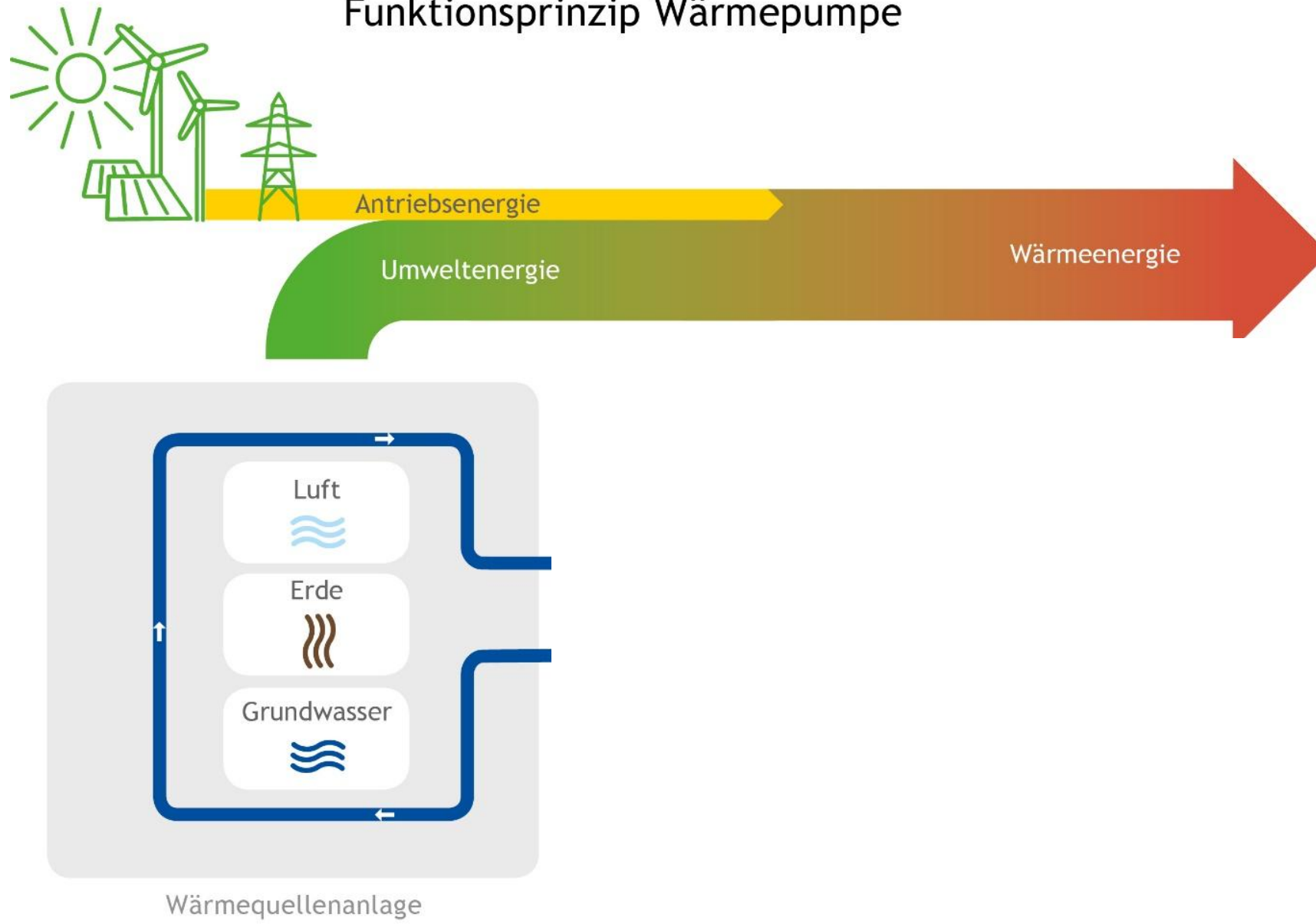
Arbeitsschritte



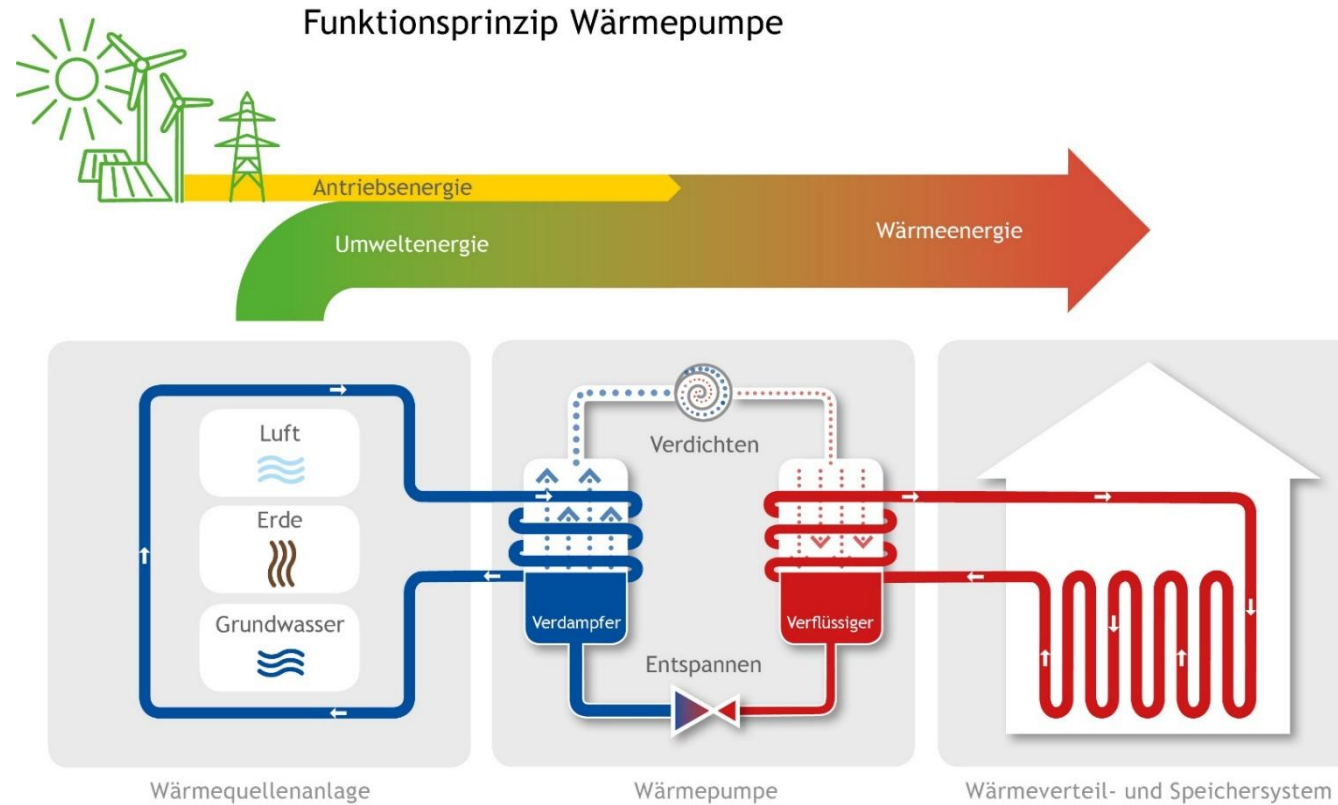
inkl. Empfehlung für Anlagenbetreibende zur Meldung der Anlage bei den Betreibern der interaktiven Karte

<https://atv.waermepumpe.de/>

Funktionsprinzip Wärmepumpe



Funktionsprinzip Wärmepumpe



Außerdem:

- Industrielle Abwärme
- Abwasser, Kanäle
- **Seen und Flüsse**
- **Spundwände**
- Geothermie
-

Leistungszahl
Momentanbetrachtung

$$\text{COP} = \frac{\dot{Q}_{\text{WP}}}{P_{\text{el}}} > 1$$

$$\frac{4\text{kW}}{1\text{kW}} = 4,0$$

Arbeitszahl
Jahresbetrachtung

$$\text{JAZ} = \frac{\text{kWh/a}_{\text{Wärme}}}{\text{kWh/a}_{\text{Strom}}}$$

$$\frac{17.488 \text{ kWh/a}_{\text{th}}}{5.011 \text{ kWh/a}_{\text{el}}} = 3,49$$



3 kW_{th}



1 kW_{el}



4 kW_{th}

+

=

Die Welt der Wärmepumpen....

Wärmepumpe 6 kW



Quelle: dimplex.de

Wärmepumpe 20.000 kW = 20 MW



Quelle: Friothers, Unitop® 50 Wärmepumpe, Helsinki Energia, Helsinki, FI,

Sehr große Wärmepumpen....

Wärmepumpe mit 60.000 kW Leistung

Dänemark, Esbjerg

- Standort der Wärmepumpe am Hafen, 4.000 Liter Meerwasser pro Sekunde
- Strom stammt von einem nahen Windpark
- Vorlauftemperaturen ins Netz 70-90°C
- Rücklauftemperaturen 33° – 39°C
- COP 3.3 (winter) – 3.5 - 4 (summer)
- Wärmepumpen: 2x 30MW_{th}
ca. 9 MW_{el}/WP

Augsburger Allgemeine

HEIZEN

03.10.2023

MAN Energy Solutions liefert eine Wärmepumpe für 100.000 Menschen



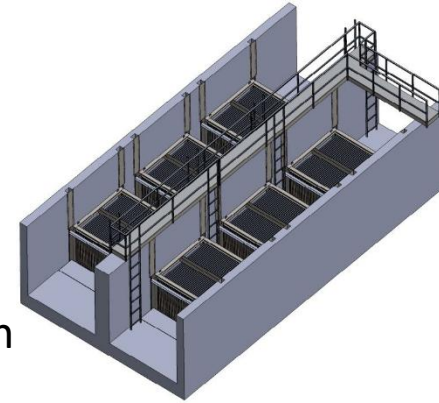
Die Großwärmepumpe von MAN Energy Solutions in Esbjerg in Dänemark versorgt 100.000 Menschen mit Wärme.

Foto: Sebastian Vollmert, MAN Energy Solutions

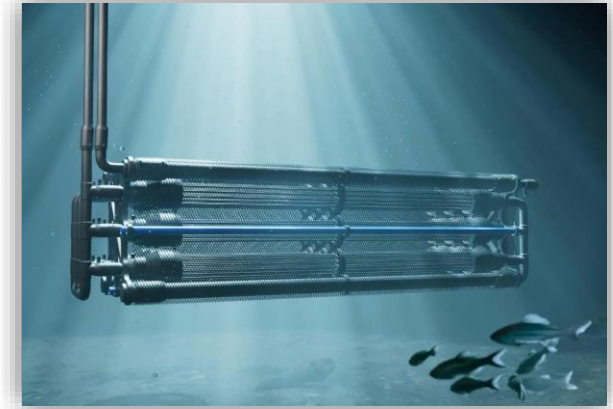
Formen der Wassernutzung

Wärmeübertrager im Gewässer

- Einfacher Einbau bei bestehenden Bebauungen
- Gute Wärmeübertragung
- Leichte Reinigung
- Hochwasserschutz → Kombination mit bestehenden Bebauungen
- Einbaumöglichkeit in bestehenden Abwasserkanälen und Kühl- / Prozesswasserentnahmen bevor (Wieder-)Einleitung



Quelle: UHRIG GmbH



Quelle: FRANK GmbH

Wasserentnahme → Wärmeübertrager außerhalb des Gewässers

- Höhere Kosten
 - Leistungsbau und Ein- & Ausleitbauwerke
 - Zusätzliche Stromkosten für Pumpen
- Bei niedrigem ΔT erhöht sich die zu fördernde Wassermenge erheblich
- Platzbedarf in Heizgebäude

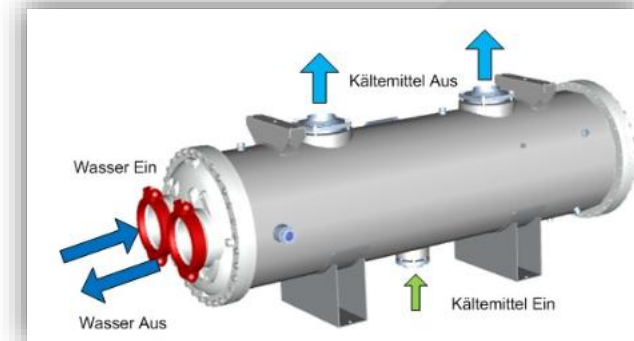


Bild: [Smaridt OPK - Wärmetauscher + Wärmeübertrager in Kälteanlagen](#)

Rohrbündelwärmetauscher (überflutet)

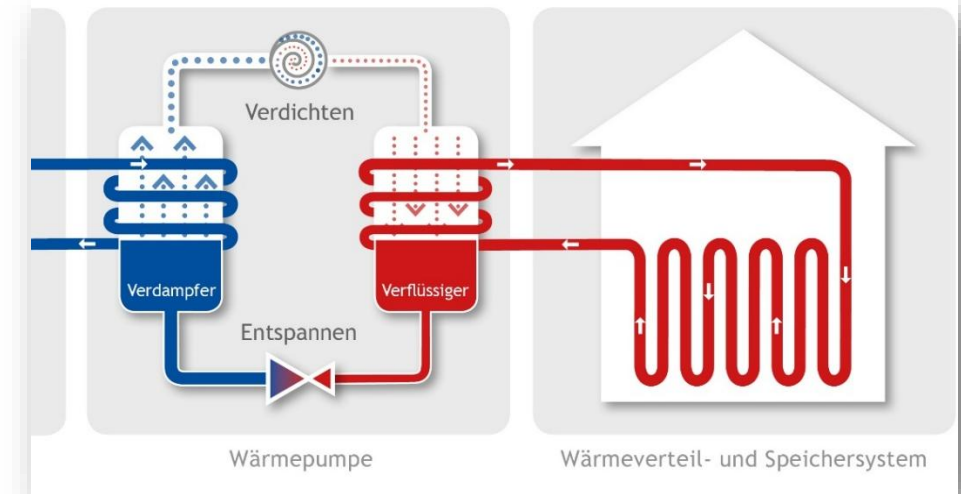
Der Leistungsbereich liegt zwischen 150 und 6.000 kW

Formen der Wassernutzung

Zwischenwärmetauscher / Sekundärkreise

Ohne Zwischenwärmekeis → Wasser/Wasser-WP

- Günstig WP-Technik
- Aufwendigere Wasservorreinigung



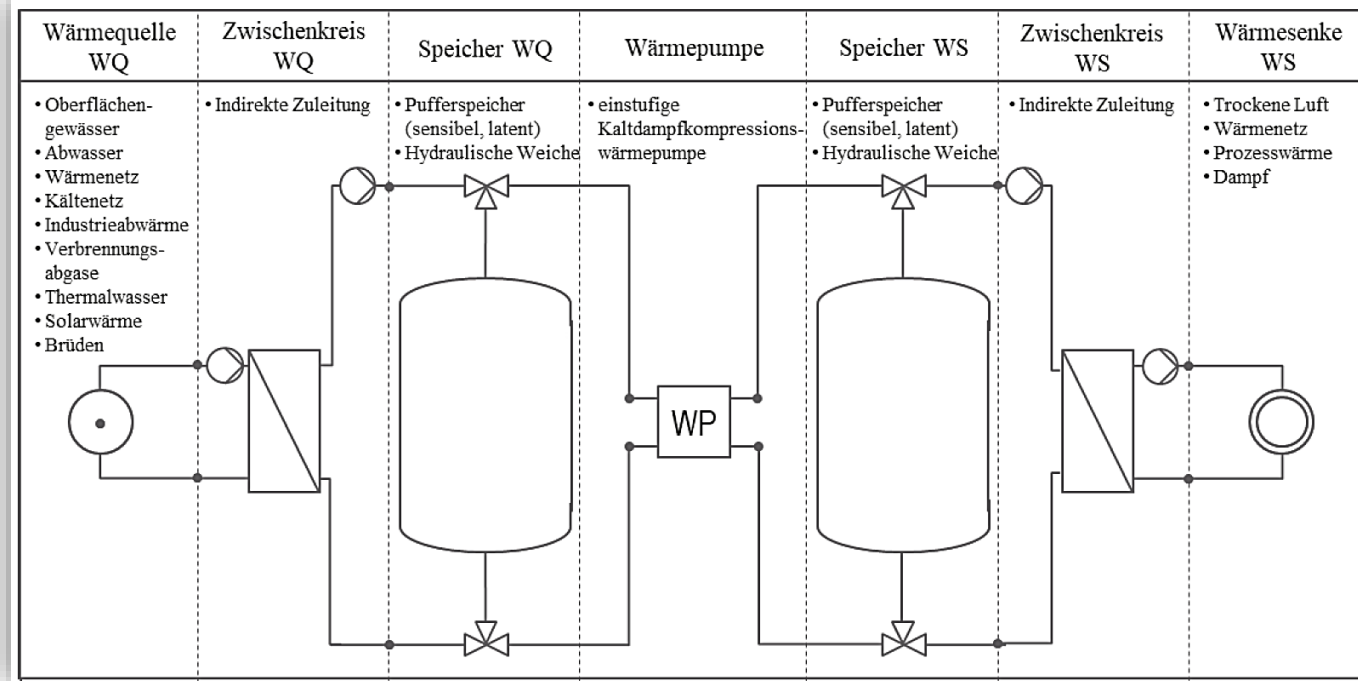
Mit Sekundärkreis → Sole/Wasser-WP

- Komplexer
- Kein direkter Kontakt Kältemittel/Gewässer
- Kosten
- Stromkosten für Pumpen
- Verlust von 2-4K ΔT an jedem WÜ

Medium Wasser

→ Einsatzgrenze von 10°C

→ Frostschutz am Wärmetauscher der Wärmepumpe



Einfluss von Temperatureinschränkung

- Potential kann nur gehoben werden, falls das Gewässer weiter abgekühlt wird
- Andernfalls kommen fossile Spitzenlasterzeuger zum Einsatz
- Bei Sekundärkreis mit Wasser
→ Einsatzgrenze von 10°C
Gewässertemperatur
→ würde gesamte Heizperiode ausschließen

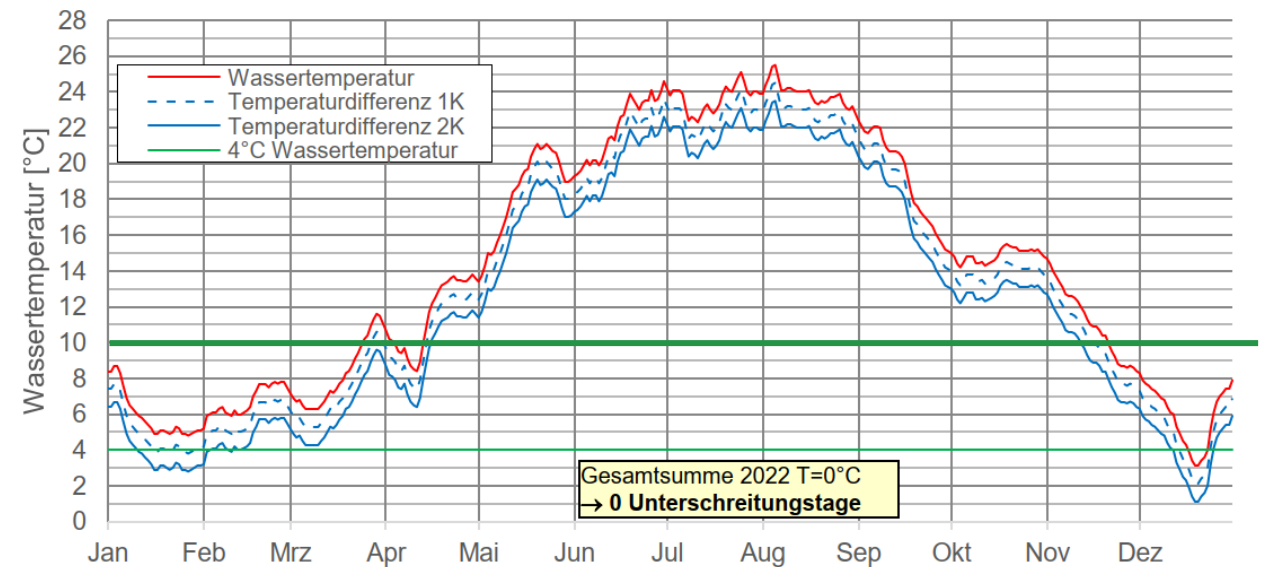


Bild 67: Jahreszeitlicher Gang der Gewässertemperatur des Neckars in Mannheim 2022

„Grüne Nah- und Fernwärme aus Fließgewässern. Untersuchung für die 80 Großstädte in Deutschland“, Christian Seidel:

Bereitung der Aquathermie im Ordnungsrecht

Ausgangslage:

- LAWA hat Empfehlungen zur thermischen Nutzung von Gewässern erarbeitet. Fokus lag **ausschließlich auf ökologischen Rahmenbedingungen**.
- Wirtschaftliche und energiewirtschaftliche Aspekte wurden nicht berücksichtigt.
- Das Papier sollte ursprünglich durch die Umweltministerkonferenz beschlossen werden.

Eingreifen des BWP

- Der BWP hat Kontakt zu allen 16 Umwelt- und Energieministerien sowie Ministerbüros aufgenommen.
- Veröffentlichung erfolgte stattdessen nur als Studie mit Empfehlungscharakter.

Weiteres Vorgehen

- Die Energieministerkonferenz hat die LAWA beauftragt, künftig auch energiewirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen.
- Der BWP wird an der entstehenden DWA-Arbeitsgruppe beteiligt.
- Ziel ist eine spätere DWA-Richtlinie mit ausgewogener Berücksichtigung von Ökologie und Wirtschaftlichkeit.
- Dadurch sollen Hemmnisse abgebaut und ein wirtschaftlicher Betrieb von Wärmepumpen mit der Wärmequelle „Gewässer“ ermöglicht werden.



LAWA – LFP

Dieter Leßmann (BTU)
in Zusammenarbeit
mit der
„Biologische Bewertung Seen
und Flüsse“
sowie der Bundesanstalt
für Umweltforschung und
Naturgeschichte

Cottbus / Tit...

bwp Bundesverband
Wärmepumpe e.V.

Dr. Martin Sabel
Geschäftsführer
sabel@waermepumpe.de
030 / 208 799 711

– per E-Mail –

07.05.2025

**Leitlinien der LAWA gefährden die wirtschaftliche Nutzung einer zentralen
Wärmequelle zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands**

Sehr geehrte Damen und Herren Energie- und Umweltministerinnen und -minister,

jüngste Studien bestätigen das enorme Potenzial der thermischen Nutzung von Fließgewässern in Deutschland! Die Nutzung dieser enormen Potentiale ist unerlässlich, um die Ziele des Klimaschutzgesetzes zu erfüllen. Die Hälfte der deutschen Großstädte könnten ihre gesamte Raumwärme über die Nutzung dieser Ressource bereitstellen.

Ein Wärmeentzug aus Gewässern mit einer Temperaturabsenkung von lediglich zwei bis drei Kelvin könnte bis zu 94 Prozent des deutschen Niedertemperatur-Wärmebedarfs decken. Schon kleine Flüsse mit einem Abfluss von einem Kubikmeter pro Sekunde können damit kleine Gemeinden mit bis zu 150 Gebäuden das gesamte Jahr mit Heizenergie versorgen.

Darüber hinaus kann der Einsatz von Aquathermie dazu beitragen, das ökologische Gleichgewicht unserer Gewässer wiederherzustellen, welche eine deutliche Erwärmung auch infolge des Klimawandels aufweisen.

Die Initiative der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, einen Leitfaden für eine bundeseinheitliche Genehmigung von Aquathermie-Anlagen zu erarbeiten, begrüßen wir sehr. Der nun zur Abstimmung stehende Entwurf hätte allerdings ein ordentliches Konsultationsverfahren unter Einbezug relevanter Stakeholder erfordert. Bei Verabschiedung des Entwurfs in der vorliegenden Version auf der kommenden Umweltministerkonferenz besteht die Gefahr, eine wesentliche Säule des Klimaschutzes in Deutschland zu gefährden.

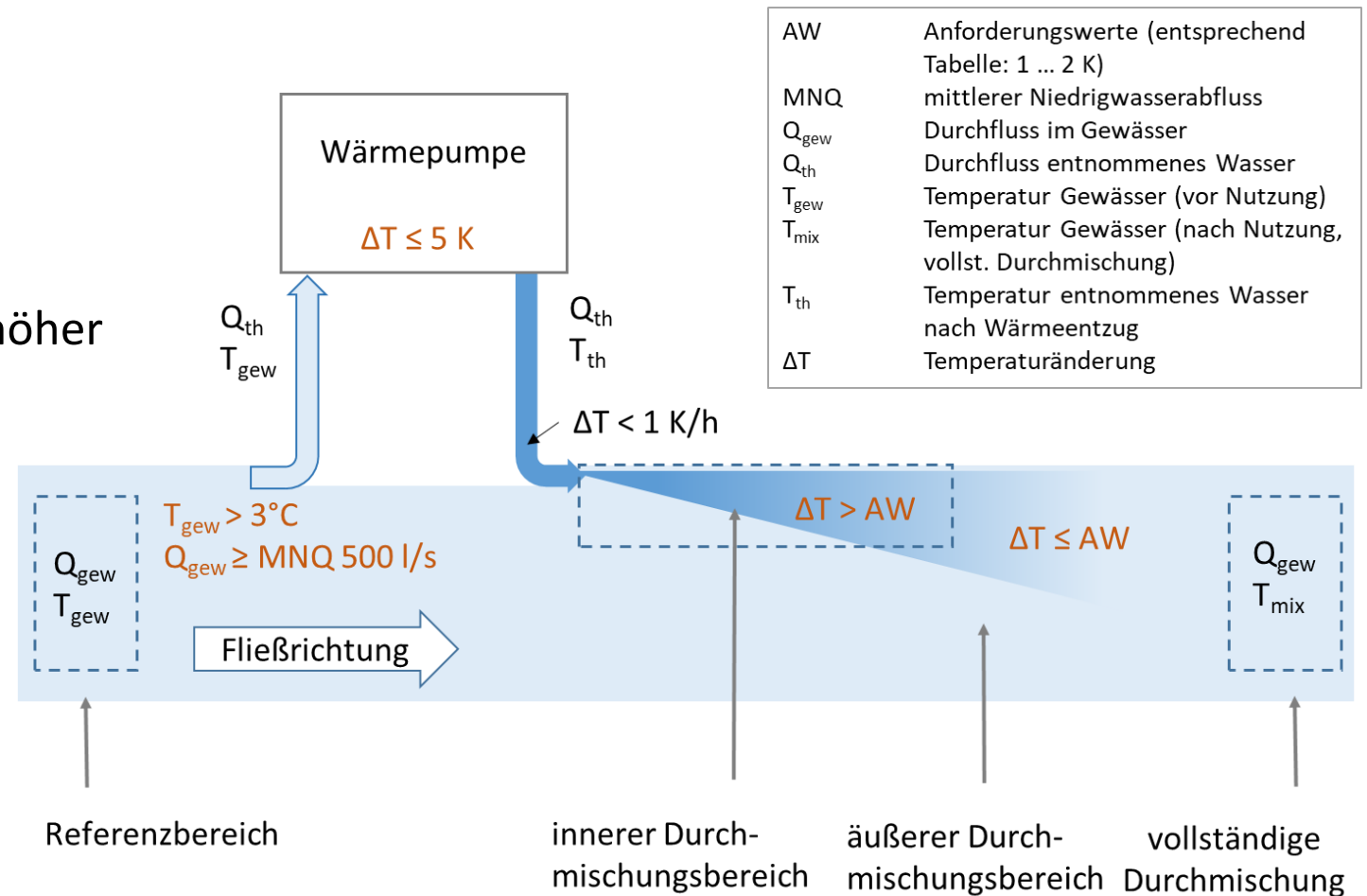
Unsere Sorge begründet sich unter anderem durch folgende Punkte im vorliegenden Entwurf, auf die wir an dieser Stelle explizit hinweisen möchten:

1. **Fehlende ökonomische Betrachtung:** Die Empfehlungen vernachlässigen vollständig energiewirtschaftliche und ökonomische Aspekte. Dies führt zu präzisieren und unwirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Nutzung von Flusswärmepumpen.
2. **Fehlinterpretationen und technisch einseitige Vorgaben:** Unter anderem sind Rechenfehler bei Einschätzung des thermischen Potentials von Oberflächengewässern vorhanden.
3. **Unrealistische technische Vorgaben:** Insbesondere die Vorgabe zur maximalen Temperaturänderung im Gewässer von 5 Kelvin bei 1 Kelvin pro Stunde und zur Abschaltung

Verbandsvorsitzender Claus Fetz | Geschäftsführer Dr. Martin Sabel | Vereinsvorsitzender Berlin VR206488
Hauptstraße 3 | 10827 Berlin | www.waermepumpe.de
Für alle Sitzungen, Gespräche, Veranstaltungen und andere Abstimmungsformate gilt die [BWP-Conference-Richtlinie](https://bwp-conference.de/termine)

Schwierigkeiten bei Anwendung LAWA aus Sicht des BWP

- Minimaltemperatur von 3°C
→ im Winter nur geringe
Temperaturspreizung möglich
→ T_{gew} bis 1,5°C
- Maximale Temperaturspreizung sollte höher
als 5 K liegen
→ hier jahreszeitliche Unterschiede
berücksichtigen → 10 K
- Temperaturänderungsrate < 1 K/h
nicht anwendbar durch Steuerbefehle
des Netzbetreibers (Showstopper)
- Schwierige Definition “innerer und
äußerer Durchmischungsbereich”



Bereitung der Aquathermie im Ordnungsrecht

Gründung einer DWA-Arbeitsgruppe „Großwärmepumpen zur Nutzung von Wärme aus Oberflächengewässern“

Organisation

- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall

Anlass

- Fehlende technische und regulatorische Standards für Großwärmepumpen an Flüssen und Seen
- Oberflächengewässer bieten hohe Potenziale für die Wärmeversorgung
- Genehmigungsverfahren sind bislang uneinheitlich und komplex

Ziel der Arbeitsgruppe

- Erarbeitung eines DWA-Merkblatts für Planung, Auslegung und Genehmigung
- Vereinfachung und Vereinheitlichung der Genehmigungsverfahren
- Beteiligung von Wissenschaft, Planern, Betreibern, Behörden, Kommunen und Verbänden

Einordnung

- Das Merkblatt soll eine praxisnahe Gegenposition zu den rein ökologisch geprägten Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser darstellen
- Neben Umweltaspekten sollen auch technische Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit berücksichtigt werden
- Ziel ist ein ausgewogener Rahmen für die Nutzung von Oberflächengewässern mit Großwärmepumpen

Vorhabenbeschreibung und Aufruf zur Mitarbeit

Gründung einer DWA-Arbeitsgruppe „Großwärmepumpen zur Nutzung von Wärme aus Oberflächengewässern“

Anlass

In Langfristszenarien des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) spielen Großwärmepumpen zur Nutzung von Umweltwärme eine entscheidende Rolle. Als Umweltwärmequelle bieten sich neben Luft und Grundwasser besonders Oberflächengewässer an, da diese flächendeckend verfügbar sind sowie hohe Entzugsleistungen und die Gewinnung großer Wärmemengen ermöglichen. Aktuelle Untersuchungen [1] zeigen, dass alleine aus den Fließgewässern in Deutschland bei einer Temperaturspreizung von $\Delta T = 2\text{K}$ ein grundsätzlich nutzbares Wärmepotenzial von bis zu 860 TWh/a vorhanden ist. Um Wärme aus Flüssen und Seen in Deutschland zu erschließen, fehlen bislang konsistent entwickelte umweltschutzrechtliche Rahmenbedingungen sowie zielgerichtet darauf aufbauende technische Lösungen.

Um diese Lücke zu schließen, werden derzeit verschiedene FuE-Vorhaben durchgeführt, die u. a. vom BMWE und der DBU gefördert werden. Dabei arbeiten Fachleute aus den Bereichen Ingenieur-, Wirtschafts-, Umwelt- und Rechtswissenschaften zusammen, um die relevanten Aspekte der Technologie zu bewerten. Ziel ist es, die Gewässersysteme anhand ihrer thermo-ökologischen Eigenschaften zu strukturieren, technisch-wirtschaftlich optimale Lösungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der ökologischen Anforderungen für verschiedene Leistungsklassen zu entwickeln und die damit verbundenen Potentiale für Deutschland abzuleiten.

Ziel

In einem DWA-Merkblatt sollen u. a. auf Basis der Projektergebnisse der verschiedenen Forschungsvorhaben einheitliche Empfehlungen zum Vorgehen bei Planung und Einsatz von Großwärmepumpen in Oberflächengewässern formuliert werden, die das Genehmigungsverfahren solcher Anlagen vereinfachen sollen. Zu diesem Zweck ist vorgesehen, eine Arbeitsgruppe im DWA-Fachausschuss WW-5 „Wasserkraft“ zu gründen. In der Arbeitsgruppe sollen neben Vertreter*innen aus der Wissenschaft, aus der Gruppe der Betreiber, Planer und Anbieter von Großwärmepumpen, Verbandsvertreter und Vertreter der Genehmigungsbehörden sowie von der Seite der Kommunen beteiligt sein.

Folgende DWA-Fachausschüsse sollen inhaltlich beteiligt werden:

- GB-1 „Ökologie und Management von Flussgebieten“,
- GB-5 „Stoffeinträge und Wirkungen auf Fließgewässer“ und
- WW-7 „Ökologische Belange im Wasserbau“.

Zur Mitarbeit sind alle interessierten Fachleuten mit entsprechenden Kenntnissen eingeladen. Hinweise und Anregungen zu diesem Vorhaben nimmt die DWA-Bundesgeschäftsstelle gerne entgegen.

Aquathermie Beispiel

Über

$\dot{V}_{Entnah}$



- P_{th} = Wärmeleistung in Watt (W)
 $\dot{V}_{Entnah}$ = Volumenstrom in m^3/s
 ρ_{Wasser} = Dichte von Wasser = **1000 kg/m³**
 $c_{p,Wasser}$ = spezifische Wärmekapazität von Wasser = **4180 J/(kg·K)**
 ΔT = Temperaturdifferenz in Kelvin (K)



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Waldendorf_M%C3%BChle-20160301-RM-152524.jpg

Aquathermie Beispiel

Schon kleine Flüsse haben erhebliches Potential

$$\dot{V}_{Entnahme} \cdot \rho_{Wasser} \cdot c_{p,Wasser} \cdot \Delta T = P_{th}$$

Einschränkungen durch ökologische Gewässernutzung									
Mindestniedrigwasserabfluss des Gewässers	MNQ _{historisch}	1,00	[m³/s]	<--- Wert der Behörde oder aus dem zukünftigen Aquathermievviewer					
Maximaler Entnahmeevolumenstrom	$\dot{V}_{max}$	10%	[%]	<--- Wert der Behörde (Aktuelle LAWA)					
Maximaler Entnahmeevolumenstrom	$\dot{V}_{max,erlaubt}$	0,100	[m³/s]	<--- Entnahmeevolumen aus der Tabelle unten					
Maximaler Entnahmeevolumenstrom	$\dot{V}_{max,erlaubt}$	100	[l/s]	<--- Entnahmeevolumen aus der Tabelle unten					
Maximale Temperaturabsenkung	ΔT_{max}	1	[K]	<--- Wert der Behörde					
Maximale thermische Leistung	$P_{th,max}$	418,16	[kW]	<-- Maximal mögliche thermische Entzugsleistung					
Maximale thermische Leistung	$P_{th,max}$	0,42	[MW]	<-- Maximal mögliche thermische Entzugsleistung					

Reales Thermisches Potential								
bei 1000 Betriebsstunden	$Q_{th,real,1000} =$	418,16	[MWh] entspricht	42.670	Liter Heizöl			
bei 2000 Betriebsstunden	$Q_{th,real,2000} =$	836,32	[MWh] entspricht	85.339	Liter Heizöl			
bei 5000 Betriebsstunden	$Q_{th,real,5000} =$	2.090,81	[MWh] entspricht	213.348	Liter Heizöl			
bei 8760 Betriebsstunden	$Q_{th,real,8760} =$	3.663,10	[MWh] entspricht	373.786	Liter Heizöl			

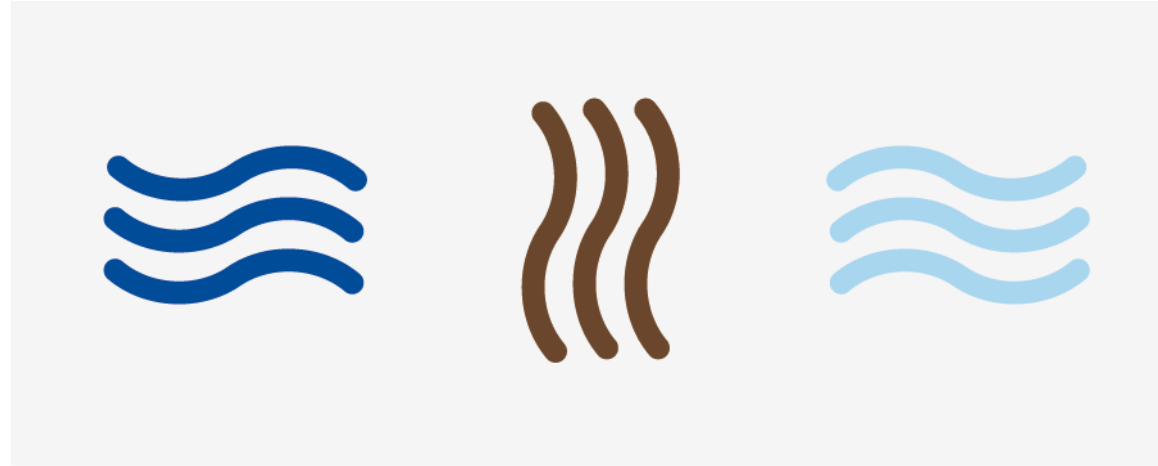
Aquathermie Beispiel

Übersicht bei hohen ΔT an der WP

$$\dot{V}_{Entnahme} \cdot \rho_{Wasser} \cdot c_{p,Wasser} \cdot \Delta T = P_{th}$$

P_{th} = Wärmeleistung in Watt (W)
 $\dot{V}_{Entnah}$ = Volumenstrom in m³/s
 ρ_{Wasser} = Dichte von Wasser = **1000 kg/m³**
 $c_{p,Wasser}$ = spezifische Wärmekapazität von Wasser = **4180 J/(kg·K)**
 ΔT = Temperaturdifferenz in Kelvin (K)

Entnahmevolumen V_{Entnahme} in l/s																						
Temperaturabsenkung ΔT in Kelvin	▼ 5	▼ 10	▼ 15	▼ 20	▼ 40	▼ 60	▼ 80	▼ 100	▼ 150	▼ 200	▼ 250	▼ 300	▼ 350	▼ 400	▼ 450	▼ 500	▼ 600	▼ 700	▼ 800	▼ 900	▼ 1000	▼
	0,1 K	2	4	6	8	17	25	33	42	63	84	105	125	146	167	188	209	251	293	335	376	418
	0,2 K	4	8	13	17	33	50	67	84	125	167	209	251	293	335	376	418	502	585	669	753	836
	0,3 K	6	13	19	25	50	75	100	125	188	251	314	376	439	502	565	627	753	878	1.004	1.129	1.254
	0,4 K	8	17	25	33	67	100	134	167	251	335	418	502	585	669	753	836	1.004	1.171	1.338	1.505	1.673
	0,5 K	10	21	31	42	84	125	167	209	314	418	523	627	732	836	941	1.045	1.254	1.464	1.673	1.882	2.091
	1,0 K	21	42	63	84	167	251	335	418	627	836	1.045	1.254	1.464	1.673	1.882	2.091	2.509	2.927	3.345	3.763	4.182
	1,5 K	31	63	94	125	251	376	502	627	941	1.254	1.568	1.882	2.195	2.509	2.823	3.136	3.763	4.391	5.018	5.645	6.272
	2,0 K	42	84	125	167	335	502	669	836	1.254	1.673	2.091	2.509	2.927	3.345	3.763	4.182	5.018	5.854	6.691	7.527	8.363
	2,5 K	52	105	157	209	418	627	836	1.045	1.568	2.091	2.614	3.136	3.659	4.182	4.704	5.227	6.272	7.318	8.363	9.409	10.454
	3,0 K	63	125	188	251	502	753	1.004	1.254	1.882	2.509	3.136	3.763	4.391	5.018	5.645	6.272	7.527	8.781	10.036	11.290	12.545
	3,5 K	73	146	220	293	585	878	1.171	1.464	2.195	2.927	3.659	4.391	5.122	5.854	6.586	7.318	8.781	10.245	11.709	13.172	14.636
	4,0 K	84	167	251	335	669	1.004	1.338	1.673	2.509	3.345	4.182	5.018	5.854	6.691	7.527	8.363	10.036	11.709	13.381	15.054	16.726
	4,5 K	94	188	282	376	753	1.129	1.505	1.882	2.823	3.763	4.704	5.645	6.586	7.527	8.468	9.409	11.290	13.172	15.054	16.936	18.817
	5,0 K	105	209	314	418	836	1.254	1.673	2.091	3.136	4.182	5.227	6.272	7.318	8.363	9.409	10.454	12.545	14.636	16.726	18.817	20.908
	6,0 K	125	251	376	502	1.004	1.505	2.007	2.509	3.763	5.018	6.272	7.527	8.781	10.036	11.290	12.545	15.054	17.563	20.072	22.581	25.090
	7,0 K	146	293	439	585	1.171	1.756	2.342	2.927	4.391	5.854	7.318	8.781	10.245	11.709	13.172	14.636	17.563	20.490	23.417	26.344	29.271
	8,0 K	167	335	502	669	1.338	2.007	2.676	3.345	5.018	6.691	8.363	10.036	11.709	13.381	15.054	16.726	20.072	23.417	26.762	30.108	33.453
	9,0 K	188	376	565	753	1.505	2.258	3.011	3.763	5.645	7.527	9.409	11.290	13.172	15.054	16.936	18.817	22.581	26.344	30.108	33.871	37.635
	10,0 K	209	418	627	836	1.673	2.509	3.345	4.182	6.272	8.363	10.454	12.545	14.636	16.726	18.817	20.908	25.090	29.271	33.453	37.635	41.816



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Felix Uthoff

Referent Technik und Normung

uthoff@waermepumpe.de