

**13351**

Gemeinde 8213 Neunkirch

**Wärmeverbund Neunkirch**

**MACHBARKEIT THERMISCHE GRUND-  
WASSERNUTZUNG**

 **Dr. von Moos AG**  
Geologie + Geotechnik

Bericht Nr. 13351

21. August 2023

## **Auftrag**

**Auftraggeber:** Gemeinde Neunkirch, Bahnhofstrasse 1, 8213 Neunkirch

**Planer:** E+H Ingenieurbüro für Energie und Haustechnik, Fischerhäuserstrasse 34, 8200 Schaffhausen, zuständig, Samuel Gründler

**Auftrag:** Hydrogeologische Beurteilung der Machbarkeit einer thermischen Grundwassernutzung gemäss unserem Arbeitsprogramm und Angebot vom 15. Juni 2023

**Auftragserteilung:** Mit Email vom 28. Juni 2023 vom Planer

**Bearbeitung:**

Geologie:	Dr. Hans Rudolf Graf
Projektleitung:	Dr. Hans Rudolf Graf
Korreferat:	Dr. Dominik Letsch

**Projektareal:** Bereich zwischen Kreisel Muzell und Feuerwehrmagazin an der Grebenstrasse in 8213 Neunkirch. Die Landeskoordinaten in der Arealmitte betragen ca. 2'679'850 / 1'282'450. Das Gelände ist (ca. 430 m ü.M.)

Projekt: **Wärmeverbund Neunkirch**

Thema: **Machbarkeit thermische Grundwassernutzung**

Verfasser: Dr. Hans Rudolf Graf

Aktennotiz: 13351

Datum: 21.08.2023

erg.:

Visum: DL

---

Verteiler:

- S. Gründler, E+H Ingenieure AG, Schaffhausen (s.gruendler@eh-ing.ch)
  - H.R. Graf, Dr. von Moos AG, Gächlingen (graf@geovm.ch)
- 

## **1 Einleitung / Ausgangslage**

Für die Gemeinde Neunkirch wird zurzeit das Projekt eines Wärmeverbundes verfolgt. Als Wärmequelle stehen im Moment Holzschnitzel im Vordergrund, alternativ kommt jedoch auch eine thermische Grundwassernutzung infrage. Als Standort für die Wärmezentrale ist der Bereich zwischen Kreisel und Feuerwehrmagazin vorgesehen (mittlere Koordinaten ca. 2'679'850 / 1'282'450, ca. 430 m ü.M.).

In der aktuellen Planungsphase soll zunächst die generelle Machbarkeit einer solchen Anlage betrachtet werden. Im Weiteren sollen mögliche Standortbereiche von Entnahme und Rückgabebauwerk vorgeschlagen sowie eine Grobkostenschätzung für die Brunnen- sowie Versickerungsanlage abgegeben werden. Als Standort für ein Entnahmebauwerk steht zurzeit der Bereich nordöstlich der geplanten Wärmezentrale im Vordergrund („Muzell“). Ausserdem werden die notwendigen Planungs- und Bewilligungsschritte aufgezeigt und beschrieben, welche bis zur Konzessionserteilung erforderlich sind.

## **2 Grundlagen**

Unsere Beurteilung basiert auf folgenden Unterlagen:

(GIS- und Internetabfragen: Stand August 2023)

- Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25'000, Nr. 74, 1031 Neunkirch, 1981
- Gewässerschutzkarte des Kantons Schaffhausen
- Grundwasserkarte des Kantons Schaffhausen
- Kataster der belasteten Standorte des Kantons Schaffhausen
- Naturgefahrenkarte des Kantons Schaffhausen
- Grundwasserwärmenutzungskarte des Kantons Schaffhausen
- Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, Bundesamt für Umwelt

Im Weiteren stützen wir uns auf folgende Berichte unserer Firma:

- Nr. W1520G/2 (vormals mbn AG) „Aufhebung Niveauübergänge in Neunkirch, Grundwasserbohrung „Vorder Erlen“, vom 20.12.2007.

- Nr. W1550/2G (vormals mbn AG) "Grundwasserwärmepumpenanlage Brunner, Neunkirch, Resultate von Brunnenbohrung und Pumpversuch" vom 30.6.2008
- Nr. W1720G (vormals mbn AG) "Grundwasserfassung "Chrummenlanden", Neunkirch, Ausscheidung von Grundwasserschutz-zonen, ergänzender Bericht" vom 19.4.2010
- Nr. 10207 "Aufhebung Niveauübergänge in Neunkirch, neue Grundwasserfassung "Erlen", hydrogeologische Dokumentation, Überprüfung der Schutz-zonen" vom 15.8.2013
- Nr. 10098 "5 DEFH "ufem Mülig-rabe, 8213 Neunkirch, Versickerungsversuch für Dachwasserversickerung" vom 18.9.2012
- Nr. 11561 "Bosch Beringen, Erweiterung thermische Grundwassernutzung, Machbarkeitsstudie mit Modellierung" vom 19.12.2016
- Nr. 13222 "Gemeinsame Oberstufe Underchläggi (GOSU), 8213 Neunkirch, Generelle Baugrundverhältnisse" vom Februar 2022

### **3 Hydrogeologische Verhältnisse**

Der Felsuntergrund im Bereich der Klettgaurinne bei Neunkirch besteht aus Gesteinen des Mesozoikums und wird in ca. 80 bis 90 m Tiefe unter Terrain erwartet. Der Grossteil der Rinne ist mit den Klettgau-Rinnenschottern gefüllt, wobei es sich um eiszeitliche Flussschotter handelt. Die Schotter sind im Projektgebiet durch jüngere Ablagerungen bedeckt, welche gebietsweise aus dominant sandig-lehmigen Ablagerungen (Schmerlet-Formation) und Ablagerungen des Siblinger Schuttfächers bestehen. Letztere sind eine Mischung aus Hangschutt, Bachschutt und Schwemmlehm und dementsprechend heterogen (sandig-kiesig-siltig) aufgebaut.

Die Klettgau-Rinnenschotter beherbergen das ausgedehnte Grundwasservorkommen des Klettgaus. Der Grundwasserspiegel im Projektareal liegt – gemäss der kantonalen Grundwasserkarte – bei Mittelwasser bei rund 382 m ü.M., also rund 45 m unter Terrain. Daraus ergibt sich eine zu erwartende Grundwassermächtigkeit von rund 35-45 m. Das Wasser fliesst mit einem Gefälle von ca. 1‰ gegen Westen (vgl. Situation in Anhang A1). Pumpversuche in bestehenden Fassungen ergaben für den Schotter k-Werte in der Grössenordnung von  $5 - 8 \cdot 10^{-3}$  m/s. Im Projektperimeter ist der Grundwasserträger örtlich von einer schlecht durchlässigen Deckschicht überdeckt; so gelten die Ablagerungen des Siblinger Schuttfächers und der Schmerlet-Formation hier als mässig bis schlecht durchlässig.

**Bestehende Trinkwasserfassungen:** Im Norden und im Südosten von Neunkirch (vgl. Anhang A1) wird das Grundwasser in den Trinkwasserfassungen "Chrummenlanden" (FB00028) und "Erlen" (FB00029) mit einer konzessionierten Menge von je 3'000 l/min genutzt.

**Bestehende thermische Grundwassernutzungen:** In Neunkirch bestehen bereits 4 andere thermische Grundwassernutzungen (vgl. Anhang A1). In wenigen hundert Metern Abstand sind dies die Anlagen FB00030 (70 l/min), FB00032 (72 l/min) und FB00033 (60 l/min). Die vierte Nutzung in Neunkirch (FB00031) befindet sich ca. 800 m seitlich-abstromig der Projekt-parzelle und nutzt 600 l/min.

#### 4 Rechtliche Vorgaben, Bewilligungspraxis

Für eine thermische Grundwassernutzung ist eine Entnahmeanlage zu erstellen (Brunnenbohrung). Im Weiteren muss das Wasser in das genutzte Grundwasservorkommen zurückgegeben werden, was mittels einer oberflächlichen Versickerungsanlage oder eines Rückgabebrunnens erfolgen kann. Der Kanton Schaffhausen verlangt in erster Priorität die Rückgabe des Wassers über eine oberflächliche Versickerungsanlage. Je nach Lokalität ist eine solche Anlage jedoch aufgrund von mächtigen, schlecht durchlässigen Deckschichten (Schmerlet-Formation) u.U. nicht realisierbar, weshalb die Erstellung eines Rückgabebrunnens nötig sein könnte. Im Weiteren gelten gemäss kantonaler Bewilligungspraxis folgende Vorgaben: Solche Anlagen werden nur für Gebäude zugelassen, welche eine Heizleistung von mind. 150 kW aufweisen (Minergie 100 kW) - dabei besteht allerdings ein gewisser Spielraum, was mit der kantonalen Fachstelle abzusprechen ist. Im Fall einer bivalenten Nutzung des Wassers für Heizung und Kühlung darf keine Nettoerwärmung des Grundwassers resultieren. Des Weiteren darf die Grundwassertemperatur in einem Abstand von 100 m im Abstrombereich der Rückgabe nur um max. 3°C verändert werden ("3°C-Regel").

Generell dürfen bereits bestehende Anlagen im Einflussbereich der geplanten nicht beeinträchtigt werden. Daher muss nachgewiesen werden, dass weder qualitative (Temperatur) noch quantitative (Menge) Auswirkungen auf bestehende Fassungen zu erwarten sind.

Die Trinkwasserfassungen "Chrummenlanden" und "Erlen" liegen in relativ grossen Distanzen abstromig des Projektareals und werden daher von einer allfälligen thermischen Grundwassernutzung höchstwahrscheinlich nicht tangiert. Beim Standort „Muzell“ (vgl. Anhang A1) könnte vom **hydraulischen Standpunkt** her vor allem die Nutzungen FB00030 + FB00033 betroffen sein, da sie sich im Abstrombereich befinden. Dies könnte dann der Fall sein, wenn der **Absenktrichter** der neuen Fassung so gross wird, dass die bestehenden Fassungen darin zu liegen kommen. Die relativ grossen Distanzen machen eine merkliche Beeinflussung jedoch wenig wahrscheinlich. Die Nutzungen FB00031 und FB00032 dürften ausserhalb des potenziellen Einflussbereiches liegen.

Eine **qualitative Beeinflussung** durch thermisch verändertes Wasser kann für abstromig der zukünftigen Rückgabestelle befindliche Anlagen auftreten, weshalb wir einen Standortbereich für die Rückgabe deutlich abstromig der beiden Anlagen FB00030 + FB00033 vorschlagen (vgl. Anhang A1). Eine Beeinflussung der Anlage FB00031 ist aufgrund der recht grossen Distanz und bei einer maximale zulässigen Temperaturveränderung 100 m abstromig von 3°C generell unwahrscheinlich, würde allenfalls höchstens geringfügig ausfallen. Eine Rückgabe über eine oberflächliche Versickerungsanlage würde das Risiko einer thermischen Beeinflussung generell minimieren. Mit dem vorgeschlagenen Standortbereich der Rückgabenlage dürfte auch die Gefahr der **Rezirkulation** des thermisch veränderten Wassers in der geplanten Anlage ausgeschlossen sein.

#### 5 Ablauf Konzessionsverfahren

Die Nutzung von Grundwasser zu Wärme- oder Kühlzwecken bedarf einer Konzession, die durch das kantonale Tiefbauamt erteilt wird. Als erster Schritt muss ein Sondiergesuch mit

Machbarkeitsstudie beim kantonalen Tiefbauamt (TBA) eingereicht werden. Dieses prüft es und erteilt eine Sondierbewilligung. Im Anschluss daran folgen die Sondierungen inkl. der nötigen hydrogeologischen Untersuchungen bzw. Nachweise zur Machbarkeit der Anlage. Diese Nachweise werden mit dem ausgearbeiteten Projekt bei der Gemeinde (Eingabe des Bau- und Konzessionsgesuchs) eingereicht. Die Gemeinde prüft das Gesuch und leitet es zur Vernehmlassung an Tiefbau Schaffhausen weiter. Anschliessend wird das Konzessions- und Baugesuch der Anlage von der Gemeinde öffentlich aufgelegt. Nach Ablauf der Frist werden allfällige Einsprachen behandelt, und anschliessend erfolgt der definitive Konzessionsentscheid durch den Kanton. Die Zeitdauer zwischen Gesuchseingang und Konzessionsentscheid beträgt ohne Einsprachen mindestens 6 Monate.

## 6 Anlagenkonzept

Wie erwähnt, werden für die Anlage ein **Entnahme- und ein Rückgabebauwerk** benötigt. Für die Entnahme sind ein oder mehrere Bohrbrunnen zu erstellen, während für die Rückgabe eine Versickerungsanlage oder ein (oder mehrere) Bohrbrunnen infrage kommen.

Für die Entnahme ist aus **Redundanzgründen** ein Konzept zu empfehlen, welches auf mindestens **2 Pumpen** beruht. Diese können entweder in separaten KleinfILTERbrunnen oder in einem Grossfilterbrunnen installiert sein. Die Anzahl KleinfILTERbrunnen bzw. der Durchmesser eines Grossfilterbrunnens sind abhängig von der für den Wärmeverbund **erforderlichen Fördermenge**. Diese hängt u.a. von der **Temperaturspreizung in der Wärmepumpe** ab. Je grösser diese ist, desto geringer fällt die nötige Fördermenge aus. Aus Sicht der Bewilligungsfähigkeit einer Anlage ist eine Spreizung von 3K am vorteilhaftesten, weil damit die "3°C-Regel" von vornherein eingehalten wird. Für grössere Werte ist nachzuweisen, dass die Regel eingehalten wird.

Für das Rückgabe-Bauwerk steht entsprechend der kantonalen Vorgaben eine Versickerungsanlage im Vordergrund. Deren Realisierbarkeit hängt von der Mächtigkeit geringdurchlässiger Deckschichten über dem genutzten Grundwasserleiter ab. Ist diese zu gross für eine Versickerungsanlage (i.d.R. > 5-8 m), kann die Rückgabe des geförderten Wassers über einen oder mehrere Schluckbrunnen erfolgen.

Bei der **Standortwahl** von Entnahme und Rückgabe ist zu beachten, dass die Möglichkeit einer Wiederförderung des genutzten und rückversickerten Wassers besteht ("hydraulischer Kurzschluss"). Um dies zu vermeiden bzw. zu minimieren, wird die Rückgabe im Abstrom der Entnahme platziert und der **Abstand zwischen den beiden Bauwerken ausreichend gross** gewählt. Die in der Situation von Anhang A1 angegebenen möglichen Standortbereiche für Entnahme- und Rückgabebauwerk tragen dem Rechnung.

## 7 Vorgehensvorschlag

Für die Realisierung dieser komplexen Aufgabe ist ein **phasenweises Vorgehen** zu empfehlen. Es kann in das Planungsverfahren gemäss SIA eingepasst werden.

## **Phase 1**

In dieser Phase sind grundlegende Entscheide für die Konzeption der Anlage zu treffen.

Dafür ist vom Gebäudetechnik-Planer zunächst zu ermitteln, welche **Grundwassermenge** für den Betrieb des Wärmeverbundes erforderlich ist. Daraus kann dann die Anzahl der notwendigen Kleinfiterbrunnen bzw. der Durchmesser eines Grossfilterbrunnens abgeleitet werden.

Ein weiterer Aspekt sind die **Platzverhältnisse**. Mehrere Kleinfiterbrunnen (sie werden i.d.R. mit Abständen von ca. 10 m erstellt) benötigen mehr Platz als ein Grossfilterbrunnen. Bei beengten Verhältnissen wäre daher ein Grossfilterbrunnen vorzuziehen. Die Rückgabe über eine oberflächliche Versickerung erfordert deutlich mehr Platz als ein Schluckbrunnen. Die Versickerungsanlage muss ohne Retentionsvolumen funktionieren, da von einer für lange Zeit andauernden Zufuhr von Wasser auszugehen ist. Dementsprechend ist der Platzbedarf relativ gross.

Dementsprechend sind provisorische Standorte für die Bauwerke zu wählen. Diese müssen so gewählt werden, dass die geplante Anlage **keine Beeinträchtigungen von bestehenden Anlagen und keinen hydraulischen Kurzschluss** mit sich bringt (vgl. oben).

Diese Aspekte können z.B. anhand einer **numerischen, thermischen Grundwassermodellierung** abgeklärt werden, welche anhand von Kenntnissen aus der Projektumgebung aufgebaut wird. Mögliche Konfigurationen von Entnahme und Rückgabe sowie verschiedene Werte für die Temperaturspreizung der Wärmepumpe können so getestet und die **Bestlösung ermittelt** werden.

## **Phase 2**

Zur Beschaffung der für das **Entnahmebauwerk** erforderlichen hydrogeologischen Grundlagen ist die Ausführung einer Sondierbohrung nötig. Diese ist je nach Entscheid über das Anlagen-Konzept (Klein- /bzw. Grossfilterbrunnen) auszulegen:

- Kleinfiterbrunnen: Ausführung einer Kernbohrung und Einbau von PVC-Filterrohren mit Durchmesser 10". Ausführung von Pumpversuchen zur Bestimmung von Durchlässigkeit und Ergiebigkeit des Aquifers im Projektareal. Analyse einer Wasserprobe auf die technische Qualität (Bestimmung des Leitungsmaterials der Anlage). Eine solche Bohrung kann – bei Vorliegen günstiger Verhältnisse – auch als späterer Entnahmebrunnen genutzt werden.
- Grossfilterbrunnen: Ausführung einer Sondierbohrung mit Einbau von PVC-Filterrohren mit Durchmesser 6". Ausführung von Pumpversuchen zur Bestimmung von Durchlässigkeit und Ergiebigkeit des Aquifers im Projektareal. Analyse einer Wasserprobe auf die technische Qualität (Bestimmung des Leitungsmaterials der Anlage). Die Filterrohre für den Brunnen (i.d.R. Edelstahlrohre) müssen angepasst auf die Untergrundsverhältnisse vorbestellt werden. Die entsprechenden Informationen werden mittels der Kernbohrung gewonnen.

Hinsichtlich des **Rückgabebauwerks** ist abzuklären, ob die am geplanten Standort vorkommenden geringdurchlässigen Deckschichten die Erstellung einer Versickerungsanlage zulassen. In der Regel ist eine Tiefe von 5 m realistisch, 8 m vermutlich die oberste Grenze. Um die Zustimmung der kantonalen Fachstelle zur Ausführung von **Schluckbrunnen** für die Wasserrückgabe zu erwirken, ist eine zu grosse Mächtigkeit nachzuweisen. Dafür empfiehlt sich die Ausführung einer kurzen Kernbohrung. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in einem **Bericht zur Machbarkeit** der Anlage beschrieben, dokumentiert und ausgewertet, welcher als Grundlage für die Erlangung der Konzession dient. Dafür sollte auch die (ggf.) bestehende **Modellierung** anhand der lokalen Verhältnisse überprüft werden. Anschliessend können das **definitive Anlagenkonzept** bestimmt und die entsprechenden **Kosten** ermittelt werden.

### **Phase 3**

Nun erfolgt die **Realisierung der Anlage**. Der/die Brunnen werden gemäss den Ergebnissen der Vorarbeiten erstellt und getestet (u.a. ein mehrtägiger kombinierter Pump-/Einfüllversuch), um das **hydraulische Funktionieren** der Anlage gemäss den Vorgaben zu **überprüfen**. Der hydrogeologische Schlussbericht dokumentiert die Verhältnisse und ermöglicht die definitive **Vergabe der Konzession**.

## **8 Kosten Entnahme- und Rückgabebauwerk**

Im Folgenden geben wir grob die Kosten für Entnahme- und Rückgabebauwerk an – für verschiedene Varianten. Keine Angaben machen wir zur Erstellung der Rückgabe als Versickerungsanlage, weil uns keine Erfahrungswerte für solche (grosse) Anlagen vorliegen. Diese müssten allenfalls mit einer Anfrage bei einem geeigneten Bauunternehmen in Erfahrung gebracht werden. Ebenfalls nicht angegeben werden die Kosten für die Erstellung der Fassungsschächte und Leitungen. Dies sind Leistungen des Haustechnik- bzw. Tiefbau-Planers.

### **Variante 1: 1 Grossfilterbrunnen, Durchmesser 24", Filterrohre aus Edelstahl**

Für die Variante der Entnahme aus einem Grossfilterbrunnen gehen wir von einem Durchmesser des Filterrohrs von 600 mm und einem Bohrdurchmesser von ca. 1200 mm aus. Wir gehen von einer benötigten Tiefe von rund 70 m aus, diese ist aber u.a. abhängig von der benötigten Fördermenge. Da Edelstahlrohre vorab fix bestellt werden müssen, sind vor der Erstellung eines Grossfilterbrunnens die Gegebenheiten am Ort der Entnahme mit einer Sondierbohrung abzuklären (vgl. oben).

Kosten: Aufgrund einer Richtpreisofferte und Erfahrungen schätzen wir die Kosten für die Erstellung des Grossbrunnens inklusive Ausbau (Edelstahl-Filterrohr, DN600) und inklusive Sondierbohrung (PVC-Filterrohr, 6"; Phase 2; vgl. unten), Entsanden und Pumpversuchen auf total ca. CHF 450'000.-- (exkl. MWST).

Platzbedarf für Installationen: Für die Erstellung eines Grossfilterbrunnens wird für Installationsfläche und Bohrplanum eine Fläche von mindestens 100 m<sup>2</sup> benötigt. Die vorgängige



Sondierbohrung kann in der Regel ab Lastwagen ausgeführt werden. Hierbei wird für das Bohrplanum rund 25 m<sup>2</sup> benötigt. Für Lagerplatz, etc. wird zusätzlich eine Fläche von mindestens 5 Parkplätzen benötigt.

*Je nach der in der geplanten Anlage genutzten Wassermenge könnte auch die Erstellung eines noch grösseren bzw. eines zweiten Entnahmebrunnens erforderlich sein.*

### **Variante 2: 2 Kleinfiterbrunnen, Durchmesser 10", Filterrohre aus PVC**

Für die Entnahme aus Kleinfiterbrunnen empfehlen wir einen Ausbau mit 10"-Filterrohren. Meist sollen aus Redundanzgründen 2 Pumpen verwendet werden, weshalb 2 Entnahmebrunnen erforderlich sind. Für den Ausbau können PVC-Filterrohre verwendet werden, welche einen flexiblen Einbau gestatten. Aus diesem Grund ist keine vorherige Sondierbohrung nötig.

Kosten: Für die Kostenschätzung gehen wir von einer Tiefe von je 80 m aus. Aufgrund von Erfahrungswerten schätzen wir die Kosten für die Erstellung von 2 Kleinfiterbrunnen inklusive Ausbau (PVC-Filterrohre 10"), Entsanden und Pumpversuche auf total ca. CHF 180'000.-- (exkl. MWST). Inbegriffen ist dabei die zweimalige Installation (jeweils für Phase 2 und 3, vgl. unten) Platzbedarf für Installationen: Die Bohrungen können in der Regel ab Lastwagen ausgeführt werden. Hierbei wird für das Bohrplanum eine Fläche von mindestens 30 m<sup>2</sup> und für Installationsfläche, Lagerplatz, etc. eine Fläche von mindestens 5 Parkplätzen benötigt.

*Je nach der in der geplanten Anlage genutzten Wassermenge könnte auch die Erstellung von 3 oder mehr Entnahmebrunnen erforderlich sein.*

### **Rückgabebrunnen, Durchmesser 10", Filterrohre aus PVC**

Für die Rückgabe des geförderten Wassers im Fall von vorhandenen mässig bis schlecht durchlässigen Deckschichten der Bau eines Rückgabebrunnens erforderlich. Dieser muss bis unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen, was eine Tiefe von ca. 50 m bedingt. Für die Kostenschätzung wird von einem Ausbau mit PVC-Filterrohren 10" ausgegangen.

Kosten: Aufgrund von Erfahrungswerten schätzen wir die Kosten für die Erstellung von 1 Kleinfiterbrunnen inklusive Ausbau (PVC-Filterrohre 10"), Entsanden und Kurzpumpversuch auf total ca. CHF 40'000.-- (exkl. MWST), falls er zusammen mit einem allfälligen zweiten Entnahmebrunnen erstellt wird (Phase 3). Sonst wäre mit zusätzlichen Kosten für eine zweite Installation zu rechnen. Platzbedarf für Installationen: Die Bohrung kann in der Regel ab Lastwagen ausgeführt werden. Hierbei wird daher für das Bohrgerät rund 30 m<sup>2</sup> und für Installationsfläche, Lagerplatz, etc. die Fläche von rund 5 Parkplätzen benötigt.

*Je nach der in der geplanten Anlage genutzten Wassermenge könnte auch die Erstellung eines (oder mehrerer) Rückgabebrunnen erforderlich sein.*

## 9 Kosten hydrogeologische Begleitung

Nachfolgend geben wir eine grobe Schätzung der Kosten für die hydrogeologischen Beratungs-Leistungen im Rahmen der Phasen 1 und 2 an. Für Phase 3 sind die Ungewissheiten zu gross; der Aufwand kann geschätzt werden, sobald der Entscheid über das definitive Anlagenkonzept gefällt ist.

**Phase 1:** Projektorganisation, Kommunikation/Sitzungen, Beschaffung von Grundlagendaten, Aufbau eines thermischen Grundwassermodells, Modellläufe, Empfehlungen für das Anlagenkonzept, Berichterstattung: ca. CHF 25'000.--

**Phase 2:** Projektorganisation, Kommunikation/Sitzungen, Submission der Bohrarbeiten, Einholen aller erforderlichen Bewilligungen, Fachbauleitung der Erstellung und Testung der Sondierbohrungen, Auswertung, Dokumentation, Überprüfung Grundwassermodell, Definitives Anlagenkonzept, Berichterstattung: ca. CHF 30'000.--

**Phase 3:** Projektorganisation, Kommunikation/Sitzungen, Submission der Bohrarbeiten, Einholen aller erforderlichen Bewilligungen, Fachbauleitung der Erstellung und Testung der Brunnenbohrungen, Auswertung, Dokumentation.

## 10 Folgerungen, Schlussbemerkungen

***Der Grundwasserleiter in Neunkirch ist geeignet für eine grosse thermische Grundwassernutzung, als Basis für einen Wärmeverbund.***

Aus thermischer und gesetzlicher Sicht ist die Rückgabe des genutzten Wassers über eine oberflächliche Versickerungsanlage gegenüber der Rückgabe in einem Brunnen vorzuziehen. Dies, da sich das genutzte Wasser während der Versickerung wieder der Normaltemperatur annähert und so sowohl das Risiko einer thermischen Beeinflussung einer abstromigen Fassung als auch das einer thermischen Rezirkulation reduziert wird. Daher sollte die Machbarkeit einer oberflächlichen Versickerung geprüft werden.

Wir haben die Kostenschätzung aufgrund aktueller vergleichbarer Projekte und Richtpreisofferten ausgeführt.

Gächlingen, 21. August 2023

Dr. von Moos AG

Geologie + Geotechnik

### Anhang:

A1 Situation 1:10'000 Grundwasserkarte

**Situation 1:10'000 Grundwasserkarte**

