

# Wärmerückgewinnung aus dem ungeklärten Abwasser und anderen Umweltwärmequellen für die unabhängige und weitestgehend eigenständige Gebäudeversorgung

## - Gesamtanlagenkonzeption -

---

aktualisiert 09.06.2006

### Zusammenfassung

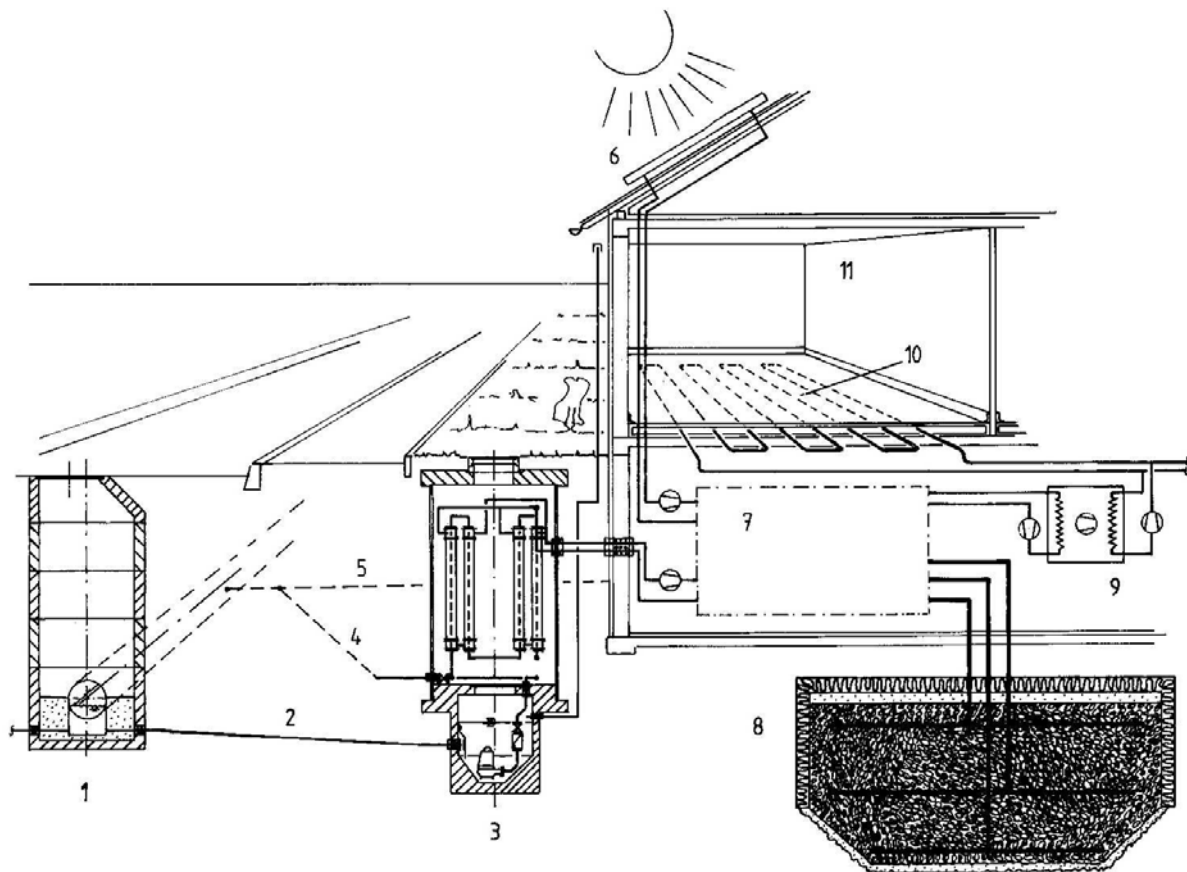
Weltweit wird nach Lösungen gesucht, den Energiebedarf durch umweltfreundlichere und erneuerbare Energien abzudecken, um damit auch den Energiepreis wieder auf ein vernünftiges Niveau zu bringen. Hierzu muss einerseits die bisherige Energiebereitstellung durch die zusätzliche Erschließung und Ausnutzung von bestehenden Abwärmepotenzialen effizienter verwertet werden, andererseits müssen die konventionellen Energieerzeugungsmethoden sukzessive durch alternative, d.h. regenerative Techniken abgelöst werden. Beides kann dabei ideal miteinander verbunden werden.

Die nachfolgend gezeigte und näher beschriebene Technik stellt ein neues Anwendungsverfahren zum systematischen und weitestgehend grabenlosen Aufbau und Betrieb eines Anlagen- und Rohrnetzes zur Wärme/Kälterückgewinnung aus dem Abwasser konventioneller Freispiegelkanalisationen dar. Sie dient vorrangig der modernen dezentralen Niedertemperatur-Nahwärmeversorgung mit der Wärmepumpe. Diese Technik nutzt die Effizienz einer nachhaltigen Abwärmerückgewinnung, die zusätzlich durch die Erdwärme regenerativ unterstützt wird.

Zusammen mit künftigen Niedrigenergie- oder Passivhauskonzepten, einer modernen Speichertechnik, und anderen geeigneten Umweltwärmequellen in Kombination (Energimix) sind damit nun beste Voraussetzungen geschaffen, den regenerativen Energien zumindest bei der Gebäudeklimatisierung nun auch in wirtschaftlicher Hinsicht zum Durchbruch zu verhelfen.

Das Verfahren sieht vor, das Abwasser dem Kanalnetz mindestens über ein Schacht- oder Pumpwerk im Bypass zu entnehmen und einer separaten thermischen Aufbereitungsanlage zuzuführen, dort durch einen stationären Wärmeaustauscher(WAT-) zu leiten, und anschließend wieder über den, wenn möglich, normalen Hausanschluss des Gebäudes in den Kanal zurückzugeben. Für dieses neue Verfahren ist somit neben der konventionellen Haustechnik nur eine entsprechende Modifizierung, Erneuerung, oder ergänzende Installation der Schachtbauwerke erforderlich. Die eigentliche Wärmerückgewinnung findet in einer speziell dafür entwickelten WAT-Anlage statt, die theoretisch in jedem Gebäude bzw. separaten Station (z.B. Übergabeschacht), siehe nachfolgende Skizze und Bilder, aufgestellt sein kann.

Vorzugsweise ist die WAT-Anlage zusammen mit der Abwasserpumpentechnik in einem eigens dafür vorgesehenen separaten Systemschacht so nahe wie möglich an der Abwasserentnahmestelle zu platzieren, um die Abwasserentnahme- und Rückgabelleitung (Freigefälle-Kanal) so kurz wie möglich ausführen zu können. Das Wärmeträgermedium, das in diesem Fall problemlos ein Wasser-Glykol-Gemisch sein kann, transportiert sodann die aufgenommene Wärme von der WAT-Anlage bzw. vom Übergabeschacht in einer erdverlegten, sogenannten „kalten“ Nahwärmeleitung zum jeweiligen Gebäude, wo die Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein entsprechend höheres Temperaturniveau angehoben und dem Heizsystem zur Verfügung gestellt wird. Je nach Bedarf und Jahreszeit kann dieses System auch zur Kühlung verwendet werden. Auch ist damit parallel eine Warmwasseraufbereitung möglich. Immer ist jedoch Voraussetzung, dass das Gebäude mit einem modernen Niedertemperatur-Heiz- bzw. Kühlsystem ausgerüstet ist. Wie schon oben angedeutet, können



**Beispiel einer kompletten Anlage für ein 1-Familien-Haus (kleinste Einheit)**

- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 | Abwasserschacht mit Abwasser-Teilentnahme                          | 7  | Techn. Anlage für das Energiemanagement u. die Be- u. Entladung des Wärmespeichers |
| 2 | Abwasser-Entnahmeleitung (Freispiegel-)                            | 8  | Saisonaler Zell-/ Wasserwärmespeicher  |
| 3 | Übergabeschacht m. stationärer WAT-Anlage u. Abwasserpumpentechnik | 9  | Wärmepumpe   |
| 4 | Abwasser-Rückgabeleitung (Freispiegel-)                            | 10 | Niedertemperatur-Gebäudeheiz- u. Kühlsystem  |
| 5 | Abwasser-Hausanschlußleitung                                       | 11 | Energieeffizientes Gebäude   |
| 6 | Sonnenkollektoren u. Photovoltaik                                  |    |  |

mit diesem Anlagenkonzept auch mehrere unterschiedliche Umweltenergiequellen (hier gezeigt: Abwasserabwärme + Sonnenergie), oder ein BHKW, oder ein Nahwärmenetzanschluss, vorteilhaft bi-, oder multivalent kombiniert und in der Technikzentrale entsprechend geschaltet werden. Auch die Erdwärmenutzung über entsprechende Flächenkollektoren oder Sonden kann dabei integriert sein. Damit wird erreicht, dass ein Gebäude immer nach seinen individuellen Anforderungen und örtlichen Gegebenheiten optimal ausgelegt werden kann, und jede Energiequelle weitestgehend nur im optimalen Betriebsbereich gefahren wird. Hierfür gibt es auf dem Markt schon entsprechende Energiemanagementsysteme. Das Ganze sollte zur Optimierung noch mit einem saisonalen Wärmespeicher und einer energieeffizienten Bauweise des Gebäudes ergänzt werden. Bekanntermaßen benötigen die meisten regenerativen Energiequellen für ihre wirklich effektive Nutzung einen entsprechend großen Pufferspeicher. Dieser Speicher kann aus Platzgründen sehr gut unter dem Gebäude im Erdreich untergebracht sein, und wird über das Energiemanagementsystem mit Wärme oder Kälte be- oder entladen. Eine entsprechend geeignete, d.h. überbaubare und kostengünstige Speicherkonstruktion auch für kleinere Einheiten ist z.Z. in der Entwicklung, und wird dem Markt bald zur Verfügung stehen. Dieser dezentralen und gebäudeindividuel-

len Speicherkonzeption kommt auch entgegen, dass die erforderliche Speichervolumen durch die künftigen immer energieeffizienteren Gebäudekonstruktionen kleiner werden.

Alle diese Lösungen und Bestrebungen verfolgen das Ziel, dass sich Gebäude unabhängig von regionalen Versorgungsnetzen künftig dezentral und eigenständig unter geringstmöglichem Einsatz von Primärenergie nachhaltig selbst versorgen können.

### **Das Verfahren und seine Vorteile:**

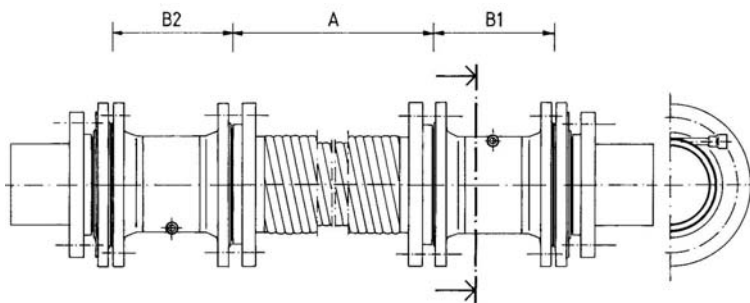
- Das Abwasser wird ausschließlich aus geeigneten (mit genügend Abwasser) und modifizierten bzw. entsprechend nachgerüsteten Schachtbauwerken des Kanalnetzes nach einer Grobtrennung der Feststoffe entnommen und im Bypass einem stationären WAT zugeführt, und nach der Wärmerückgewinnung wieder dem Sammler zurückgegeben. Dementsprechend wird der Abwassersammler selbst für diesen Zweck nicht in Anspruch genommen, sodass dieser weiterhin in üblicher Weise vom Kanalbetreiber betrieben und Instand gehalten werden kann.
- Der WAT ist in einem separaten technischen Bauwerk oder direkt im Gebäude des Wärmeabnehmers stationär aufgestellt, und kann entsprechend unabhängig betrieben und flexibel in allen modernen Energieverteil- und Bereitstellungssystemen eingebunden werden. Mono-, bi- und multivalente Betriebskonzepte sind problemlos realisierbar.
- Die stationäre Betriebsweise des WAT ermöglicht die Installation modernster WAT-Techniken. Der für diesen Zweck neu entwickelte Doppelrohr-WAT mit drehender Mantelströmung im Kreuz-Gegenstrom zum Abwasserdurchfluss setzt zudem neue Maßstäbe hinsichtlich der Wärmeübertragungsleistung. Die verwendeten Rohre können als glattes oder auch wendelgewelltes Rohr ausgeführt sein. Die Wellrohrtechnik bewirkt eine intensive drehend turbulente Strömung der Medien bei relativ niedriger Strömungsgeschwindigkeit, sodass ein optimaler Wärmeübergang mit gleichzeitigem Selbstreinigungseffekt auf den Rohrflächen erreicht wird. Der WAT besteht aus industriell gefertigten und in anderen Verwendungen schon eingesetzten und dementsprechend erprobten und qualitätsgesicherten Bauteilen, und kann in jeder beliebigen Länge und Dimension im Baukastensystem wieder lösbar zusammengesteckt, verschraubt, und zu mehreren Einheiten in Reihe oder parallel angeordnet werden. Entsprechend einfach und kostengünstig ist die Herstellung und Montage. Das Doppelrohrprinzip ist bekanntermaßen problemlos mit ungeklärtem Abwasser zu fahren. Die Anlage wird unter Druck betrieben, sodass der WAT sich selbst reinigt. Entsprechend entsteht hierdurch wenig zusätzlicher Wartungsaufwand bzw. eine Leistungsminderung des WAT aufgrund von Verschmutzung. Ist eine Wartung trotzdem mal erforderlich, ist der jeweilige WAT jederzeit zugänglich und schnell auswechselbar. Der ausgewechselte WAT ist aufgrund seines lösbaren Montagesystems ohne viel Aufwand in seine Bauteile zerlegbar, und steht der WAT-Anlage nach entsprechender Reinigung bzw. Instandsetzung wieder als Ersatzteil für die Auswechslung zur Verfügung.
- Dieses Anlagenkonzept ist für den Neubau, und auch für die Nachrüstung geeignet, und ermöglicht eine einfache und exakte Auslegung und Herstellung des WAT entsprechend dem individuellen Bedarf des Wärmeabnehmers.
- Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser reduziert deutlich die Emission von Fäkalengerüchen aus der Kanalisation.
- Die Anlage kann auch ggf. problemlos wieder zurückgebaut werden.



**WAT-Prototyp mit glattem Außenrohr**



**Blick durch das wendelgewellte Innenrohr**



**Stationärer Doppelrohr-WAT mit Wendel-Wellrohren**



**Montagebausatz**

**A =** Doppelrohr des WAT, bestehend aus einem Innen- und einem Außenrohr, in beliebiger Länge, Dimension und Ausführung, mit aufgesteckten und verschraubten Anpress- und Muffenflanschen. Im Innenrohr strömt das Abwasser unter Pumpendruck. Das Außenrohr ummantelt das Innenrohr mit einem coaxialen Ringspalt. Im Ringspalt zirkuliert das Wärmeträgermedium wendelförmig-rotierend im Kreuz-Gegenstrom zum Abwasser. Die Abwärme aus dem Abwasser wird über das Innenrohr an das Wärmeträgermedium übertragen.

**B1 u. B2 =** Verschlussformstück mit Muffen-/Flanschverbindung zur gegenseitigen Abdichtung und Lagerung des Innen- und Außenrohres, mit tangentialem Rohranschluss (B1 = Vorlauf und B2 = Rücklauf) für das Wärmeträgermedium, wobei B1 zusätzlich mit einer Strömungsdüse ausgestattet ist.

#### **Der Wärmeaustauscher(WAT-) und seine Vorteile:**

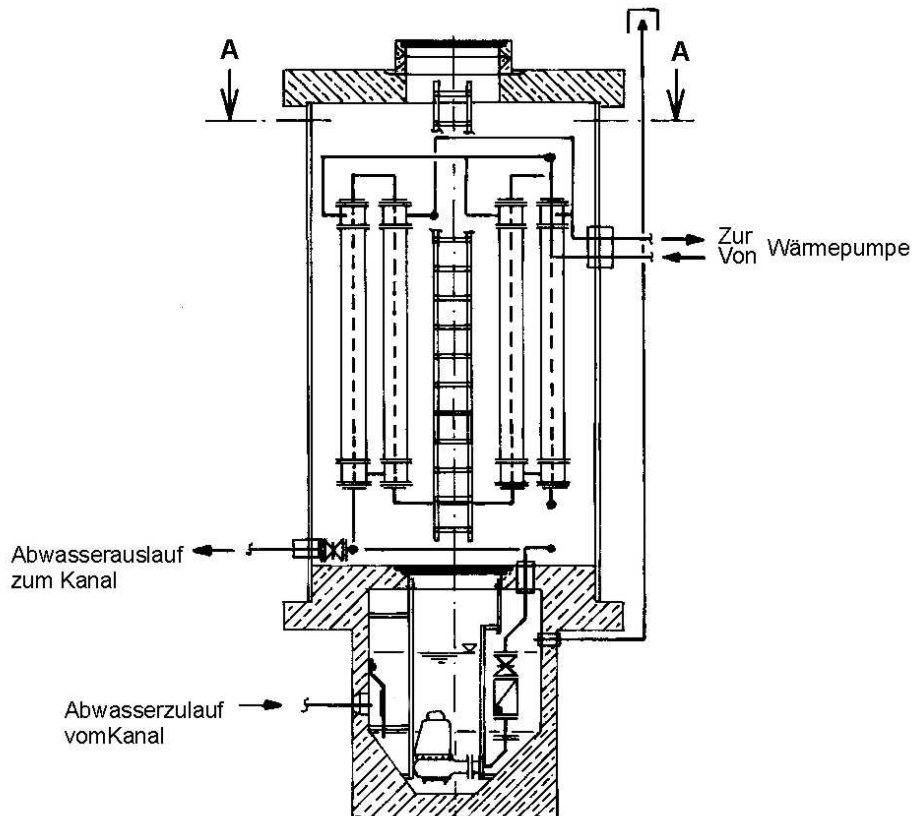
- Die Verschlussformstücke sind mit einem seitlichen, tangential positionierten Anschluss für das Wärmeträgermedium ausgestattet, womit eine wendelförmig rotierende Strömung des Mediums im doppelten Rohrmantel und in Folge ein optimierter Wärmeübergang erzeugt bzw. bewirkt wird.
- Zumindest das Innenrohr ist als Wendel-Wellrohr ausgeführt, womit einerseits die gewünschte wendelförmig drehende Strömung des Wärmetauschermediums konsequent unterstützt, und andererseits eine für den Wärmeübergang optimale Turbulenz des Abwassers im Innenrohr erzeugt wird. Zudem wird mit diesen Turbulenzen im Abwasser eine Selbstreinigung des Innenrohres gegenüber Ablagerungen und Fouling erreicht.
- Der WAT ist im Baukastensystem konzipiert, und besteht im Prinzip nur aus vier Bauteilen, d.h. zwei Verschlussformstücken, einem Außenrohr, und einem Innenrohr, die über Muffen- und Anpressflansche sowohl zusammengebaut, als auch wieder demontiert werden können. Dementsprechend können handelsübliche und entsprechend kostengünstige Form- und Rohrteile aus dem Handel verwendet werden. Bei Wartungsarbeiten

sind einzelnen Teile sehr schnell auswechselbar, zu reinigen oder zu erneuern, und stehen als Ersatzteil wieder zur Verfügung.

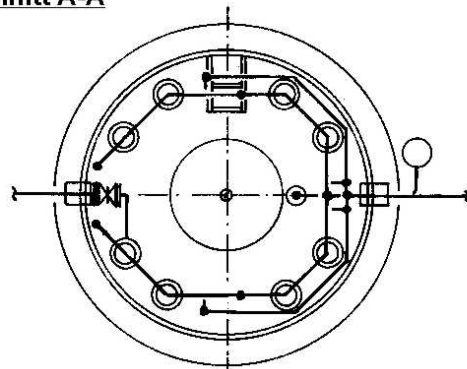
- Auf Grundlage der vorgenannten Vorteile, steht dem Markt nunmehr für diesen speziellen Anwendungszweck eine kostengünstige und effektive WAT-Technik zur Verfügung.

### **Zusatzinformation: Systemschacht mit WAT-Anlage**

Dieses Fertigschachtsystem dient zur separaten Unterbringung zumindest der WAT-Anlage, da die Verbringung von Abwasser zurück in das Gebäude grundsätzlich aus hygienischen Aspekten zumeist weniger erwünscht ist. Zusätzlich kann der Schacht, je nach individueller Anlagenkonzeption und den örtlichen Bedingungen, mit zwei Abwasserpumpen für den Wechselbetrieb ausgerüstet werden. Die in der Skizze gezeigte Variante einer Nass-



**Schnitt A-A**



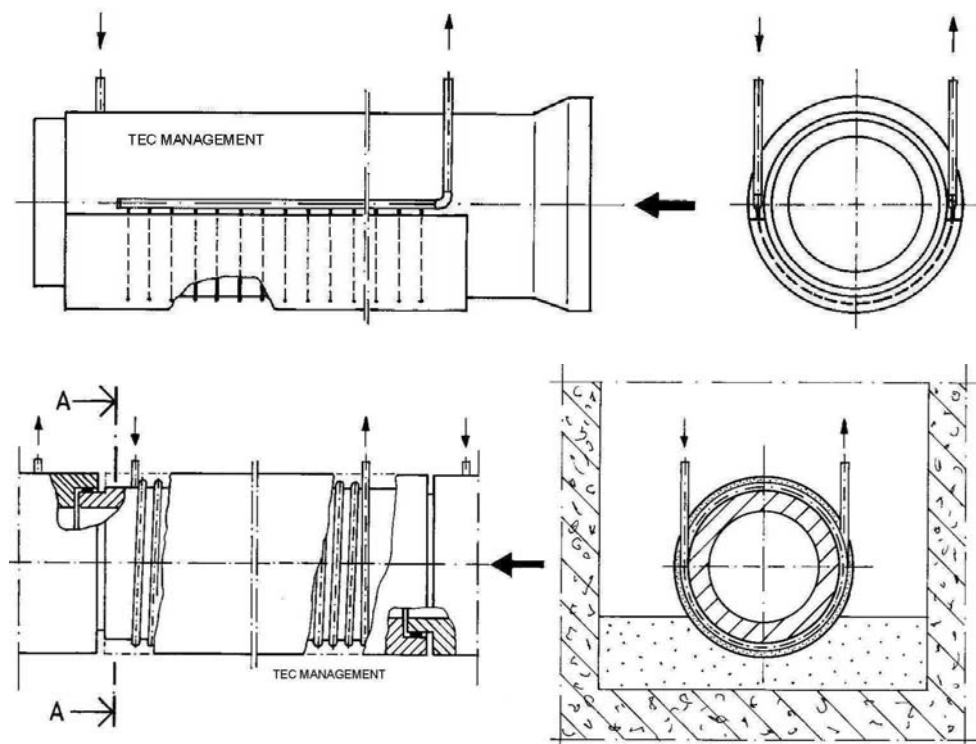
aufstellung in einem Pumpensumpf hat gegenüber einer Trockenaufstellung nicht nur Kostenvorteile. Denn zum einen kann der Pumpensumpf zusätzlich als Pufferbehälter für das Abwasser dienen, zum anderen werden die Pumpen besser gekühlt. Die Abwärme der Pumpen kann hierbei für die Wärmerückgewinnung zusätzlich genutzt werden. Werden die zu-

mindest gröbsten Feststoffe vorher vom Abwasser getrennt, können sogar kleinere und kostengünstigere Pumpen ohne Schneidwerk verwendet werden. Der Schacht wird weitestgehend werkseitig in transportierbaren Teilen komplett vormontiert, und so nah wie möglich an der Abwasserentnahmestelle gesetzt und zusammengebaut, sodass die warmgehende Abwasserentnahmeleitung zwischen der Abwasserentnahmestelle und dem Übergabeschacht so kurz wie möglich gehalten wird, und der entsprechend längere Leitungsweg von und zur Wärmepumpe im Gebäude des Wärmeabnehmers als sogenannte „kalte“ Nahversorgungsleitung ausgeführt werden kann. Dieses Konzept reduziert sowohl mögliche Wärmeverluste auf den erdverlegten Rohrstrecken, als auch Baukosten. Die kalte Nahversorgungsleitung braucht aufgrund ihrer niedrigeren Temperatur gegenüber dem Erdreich meist nicht gesondert wärmeisoliert werden.

Mit diesem Schachtkonzept können nunmehr weitestgehend alle infrastrukturell bedingten Installationsanforderungen beim Neubau und der Nachrüstung im Bestand für eine nahezu flächendeckende Erschließung flexibel gelöst werden. Der Schacht kann allen Anlagengrößen angepasst werden. Der oben skizzierte Systemschacht hat z.B. einen Durchmesser von 2400 mm, enthält 8 Doppelrohr-WAT in vertikaler Kreisordnung mit einer wirksamen Mantellänge von 2 m. Die WAT-Anlage leistet bis zu 67 KW (Umweltwärme), abhängig von dem verwendeten Wärmeträgermedium. Dies ergibt zusammen mit der Wärmepumpe eine nutzbare Heizleistung von ca. 89 KW. Alle wichtigen Anlagentechniken sind in einem Bauwerk begehbar untergebracht, und können jederzeit inspiziert, einfach gewartet, und sogar bedarfsweise modifiziert oder erweitert werden.

#### **Zusatzinformation: Kanalrohr-Wärmetauscher (Alternative)**

Als Alternative oder in Kombination zu/mit der vorgenannten Methode ist aber auch die technische Lösung in Form eines Kanalrohr-Wärmetauschers zu nennen. Bei dieser Technik ist ähnlich wie bei der Schweizer Methode das eigentliche Kanalrohr mit einer zusätzlichen Wärmetauschereinrichtung ausgerüstet, jedoch wird hierbei dem Kanalrohr von Außen eine Kollektorrohranordnung zugeordnet, wie sie bei der Erdwärmennutzung und zur Betonwand-, -decken, oder Bodentemperierung in Gebäuden schon verwendet wird. Siehe nachfolgende Skizzen.

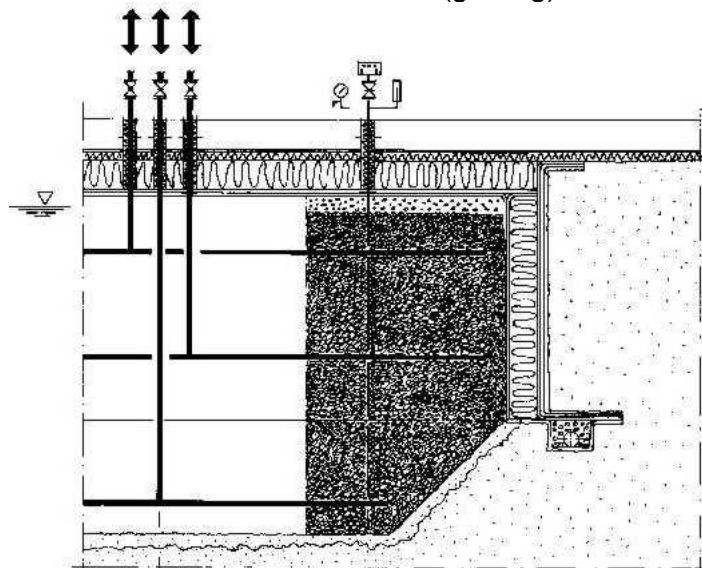


Die Abwasserrohre werden werkseitig mit dieser sehr einfachen und vergleichsweise kostengünstigen Technik ausgestattet und bedarfsweise anschließend nochmal mit einer zusätzlichen Beschichtung überdeckt. In der ersten Skizze ist die Zuordnung einer Kapillarrohrmatte (Parallelanordnung) mit einer Schutzbeschichtung im Bereich des unteren Rohrumfangs dargestellt. Die zweite Skizze zeigt ein 1-Rohr-System, das das Kanalrohr wendelförmig umschlingt, und eine komplette zusätzliche Beschichtung von Außen aufweist. Das Konzept ist so flexibel, dass je nach Anforderung bestimmte Bereiche des Kanalrohrmantels von der Rohranordnung frei bleiben können, um dort z.B. Hausanschlussstutzen setzen zu können. Da hierfür vorzugsweise Kollektorrohre aus Kunststoff eingesetzt werden, ist das gesamte System wartungsfrei, bzw. kanalseitig nur bestimmungsgemäß zu unterhalten. Die Lebensdauer entspricht der des Kanalrohres. Besonders vorteilhaft können hiermit Betonrohre ausgerüstet werden, aber auch andere Abwasserrohrarten kommen hierfür in Frage. Die im vorgenannten Verfahren zusätzlich erforderlichen Schacht- und WAT-Techniken entfallen hierbei. Hinzu kommt aber eine aufwendigere erdverlegte Rohrstrecke zur Anbindung der einzelnen Kanal/Wärmetauscher-Einheiten. Alles in Allem dürfte diese Technik bislang die einfachste und preisgünstigste Variante für dieses neue Anwendungsfeld sein, ist jedoch nur für die Neuverlegung von Kanalrohren anwendbar.

### **Zusatzinformation: Zell-Wasser-Wärmespeicher**

#### Stand der Technik

Das Feld der Wärmespeicherung ist groß und reicht von kleineren Kurzzeit-Wärmespeichern für den tägliche Gebrauch in der Haustechnik, bis hin zu größeren bis sehr großen Langzeit-Wärmespeichern für die saisonale Niedertemperaturwärme. Wärmespeicher haben grundsätzlich die Aufgabe, das Wärmeangebot im Zeitverlauf und in der Leistung dem Verbraucherbedarf anzupassen. Erst durch Wärmespeicher lassen sich diskontinuierlich (ungünstig), und in unterschiedlichen Mengen und Temperaturen anfallende (Ab-)Wärmemengen aus z.B. der Industrie, der Haus- und Fernheiztechnik, oder auch aus dem Abwasser und der Erdwärme in eine kontinuierliche (günstig) Wärmebereitstellung umwandeln. Demnach werden



den alle saisonal abhängigen regenerativen Energieträger, ob zentral oder dezentral eingesetzt, nur mit einem zusätzlichen Speicher effizient und damit erfolgreich betrieben werden können. Ein wichtiger Anwendungsbereich ist z.B. die solarthermische Kurz- und Langzeitwärmespeicherung, die ein wichtiger Baustein in der künftigen regenerativen Nahwärmeversorgung sein wird. Die Nachteile der bisherigen Speichertechniken sind jedoch ihre immer noch sehr hohen Systemkosten bzw. das letztendlich schlechte Kosten-Nutzen-Verhältnis. Dies hat zur Folge, dass derzeit zentrale Konzept

te mit sehr großen Wärmespeichereinheiten favorisiert werden, obgleich die moderne Gebäudetechnik den Trend verfolgt, künftig jedes Gebäude für sich weitestgehend autark und damit unabhängig von zentralen Großversorgungssystemen mit sowenig wie möglich Primärenergie CO<sub>2</sub>-neutral zu betreiben. – Stichwort: „Energy Self-Sufficient & Carbon-Neutral Buildings“. Zu dieser Entwicklung hat sicherlich auch die Passivhaustechnik beigetragen, die ein wichtiger Systembestandteil ist.

## Neues Konzept auch für kleine Speichereinheiten

Das neue Speicherkonzept (s. Skizze oben) zeigt eine mögliche Ausführung eines an sich konventionellen erdverlegten und mit einem Gebäude überbauten Wasser-(Schichten-) Wärmespeichers mit optimierter Geometrie, der jedoch nicht wie bislang mit einem losen Kies-Wasser-Gemisch befüllt, sondern mit einer speziell entwickelten Schaumbetonmasse ausgefüllt ist, die nach ihrer Aushärtung eine mikroporöse und statisch stabile Baustoffstruktur bildet. Auch bei der Verwendung dieses Baustoffes sollte der Wärmespeicher zumindest nach oben und zu den Seiten hin mit einer geeigneten Folie abgedichtet und wärmege-dämmt sein. Eine zusätzliche Abdichtung nach unten ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, da das zementartige Bindemittel mit der anliegenden Randzone des Erdreichs eine zusätzli-che Betonschale bildet (Selbstabdichtungseffekt). Nach der Installation der noch zusätzlich erforderlichen technischen Einrichtungen, wird der Wärmespeicher bzw. die Schaumbeton-masse mit Wasser bis zur gänzlichen Sättigung befüllt. Der Speicher arbeitet verfahrensbe-dingt mit einem ruhenden Speichermedium, sodass die Be- und Entladung der Wärme indi-rekt über ein Kollektorrohrsystem erfolgen muss.

## Vorteile des Konzepts

- Schaumbeton ist in großen Mengen kostengünstig herstell- und einfach und sparsam verarbeitbar
- Schaumbeton hat eine hohe Wasseraufnahme- und damit Wärmespeicherkapazität. Schaumbeton ist in ausgehärtetem Zustand statisch selbsttragend, und kann problemlos überbaut werden, und bedarf daher keiner zusätzlichen aufwendigen Auffangbauwerke
- Der Schaumbeton dichtet sich gegenüber rohem Erdreich automatisch ab, und kapselt den Wärmespeicher mit eine zusätzliche Betonschale ein. Zudem wird das Wasser in den Poren durch die Kapillarwirkung in der Baustoffstruktur weitestgehend festgehalten. Nennenswerte Leckagen, auch in nicht zusätzlich abgedichteten Bereichen, sind daher nicht zu erwarten. Ggf. wird aber eine geringe Ausnässung nicht zu vermeiden sein. Der damit verbundene Verlust an Speicherwasser kann jedoch problemlos von oben nachge-füllt werden.
- Der Wärmespeicher ist umweltfreundlich, wartungsfrei und entsprechend alterungs- und korrosionsbeständig

## Fazit

Die Verwendung von Schaumbeton und Wasser als Wärmespeichermedium ermöglicht nunmehr insbesondere aufgrund der reduzierten Systemkosten auch den effizienten und dezentralen Bau von kleineren Speichereinheiten in bestehenden städtischen Infrastruktu-ren. Damit wird dem einzelnen Gebäudebetreiber bis hin zum Einfamilienhausbesitzer eine weitere wichtige Baukomponente für den autarken, und von großen Wärmelieferanten unab-hängigen Betrieb einer eigenen modernen Energieversorgungsanlage an die Hand gegeben. Der Bau eines solchen Speichers ist technisch wie von den Kosten überschaubar, sodass keine Gefahr für Folgerisiken bestehen.

Da bekanntlich alle Umweltwärmequellen zur deren effektiver Nutzung immer eines Wärme-speichers als Puffer bedürfen, sollten künftig alle neu geplanten Gebäude einen eigenen Erd-Wärmespeicher haben.

---

### **Produkt- und Projektberatung:**

TEC MANAGEMENT / Dipl.-Ing. Michael Henze / Mainring 10 / D-63500 Seligenstadt

Tel : 06182 – 897967 / [tec-management@t-online.de](mailto:tec-management@t-online.de)