

Für Gesellschaft für Fortschritt in Freiheit e.V., Freiheitliche Denkfabrik

## Landtag NRW Drucksache 18/6852

**Stellungnahme** zum Antrag

der Fraktionen der SPD

### **Was dem Élysée-Palast recht ist, ist dem Ruhrgebiet billig: für eine soziale Wärmewende in Ballungsgebieten mit Abwasser heizen! Antrag der Fraktion der SPD, Drucksache 18/6852**

#### **0. Präambel**

Zu begrüßen ist am Antragsformular der Ausdruck eines gestiegenen Bewusstseins für den sparsamen und verantwortungsvollen Umgang mit der von uns bereits hergestellten kostbaren Energie und deren maximale Ausnutzung.

Man kann jedoch keineswegs davon ausgehen, dass diese Maxime sich ins Bewusstsein jedes Nutzers und Verbrauchers eingegraben hat und es für jeden Energienutzer ein geradezu heiliges Bedürfnis ist, seine verwendete Energie bis zur vollständigen Vernichtung derselben auszunutzen. Das ist in starkem Maße davon abhängig, wie jeder Energienutzer die Konsequenzen des verschwenderischen Umgangs mit Energie am eigenen Leib negativ zu spüren bekommt.

In den Plattenbauten der DDR z.B. war es in der kalten Jahreszeit oft Usus, die etwas zu geringen Temperaturen der mageren Fernwärme durch selbst besorgte Plattenheizkörper aufzubessern, indem man das heiße Wasser der kostenlosen Warmwasserversorgung (Vorlauftemperatur 55 °C) stundenlang durch den Heizkörper und danach in die Kanalisation laufen ließ. Die Konsequenz einer solchen Verschwendung blieb aus, es sei denn, man interpretiert den Zusammenbruch des Staates mit einer solchen staatlichen Energiewirtschaft als solche. Insofern ist der Vergleich mit dem Élysée-Palast und dem Ruhrgebiet nicht ganz zutreffend, da man aus dem Verschwendungsverhalten der Energie Nutzer des Élysée-Palasts gerade nicht auf das mittlere Verschwendungsverhalten der Bewohner des Ruhrgebiets schließen kann. Kaum einem persönlichen Verbraucher innerhalb eines komplett staatlich subventionierten Facilitymanagements des Élysée-Palasts wird es direkt und persönlich zum Nachteil gereichen, wie viel warmes Wasser er vergeudet, wie viel Restwärme in den Ausguss fließt, wie viel Restwärme aus Saunen, Schwimmbädern, Pools, Frisiersalons, Küchen und sonstigen beheizten Räumen des Palastes verschwendet wird. Daher macht es womöglich Sinn, an zentraler Stelle des Palastes einen effizienten Wärmetauscher in den Abwasserkanal einzubringen, um diese Wärme auch zurückzupumpen.

Restwärmerückgewinnung aus Abwasser ist aber nur dann kostengünstig, wenn ein genügend hohes Verschwendungspotenzial vorliegt, sprich die Rücklauftemperaturen entsprechend hoch sind. Inwieweit dieses im Ruhrgebiet ebenso vorhanden ist, weckt einige Zweifel, da die Leute hier überwiegend in privater Eigenverantwortung und mit eigenem Geld ihren Energieverbrauch finanzieren müssen und zudem nicht konzentriert lokal an Abwasserkanäle mit entsprechend hohen Rücklauftemperaturen angeschlossen sind. Daher sind die für die Effizienz erforderlichen hohen Rücklauftemperaturen des Abwassers nicht flächendeckend vorhanden, und die dezentrale Verzweigung lässt viel dieser Wärme in die Umgebung abfließen, wenn man sie nicht aufwändig mit infrastrukturellen Maßnahmen am Abfließen hindert.

Weiterhin ist Vorsicht geboten bei schnellen Versprechungen „mit Abwasser heizen“, als könne man hier die thermodynamischen Gesetze nach Gutdünken auslegen und - einem Perpetuum mobile gleich - mittels einer Wärmepumpe aus allem, was irgendwie warm zu sein scheint, und sei es frostiger Boden, riesige Energien mit ebenso riesigen Nutzfaktoren herausziehen. Dieser Prozess ist nur unter ganz günstigen Voraussetzungen möglich, sehr diffizil, von vielen nichtlinearen Faktoren abhängig und erreicht bzw. überschreitet bei unsachgemäßem Vorgehen sehr schnell die Grenze in den Bereich des wirtschaftlichen Verlustes. (siehe 1. Technische Grundlagen)

## 1. Technische Grundlagen

Energie und Temperatur sind verwandte Größen. Die zu früherer Zeit definierte Temperatur in Kelvin verkörpert nach moderner Betrachtungsweise die kinetische Energie der in den Stoffatomen bewegten Teilchen und beschreibt die kollisionsfreie Weglänge dieser Teilchen, die ihre kinetische Energie durch Kollision an andere Teilchen abgeben und damit einen räumlichen Energietransport vornehmen. Nach bisherigen Erkenntnissen fällt diese Energie zu Null im sog. absoluten Nullpunkt bei 0 K oder -273,15 °C. Oberhalb des absoluten Nullpunktes ist diese Bewegungsenergie vorhanden, die Körper sind nicht mehr ideal starr und geben durch Berührung diese Energie an die Umgebung ab, entweder durch Strahlung oder Leitung, indem sie durch Impulsübertragung, vergleichbar der Berührung von Billardkugeln, die Bewegungsenergie transferieren und damit die Nachbarkörper erwärmen.

Daher ergeben sich im Vakuum und im Weltraum oftmals gigantisch hohe Temperaturen, da die kollisionsfreie Weglänge sehr groß ist. Diese Temperaturen sind aber als Temperatur im klassischen Sinne der Kontaktkörper für uns nicht vorstellbar.

Das Verhältnis der Wärmemenge, die mittels einer Wärmepumpe aus einer Flüssigkeit gezogen wird, im Vergleich zu der dafür aufgewendeten Energie, wird als Leistungszahl (COP, Coefficient of Performance) bezeichnet. Die Leistungszahl einer Wärmepumpe gibt an, wie effizient eine Wärmepumpe bei der Übertragung von Wärme aus einer Quelle (z.B. dem Boden, Wasser oder der Luft) zu einem Ziel (z.B. einem Gebäude) arbeitet.

Die Formel zur Berechnung des COP einer Wärmepumpe lautet:

$$COP = \frac{W_{\text{gewinn}}}{W_{\text{nötig}}}$$

wobei  $W_{\text{gewinn}}$  die abgegebene Wärmemenge (in Watt oder Joule) ist, die an das Ziel übertragen wird, und  $W_{\text{nötig}}$  die aufgewendete Arbeit oder Energie (in Watt oder Joule) ist, um die Wärmepumpe zu betreiben. Im Idealfall kann der COP einer Wärmepumpe Werte von 3 bis 5 oder sogar höher erreichen. Das bedeutet, dass für jede Einheit an elektrischer Energie, die zum Betreiben der Wärmepumpe verwendet wird, die Wärmepumpe 3 bis 5 Einheiten an Wärmeenergie an das Heizsystem abgeben kann.

Die tatsächliche Leistungszahl hängt jedoch von vielen Faktoren ab, darunter die Art der Wärmepumpe, die Qualität der Installation, die Außentemperaturen und die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmeziel.

Der nicht zu überschreitende physikalische theoretische Nutzungsfaktor der aus Restwärme zu ziehenden Energie findet nun seine theoretische Grenze im Carnot-Koeffizienten. Dabei handelt es sich bei den Temperaturen um absolute Temperaturen in K.

$$C = \frac{T_{\text{soll}}}{T_{\text{soll}} - T_{\text{ist}}}$$

Man sieht also sofort, dass der theoretisch größte Nutzungsfaktor dann entsteht, wenn sich das Ganze auf sehr hohen Temperaturen abspielt und die Hebetemperatur so gering wie möglich ist. Der Carnot-Faktor ist nur dann erreicht, wenn alle Übertragungsvorgänge und technischen Realisierungsmöglichkeiten mit einem Wirkungsgrad von 100 % vorstattgehen.

Wie erfolgt nun die Realisierung?

Sie wissen, dass die Heizschlange eines Kühlschranks oder einer Kühltruhe warm wird. Diese Wärme ist die Summe aus den Verlusten des Kühlaggregates und der aus dem Kühlgut gezogenen Wärme. Eine Wärmepumpe funktioniert genau so, indem die Umgebung das Innere der Kühltruhe darstellt und die Abwärmekühlwendel als Heizspirale der zu erzeugenden Wärmenutzungsquelle dient.

Dies erfolgt durch einen mit Pumpen forcierten Kompressions- und Entspannungsvorgang eines chemischen Stoffes wie z.B. Ammoniak oder Freon in einem abgeschlossenen Volumen, wobei über dessen fortwährenden Aggregatzustandswechsel durch Entspannung (Eis bei Propangasflaschen) kalte Zustände erzeugt werden, auf die die Energie, die ja der Entropie folgend niemals freiwillig von kalten auf warme Körper wandert, von der bereits kalten Seite der Umgebung auf eine noch kältere Seite des Kühlmittels wandert. Diese im Kühlmittel nun eingebrachte Energie wird dann durch Pumpenkompression und Verdampfung wieder herausgeholt und erhitzt die Abgabewendel, die dann zum Heizen verwendet werden kann.

Nehmen wir an, die zu erzeugende Vorlauftemperatur an der zu nutzenden Heizwendel soll 40 °C betragen und die zur Verfügung stehende Abwassertemperatur bewegt sich noch bei ca. 10 °C und soll genutzt werden, so wäre idealisiert ein theoretischer  $COP$  von:

$$COP_{th} = 313.15K/30K = 10.44$$

möglich.

Das klingt zunächst vielversprechend, aber im Idealfall kann der COP einer Wärmepumpe lediglich Werte von 3 bis 5 oder etwas höher erreichen. Das bedeutet, dass für jede Einheit an elektrischer Energie, die zum Betreiben der Wärmepumpe verwendet wird, die Wärmepumpe 3 bis 5 Einheiten an Wärmeenergie an das Heizsystem abgeben kann. Die tatsächliche Leistungszahl hängt jedoch von vielen Faktoren ab, darunter die Art der Wärmepumpe, die Qualität der Installation, die Außentemperaturen und die wechselnde Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmeziel. Alle internen Wirkungsgrade müssten 100 % sein, d.h. im Folgenden sind einige wesentliche Faktoren real genannt, die die theoretische Zahl dann relativieren, die wiederum nicht auf 100 % ohne Kostenexplosion der Einrichtung zu realisieren sind.

- Die Pumpe müsste komplett mechanisch verlustlos, reibungsfrei sein.  
Realität: 80%
- Der Elektromotor der Pumpe und des Umrichters müssten einen Wirkungsgrad von 100% haben.  
Realität: 86%
- Interne Wärmetauscher müssten ohne jegliche Verlustwärme arbeiten.  
Realität: 80%
- Das Kühlmittel müsste keine Lecks haben und eine konstante Aufnahmefähigkeit besitzen.  
Realität: 98%
- Die Temperatur auf der kalten Seite darf sich durch den Pumpvorgang nicht abkühlen.  
Realität: 90%
- Die Temperatur auf der Heizseite darf sich beim Pumpvorgang nicht abkühlen.  
Realität: 90%

Multipliziert man die Verlustfaktoren, so ergibt sich eine Reduzierung auf das **0,44**-fache. Also wird aus einem theoretischen  $COP$  von 10,44 ein realer Gewinnfaktor von  $COP_{ref} = 4,59$ , den man als Kostenreferenzfaktor einer Anlage heranziehen kann und der auch einen durchaus mittleren Wert für sehr gute Wärmepumpen im Bereich der Nutzung von Erdwärme darstellt.

Mit zunehmender Temperaturdifferenz sinkt der COP. Wenn die Außentemperatur sehr niedrig ist (bei Luft/Wasser-Wärmepumpen) und/oder die gewünschte Innentemperatur sehr hoch ist, muss die Wärmepumpe härter arbeiten, um diese größere Differenz zu überwinden. Dies führt zu einem höheren Energieverbrauch im Verhältnis zur übertragenen Wärmemenge.

Bei sehr großer Temperaturdifferenz kann der  $COP$  auf Werte nahe 1 oder sogar darunter fallen, was bedeutet, dass die Effizienz der Wärmepumpe stark abnimmt oder gegen 0 geht und sie aufwändiger und teurer arbeitet als direkte elektrische Heizmethoden.

## 2. Realisierungsprämissen für nutzbringende Anwendung

### 2.1. Monetärer (nicht kalorischer) Aufwands-/Nutzenvergleich

Die im COP erreichbaren Gewinnfaktoren beziehen sich stets auf die Maßeinheit Joule. Da jedoch bei Betrieb der Wärmepumpe teure Energie aus veredelter Elektroenergie verwendet wird, die letztendlich zur Effizienzverbesserung der Gewinnung von Heizenergie herangezogen wird, ist dieser  $COP$  dahingehend zu berichtigen, dass der Gewinnfaktor aus den Kosten der gewonnenen Heizenergie im Vergleich zum Bezug konventioneller (nicht durch Wärmepumpen generierter) Heizenergie zu bestimmen ist.

Das bedeutet, am Ende rechnet sich die Sinnhaftigkeit der Maßnahme durch eine klare **Ja/Nein**-Entscheidung, nämlich ob die monetären Investitionskosten für die Pumpe, zuzüglich der Kosten für Betriebsstrom und Betriebspersonal über die Laufzeit, Kosten für Installationsinfrastruktur, Wärmetauscher, Wartungs- und Reparaturkosten über der gesamten Laufzeit geringer sind als die Kosten des Bezugs dieser zu erwartenden Energie ohne Investition.

Im ersten Halbjahr 2023 zahlten Haushalte in Deutschland durchschnittlich 12,26 Cent je Kilowattstunde (kWh) für Erdgas und 42,29 Cent je kWh für Strom. Für Fernwärme wurde ein Preis von 9,5 Cent pro kWh festgelegt. Wir haben es also mit einem Unterschiedsfaktor von **0,224** bezüglich der Preise für Energie geliefert in Form von Fernwärme bezogen auf stromgelieferte Energie zu tun. Dadurch sind die Bedingungen an die Sinnhaftigkeit exakt um das Inverse dieses Faktors erhöht. Für die monetäre Sinnhaftigkeit muss nun also der Joule-bezogene Gewinnfaktor mit dem €-bezogenen Nutzenfaktor multipliziert werden, wobei wir dann bei  $COP_{ref} = 4,59$  auf einen monetären Gewinnfaktor  $COP_{\epsilon}$  von lediglich

$$COP_{\epsilon} = 4,59 * 0.224 = 1,028$$

kommen.

Dass dieser Faktor hier noch geringfügig größer als 1 ausfällt, ist der Tatsache geschuldet, dass die Transportkosten für Fernwärmeenergie nicht explizit aus dem Gesamtpreis für Fernwärme (9,5 ct/kWh) herausgerechnet sind. Denn der Preis der Rohenergie muss ja günstiger sein als der Preis der gelieferten Energie. Für den  $COP_{\epsilon}$  gilt aber nur das Verhältnis der Größen Joule/€.

Insofern ist der  $COP_{\epsilon}$  hier deutlich kleiner als 1, wenn die umgelegten Kosten für die Lieferinfrastruktur mehr als 2,8% der reinen Joule-Kosten sind, wovon auszugehen ist. Solange dieser Faktor  $COP_{\epsilon}$  größer als 1 ist, ist die Maßnahme prinzipiell sinnvoll, was bei = 1 jedoch nicht zutrifft. Hier müsste der Joule-bezogene Gewinnfaktor  $COP_{real}$  also mindestens bei 4,59 liegen, der aber lediglich die eingespeisten Stromkosten decken würde ohne weitere Deckung der Investitionen oder die Abdeckung zu erzielender Gewinne.

#### **Dieser Faktor von 1 gilt hier als Alarmsignal für die Machbarkeit!**

Es muss hier nochmals mit aller Eindringlichkeit betont werden, dass bei Faktor 1 lediglich eine reine Kostendeckung der entstehenden Stromkosten bezüglich der Einnahmen aus gelieferter Fernwärmeenergie besteht. Hierbei sind nicht berücksichtigt, dass auch die Kosten für:

- die Wärmepumpe selbst,
- die Installation der Wärmepumpe,
- die Tiefbauarbeiten,
- die Rohrverlegungen,
- die thermische Isolation,
- die Wärmetauscher,
- die Heizungsmodifikation,
- die Wartungs- und Reparaturkosten,
- die Personalkosten des Anlagenbetriebs,
- den zu erzielenden Gewinn für Rücklagen und Betriebserhalt

enthalten sind, deren Abdeckung für die Sinnhaftigkeit des Projektes zwingend erforderlich ist

**Daher sollte der Faktor für eine wirtschaftliche Realisierung deutlich über 3 liegen.**

## 2.2. Trade-off zwischen Investitionskosten und Ausbeuteeffizienz

Die Verfolgung des maximalen theoretischen Gewinns einer Wärmepumpe im Vergleich zur Optimierung für den maximalen wirtschaftlichen Gewinn führt in der Regel zu überproportional steigenden Kosten. Das liegt daran, dass die Annäherung an die theoretische Effizienzgrenze (z.B. die Carnot-Effizienz) exponentiell zunehmende Investitionen in Technologie, Materialien und Design erfordert, die oft nicht durch proportionale Effizienzsteigerungen oder Betriebskosteneinsparungen gerechtfertigt sind. Hier sind einige Faktoren, die zu dieser Kostensteigerung beitragen:

- **Hochentwickelte Komponenten:** Um die Effizienz zu maximieren, müssen hochentwickelte und oft teurere Komponenten verwendet werden, wie z.B. spezialisierte Hochleistungskompressoren, fortschrittliche Wärmetauscher mit besserer Wärmeübertragungseffizienz und präzise Steuerungs- und Regelungssysteme.
- **Bessere Materialien:** Die Verwendung von Materialien mit höherer Wärmeleitfähigkeit oder speziellen Eigenschaften zur Minimierung von Wärmeverlusten kann die Kosten ebenfalls signifikant erhöhen.

Betrachtet man den Anlagen-Teuerungsfaktor  $kT$  über der Annäherung an den theoretischen Gewinnfaktor, so ist die Beziehung:

$$kT = \frac{COP_{th} - COP_{ref}}{COP_{th} - COP_{real}}$$

Bei einem angestrebten Nutzenfaktor von lediglich 1 und unter Berücksichtigung der gegebenen thermischen Bedingungen sowie einem  $COP_{real}$  von 4,49, würde man einen  $kT$  von 1 haben, was bedeutet, dass keine Verteuerung der Anlage gegenüber einer Referenzanlage stattfindet.

Hierbei steht  $COP_{th}$  für den theoretischen COP-Wert,  $COP_{ref}$  für den Wert einer Referenzanlage mit einem Teuerungsfaktor von 1 und  $COP_{real}$  für den tatsächlich erreichten COP-Wert der Anlage.

Sollte jedoch das Ziel eine monetäre Verdopplung sein, würde dies einem  $kT$  von 4 entsprechen, also eine etwa 400% teurere Anlage, um lediglich die doppelten Wärmeenergieeinnahmen im Vergleich zu den aufgewendeten Kosten für die elektrische Energie der Wärmepumpe zu erzielen. Um nun zusätzlich Überschüsse zu erwirtschaften, die die Investition und die weiter oben genannten Kosten sowie Zusatzkosten (wie Betriebspersonal über die Laufzeit, Kosten für Installationsinfrastruktur, Wärmetauscher, Wartungs- und Reparaturkosten, die sich über die Laufzeit akkumulieren) abdecken, muss eine signifikante Steigerung des  $COP_{real}$  erfolgen. Dies ist notwendig, um die Amortisationsdauer der Maßnahmen zu verkürzen und wirtschaftliche Verluste zu vermeiden.

Es ist in diesem Zusammenhang auch auf das Dilemma hinsichtlich der „Maximalnutzung der vorhandenen Restwärme“ in Bezug auf „Anlageneffektivität“ zu verweisen.

Möchte man die maximale Energie aus der Restwärme des Abwassers ziehen, führt das zu einer Abkühlung des Energiemediums und zu einer schnellen Verschlechterung des  $COP_{real}$ . Möchte man diesen  $COP_{real}$  wiederum hochhalten, indem es zu nur geringer Abkühlung kommt, führt das zu größeren und teureren Wärmetauschern oder zur Planung größerer Durchflussmengen also letztlich zu einer nur geringeren Nutzung der Abwasserenergie

Oftmals neigen Befürworter, die auf staatliche Subventionen für ihre Projekte hoffen, dazu, die realen Bedingungen der Abwassertemperaturen zu optimieren, indem sie eine "Datenmassage" vornehmen, um den thermischen Leistungskoeffizienten  $COP_{th}$  künstlich zu frisieren und zu erhöhen. Dies geschieht durch die Annahme unrealistisch hoher Abwassertemperaturen oder durch das Ignorieren des natürlichen Wärmeverlusts an die Umgebung bis zum Erreichen des Wärmetauschers. Alternativ wird ein unrealistisch hoher Aufwand für thermische Isolation gerechtfertigt, um die Effizienz auf dem Papier zu verbessern.

Ebenso wird versucht, durch selektive Argumentation die erforderliche Hebetemperatur der Anlagen künstlich niedrig anzusetzen, um den  $COP_{th}$  auf dem Papier zu verbessern. Dabei werden die weitreichenden Konsequenzen, die eine solche Anpassung für das gesamte nachgelagerte Heizungskonzept mit sich bringt, oft außer Acht gelassen.

Es ist nicht Aufgabe dieser Stellungnahme, aus diesen Berechnungen eine Entscheidung abzuleiten, aber wenn die  $COP_{\epsilon}$  Faktoren wie gezeigt physikalisch bedingt bereits nahe 1 oder gar darunter liegen, muss sehr sorgfältige, kleinteilige und professionelle Planung auch langfristig erfolgen, die in erster Linie von privatwirtschaftlichen Gewinn- und Kosten-Risikoabwägungen getragen sein muss.

Die Berechnungen sind aus der Sicht der Gewinnerzielung und Amortisation über der Laufzeit, insbesondere bei Berücksichtigung der Teuerung bei Erhöhung des  $COP_{\epsilon}$  unternehmerisch ohne Verwendung irgendwelcher Subventionen zu führen und daraus zu entscheiden.

Sie sollten keinerlei Einfluss ideologisch getriebener „Möchtegern-Technologie“ unterliegen und dürfen vor allem nicht bei augenscheinlicher Verlustbilanz mit steuerfinanzierten Subventionsmitteln zu einer Scheineffizienz und erfolgreichen Technologie hochstilisiert werden.

Generell lässt sich sagen, dass die Anreizstrukturen und Rahmenbedingungen in privatwirtschaftlichen Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen unterschiedlich sind, was zu unterschiedlichen Verhaltensweisen in Bezug auf Kostenkontrolle, Sparsamkeit und Energiebewusstsein führt. Die Frage nach der Kompetenz von subventionierten öffentlichen Auftragnehmern gegenüber den Organisationen, die ihnen Gelder zur Verfügung stellen, berührt wichtige Aspekte der Unabhängigkeit und Rechenschaftspflicht.

Finanzielle Abhängigkeiten führen zu potenziellen Interessenkonflikten, die die Objektivität und Unparteilichkeit von Entscheidungen und Bewertungen beeinflussen. Insofern sind durch Subventionen finanzierte Projekte, aufbauend auf einer ideologisch vorangetriebenen Technologie, besonders dann sehr gefährlich, wenn sich deren sinnvolle Effizienz, wie im Falle des Wärmepumpeneinsatzes, nur sehr schwierig oder komplex realisieren lässt.

Es werden damit risikoscheue Vertreter der Auftragnehmerzunft, die sich gerne über Subventionen finanzieren und damit vom Steuerzahler ihre Gewinne geschenkt bekommen möchten, auf den Plan gerufen.

Wenn ein Auftragnehmer finanziell stark von einer bestimmten Quelle abhängig ist, könnten bestimmte Entscheidungen oder Bewertungen zugunsten des Geldgebers ausfallen, um die Finanzierung nicht zu gefährden. Dies kann besonders problematisch sein, wenn die Finanzierung an komplexe technische Bedingungen geknüpft ist, die die Machbarkeit der Maßnahmen einschränken, oder wenn der Auftragnehmer das Gefühl hat, dass der Auftraggeber aus welchen Gründen auch immer die Technologie um jeden Preis forciert.

Je näher daher der Faktor  $COP_{\epsilon}$  nur wenig über 1 liegt, desto größer ist das Verlustrisiko mit der Maßnahme, und dieses Risiko sollte nicht die deutschen Steuerzahler treffen. Entweder es rechnet sich, auch langfristig, oder eben nicht, und dann ist es abzulehnen. Die genauen Berechnungen dazu sind komplex, aber physikalisch eindeutig.

Es muss in diesem Zusammenhang eine Amortisationsdauerberechnung unter Berücksichtigung laufender Wartung und Instandhaltung aller wärmetauschenden Aggregate erfolgen, die deutlich unter der moralischen Lebensdauer der verwendeten Aggregate liegen muss.

Abschließend hierzu ist zu sagen: Wenn ein nicht subventionsbeziehender, privatwirtschaftlicher Unternehmer mittels einer geeigneten Technologie auf eigenes Risiko entscheidet, diese Projekte durchzuführen und dabei kostendeckend mit angemessenem Gewinn sich und seine Belegschaft langfristig arbeitsfähig hält, so ist dies zu begrüßen.

### 2.3. Dedizierte Benennung der lokalen Aufwendungen über den Infrastrukturaufwand von dezentralen Wärmetauschern oder thermischen Isolationen

Im Folgenden seien noch einige empfindliche Punkte erwähnt, die für die Machbarkeit eine wesentliche Rolle spielen und darüber entscheiden, ob die Unternehmungen sinnvoll sind oder ausgehen wie das „Hornberger Schießen“, bei dem trotz riesigen Aufwandes am Ende nicht das gewünschte Resultat erreicht wurde:

- **Thermische Verluste:** Diese entstehen durch die Übertragung von Wärme an die Umgebung, statt dass die gesamte Wärme für den Heiz- oder Kühlprozess verwendet wird. Thermische Verluste können in allen Teilen des Systems auftreten, einschließlich der Verdampfer, Kondensatoren, Rohrleitungen und Isolierungen.
- **Elektrische Verluste:** Elektrische Verluste entstehen durch den Energieverbrauch der Wärmepumpe, insbesondere durch den Kompressor und die Ventilatoren. Der Wirkungsgrad der elektrischen Komponenten und der Leistungsfaktor des Systems können diese Verluste beeinflussen.
- **Leckagen:** Kältemittelleckagen können zu Verlusten führen, da das Kältemittel für den Wärmetransfer innerhalb der Wärmepumpe entscheidend ist. Solche Leckagen reduzieren nicht nur die Effizienz der Wärmepumpe, sondern können auch umweltschädlich sein, je nach verwendetem Kältemittel.
- **Mechanische Verluste:** Mechanische Verluste entstehen durch Reibung und Verschleiß von beweglichen Teilen, wie dem Kompressor. Diese Verluste können die Effizienz des Systems verringern und zu höherem Energieverbrauch führen.
- **Frostbildung:** Bei Luft-Wärmepumpen kann es an der Außeneinheit zur Bildung von Frost kommen, was den Wärmeaustausch behindert und den Energieverbrauch erhöht, da das Gerät regelmäßig abtauen muss.
- **Falsche Dimensionierung und Platzierung:** Eine nicht optimale Dimensionierung oder Platzierung der Wärmepumpe kann zu ineffizientem Betrieb führen. Eine zu große oder zu kleine Wärmepumpe für den vorgesehenen Raum führt zu unnötigem Energieverbrauch oder unzureichender Heiz- bzw. Kühlleistung.
- **Hydraulische Verluste:** Bei der Verwendung von Wasser als Wärmequelle oder -senke können hydraulische Verluste durch den Widerstand in den Rohrleitungen und den Wärmetauschern auftreten.
- **Regelungs- und Steuerungsverluste:** Unzureichende oder ineffiziente Steuerung und Regelung der Wärmepumpe können ebenfalls zu Energieverlusten führen. Eine optimale Anpassung der Betriebsparameter an die tatsächlichen Bedürfnisse ist entscheidend für die Effizienz.

Die Minimierung dieser Verluste durch sorgfältige Planung, Auswahl hochwertiger Komponenten, korrekte Installation und regelmäßige Wartung ist entscheidend, um die Effizienz und Leistungsfähigkeit einer Wärmepumpe zu maximieren.

Zur Sicherung der erwähnten erforderlichen hohen  $COP_{\epsilon}$  Faktoren sind noch weitere Voraussetzungen erforderlich.

- Es ist eine klare Benennung der Energiepotenziale erforderlich und deren Temperaturen lokal auf einer Karte zu vermessen.
- Es ist zu sichern, dass die notwendigen Restwärmertemperaturen der Potenzialbereiche möglichst konstant über 12°C liegen und das optimale Wärmeübergänge in günstig einzurichtende Wärmetauscher erfolgt.
- Diese Energiepotenziale sind unter Umständen gegen gegenseitigen Wärmetausch zu isolieren bzw. der Energieabfluss in kältere, nicht nutzbare Bereiche ist zu verhindern.
- Die Potenziale, in denen dann die Wärmetauscher anzubringen sind, müssen groß genug sein, dass sich durch den Einsatz der Wärmepumpen keine lokale Abkühlung des Bereiches ergibt, die den  $COP_{\epsilon}$  verringern würde.
- Die Effizienz der Wärmetauscher ist durch regelmäßige Wartung und Kontrolle zu sichern und deren Güte ist gemäß der Erreichung hoher  $COP_{\epsilon}$  festzulegen.
- Die zu erzielende Ausgangstemperatur ist möglichst gering zu halten.
- Eventuell sind Heizungssysteme dahingehend auf geringere Vorlauftemperaturen notwendig anzupassen.

Wie man sieht, sind diese Bedingungen nicht gerade einfach zu handhaben und erfordern zum Teil langwierige Tiefbauarbeiten, haben privatrechtliche juristische Hindernisse bei Planung und Durchführung sowie zähe bürokratische Hindernisse. Sie sind daher sorgfältig abzuwägen und gegebenenfalls als Aufwendungen zur Effizienzbeurteilung zu monetarisieren.

#### 2.4. Energiepotential auf Basis von Energieverbrauchspraktiken unter dem Aspekt privatwirtschaftlichen Kostenrisikos versus Energieverbrauchspraktiken in öffentlichen, kostensubventionierten staatlichen Einrichtungen

Wie bereits in der Präambel erwähnt, unterscheidet sich das Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Energie sparsam deutlich zwischen ihrer Verwendung in öffentlichen Einrichtungen im Vergleich zum eigenverantwortlichen Umgang mit sofortiger monetärer Rückmeldung. Dies liegt nicht daran, dass die Menschen dort anders sind, sondern daran, dass sich jeder Mensch zu jeder Zeit an jedem Ort energetisch optimiert und daher, bis auf wenige ideologisch motivierte Ausnahmen, keinen permanenten Energieeffizienzgedanken hegt, solange es ihm nicht direkt negative Konsequenzen auferlegt.

Es gibt einen direkten Zusammenhang zwischen Kostenmanagement und dem finanziellen Erfolg des privat geführten Unternehmens, was die Verantwortlichen zu strenger Kostenkontrolle anhält. In öffentlich-rechtlichen Einrichtungen sind die Ziele nicht gewinnorientiert, sondern auf die Erbringung von Dienstleistungen für die Öffentlichkeit ausgerichtet. Dies kann zu unterschiedlichen Prioritäten bei der Kostenkontrolle führen. Öffentliche Einrichtungen operieren oft unter politischen Vorgaben und müssen vielfältige Interessen berücksichtigen, was die Flexibilität in der Budgetierung und Kostenkontrolle einschränkt.

Die Verantwortlichkeit und Kontrolle öffentlicher Mittel unterliegen politischen und bürokratischen Prozessen, die Effizienz nicht immer als oberste Priorität setzen.

Aus diesen Erwägungen heraus ist zu empfehlen, dass die Energiegewinnung bei einem so geringen  $COP_{\epsilon}$  um den Faktor 1+ doch eher aus den tendenziell wärmeren Abwässern öffentlicher Einrichtungen oder bei Einrichtungen des Gesundheitswesens, wie Altersheimen, Krankenhäusern, Schulen, Universitäten, Gerichten, Ämtern, öffentlichen Badeanstalten, Großküchen und Theatern, sinnvoll erscheint.

Alle nicht öffentlichen, privatwirtschaftlich geführten Gebäudekomplexe werden eine geringere Abwassertemperatur aufweisen und damit die Machbarkeit erschweren. Es ist auch anzunehmen, dass juristische, infrastrukturelle und tiefbaubedingte Hindernisse eher an Privatgebäuden als an öffentlichen Liegenschaften zu erwarten sind und damit, wegen der ohnehin nur geringeren Effizienz dieser Gebäude, das Projekt vereiteln könnten.

### 3. Fazit

Die Nutzung von Restwärme aus warmem Abwasser ist sinnvoll und zu befürworten, insbesondere wenn sie als Entscheidung eines nicht subventionierten, privaten Unternehmens getroffen und umgesetzt wird.

Angesichts der physikalisch nachgewiesenen, nur geringen Gewinnaussichten besteht jedoch die Gefahr, dass bei der Durchführung solcher Maßnahmen mit staatlichen Subventionen letztendlich **keine** Gewinnerzielung stattfindet und somit die Verluste dem Steuerzahler auferlegt werden.

Die Umsetzung sollte nach sorgfältiger Planung und Berechnung der monetären Sinnhaftigkeit, aus den genannten Effizienzgründen, vornehmlich im Bereich öffentlicher Liegenschaften erfolgen und sich nicht ideologisch getrieben auf breitere Regionen, wie beispielsweise das gesamte Ruhrgebiet, erstrecken. Zudem sollte der Betrieb und die Investition in die Anlagen einem privatwirtschaftlich agierenden Unternehmen mit eigenem Risikomanagement überlassen werden, ohne dabei auf staatliche Subventionen zurückzugreifen.

Sollte sich kein Unternehmen finden, das sich nach gründlicher technischer Prüfung in der Lage sieht, das Projekt mit einem angemessenen Gewinn und Arbeitsplatzergänzung zu realisieren, kann davon ausgegangen werden, dass eine negative Verlustbilanz aufgrund der physikalischen und preislichen Gegebenheiten unvermeidlich ist.

Diese negative Verlustbilanz darf dann keinesfalls durch staatliche Subventionen ausgeglichen oder getragen werden und somit den Steuerzahler belasten.

Auf diese Weise wird sichergestellt, dass nur physikalisch sinnvolle und machbare Projekte realisiert werden und keine ideologischen Fehlallokationen von Ressourcen oder Steuergeldern stattfinden.

In solchen Fällen ist es ratsam, vom Projekt Abstand zu nehmen.