

Regenwasser heizt die »Brügger Mühle«

Kultur- und Dienstleistungszentrum in historischem Gewand bemüht sich um Nachhaltigkeit

Brügger Mühle, Erkrath. Die ehemalige Industriebrache mit dominanter alter Papierfabrik aus braunem Backstein wandelt sich baulich, technisch und landschaftlich unter behutsamer Einbindung der historischen Substanz zu einem modernen Kultur-, Kunst-, Wohn- und Dienstleistungszentrum. Dass solch eine rücksichtsvolle Bebauung nur mit einer nachhaltigen Haustechnik harmoniert, musste den Fachingenieuren von Seiten des Auftraggebers nicht erst ins Pflichtenheft geschrieben werden. Das war ihnen eine Selbstverständlichkeit. Sie entwickelten einen überzeugenden Plan.

Nahe Düsseldorf, im romantischen Neandertal, durch dessen sanftes Gefälle sich die Düssel windet, buddelten 1856 italienische Steinbrucharbeiter 16 Knochenfragmente und einen Schädel aus. Bonner Wissenschaftler ergänzten diese Funde mit weiteren anatomischen Ausgrabungen zum Homo *neanderthalensis*. Heute, 150 Jahre später, fügt am Ufer des Flüsschens der Investor und Mäzen Hasso von Blücher mit dem Ensemble »Brügger Mühle« erneut etwas zusammen, was seiner Ansicht nach zusammen gehört, nämlich Kultur, Architektur, Handwerk, Medien. Es sollen sich Menschen, Arbeitswelt, Kunst und Natur begegnen und gegenseitig befruchten.

Neue Aufgaben für alte Zisternen

Ökologische Gesichtspunkte spielen dabei eine große Rolle. So erhält man alte oberirdische Versorgungsleitungen und begrünt sie mit Kletterpflanzen. Weinranken schatten großflächige Glasfassaden ab. Historische Zeugnisse, die nach und nach zutage traten und treten, gliederte und gliedert man mit neuen Funktionen in Sanierung, Restaurierung und Umbau ein.

Zum Beispiel die Zisternen der damaligen Papierfabrik. In denen lagerte in Vorzeit solange das Zwischenprodukt Zellstoff

Zwei Wärmepumpen à 130 kW heizen und kühlen den Komplex. Eine dritte Wärmepumpe produziert im Umkehrbetrieb ausschließlich Kälte für die EDV- und Sitzungssäle



ein, bis es zu Brei aufgeweicht war. Im Projekt „Brügger Mühle“ nun weisen die Baumeister den Becken die Aufgabe eines Energiespeichers zu: Sie bedienen die Wärmepumpen-Kaskade, bestehend aus zwei Maschinen (Typ DS, Hersteller Waterkotte), mit dem von Dächern und Parkplätzen gesammelten Regenwasser. Selbstverständlich berücksichtigt die Ver-

schert? Einfache Antwort: Die zuständige Landschaftsbehörde tat sich mit der nutzungsrechtlichen Genehmigung schwer. Die Untere Wasserbehörde hatte bis dato nicht Anlagen dieser Größenordnung im Portfolio der Anträge. Sie wollte für das geschützte Biotop Neandertal keine Entscheidung treffen, deren Auswirkungen sich von ihr nicht abschätzen ließen.



Brügger Mühle

sorgungstechnik auch eine längere Trockenperiode. Ersatzweise füllen Grundwasser-Pumpen aus 32 Meter tiefen Brunnen das Reservoir auf.

Das also ist nachhaltige Heizungs- und Kühltechnik: Eine Wärmepumpenanlage mit Niederschlagswasser als Wärme- und Kältespender, mit historischen Zisternen als Auffangbecken, mit einer Hohlboden-Konstruktion zum Heizen, Kühlen und Belüften der Räume, mit einem bemerkenswerten Schaltschema, das sich bemüht, sowohl Wirtschaftlichkeit als auch Nachhaltigkeit zu optimieren.

Apropos Düssel: Warum geht die „Brügger Mühle“ den Umweg über Auffangbecken und Grundwasserbrunnen, wenn in einem Naturbett direkt vor der Haustür eine energiereiche Ressource vorbei plät-

Beste Erfahrungen mit der Technik

Für Bauherren und Architekten gehörte dagegen unabdingbar zum Gemeinnutz des Projekts eine ökologische Gebäudebeheizung und -klimatisierung auf der Basis regenerativer Energiequellen. Also wichen die Planer auf Grund- und Niederschlagswasser aus. Die Alternative griff insofern nur wenig belastend in das Gesamtkonzept ein, weil die örtlichen Gegebenheiten inklusive der vorhandenen Zisternen weder Sanierungskosten noch Nutzungsgrad über Gebühr strapazierten.

Investor Hasso von Blücher hatte das Planungsbüro PBS + Partner, Erkrath, mit der Entwicklung des energetischen Konzepts beauftragt. PBS zählt zu jenen deutschen Ingenieurbüros, die sich schon

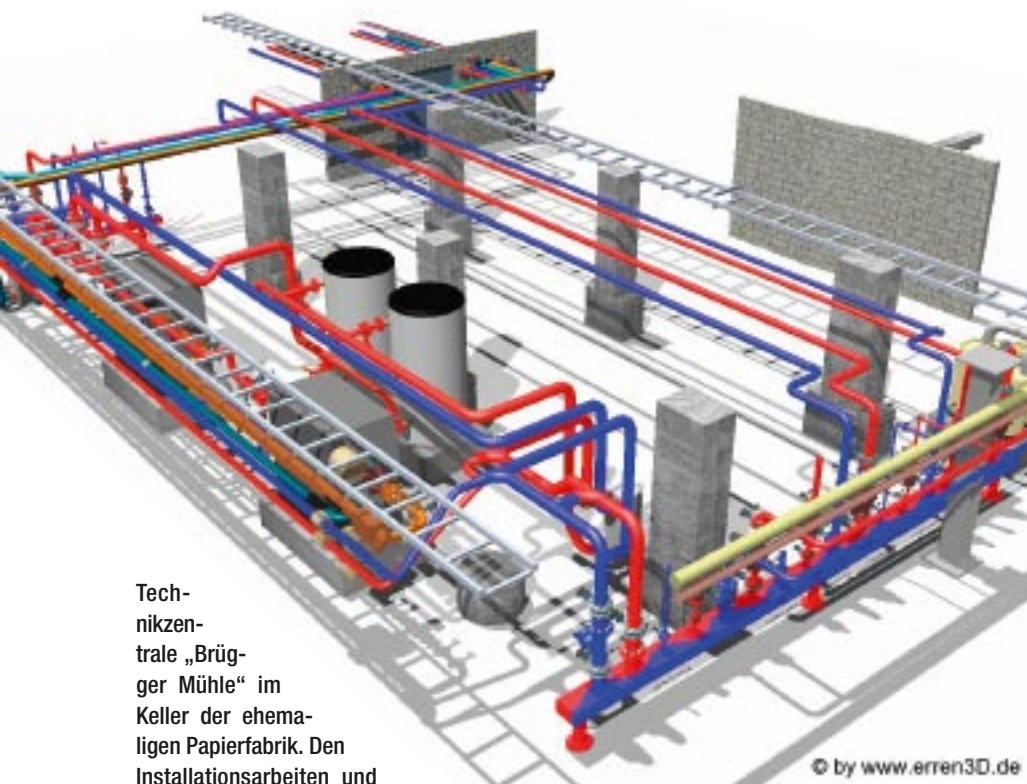
Das Projekt

Die „Brügger Mühle“ dient zur Bereicherung des kunstnahen Dienstleistungs- und kulturellen Lebens der rheinischen Stadt Erkrath und der Region. Initiator und Mäzen dieses Engagements ist Hasso von Blücher, Unternehmer und Kunstliebhaber. Ihm geht es nicht um einen kommerziellen Veranstaltungsbetrieb, sondern um einen Ort für Kunst, Kultur und Kreativität mit individueller Atmosphäre.

Das Gelände war schon in alten Zeiten ein „Produktionsstandort“ mit einer Korn- und später einer Ölmühle. Ende des 19. Jahrhunderts ließ sich die Papierfabrik Bernsau dort nieder. Papierproduktion bedeutet starke Eingriffe in die umgebende Natur. Als von Blücher das Gelände 1987 übernahm, suchte er nach einem ganzheitlichen Konzept für die Gebäude und das Gelände. Grundgedanke war, die Industriebrache zu einem lebenswerten Umfeld zu gestalten.

In der „Brügger Mühle“ arbeiten die Blücher GmbH, Grafik-Designer, Architekten, Medienfachleute, Handwerker und eine Tanz- und Musikschule. Vereine und Bürger-Initiativen finden hier ihren Versammlungsort. Eine Halle mit Platz für 400 Personen ist Ort verschiedenartiger kultureller Veranstaltungen: Lesungen, Kabarett, Musik, Theater, Kleinkunst. Zurzeit finden etwa zehn bis zwölf Termine dieser Art pro Jahr statt. Die Akzeptanz in der Bevölkerung ist erstaunlich groß: Frank Schätzing fand über 400 Zuhörer, als er aus seinem Bestseller „Der Schwarm“ las. Die Kultur-Abende sind grundsätzlich einem karitativen Zweck gewidmet.

www.brueggermuehle.de



Technikzentrale „Brügger Mühle“ im Keller der ehemaligen Papierfabrik. Den Installationsarbeiten und der Verrohrung der Wärmepumpen ging eine komplette 3-D-Vermaßung voraus (Die sechs Säulenprismen in der Zeichnung sind versorgungstechnisch ohne Bedeutung. Auf ihnen ruhen die Obergeschosse.)

sehr früh um alternative Energie- und Nutzungskonzepte bemühten. Ein Block mit 55 Wohnungen in der Sonnenstraße im Düsseldorfer Stadtteil Oberbilk etwa beheizt sich monovalent geothermisch nach dem Entwurf der Erkrather Wärmepumpen-Spezialisten. Monatliche Heizkosten pro 85-Quadratmeter-Wohneinheit: rund 26 Euro brutto. Dieser Betrag errechnet sich im Mittel aus den letzten zwei Heizperioden. Ein zweites Objekt in der Landeshauptstadt bestätigt diese niedrige Belastung: Am Cloppenburg Weg stehen 23 Euro auf der Monatsrechnung für den Wärmepumpenstrom, wieder bezogen auf die 85-Quadratmeter-Wohnung. (Wärmepumpen Sonnenstraße und Cloppenburg Weg: ebenfalls Serie DS von Waterkotte)

Solche Zahlen erhöhen natürlich die Miet-Attraktivität von Mehrfamilienhäusern, Büroangeboten und Gewerbeobjekten und überzeugen damit die Investoren. Bauherr von Blücher, in dessen Ahnenreihe jener preußische General steht, der im

Jahre 1815 an der Seite Wellingtons im belgischen Waterloo Napoleons Schicksal besiegelte, stimmte in der „Brügger Mühle“ ferner einem Hohlboden zum Heizen, Kühlen und Lüften zu. Dieser Typus nimmt die Heiz- und die Kühlrohre auf, wie auch die Verkabelung, und führt durch Aussparungen in Form von Kanälen die im Boden vorgewärmte Zuluft über Schlitzauslässe unterhalb der Fenster in die Räume. Diese Belüftungsarchitektur verspricht im Verbund mit einer Fußbodenheizung nach Untersuchungen an den Universitäten Kopenhagen und Dresden höchsten thermischen Komfort.

Frischluf aus dem Fußboden

Planer Ralf Mnich: „Die Luft dient jedoch primär dazu, die Mindestaußenluftrate nach der Arbeitsstättenrichtlinie zu garantieren. Damit die Angestellten nicht ständig die Fenster öffnen. Das würde im Winterbetrieb enorm Energie kosten und im sommerlichen Kühlfall die Außentemperatur in die Büros lassen. Deswegen tragen wir die Mindestluftrate pro Person über den Temperierboden ein. Dieses Volumen steuert aber nicht zum Wärme-

Was bedeutet was?

Wärmepumpen-Kennzahlen

Die Leistungszahl (ϵ) gibt das Verhältnis zwischen der Wärmeleistung (kW), die an das Heiznetz abgegeben wird, und der aufgenommenen elektrischen Leistung der Wärmepumpe (kW) an. Die Leistungszahl gilt jedoch nur für einen bestimmten Betriebspunkt, sie ändert sich permanent je nach Quellen- und Heizungsvorlauftemperatur. Elektro-Wärmepumpen neuerer Bauart erzielen (je nach Wärmequelle) Leistungszahlen zwischen 3,5 und 6,0. Pro kWh Strom werden also 3,5 bis 6 kWh Heizwärme erzeugt. Die Leistungszahl bezieht allerdings den Verbrauch elektrischer Hilfsaggregate, die nicht unmittelbar zum Wärmepumpen-Prozess gehören, nicht mit ein (etwa Heizungsumwälzpumpen, Grundwasser-Förderpumpen).

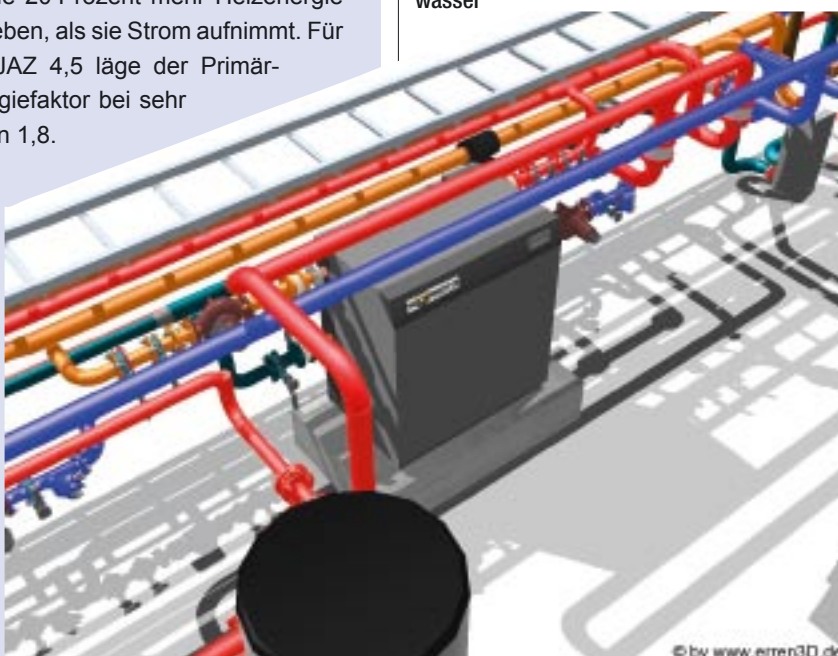
Der **COP-Wert** dagegen berücksichtigt auch die Leistungen von Hilfsaggregaten, die Abtau-Energie und die anteilige Pumpenleistung für Heizungs-, Sole- und Grundwasser-Förderpumpen. Damit ist der COP-Wert ein Gütekriterium für Wärmepumpen. Prüfinstitute ermitteln diesen Wert nach einer definierten Messmethode (DIN EN 255).

Leistungszahl und COP-Wert erlauben allerdings keine energetische Bewertung der Gesamtanlage. Für eine solche Betrachtung ist die **Jahresarbeitszahl β** (JAZ) entscheidend. Sie bemisst über ein Jahr hinweg das Verhältnis zwischen abgegebener Wärmemenge (Heizwärme) und zugeführter Energie (Antriebsenergie). Wie der COP-Wert enthält auch die Jahresarbeitszahl anteilig die Leistungen von Heizungsumwälzpumpen und Grundwasser- bzw. Sole-Förderpumpen. Die Jahresarbeitszahl kann somit

auch als Anlagennutzungsgrad verstanden werden. Sie eignet sich damit gut zur energetischen Bewertung der Gesamtanlage.

In der Praxis pendeln sich zum Beispiel Luft/Wasser-Wärmepumpen auf Werte zwischen 2 und 3,0 ein. Die optimierte Wasser/Wasser-Wärmepumpen des Typs „Brügger Mühle“ (Waterkotte DS) erreichte dagegen in einem Praxistest im Winter 2006/2007 mit insgesamt zehn Anlagen den Höchstwert von 4,5, während das Mittel der übrigen Aggregate bei 3,54 lag. Durchgeführt hatte die Feldversuche die Umweltorganisation „Lokale Agenda 21“ unter Beteiligung verschiedener Elektroversorgungsunternehmen.

Gelegentlich wird bei der Berechnung der **Primärenergiefaktor** bestimmt, der die Jahresarbeitszahl auf den Wirkungsgrad der eingesetzten Fremdenenergieerzeugung bezieht. So ergibt sich für eine Elektro-Wärmepumpe, die ihren Strom aus einem Kraftwerk mit 40 Prozent Wirkungsgrad bekommt, bei einer Jahresarbeitszahl von 3,0 ein Primärenergiefaktor von 1,2: Sie würde 20 Prozent mehr Heizenergie abgeben, als sie Strom aufnimmt. Für die JAZ 4,5 läge der Primärenergiefaktor bei sehr guten 1,8.



bedarf bei. Es dient nur der Lüftung und nicht der Heizung.“ Die Spreizung des Klimabodens legten die Fachingenieure auf 38/28 °C aus.

Die Kältetechnik im sommerlichen aktiven Kühlfall arbeitet dagegen mit zwei unterschiedlichen Vorlauftemperaturen. Durch die Rohrschlangen unter dem Parkett zirkuliert ein etwa 19-gradiger Vorlauf, Taupunkt-überwacht, die Wärmetauscher der Lüftungsanlage dagegen strömen nur 9 °C an, „damit wir die Kondensation oben auf dem Dach haben und nicht feuchte Außenluft in das Gebäude und in den Boden lenken“ (Ralf Mnich).

Intelligentes Wärmequellen-Management

5500 m² beträgt heute die Gesamtgeschossfläche. Die erste Teilfläche aus den Anfängen der Baumaßnahme vor wenigen Jahren umfasst 2700 m², bereits versorgt von einer Wärmepumpenanlage. 2007 schlossen die Ausführenden weitere 900 m² an die beiden Maschinen an. 2008 werden sie die Wärmeerzeugerzentrale um ein drittes Aggregat erweitern.

Rohrschema für stündlich bis 45 m³ Heizungswasser

Um die regenerative Energieerzeugung mit wirtschaftlichster Jahresarbeitszahl zu fahren, konfigurierte PBS + Partner ein Wärmequellen-Management, das seinesgleichen sucht. Die Ingenieure legten die Zisternennutzung auf eine Spreizung von 5 °C sowie auf zwei Umläufe aus. Das bedeutet, bei einer Speichertemperatur von beispielsweise 15 °C verlässt das Medium im ersten Umlauf die Wärmepumpe mit ca. 10 °C und fließt zurück in die Zisterne. Dort stellt sich folglich eine Mischtemperatur von vielleicht 12 °C ein. Die reichen aus, um mit gutem Nutzungsgrad noch einen zweiten Umlauf zu fahren. Dessen 7 oder 8 °C Rücklauf ließen im Prinzip auch eine wirtschaftliche dritte Zirkulation zu. Die 8 °C liegen jedoch unterhalb der Quelltemperatur des Grundwassers, das bei diesen Verhältnissen einen höheren Umweltwärmegewinn anbietet. Deshalb schaltet jetzt das Management auf die ergiebigere Ressource um.

Anlagenschematisch sieht das so aus: Die 220 m³ große Hauptzisterne sammelt das Regenwasser von Dächern und Parkplätzen. Förderpumpen drücken es aus dem Becken hinüber in die Technikzentrale im Kellergeschoss zum Wärmepumpen-Doppel, das in Kaskade geschaltet ist. Entweder arbeiten im Wechsel das eine oder das andere Aggregat oder in der Spitze beide. Gesamtleistung 260 kW, entsprechend 45 m³/h Niederschlagswasser. Der Rücklauf strömt zunächst zum Hauptbecken zurück. Dieser Speicher steht füllstandsmäßig und temperaturmäßig unter permanenter Überwachung. Fällt die Temperatur auf einen Grenzwert ab, zapft zwar die Kaskade dieses Reservoir von etwa 8 °C noch an, schiebt das Heizmittel aber nach der Entwärmung in die Düssel.

„Kältepumpe“ für den Server

Erste Folge: In der Zisterne sinkt der Füllstand. Eine Sensorik registriert den Schwund und nimmt jetzt eine der beiden Brunnenpumpe in Betrieb. Die füllt



Der künstliche See auf dem Gelände gehört gleichermaßen zum Renaturierungs- wie zum Energieversorgungskonzept. Denn der Überlauf mündet in die Zisterne ein

den zweiten Speicher mit maximal 60 m³ reinem Grundwasser und mit einer Temperatur zwischen 10 und 12 °C. Zeitgleich – zweite Folge – ändert das Wärmequel-



Historisches Speicherbecken als Regenwasserzisterne, die die Wärmepumpen bedient

Die Düssel an der Grenze des Grundstücks „Brügger Mühle“ dient in besonderen Situationen als Schluckbrunnen für das entwärmte Wasser der Wärmepumpen-Kaskade



len-Management die Ver- und Entsorgungsstrategie: Entnahme aus Zisterne 2, Rückspeisung in Zisterne 1. Die lädt sich so mit mindestens 8-grädigem Wasser wieder auf. Die Regelung greift also immer auf die Zisterne zurück, die ein brauchbares Energieniveau bietet, im Falle eines ausreichenden Temperaturpolsters jedoch mit Vorrang auf den 220-Kubikmeter-Speicher.

Diese gesamte Steuerung und Regelung realisierte die Waterkotte-Prozesstechnik. Sie vernetzte die Zisterne, die Brunnenpumpen, die Umschaltventile sowie die Heizungs-, Klima- und Lüftungsregelung des Gesamtgebäudes. Darüber hinaus gewährleisten die Brunnen- und Zisterne-pumpen noch den Hochwasserschutz auf dem Grundstück.

Die dritte Wärmepumpe des momentanen Bauabschnitts dient ausschließlich der aktiven Kühlung der Serverräume und der Besprechungszimmer. Die Server beanspruchen eine stetige, die Tagungsräume eine temporäre Kühlung. Demgegenüber melden jedoch unter Umständen zeitgleich, in jedem Fall aber zeitverzögert andere Gebäudeabschnitte einen Wärmebedarf an. Die Planer nehmen deshalb die Abwärme der Kältetechnik, um die Quelltemperatur (Zisterne) für die beiden Heizwärmepumpen zu erhöhen. Die Hauptzisterne fungiert in diesem Zusammenhang als Langzeitpuffer. Diese Wärmeverschiebung kommt natürlich dem COP der Kaskade im Heizbetrieb zugute. Immerhin muss die 45-kW-Kältemaschine (Wärmepumpe 3) 24 Stunden am Tag Dienst tun. Sie produziert damit kondensatorseitig einen reichlichen Energiestrom.

Jahresarbeitszahl etwa 4,5

Ralf Mnich zieht eine Gesamtenergiebilanz: „Wir hatten in die ursprüngliche Überlegung alternativ eine Multisplitt-

anlage einbezogen. Die ist vom Invest her kostenneutral zur Wärmepumpenanlage zu sehen. Nur wussten wir nicht wohin mit der Abwärme. Zusätzliche Wärmetauscher wären zu aufwändig gewesen. Die Wärmepumpe als ‚Kältepumpe‘ im Verbund mit der Möglichkeit der Energieeinspeisung in die Speicherbecken erwies sich nachhaltiger im Sinne von Ökonomie und Ökologie. Wir rechnen mit einem COP um 6,0 und einer Jahresarbeitszahl um 4,5.“ (Siehe Kasten auf Seite XXXX.)

Waterkotte-Prozessleittechnik richtete im Hause PBS + Partner einen Server ein, der über Modems mit den Sensoren und Aktoren der Anlage kommuniziert, regelmäßig die Betriebszustände erfasst und den Technikern die zur Betriebsoptimierung entscheidenden Daten liefert. So analysiert die EDV aus den Messungen der Außen- und der Innentemperaturen, der Zu- und der Abluft, des Speicher- und des Grundwassers die aktuelle Situation die Regelungsstrategie.

Zur Amortisation

Ein Blick auf die Amortisationszeiten. Gegenüber einer herkömmlichen Beheizung mit beispielsweise einem Brennwert-Gaskessel und einer Klimatechnik mit klassischer Kältemaschine amortisiert sich die Wärmepumpentechnik nach Kostenkalkulation auf Basis der maßgebenden VDI-Richtlinie auf Grund der Energieeinsparungen nach sieben Jahren. Die Stromkosten pro Quadratmeter beheizte Fläche liegen monatlich bei 0,37 Euro. Die Kühlung dürfte sich auf monatlich 0,20 Euro/m² belaufen. Diese Angaben beziehen sich auf eine Geschossfläche von 3300 m² und sollten sich bei weiterem Ausbau noch reduzieren. Das innovative Anlagenkonzept „Brügger Mühle“ erfüllt damit alle politischen Forderungen nach CO₂-Minimierung und trägt zur Senkung der Schadstoffbelastung im umgebenden Ökosystem Neandertal bei.

Bernd Genath

www.pbs-partner.de

www.waterkotte.de