

Studien | Gutachten | Forschung | Entwicklung | Anlagenplanung | Verfahrensoptimierung

Nolde & Partner  
innovative Wasserkonzepte



## Häusliches Abwasser ist eine Ressource

„ABWASSER VERMEIDEN UND RECYCELN STATT BESEITIGEN“

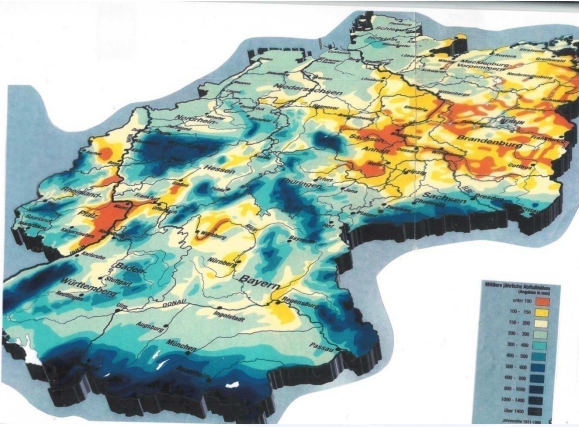
Dipl.-Ing. Erwin Nolde  
email: mail@nolde-partner.de

**GROUP GLOBAL 3000**  
www.nolde-partner.de/

Vortrag am 15.08.2014 Group Global 3000,  
Kunst und andere Nachhaltigkeiten; Leuschnerdamm 19, 10999 Berlin

Studien | Gutachten | Forschung | Entwicklung | Anlagenplanung | Verfahrensoptimierung

## Deutschland (k)ein Wasser-reiches Land?



- regional große Unterschiede
- Fernwasserversorgungen transportieren TW über weite Strecken
- Deutschland verlagert die Wassernutzung zunehmend ins Ausland (Import von virtuellem Wasser)

**Virtuelles Wasser\*:**

- 1 kg (Roh) Baumwolle = 8.000 Liter
- 1 kg Weizen = 1.000 – 2.000 Liter
- 1 kg Käse = 5.000 Liter
- 1 kg Rindfleisch 16.000 Liter
- 1 PKW = 400.000 Liter (Montage ca. 2.000 Liter)

\* Quelle: Ak Wasser im BBU: Virtuelles Wasser: Reader zur WASSER BERLIN 2006

www.nolde-partner.de/



## Wie gut ist unser Trinkwasser tatsächlich?



**Die nur ca. 50 chemischen Parameter der TrinkwVo werden weitgehend eingehalten aber:**

- es gibt mehrere tausende chemische Verbindungen, die täglich als Abwasserbestandteil in der Kläranlage, nicht zurückgehalten werden und in die Umwelt (Trinkwasser) gelangen.
- diverse Forschungsarbeiten zur Spurenstoffproblematik
- Berliner Trinkwasser muss nicht gechlort werden, hat aber eine rel. hohe organische Belastung (DOC)



**Die Themen Energie und Wasser sind eng verbunden**



## Wasser kühlt ! (Adiabatische Kühlung)



Um 1 m<sup>3</sup> Wasser zu verdunsten, werden der Umgebung 680 kWh Wärme entzogen.  
(Verbesserung des Kleinklimas in der Stadt)



## Die Stromversorgung benötigt sehr viel Wasser



### Wasserbedarf für Kühlung: <sup>(1)</sup>

Öl/Gas: 2,6 Liter / kWh<sub>elek.</sub>

AKW: 3,2 Liter / kWh<sub>elek.</sub>

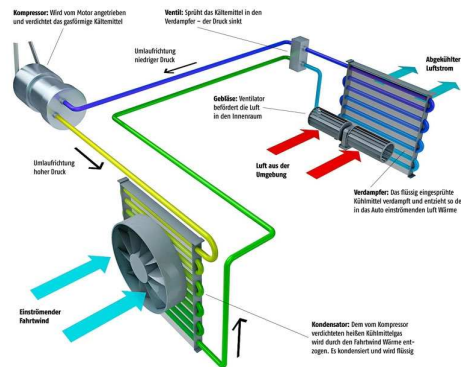
Die Industrie verkauft uns aber bevorzugt strombetriebene Kühlaggregate.



(1) [http://www.energieverbraucher.de/de/Umwelt-Politik/Umwelt-und-Klima/site\\_\\_894/](http://www.energieverbraucher.de/de/Umwelt-Politik/Umwelt-und-Klima/site__894/)



## 90% aller Automobile sind mit einer Klimaanlage ausgestattet



Pro Stunde verbraucht die Klimaanlage im Auto ca. 0,3 bis 0,7 L Benzin und erwärmt damit die Umwelt noch stärker.

Wie stark wird die Umwelt erwärmt bzw. wie viel Liter Tee kann man mit 0,5 Liter Benzin (ca. 5 kWh) kochen?

Illustration: Martin Sallmann

Quelle: <http://adactestblog.wordpress.com/2011/08/19/wie-funktioniert-eigentlich-eine-klimaanlage/>

[www.nolde-partner.de/](http://www.nolde-partner.de/)

7



0,1 kWh werden benötigt um 1 Liter Wasser zum Kochen zu bringen.

>> Antwort: 50 Liter Teewasser.

Die gleiche Kühlleistung, die man mit 0,5 Liter Benzin erhält, kann durch die Verdunstung von etwa 7,5 Liter Wasser erbracht werden, **Ohne** die Umwelt zusätzlich zu erwärmen.



[www.nolde-partner.de/](http://www.nolde-partner.de/)

8



## Die Wasserver- und -entsorgung benötigen sehr viel Energie



**Vorzeigbeispiele:** Hamburg <sup>(2)</sup> und Berlin  
ca. 1,1 – 2 kWh/m<sup>3</sup> für Trink- und Abwasser.  
In der Literatur <sup>(3)</sup> werden auch deutlich höhere  
Werte bis 6 kWh/m<sup>3</sup> genannt.

„Die Berliner Wasserversorgung und  
Abwasserbehandlung benötigen viel  
Energie - vergleichsweise so viel, wie der  
Haushaltsstromverbrauch einer Stadt mit  
**280.000** Einwohnern“. <sup>(1)</sup>

Aachen Einwohnerzahl (2012)  
**260.454**

**Sparsamer Umgang mit Trinkwasser  
und die Vermeidung von Abwasser  
= Energie sparen**

<sup>(1)</sup> <http://www.bwb.de/content/language1/html/7198.php>

<sup>(2)</sup> <http://www.hamburgwasser.de/umwelterklaerung.html>

<sup>(3)</sup> Kluge, T., Libbe, J.: Transformationsmanagement für eine  
nachhaltige Wasserwirtschaft



Abfallhierarchie: Vermeiden, wiederverwenden,  
Recycling, therm. verwerten, umweltfreundlich beseitigen

**Nolde & Partner**  
innovative Wasserkonzepte

**Häusliche Abfälle sind eine Ressource,  
die im Gebäude getrennt zu erfassen sind!**



Kommunales Abfallaufkommen in Deutschland 2011 beträgt 597 kg/P/a.  
In Deutschland, Österreich und Belgien wurden mehr als  
50% der Haushaltsabfälle recycelt oder kompostiert.

Quelle: [http://www.bvse.de/2/7360/Nur\\_47Prozent\\_der\\_Haushaltsabfaelle\\_werden\\_in\\_Deutschland\\_recycelt](http://www.bvse.de/2/7360/Nur_47Prozent_der_Haushaltsabfaelle_werden_in_Deutschland_recycelt),  
<http://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/vermeiden-verwerten-beseitigen>

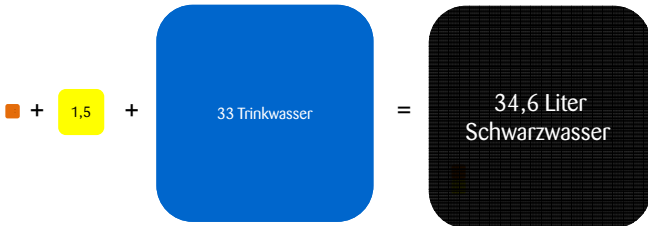
[www.nolde-partner.de/](http://www.nolde-partner.de/) 11

**Nolde & Partner**  
innovative Wasserkonzepte

**Ressource Schwarzwasser**

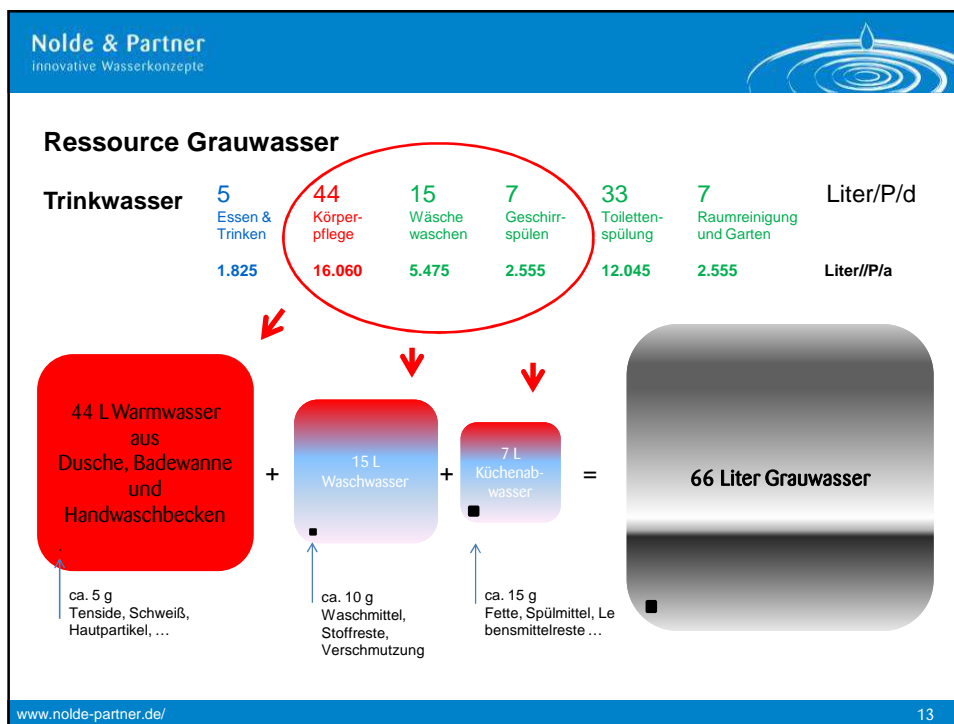
	5	44	15	7	33	7	Liter/P/d
Trinkwasser	Essen & Trinken	Körperpflege	Wäsche waschen	Geschirrspülen	Toiletten-spülung	Raumreinigung und Garten	
	1.825	16.060	5.475	2.555	12.045	2.555	Liter//P/a

↓



[www.nolde-partner.de/](http://www.nolde-partner.de/) 12





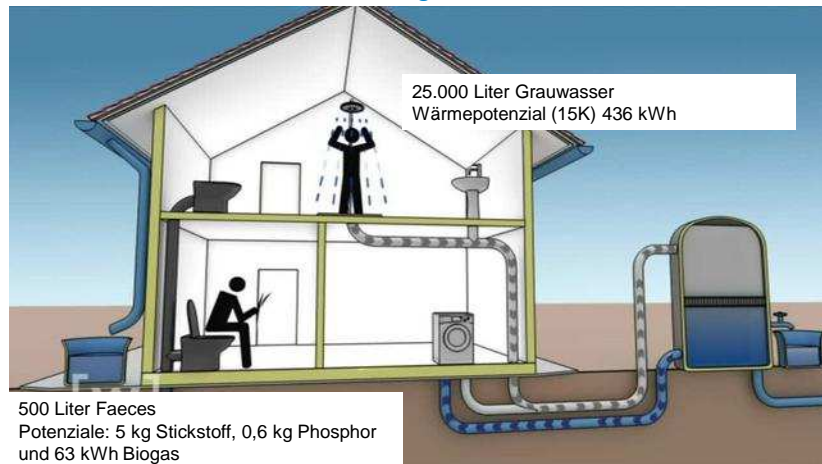
13



14



## Haushaltsabwässer sind eine Ressource, die im Gebäude ebenfalls getrennt zu erfassen sind!



Grafik: <http://www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/sendung/grauwasser-102.html>

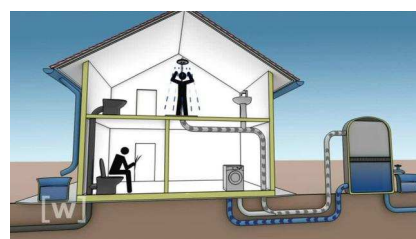
[www.nolde-partner.de/](http://www.nolde-partner.de/)

15



## Haushaltsabwässer sind eine Ressource, die im Gebäude ebenfalls getrennt zu erfassen sind!

		Mengen pro Person und Jahr	
		Grauwasser (Bad, Küche, Waschm.)	Schwarz- wasser (Urin, Fäkalien)
Volumen	Liter	25.000	10.000 + 500
Stickstoff	kg	0,153	4,9
Phosphor	kg	0,073	0,66
Kalium	kg	0,62	1,08
CSB	kg	12,7	18,3
Bakterien		+	+++
nutzbare Energie	kWh	15K = 436 kWh <sub>therm.</sub>	<del>63 kWh (Biogas)</del>



Grafik: <http://www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/sendung/grauwasser-102.html>

Nutzbare Wärmepotenzial aus Grauwasser  
bei einer spez. Wohnfläche von 40 m²/P:  
ca. 10 kWh/m²/a

1 kg CSB = 0,25 kg Methan = 3,47 kWh.

[www.nolde-partner.de/](http://www.nolde-partner.de/)

16



**Nolde & Partner**  
innovative Wasserkonzepte

Haushaltsabwässer sind eine Ressource,  
die im Gebäude getrennt zu erfassen sind!

Mengen pro Person und Jahr	
Grauwasser	Schwarz-

**Statt mehr als 400 kWh/P/a  
über dezentrale Wärmerückgewinnung aus  
Grauwasser zu ernten, werden leider  
ca. 250 kWh/P/a (Primärenergie) in  
Kläranlagen verschwendet und das  
Düngepotenzials des Abwassers  
vernichtet!**

Volu  
Sticl  
Pho  
Kali  
CSB  
Bakt  
nutz

Energie kWh 436 kWh therm. (Biogas)

1 kg CSB = 0,25 kg Methan = 3,47 kWh.

www.nolde-partner.de/

17

**Nolde & Partner**  
innovative Wasserkonzepte

Praxisbeispiel: Energie- und Grauwasserrecycling in Berlin-Prenzlauer Berg

www.nolde-partner.de/

18

**Nolde & Partner**  
innovative Wasserkonzepte

**Pilotprojekt: Passivhaus am Arnimplatz**  
**41 Mietwohneinheiten (4.600 m²) und**  
**4 Gewerbeeinheiten (600 m²) mit 123 Personen**

**Zielsetzung und Anforderungen des Investors:**

- **Ressourceneffizienz im dezentralen Bereich**
  - ohne Risiken, Komfortverlust und Einschränkungen für die Mieter
  - wartungsarme, leicht zugängliche Anlage
  - geringer Platzbedarf
  - wenig Energieeigenverbrauch
  - gutes Anlagenmonitoring sowie
  - garantierte Herstellerwartung und -service.



 Projekt: Arnimplatz  
 Bauherr: Dr. Grunow  
 Inbetriebnahme: März 2012





www.nolde-partner.de/ 19

**Nolde & Partner**  
innovative Wasserkonzepte

**Zentrale Wärmerückgewinnung aus Abwasser ?**

**Praxisbeispiele: allgemein**

**Binningen (BL)**



Abwärme aus der Kanalisation für 300 Wohnungen (Raumheizung und Warmwasser)


**3,2 kWh Wärmeenergie pro 1 kWh elektrisch = 2,55 kWh Primärenergie**

- Primärenergiegewinn von nur 25%
- Schmutzwasserkanal mind. 800 mm (> 10.000 – 15.000 EW)
- Mindestwärmeabnahme

Quelle: Beat Kobel (2008)

**Praxisbeispiele: allgemein**

**Zwingen (BL)**




Wärme aus dem nahen Abwasserkanal für 31 Einfamilienhäuser (Raumheizung, abgesamter Flüssiggas-Brenner zur Spitzendeckung)

- Jahreswärmeproduktion: 280 MWh
- Wärmepumpenleistung: 64 kW
- Jahresarbeitszahl: 5

Levi, 3. Juli 2009  
Abwasser-energieeffizienz – allgemein und konkret in Luzern

**Praxisbeispiele allgemein**

**Muri (AG)**

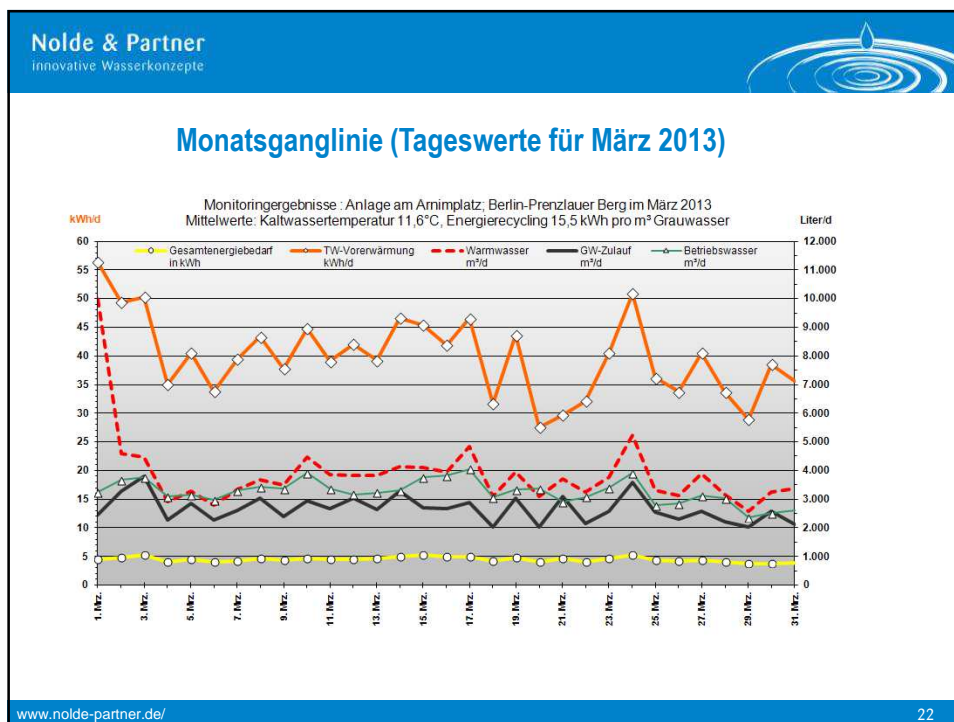
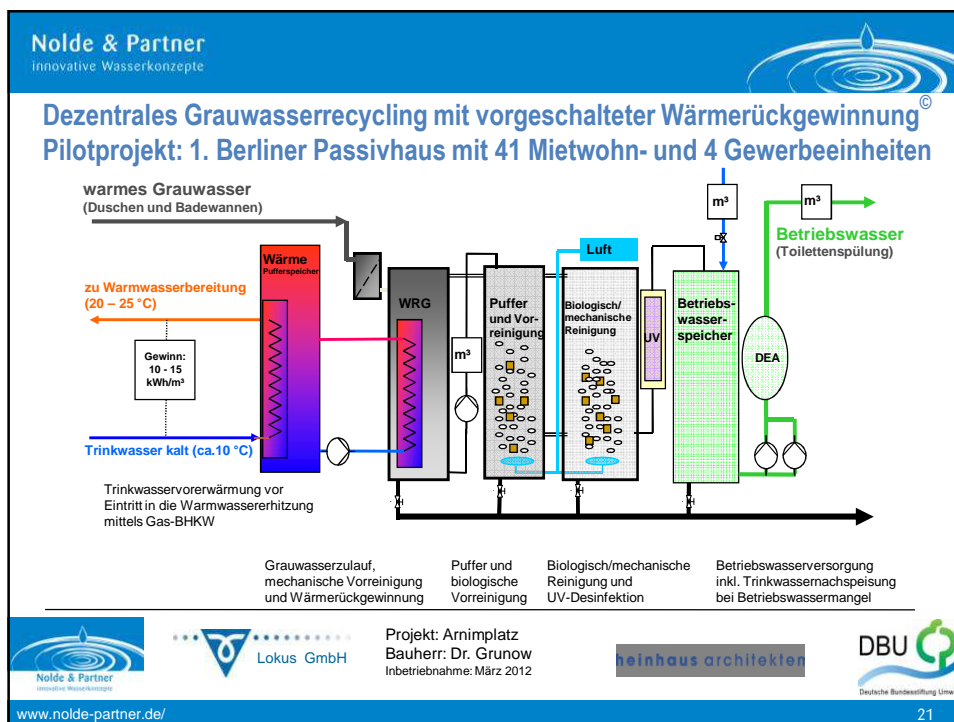


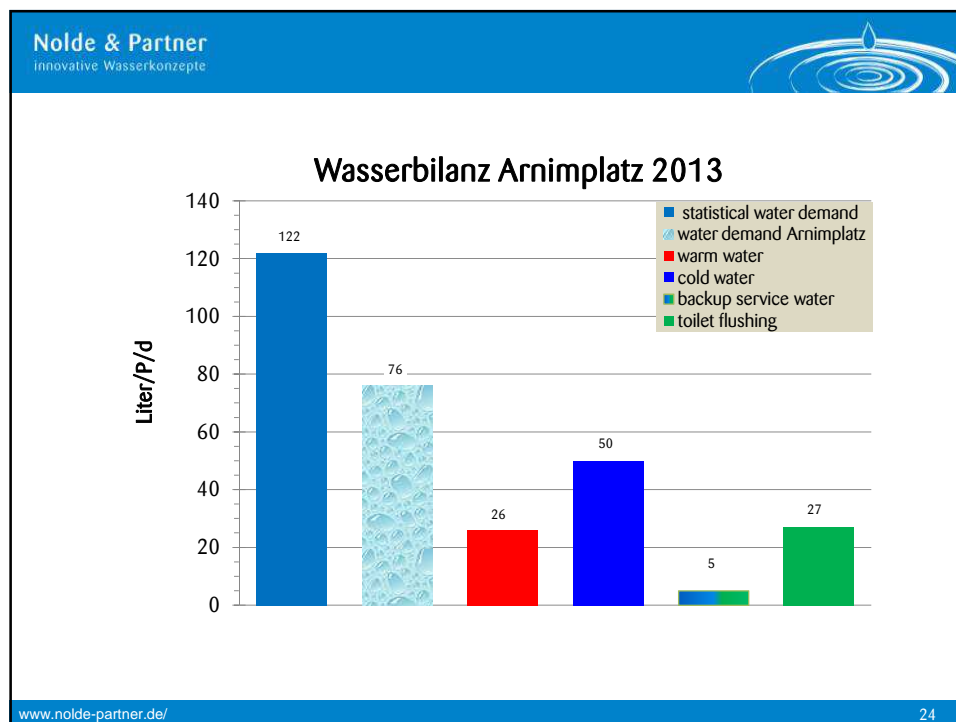
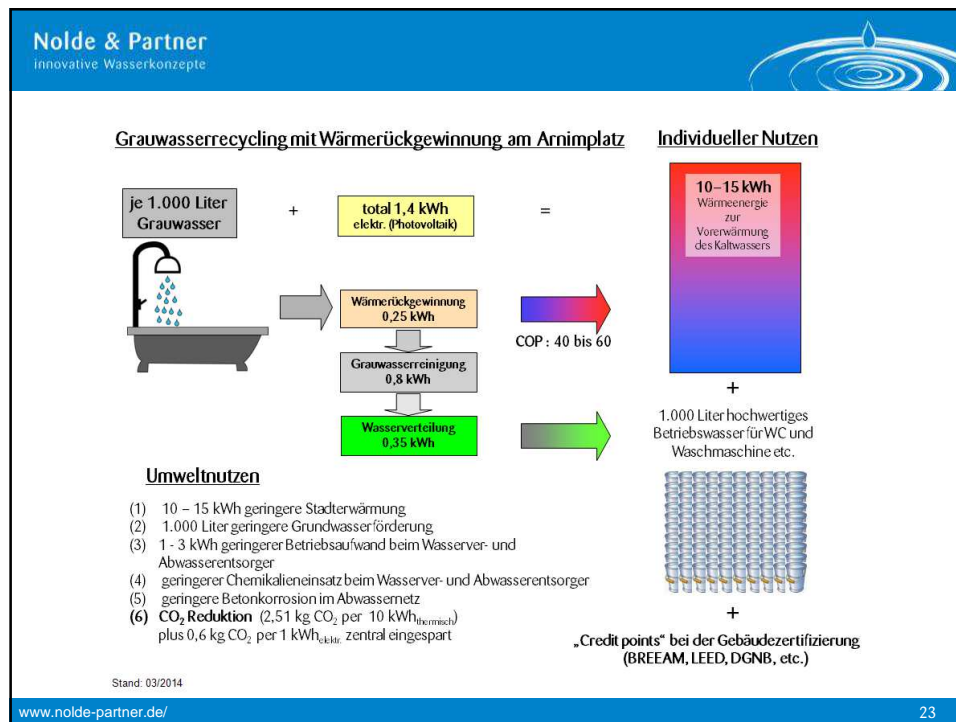
Entnahme der Abwärme nach der ARA für 6 dezentrale Heizzentralen (186 Wohnungen)

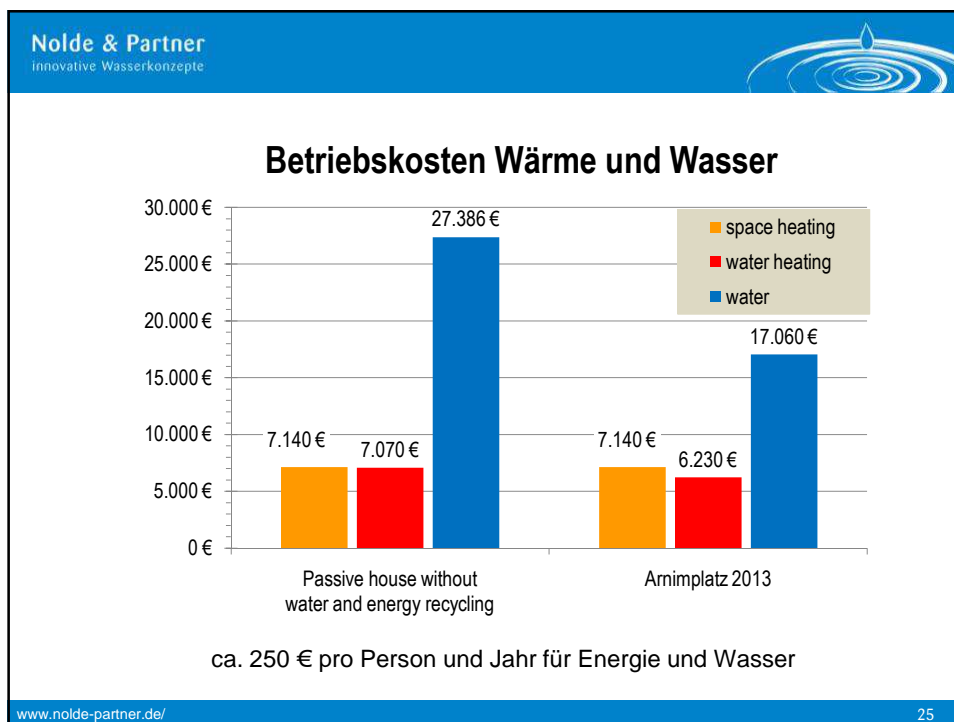
- Jahreswärmeproduktion: 2'400 MWh
- Wärmepumpenleistung: 1'700 kW
- Jahresarbeitszahl: 3,1
- Investitionen: ca. 4 Mio Fr.
- Wärmepreis: ca. 8,5 Rp./kWh

Levi, 3. Juli 2009  
Abwasser-energieeffizienz – allgemein und konkret in Luzern

www.nolde-partner.de/ 20







**Nolde & Partner**  
innovative Wasserkonzepte

### Grauwasserrecycling mit integrierter Wärmerückgewinnung (Arnimplatz)

11,30 € pro Quadratmeter WF oder 430 €/P

0,1 m<sup>2</sup>/Person = A4 Blatt

(EINSPARUNG ca. 5.000 €/a)

(EINSPARUNG ca. 1.000 €/a)

Strombedarf ist über ca. 16+2 m<sup>2</sup> PV zu erzeugen

**Investitionskosten Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung (Prototyp):**  
53.000 € davon 25% für WRG (inkl. Messtechnik, Montage und 19% Umsatzsteuer)

**Platzbedarf (Prototyp):**  
Stellfläche 9 m<sup>2</sup>

**Wassereinsparung:**  
ca. 900 - 1.200 m<sup>3</sup>/a glasklare Qualität – besser als die EU-Richtlinie für Badegewässer

**WRG Grauwasser:**  
ca. 12.000 kWh/a, entspricht 33 m<sup>2</sup> Solarthermie

**Wartung und Betrieb:**  
Strom ca. 1.800 kWh/a  
nach 24 Monaten Betrieb sind bisher kaum Wartungsarbeiten angefallen.

CO<sub>2</sub> Reduktion durch Wärmerückgewinnung = 3,3 t/a  
CO<sub>2</sub> Reduktion durch Wassersparen und -recycling ca. 1,5 t/a (Eigenstromverbrauch ist berücksichtigt).

www.nolde-partner.de/ 26



### **Praxisbeispiel Berlin-Kreuzberg Block 6:**

Seit 2006: Regenwasserbewirtschaftung + Grauwasserrecycling zur Wohnwertverbesserung

**NEU:** Nährstoffrecycling und Lebensmittelproduktion in der Stadt



Erste Anlage zur Reinigung der hoch belasteten Grauwasseranteile aus Küchen und Waschmaschinen Betriebswassernutzung für ca. 250 Personen.

#### **Betriebswasserqualität:**

CSB: 25 mg/l; Hygienewerte: 1-2 Zehnerpotenzen unter der EU-Richtlinie für Badegewässer.







## ROOF WATER-FARM in Berlin Kreuzberg Block 6



Erprobte und visionierte dezentrale Abwasseraufbereitung und Wiedernutzung in Gebäuden und Siedlungsräumen zusammen mit Pflanzen- und Fischproduktion in Gewächshäusern auf den Dächern der Stadt.

<http://www.roofwaterfarm.com/>



## Klein Eden in Klein Tettau, das Tropenhaus am Rennsteig



<http://www.br.de/nachrichten/oberfranken/kleintettau-klein-eden-100.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=okwzj37Snlo>



### Ziele definieren: Berlin 2025

- Düngemittelfabrik statt „Kläranlage“
- weit verbreitetes dezentrales Wasser- und Energierecycling
- Nutzung von Abwärme und CO<sub>2</sub> aus diversen Quellen sowie der Nährstoffe aus Abwasser zur Nahrungsmittelproduktion
- viele ROOF WATER-FARMEN
- Abwärmennutzung aus Kraftwerken z. B. für Gewächshäuser wird verpflichtend



## Vielen Dank für Ihr Mitdenken!



„Es ist nicht genug, zu wissen,  
man muss auch anwenden;  
es ist nicht genug, zu wollen,  
man muss auch tun.“

**Johann Wolfgang von Goethe**  
(Werk: Wilhelm Meisters Wanderjahre)

Kontaktadresse: [mail@nolde-partner.de](mailto:mail@nolde-partner.de)