

# Relatório de Visita Técnica Eficiência Energética



17 a 25 de maio de 2014  
em Alemanha

**GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH**  
**Programa Energias Renováveis e Eficiência Energética**

Telefone +55 21 2514 5501  
Av. Nilo Peçanha, 50, sala 3009 – Centro  
Ed. Rodolpho de Paoli  
20.020-906 Rio de Janeiro – RJ / Brasil

## Contexto

A Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por ordem do Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) da República Federal da Alemanha apoia o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI, no âmbito do Programa de Cooperação em Energia, entre o SENAI Departamento Nacional e o Programa Energias Renováveis e Eficiência Energética da GIZ, na estruturação e implementação de cursos técnicos e na capacitação de seus membros para a prestação de serviços e consultoria na área de eficiência energética no Brasil.

Um grupo de funcionários dos Departamentos Regionais do SENAI, ligados a área citada, foi selecionado para participar desse projeto. Com intuito de nivelar o conhecimento desses membros nas áreas de eficiência energética foi promovido pelo Programa Energias Renováveis e Eficiência Energética da GIZ dois cursos com profissionais reconhecidos nacionalmente e internacionalmente no tema. Um deles ocorreu entre os dias 19 e 23 de maio de 2014, no formato de visita técnica à Alemanha.

## Objetivo

Cumprindo com a principal finalidade dessa visita técnica, foi oferecido a oportunidade do grupo de conhecer os conceitos e metodologias de formação profissional empregados na área de eficiência energética na Alemanha. Procurou-se também estabelecer possíveis parcerias com instituições alemãs que atuam no âmbito do ensino profissionalizante e na prestação de serviços e consultoria.

## Membros da Delegação

Rovanir Baungartner – SENAI-DN  
Formação: Engenharia Mecânica  
Cargo: Especialista em Desenvolvimento Industrial

Arthur Denicol Ceratti – SENAI-RS  
Formação: Engenharia Elétrica  
Cargo: Analista de Serviços Técnicos e Tecnológicos

Paulo Rogério Ferreira Tescaro – SENAI-SP  
Formação: Engenharia de Controle e Automação Industrial  
Cargo: Especialista de Serviços Técnicos e Tecnológicos

Dirceu Eduardo Milbradt – SENAI-SC  
Formação: Engenharia Elétrica  
Cargo: Coordenador de Metrologia, Inovação e Consultoria

Danielle Kely Saraiva de Lima – SENAI-CE  
Formação: Física / Engenharia Elétrica  
Cargo: Consultora em PDI (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação)

Francisco Joelli Barbosa de Souza – SENAI-CE  
Formação: Engenharia Elétrica  
Cargo: Engenheiro

Alexandre Secolo Morgan – SENAI-ES  
Formação: Engenharia Metalúrgica  
Cargo: Especialista I

Alex Lopes Silva – SENAI-MG  
Formação: Engenharia Elétrica/Eletromecânica  
Cargo: Analista de Tecnologia

Klaus Albrechtsen – GIZ  
Formação: Engenharia Elétrica  
Cargo: Consultor

Roland Paulisch – GIZ/SENAI-DN  
Formação: Economia  
Cargo: Consultor

Segunda-feira, 19 de maio de 2014

## Empresa “Hochwald-Sprudel Schupp GmbH”

[www.hochwald-sprudel.com](http://www.hochwald-sprudel.com)

A empresa Hochwald Schupp GmbH fabrica água mineral e refrigerantes. A empresa implementou a ISO 50001 em um ano e meio, sendo certificada em 2013. Atualmente, a Hochwald está se preparando para a segunda certificação. O caso é um exemplo do impacto gerado pela implantação da ISO, onde foi possível alcançar uma maior eficiência energética principalmente pela melhoria de processos e otimização do uso de materiais.

A questão da gestão de energia não é novidade para a empresa. Mesmo antes da introdução da ISO 50001, a pressão por competitividade na indústria foi a principal motivação para fazer da conservação de energia algo necessário. O preço de venda foi considerado fixo, logo apenas o custo de produção poderia ser variável. Anteriormente a empresa realizou registros detalhados de como se comportava o consumo de energia, depois os dados foram analisados e estudados, e finalmente utilizados como base para determinação de uma meta de conservação. Após a introdução da ISO 50001 foi possível economizar mais 7-8% em energia.

Na Hochwald Schupp GmbH o gerenciamento de dados de energia é realizado através do software ECON, que fornece análises e relatórios, além de apresentar os consumidores principais do sistema instalado. O ECON conta também com o auxílio do fabricante para atualizações permanentes. Para coleta de dados nos pontos de medição foi escolhido o uso de bobinas de Rogowski, o que permitiu que os investimentos necessários para adoção de um gerenciador de energia fossem significativamente reduzidos.



O maior potencial de economia observado foi na linha de produção das garrafas PET, na utilização do ar comprimido e no correto dimensionamento das bombas. Na linha de produção das garrafas PET a quantidade de material para produção de 1 garrafa de 1 litro pode ser reduzido de 35 para 24 gramas. Com isso o potencial de redução é explorado de acordo com as tendências atuais.

Ainda assim, seria possível mais uma redução de material, no entanto seria necessário a troca de toda a linha de produção. Outro potencial significativo observado resultou do ajuste adequado e correto dimensionamento de compressores e bombas, reduzindo a pressão do sistema de pressão, o que possibilitou que a empresa utilizasse apenas dois dos três compressores.

**Contato:** Sr. Bernd Zang ([b.zang@hochwald-sprudel.de](mailto:b.zang@hochwald-sprudel.de))

Segunda-feira, 19 de maio de 2014

## Lucas Nuelle Lehr- und Messgeräte GmbH

<http://pt.lucas-nuelle.com>

Há 40 anos a empresa Lucas-Nuelle é sinônimo de desenvolvimento, produção e distribuição de sistemas de formação modernos e de alta qualidade voltados à formação profissional inicial e contínua de técnicos.

Durante a visita, Julian Stochmel apresentou a empresa, suas atividades comerciais na Alemanha e em outras partes do mundo, em específico no Brasil, seus produtos didáticos na área de geração e fornecimento distribuição de energia, energias renováveis e eficiência energética (ver a apresentação em Anexo).



Tobias Neumann realizou uma palestra sobre unidades de maior eficiência energética (ver a apresentação nos termos do Anexo) e deu uma introdução aos equipamentos dos laboratórios no show room da LN especialmente desenvolvido para tópicos de treinamento em energias renováveis (PV, eólica), redes inteligentes e eficiência energética.

**Contato:** Julian Stochmel ([Julian.stochmel@lucas-nuelle.com](mailto:Julian.stochmel@lucas-nuelle.com) / Tel.: +49 2273 567-239)



Terça-feira, 20 de maio de 2014

## Rheinisch-Bergische Druckerei GmbH

[www.rheinisch-bergische-druckerei.de](http://www.rheinisch-bergische-druckerei.de)

A unidade de produção em Düsseldorf tem um centro gráfico ultra-moderno. Desde 2001, tem expandido continuamente a tecnologia e as competências dos colaboradores na área de impressão e pós-prensa. 404.000 jornais são impressos na empresa todos os dias, de domingo a sexta-feira. São produzidos jornais semanais com uma tiragem total de cerca de 2,9 milhões de exemplares, além de anualmente cerca de 6,8 milhões de revistas de alta qualidade.

A empresa Rheinisch-Bergische Druckerei é membro da Iniciativa Climática da Imprensa e Mídia Alemã (BVDM). A iniciativa consiste em três etapas: determinar, reduzir e compensar as emissões de CO<sub>2</sub>, além de oferecer um certificado de teste de emissão de CO<sub>2</sub>.



O Rheinische Post tem uma longa tradição em gestão de energia. Em 2000, uma aquisição de dados de energia foi introduzido. Um conceito de energia foi criado desde 2006 até 2009. A empresa foi motivada por uma pressão competitiva enorme do setor e também por incentivos legais. Por exemplo, a manutenção é levada a cabo de acordo com a norma DIN 31051. Isto resulta numa otimização da energia no caso de *retrofits* ou substituição dos componentes antigos. Com base na Lei de Cogeração a empresa recebe um reembolso de impostos. Com a aplicação da ISO 50001, a empresa dá mais um passo nessa direção.

O tempo necessário para a introdução de ISO 50001 foi em detalhe:

- Esclarecer o que são condições necessárias (aproximadamente 3 meses)
- Esclarecer situação dos custos (cerca de 1 mês)
- Procura e seleção (aproximadamente 3 meses)
- Consultor da ISO 50001

- Um consultor de energia
- Uma certificadora

A partir de Maio de 2013 -> Encerramento e certificação final em 2015.

Os custos da introdução são estimados em 20.000 a 30.000 € para os próximos três anos. Por outro lado, existem reembolsos de mais que € 100.000 por ano. Estes reembolsos são devidos aos sistemas de incentivos legais na Alemanha que, por enquanto, não existem no Brasil.

A visita deixou claro que a introdução da ISO 50001 oferece metodologias eficientes para gerenciamento de projetos. Diagnóstico e gerenciamento são elementos importantes de energia, mas a introdução requer não só consultores de energia e certificadores mas também bom gerentes de projetos.

**Contato:** Sr. Roland Voß ([Roland.Voss@rbd-duesseldorf.de](mailto:Roland.Voss@rbd-duesseldorf.de))

### **Initiative for Energy Efficiency in Small and Medium-sized Companies**

The initiative "Energy Efficiency in Small and Medium-sized Companies" is a joint initiative of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy and the KfW (Development Loan Corporation) aimed at opening up energy efficiency potentials in small and medium-sized companies (SMEs). This initiative encompasses assistance for consultancy (non-repayable grant for energy consultancy services) and investment funding (low-interest loan for investment-related energy-saving measures). Both components may be taken up independently of one another. Nevertheless we recommend that when preparing your loan application you make use of the opportunity of assisted consultancy. Detailed information on the loan component can be found in the information sheet "KfW Energy Efficiency Programme" (Order No. 600 000 2221).

#### Aim of assistance

The aim of the product "Energy Consultancy for Small and Medium-sized Companies" is to assist the economical use of energy in the company as a whole. SMEs and self-employed persons will have the opportunity to make up for information deficiencies through expert and independent consultancy and to identify and fulfil energy saving potentials in their own enterprise.



Terça-feira, 20 de maio de 2014

## **Energieagentur NRW**

[www.energieagentur.nrw.de](http://www.energieagentur.nrw.de)

A Agência de Energia NRW ([www.energieagentur.nrw.de](http://www.energieagentur.nrw.de)) trabalha em nome do governo do estado da Renânia do Norte-Vestfália, como plataforma operacional com ampla experiência na área de energia.

Desenvolve pesquisa energética, desenvolvimento técnico e oferece consultoria de energia e formação profissional contínua. Em tempos de altos preços de energia, é cada vez mais importante avançar com o desenvolvimento de tecnologias energéticas inovadoras no estado da Renânia do Norte-Vestfália.

A Agência de Energia NRW também oferece serviços de energia na forma de consultoria para empresas e órgãos administrativos, bem como sensibilização para especialistas e empresários. Além disso, são oferecidos cursos de conscientização energética.

Contato: Julia Dierl (Tel: +49 211 86642 291 / E-Mail: [dierl@energieagentur.nrw.de](mailto:dierl@energieagentur.nrw.de) )

Quarta-feira, 21 de maio de 2014

## Universidade Técnica Berlin - Refrigeração por absorção (teoria e prática)

No Instituto de Tecnologia de Energia do Departamento de Engenharia de Sistemas de Energia, é realizada a pesquisa básica e a investigação orientada para a tecnologia de plantas. As áreas das pesquisas são: calor e transporte de massa, refrigeração alternativa (especialmente os sistemas de refrigeração por absorção) e armazenamento de energia e recuperação de calor.

Cientistas da TU Berlin desenvolveram em um projeto conjunto com a empresa Vattenfall e os ZAE Bayern de dois novos chillers de absorção. A planta "abelha" de 50 kW e a maior "mamangaba" de 160 kW usam calor a um baixo nível de temperatura para a produção de refrigeração. Os protótipos em comparação com os sistemas disponíveis no mercado são menores, mais leves e mais potentes.

Defeitos construtivos são os principais responsáveis pelos chillers de absorção convencionais não usarem completamente o potencial e por isso muitas vezes não são rentáveis para o usuário. Mal planejamentos da construção fazem as plantas desnecessariamente grandes e lentas. A utilização eficiente do espaço é possível por o permutador de calor e o invólucro não é como anteriormente, construídos separadamente uns dos outros, mas foram otimizados como uma unidade. O resultado é que os sistemas de TU precisa apenas metade do tempo para realizar as alterações de carga ou para atingir a plena carga. Os chillers de absorção comuns precisam cerca de 30 minutos, os novos já estão em plena carga depois de 15 minutos. Além disso, a melhoria das instalações precisam de apenas um terço do material de refrigerante e de solvente. Economia em solvente, uma mistura de água salgada, reduz o peso em funcionamento, bem como os custos de investimento e de funcionamento.



O sistema foi testado com sucesso na prática com distribuidores alemães. Junto com a GIZ foi desenvolvido também um projecto de referência na Jordânia. A produção irá em breve entrar em série. O TU está a disposição para realizar mais ensaios de teste com SENAI e GIZ no Brasil. Para isso, projetos ou empresas adequadas são procuradas.

Cooperação com a GIZ: <http://www.giz.de/de/weltweit/17243.html>

Infos: [http://www.bine.info/fileadmin/content/Presse/Projektinfos\\_2012/Projekt\\_07-2012/ProjektInfo\\_0712\\_internetx.pdf](http://www.bine.info/fileadmin/content/Presse/Projektinfos_2012/Projekt_07-2012/ProjektInfo_0712_internetx.pdf)

**Contato:** Stefan Petersen, (E-Mail: [stefan.petersen@tu-berlin.de](mailto:stefan.petersen@tu-berlin.de) / Tel.: +49 (0)30-314-29231)

Quarta-feira, 21 de maio de 2014

## Associação Central do Arte e Ofício Alemão

<http://www.zdh.de>

A Associação Central do Comércio Alemão (ZDH) representa os interesses de mais de 1 milhão de empresas de comércio na Alemanha, com mais de 5 milhões de trabalhadores, cerca de 420 mil alunos e um faturamento anual de cerca de 500 bilhões de euros.

Como uma organização “guarda-chuva da economia e com base na “Casa do Comércio” em Berlim, ZDH trabalha juntamente com 53 câmaras de comércio, 48 associações comerciais em nível federal, além de importantes instituições econômicas alemãs.

A instituição contribui para que se alcance um consenso sobre questões fundamentais da política de comércio, além de representar os interesses gerais para o parlamento, o governo federal e outras autoridades centrais, a União Europeia (UE) e organizações internacionais. Para tanto, ZDH conta com a cooperação de organizações parceiras.



ZDH é membro da UEAPME (Associação Europeia do Artesanato e das Pequenas e Médias Empresas), onde coordena atividades com organizações parceiras a nível da UE. Seu escritório encontra-se em Bruxelas.

ZDH e seus membros mantém uma rede de parcerias com organizações similares na Europa Central e Oriental e nos países em desenvolvimento. Neste contexto, a expressão “ajudar para se ajudar” é praticada, a fim de que os parceiros sejam capazes de representar os interesses das pequenas e médias empresas e do comércio.

A iniciativa *Build Up Skills* incide sobre a viabilidade das medidas necessárias para a construção de um aumento da eficiência energética dos edifícios. Em nível nacional, devem ser criadas as condições para assegurar as qualificações necessárias dos profissionais. Para este fim, foram especificadas quatro questões-chave:

- Que qualificações são necessárias para os profissionais da construção, a fim de que sejam alcançados os objetivos?
- Que qualificações já estão disponíveis?
- Qual é a demanda de profissionais nas diferentes áreas?
- Qual é a quantidade de profissionais já disponíveis nas diferentes áreas?

A análise da lacuna existente entre os profissionais e a demanda do mercado é a base para desenvolver com os interessados um itinerário profissionalizante, onde as condições necessárias para a qualificação das competências necessárias sejam levadas em conta.

<http://www.bauinitiative.de/index.php?id=47>

Contato: Sra. Ursel Weißleder (E-Mail: [weissleder@zdh.de](mailto:weissleder@zdh.de) / Tel.: +49 30 20619 312)

Quinta-feira, 22 de maio de 2014

## Vattenfall

<http://www.vattenfall.de>

Vattenfall é uma empresa do Estado Sueco e é uma das maiores produtoras de eletricidade e calor na Europa. Além de eletricidade e calor, a empresa produz gás. Nos dois primeiros casos, Vattenfall opera em toda a cadeia de valor: desde a produção até a distribuição e vendas. Na área de gás, o foco da empresa está na distribuição. Vattenfall também realiza a comercialização de energia.

A geração de eletricidade e calor é realizada a partir de seis fontes de energia - energia eólica, energia nuclear, gás natural, biomassa, carvão e hidrelétrica.

Para o novo centro de Berlim perto de praça Potsdam e praça Leipzig, Vattenfall opera a maior rede de arrefecimento urbano na Alemanha. O centro de refrigeração de Vattenfall abastece cerca de 10.000 escritórios e cerca de 1.000 apartamentos com arrefecimento urbano. Isso esfria o Sony Center, Potsdamer Platz Arkaden, na sede da Deutsche Bahn AG, o Conselho Federal, Ministério do Meio Ambiente Federal e a Câmara dos Deputados de Berlim.

Desde 1996, a empresa investiu cerca de 70 milhões de euros na tecnologia de resfriamento de bairros com o centro de refrigeração e rede de arrefecimento urbano. O destaque: grande parte do frio é produzido pelos chillers de absorção de aquecimento de distrito, ambientalmente amigável. Esse aquecimento urbano provém da central de cogeração, onde a eletricidade e calor são gerados no processo de co-geração. O restante da necessidade de arrefecimento é suprida por refrigeradores de compressão. Eles trabalham de forma semelhante aos frigoríficos com eletricidade. No horário de pico pode fluir água fria pela rede de arrefecimento urbano para os clientes, por hora até 5300 metros cúbicos de 6 ° C. Aqueceu-se a água através do ponto de arrefecimento a cerca de 12 ° C, é passada através de um retorno de volta para a unidade de resfriador e refrigerada novamente.





## Dados e fatos

Capacidade instalada de refrigeração: 44 megawatts (MW)

Projetada trabalho a frio anual: 55.000 MWh / a

Método de Absorção:

- 4 chillers de absorção, dependendo 2,5-3,0 MW
- Refrigerante: água / brometo de lítio
- Capacidade de arrefecimento de 1 MW frio: cerca de 2,5 MW

Método de compressão:

- 8 turbo conjuntos de refrigeração de água de 3,8-4,0 MW
- 1 parafuso de água chiller de 1,6 MW
- Refrigerante: R134a HFC
- Capacidade de arrefecimento de 1 MW frio: 1,2 MW

Os sistemas de refrigeração:

- Potência de refrigeração 62 MW
- 4 híbridos torres de resfriamento cada 7,5 MW
- 4 torres de resfriamento de água de 8 MW

A distribuição a frio:

- 3 bombas de circulação de carga de pico de água fria
- 2 bombas de circulação de carga de base de água fria
- Meio de transporte: água purificada

- O comprimento do caminho: 12 km produção combinada de calor e linha de refrigerante em forma de anel para os edifícios, actualmente 68 estações de transferência
- Linha de refrigerante: DN 600 - DN 65 (diâmetro 60 centímetros a 6,5 cm), pressão de projeto de 16 bar





Quinta-feira, 22 de maio de 2014

## **Câmara de Arte e Ofício de Berlim - Centro de Competência em Tecnologias Futuras (Komzet)**

<http://bildung.hwk-berlin.de/ueber-uns/kompetenzzentrum-zth/energie3.html>

Com parceiros da ciência e da indústria, a Câmara de Arte e Ofício de Berlim oferece treinamentos práticos, bem como oficinas e consultorias individuais em tecnologias inovadoras, métodos e procedimentos.

Devido à estreita integração do centro de competência e das outras áreas de trabalho da Câmara de Arte e Ofício de Berlim, uma nova estrutura de serviço foi criada. A evolução cada vez mais rápida dos negócios fazem com que sejam necessários serviços mais sensíveis de educação e consultoria.

O objetivo do Komzet é informar e sensibilizar sobre tecnologias novas e relevantes, processos e métodos de artesanato e, assim, dar às empresas a oportunidade de desenvolver negócios para o futuro.

São realizados pela Komzet eventos temáticos, encontros, apresentações e workshops para temas inovadores. Komzet oferece aconselhamento individual para pequenas e média empresas, arranja contatos com especialistas em ciência e pesquisa, e oferece capacitações em áreas inovadoras.

Contato: Jean Liebing (Tel.: +49 30 259 03 – 454, [liebing@hwk-berlin.de](mailto:liebing@hwk-berlin.de) )



Sexta-feira, 23 de maio de 2014

## Heinrich Böll Stiftung

<http://boell.de>

A Fundação Heinrich Böll é uma agência para projetos verdes, um workshop político e uma rede internacional.

A nova fundação da casa apresenta um ambientalismo de vanguarda: a tecnologia altamente inovadora garante uma redução do consumo de energia primária. Depois de um ano de uso da tecnologia, este valor de consumo foi de cerca de 44 kWh / m<sup>2</sup> por ano, um valor impressionante, considerando que o limite legalmente prescrito em 2005 foi de cerca de 130 kWh / m<sup>2</sup>.

A ventilação através do átrio, o arrefecimento por evaporação da água, o aquecimento com calor residual e o isolamento ideal são medidas responsáveis pelo baixo consumo de energia primária do novo edifício, localizado na rua Schumann.

Sustentabilidade é um dos valores fundamentais da Fundação Heinrich Böll. A sustentabilidade também foi o princípio orientador para o conceito de energia, desenvolvido pela empresa de engenharia suíço Basler & Hofmann, Zurique, para a fundação. Segue-se três regras básicas:

- Sistemas inteligentes com o mínimo de dispositivos - isso economiza recursos e mantém os custos de instalação e de operação.
- A energia não é perdida até que saia do edifício. O calor residual é usado novamente de uma forma inovadora.
- Se possível, ventilação e refrigeração natural e orientada para o utilizador. Em muitos edifícios de escritórios, os usuários da tecnologia são entregues. No edifício dos funcionários da Fundação Heinrich Böll eles mesmos estabeleceram a ventilação e a refrigeração à ser utilizada.

A Fundação Heinrich Böll não utiliza refrigeração pelo chiller, mas com água. Em todos os escritórios estão localizados ao longo das janelas os permutadores de calor de alta eficiência, onde circula no verão água com uma temperatura de 20 ° C. Um ventilador pequeno assegura que o ar arrefecido seja distribuído por toda a sala. Mesmo com temperaturas exteriores de 30 ° C, a temperatura ambiente, não exceda um valor máximo de 25 ° C.

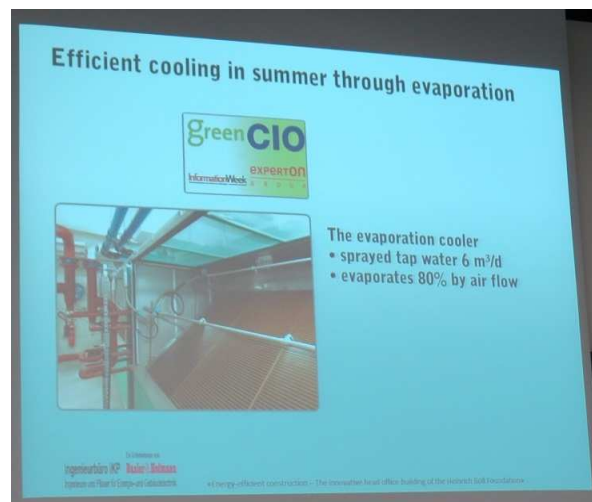
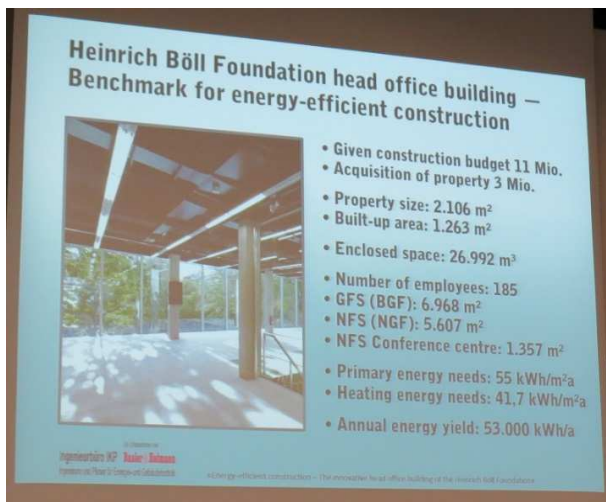
A água de refrigeração necessária para este é gerada por coolers adiabáticos na cave do edifício. Tubos de cobre são pulverizados com água. Isto cria o arrefecimento por evaporação, o que reduz a temperatura da água de arrefecimento para 20 ° C. Portanto, a água arrefecida é retornada para a circulação.

As vantagens do sistema são evidentes: os sistemas de ar condicionado convencionais necessitam de água com uma temperatura de 8-10 ° C. A água é novamente aquecida de 12 ° a 18 ° C no prédio.

Isso precisa de uma quantidade desnecessária de energia. No sistema utilizado no Heinrich-Böll Stiftung, isso não é necessário. Este tem seu processo dez vezes mais eficiente do que os sistemas convencionais.

As vantagens do sistema são evidentes: os sistemas de ar condicionado convencionais necessitam de água com uma temperatura de 8-10 ° C. A água de arrefecimento é, em seguida, novamente aquecida a 12 ° a 18 ° C no edifício. Isso consome uma quantidade desnecessária de energia. No sistema. No sistema utilizado no Heinrich-Böll Stiftung, isto não é necessário. Portanto, é dez vezes mais eficiente do que os sistemas de arrefecimento convencionais.

Contato: Bert Bloß, (Tel: +49-(0)30-285 34 – 175 / E-Mail: [bloss@boell.de](mailto:bloss@boell.de) )



Sexta-feira, 23 de maio de 2014

## BAKA Berlin

<http://www.montessori.bakaberlin.de>

BAKA oferece consultoria e apoio para renovação dos edifícios antigos considerando fortemente o quesito eficiência energética. A associação desenvolveu um método para determinar todos os parâmetros desconhecidos na recuperação energética através de uma análise detalhada antes do início da tarefa de planejamento real.

O exemplo da escola Pestalozzi mostra o impacto da renovação energética:

	Antes da reforma	Depois da reforma
Piso	U = 2,90 W/m <sup>2</sup> K	U = 0,17 W/m <sup>2</sup> K
Parede exterior	U = 2,20 W/m <sup>2</sup> K	U = 0,14 W/m <sup>2</sup> K
Teto	U = 5,88 W/m <sup>2</sup> K	U = 0,13 W/m <sup>2</sup> K
Janelas	U = 2,8 – 5,8 W/m <sup>2</sup> K	U = 0,60 – 0,71 W/m <sup>2</sup> K



<http://www.bakaberlin.de/vortraege/1473-16-16-Hadlich.zip>

**Contato:** Ulrich Zink (E-Mail: [u.zink@bakaberlin.de](mailto:u.zink@bakaberlin.de) / Tel: +49 30 48 49 078-55)

### Coleção de fotos:

