



Tecnologia que **define a marca**

Bombas funcionando como Turbinas

Dr. Thomas A. G. Krätzig e Carlos Roberto Catelani





Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
3. Bombas funcionando como Turbinas
4. BfT na Indústria
5. BfT no Saneamento Básico
6. Progresso na Eletrônica
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
8. Passos Preliminares para a Implementação
9. Bibliografia recomendada



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB

2. Projeto Openwater

3. Bombas funcionando como Turbinas

4. BfT na Indústria

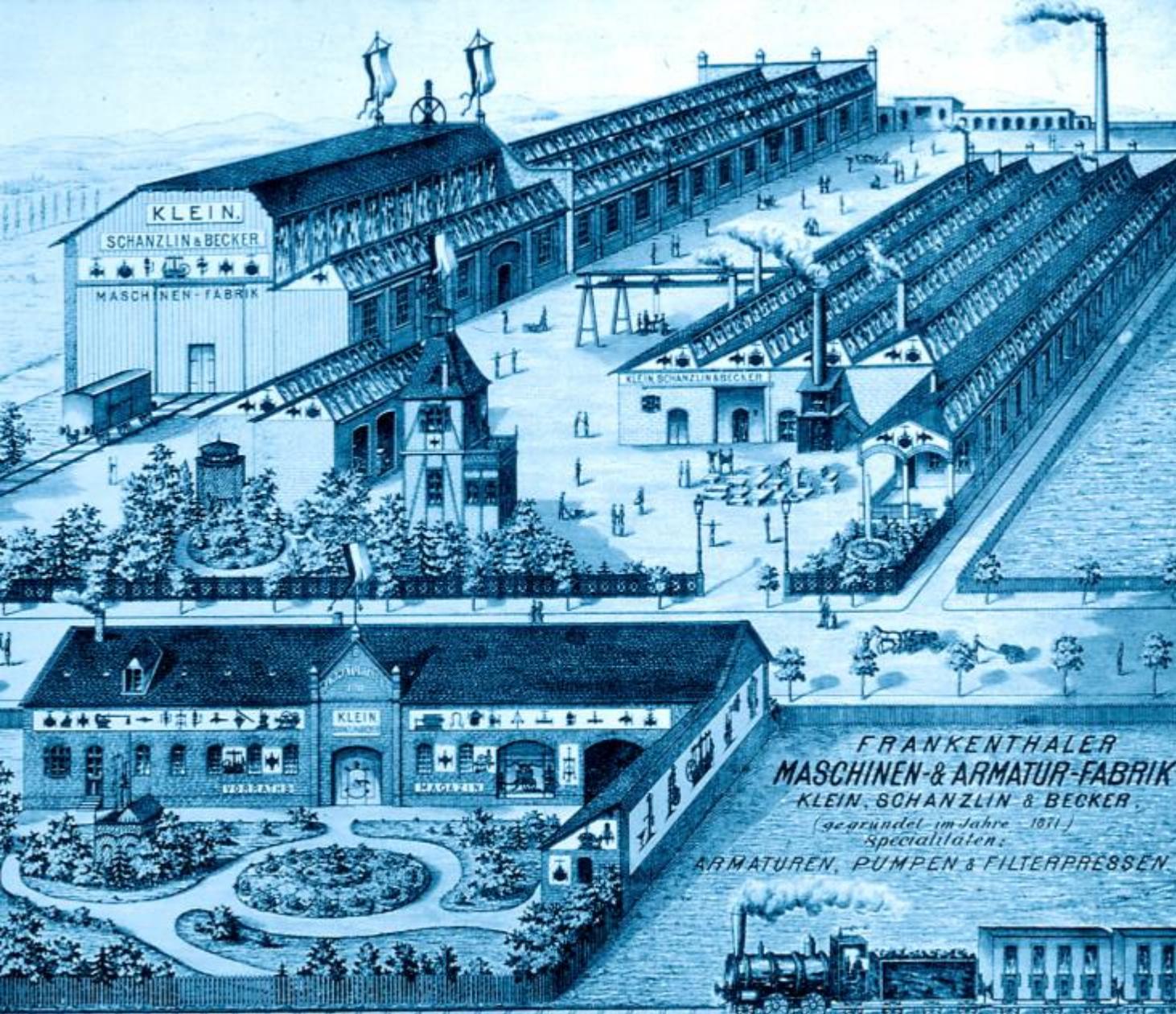
5. BfT no Saneamento Básico

6. Progresso na Eletrônica

7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico

8. Passos Preliminares para a Implementação

9. Bibliografia recomendada



KSB - Experiência desde 1871

Produção

§ Válvulas desde 1872

§ Bombas desde 1873

No Brasil desde 1954

KSB - uma empresa global

Europa
Asia
Americas/Oceania
Meio Oriente / Africa

Global presence brings us closer to customers – production on all 5 continents

 KSB production sites

 KSB sales and service sites



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
- 2. Projeto Openwater**
3. Bombas funcionando como Turbinas
4. BfT na Indústria
5. BfT no Saneamento Básico
6. Progresso na Eletrônica
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
8. Passos Preliminares para a Implementação
9. Bibliografia recomendada

Parceiros

KSB AG / KSB Bombas Hidráulicas SA
Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH (DEG)*
Dr. Krätzig Ingenieurgesellschaft mbH
Universität der Bundeswehr München (UniBwM)

*com fundos públicos do Ministério Federal de Cooperação Econômica e de Desenvolvimento (BMZ)

Objetivo

demonstrar:

Bombas funcionando como Turbinas
são uma opção

tecnicamente,
operacionalmente e
economicamente

viável para aumentar a eficiência energética no saneamento básico.

Projeto

OpEN Water
Bombas funcionando como
Turbinas (BfT) - Setor de
saneamento básico

Componentes principais do projeto:

Levantar o potencial para uso de BfT no setor de saneamento básico

Identificar as principais características técnicas para as instalações

Analisar o «framework» legal, administrativo, regulamentar

Estudar a viabilidade económica

Estudar fatores complementares além da viabilidade económica

Projeto

OpEN Water
Bombas funcionando como
Turbinas (BfT) - Setor de
saneamento básico



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
- 3. Bombas funcionando como Turbinas**
4. BfT na Indústria
5. BfT no Saneamento Básico
6. Progresso na Eletrônica
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
8. Passos Preliminares para a Implementação
9. Bibliografia recomendada

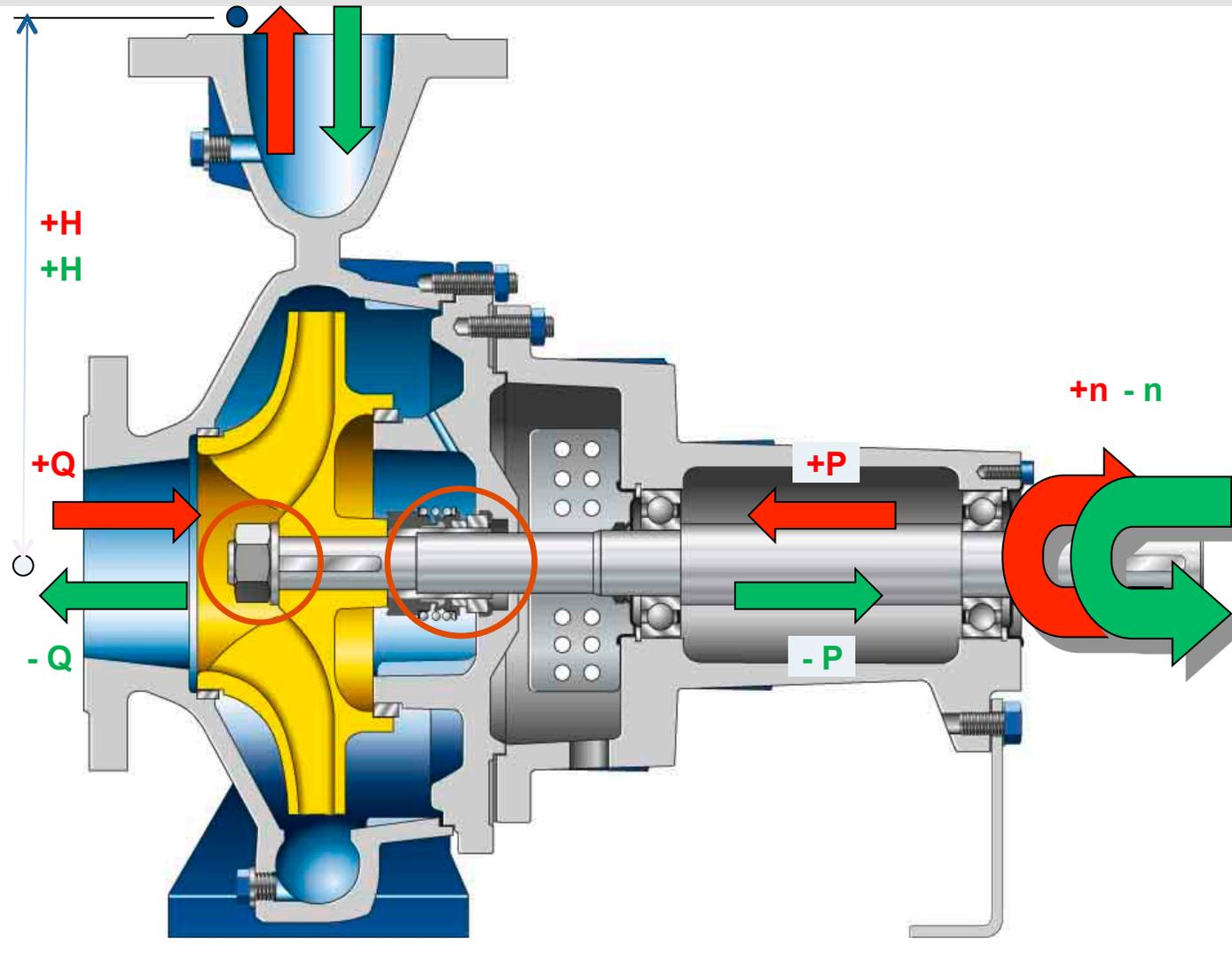
Definição:

BfT - Bombas funcionando como Turbinas

são

**Bombas de fluxo operando em reverso
como Turbinas**

Bombas funcionando como
Turbinas



Sectional view Pump / Turbine

Bomba BfT O que muda?

Bomba   **Turbina**

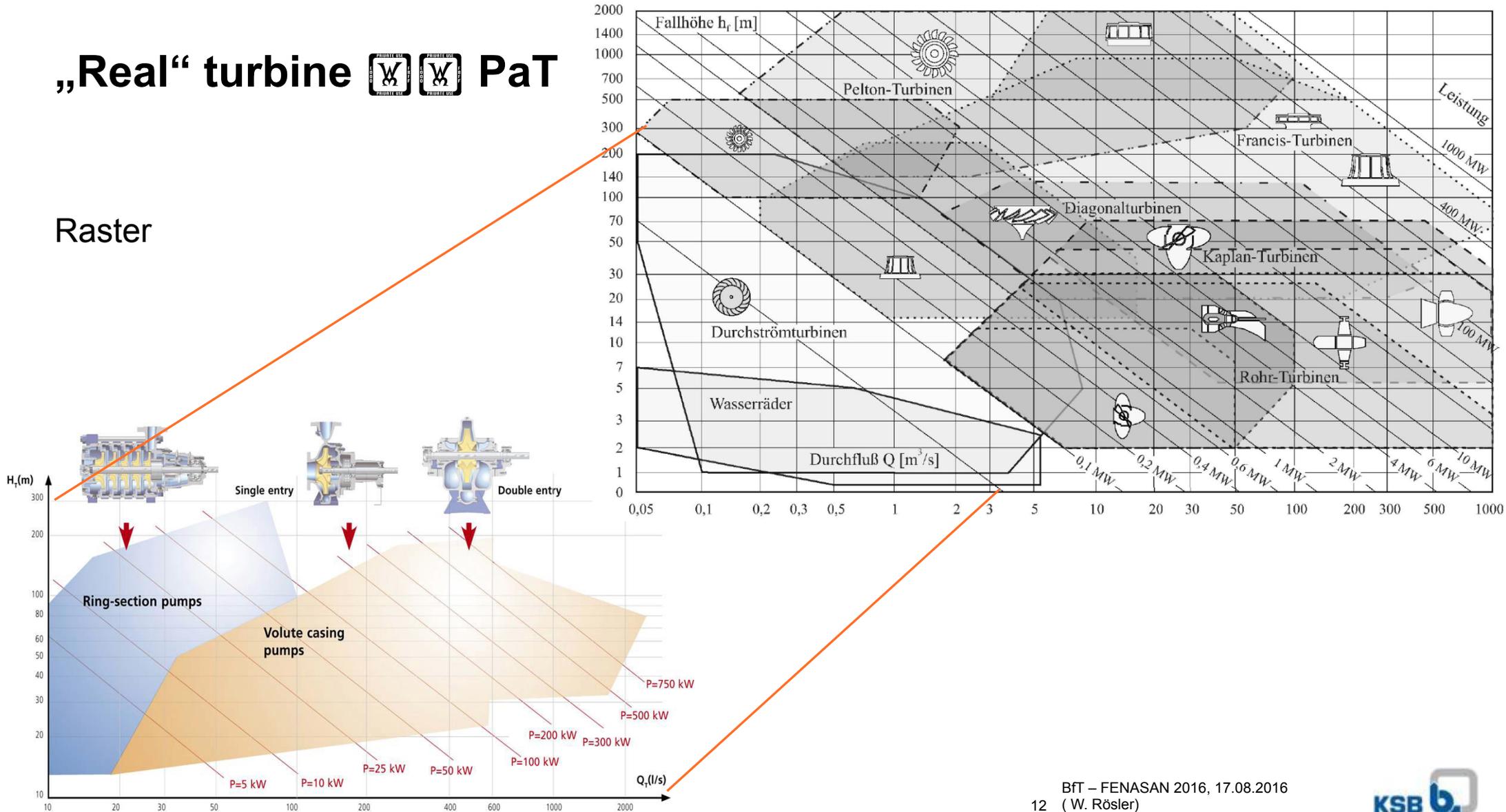
Observa-se:

§ Selos mecânicos independentes da direcção da rotação

§ Rotor de passagem livre

„Real“ turbine PaT

Raster



- > BfT não substituirá turbinas em todas as aplicações, depende de caso a caso
- > Potência limite para BfT ~ 500 kW (para um unidade!)
- > Eficiência da BfT levemente abaixo da Turbina
- > Turbina geralmente desenhada / construída para a aplicação específica
- > BfT (com as devidas certificações) um produto off-the-shelf
- > Bomba = BfT se situa melhor no setor de saneamento (p.ex. manutenção)
- > Custo de investimento menor para BfT, manutenção mais econômica
- > Algumas aplicações somente com BfT (p.ex. controle de pressão)

BfT versus Turbina

$$P_{el} = \eta_t * \rho * g * \Delta H * Q$$

P_{el} : potência elétrica [kW]

η_t : Eficiência total do sistema

ρ : Densidade [kg/m³]

g : Aceleração [m/s²]

ΔH : Diferença de altura / de pressão [m]

Q : Vazão [m³/s]

Simplificado:

$$P_{el} = 7 * \Delta H * Q$$

Bombas funcionando como
Turbinas: calculo potência
elétrica

Bombas funcionando como Turbinas

	Calculo simplificado				
	H	20	m		
	Q	0,4	m ³ /s		
	Formula simplificada: $P = 7 * Q * H$				
	P= potência em kW				
	Q = vazão em m ³ /s				
	H = altura em m				
	7 = fator				
	Potencia do caso		56	kW	



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
3. Bombas funcionando como Turbinas
- 4. BfT na Indústria**
5. BfT no Saneamento Básico
6. Progresso na Eletrônica
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
8. Passos Preliminares para a Implementação
9. Bibliografia recomendada

Aplicação na indústria como

HPRT – Hydraulic Power Recovery Turbine na despressurização de fluídos.

Exemplos:

Osmose inversa

Refinaria: lavagem dos gases após Hidro- dessulfurização

Circuito de resfriamento em alto forno

Tratamento de efluentes, saída de Reator biológico vertical

BfT na Indústria



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
3. Bombas funcionando como Turbinas
4. BfT na Indústria
- 5. BfT no Saneamento Básico**
6. Progresso na Eletrônica
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
8. Passos Preliminares para a Implementação
9. Bibliografia recomendada

Geração / recuperação de energia não muito difundida no saneamento básico*

BfT não é novidade: existem aplicações há bastante tempo!

Fatores novos:

- Empenho pelo aumento da eficiência energética aumenta (custo, política, sociedade).
- Fontes / potenciais menores são consideradas.
- Rápido progresso na eletrônica de potência:
 - Controle de rotação de máquinas
 - Frenagem eletrônica / recuperação (ponte rolante, grua, elevador, E-automóveis,
- Conexão de fontes alternativas a rede elétrica
- Progresso na informática / telecomunicação

* DVGW – Info 77, p. 105

BfT no Saneamento Básico

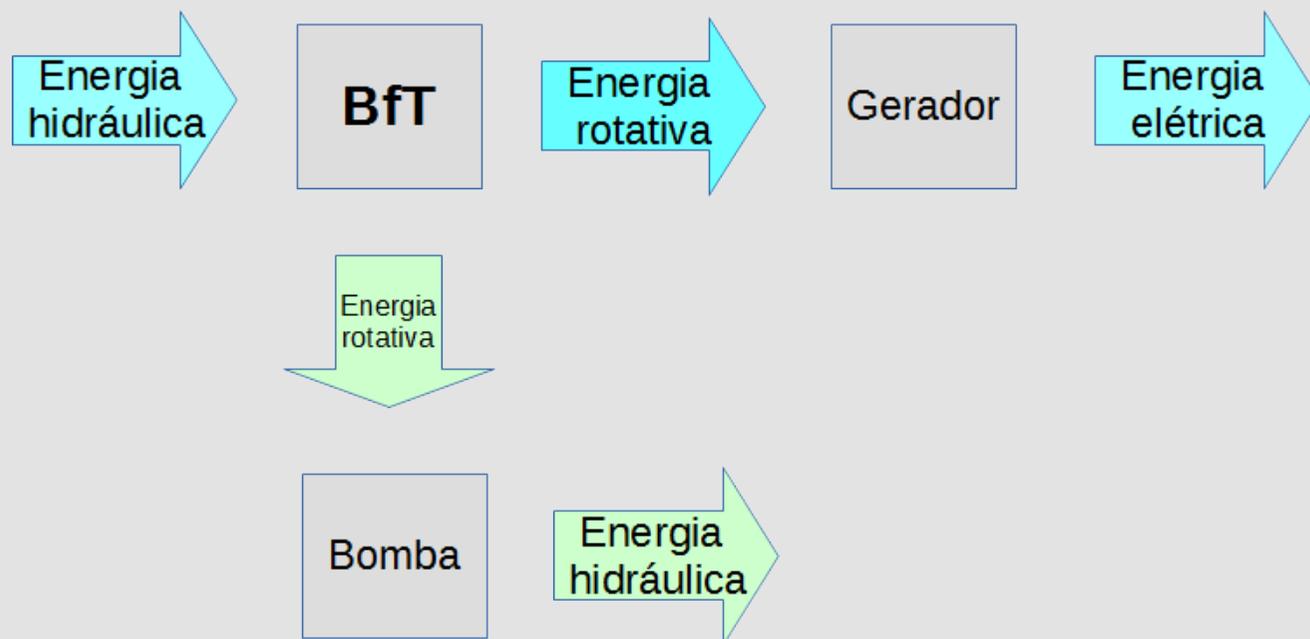


Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

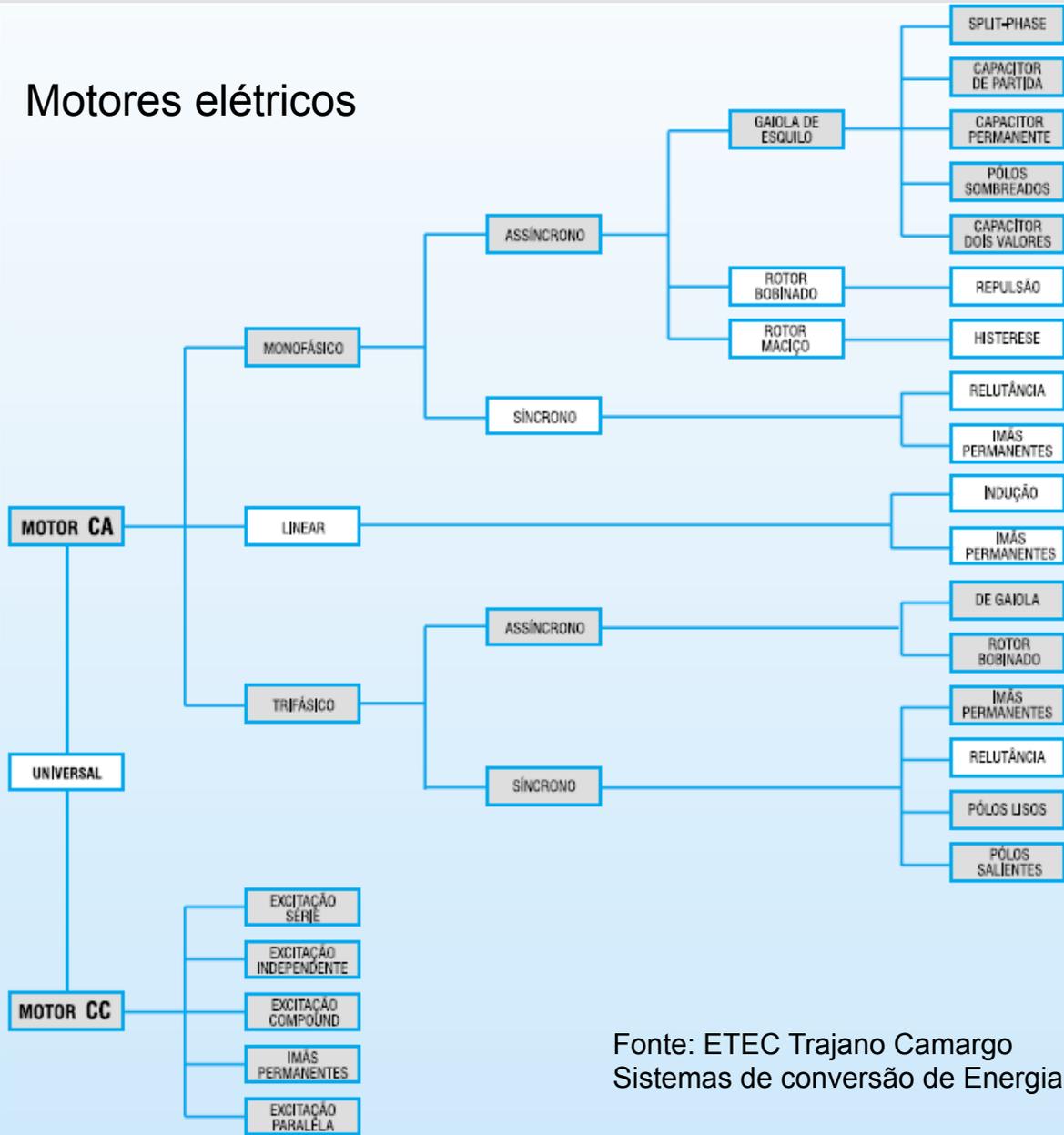
1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
3. Bombas funcionando como Turbinas
4. BfT na Indústria
5. BfT no Saneamento Básico
- 6. Progresso na Eletrônica**
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
8. Passos Preliminares para a Implementação
9. Bibliografia recomendada

BfT = parte de um sistema de transformação energética



Progresso na eletrônica

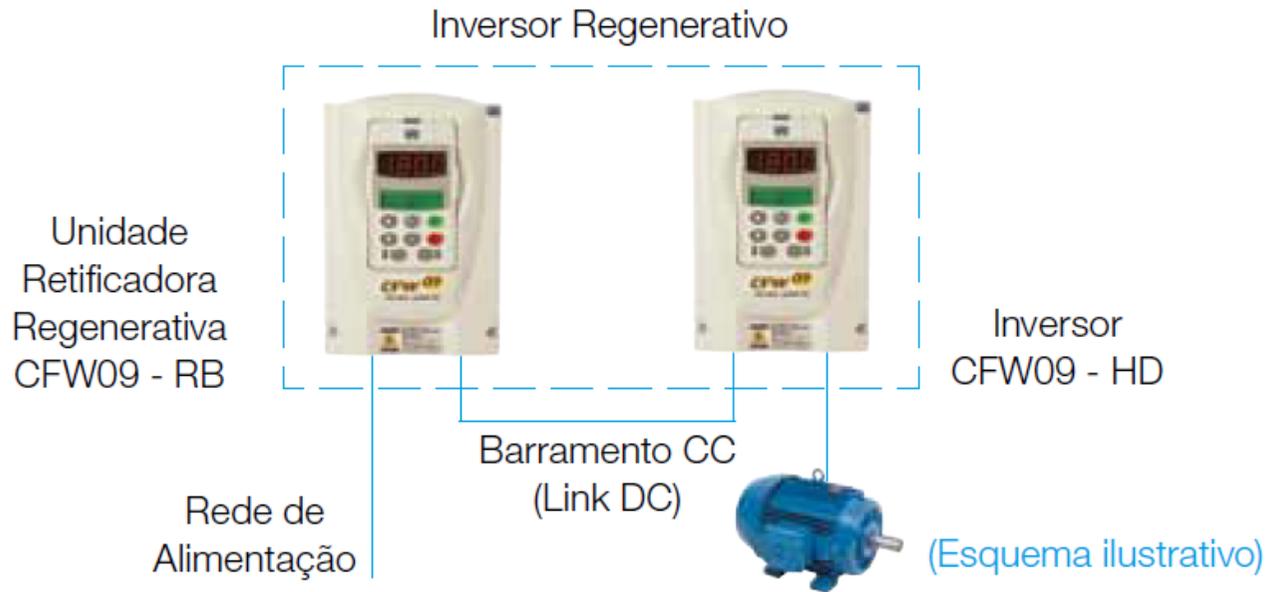
Motores elétricos



Fonte: ETEC Trajano Camargo
Sistemas de conversão de Energia

Progresso na eletrônica

Progresso na eletrônica



Fonte: WEG – Inversores de frequência



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
3. Bombas funcionando como Turbinas
4. BfT na Indústria
5. BfT no Saneamento Básico
6. Progresso na Eletrônica
- 7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico**
8. Passos Preliminares para a Implementação
9. Bibliografia recomendada

BfT – aplicação no saneamento

Possíveis situações para
instalação de BfTs

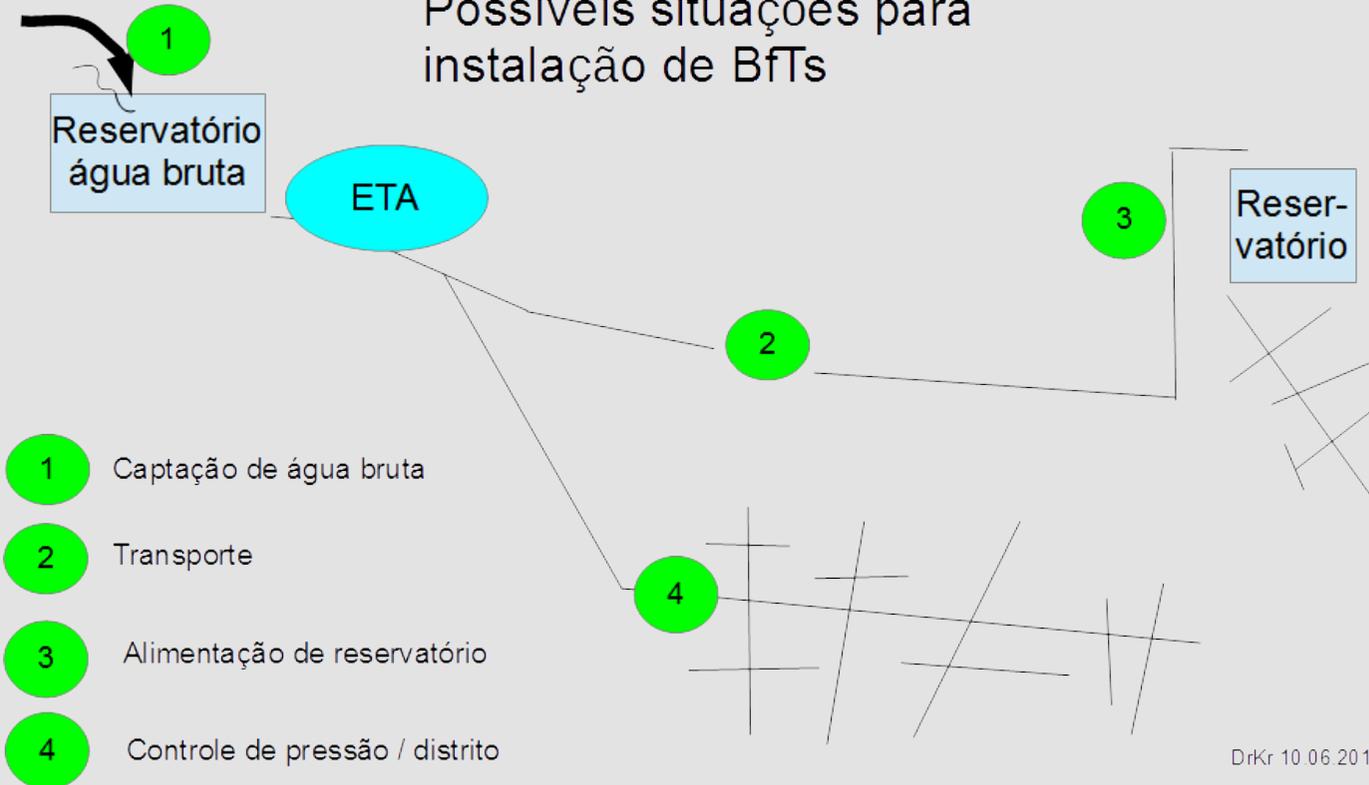
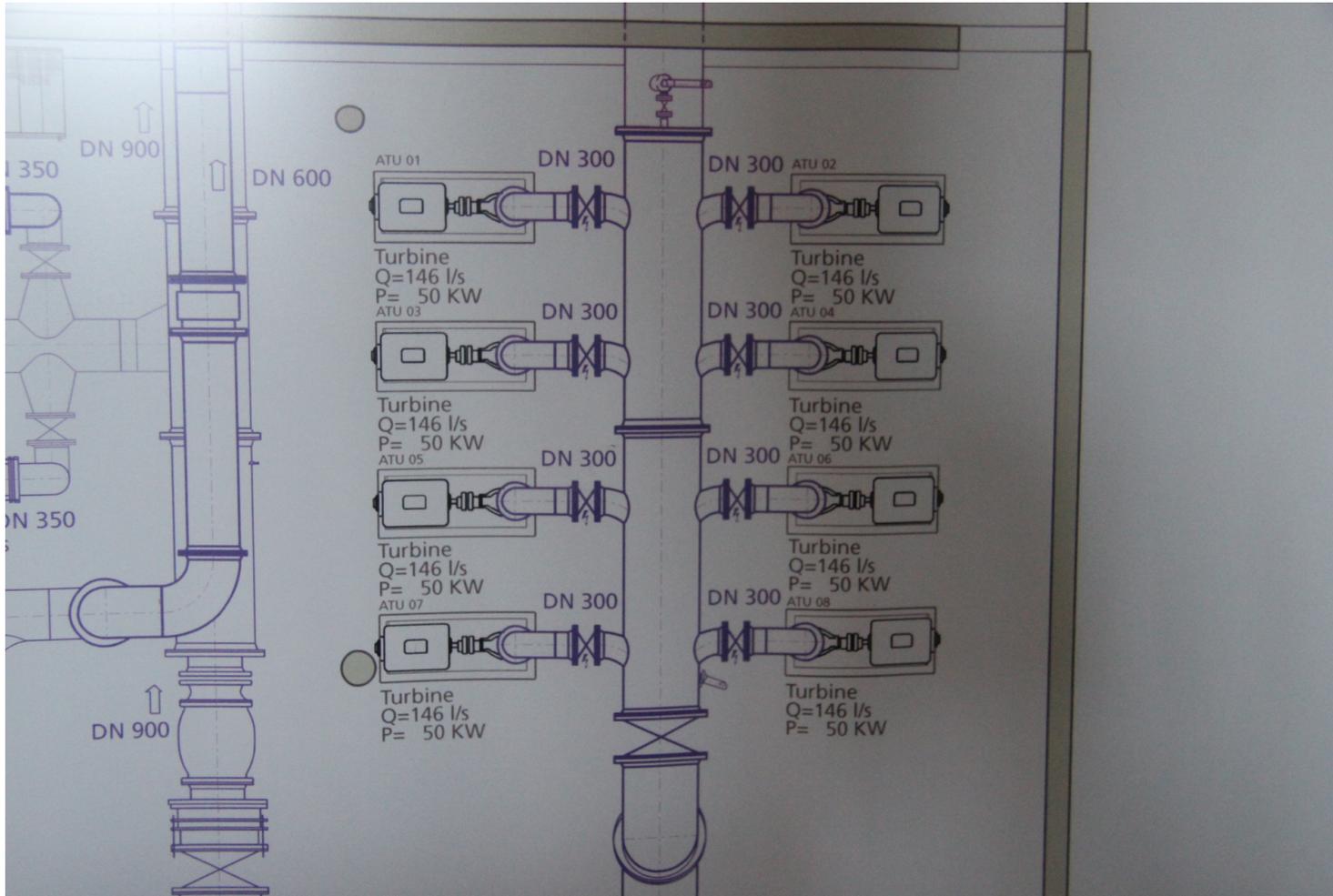
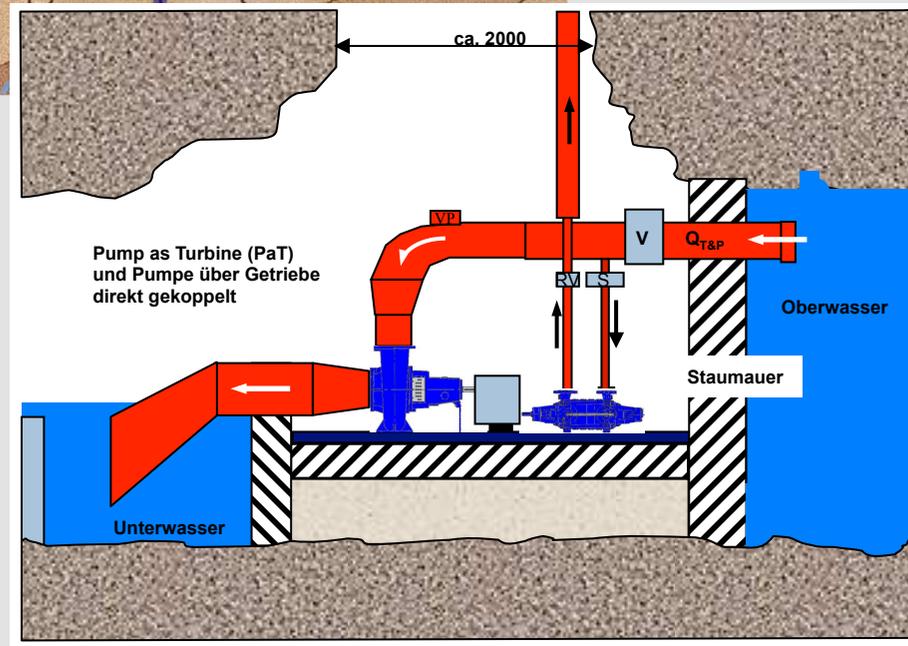
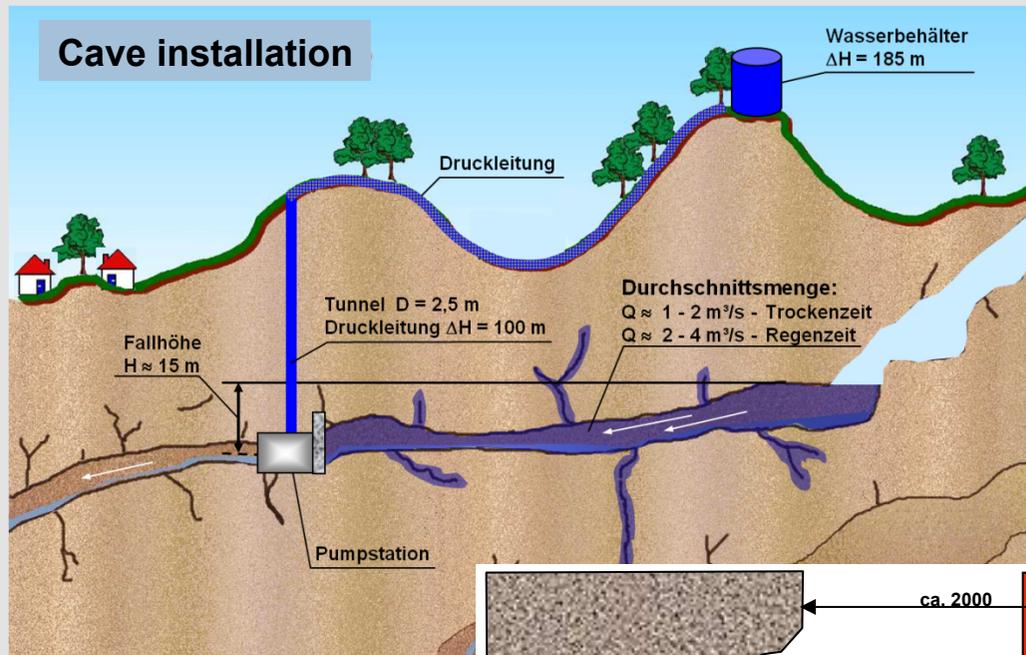




Foto: M. Hagen



Cave installation

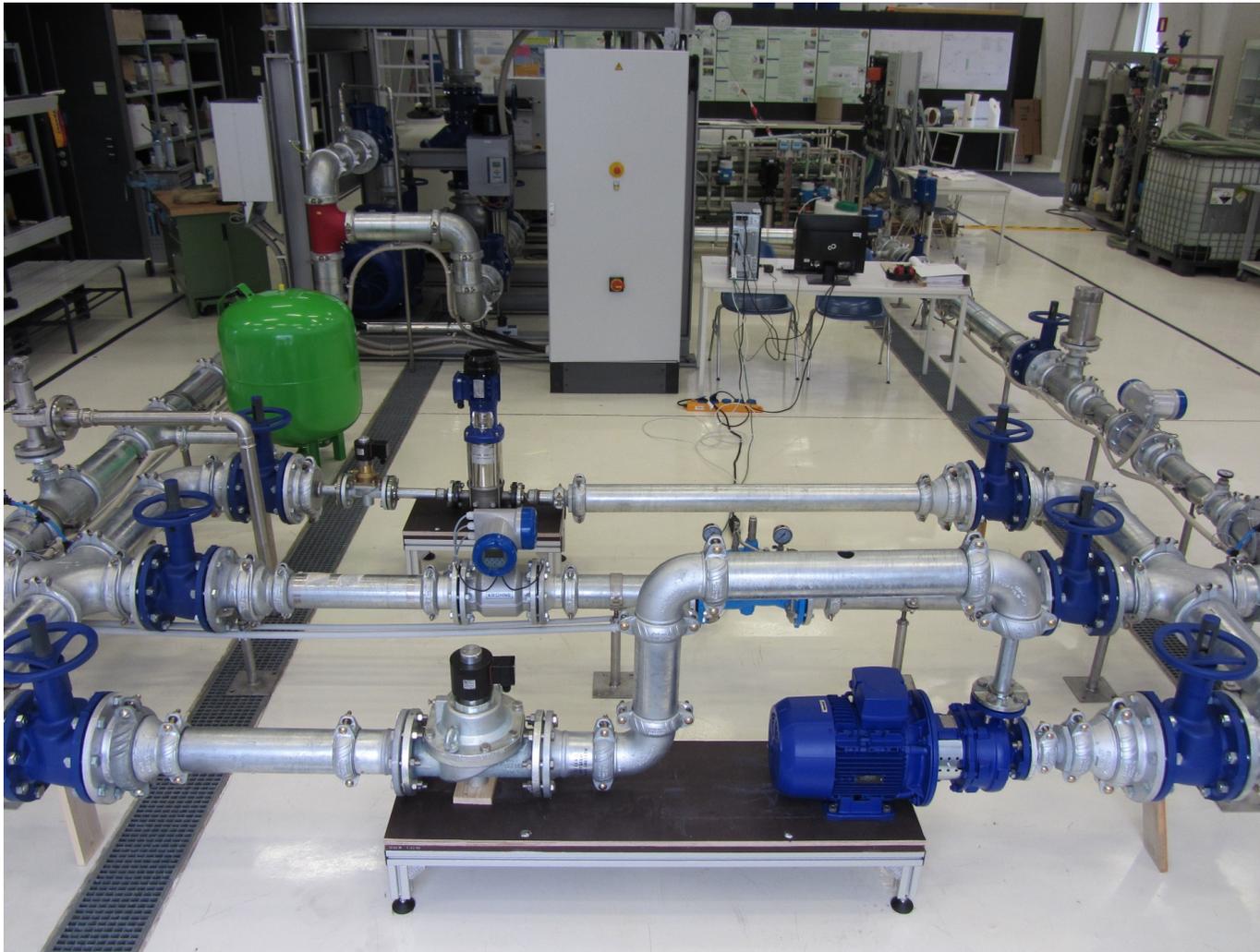


Application of PaT

Realised combination
pump – gear box – PaT

§ PaT: Eta R 300-340
(370 l/s, 15 m, 81%)

§ Pump: Multitec 65/9-6.1
(16 l/s, 190 m, 74%)



BfT – aplicação no saneamento

Projeto de Pesquisa EWID



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
3. Bombas funcionando como Turbinas
4. BfT na Indústria
5. BfT no Saneamento Básico
6. Progresso na Eletrônica
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
- 8. Passos Preliminares para a Implementação**
9. Bibliografia recomendada

Identificação do local / ponto

Observação, medição, avaliação (dados existentes):
variações / trends: vazão / pressão

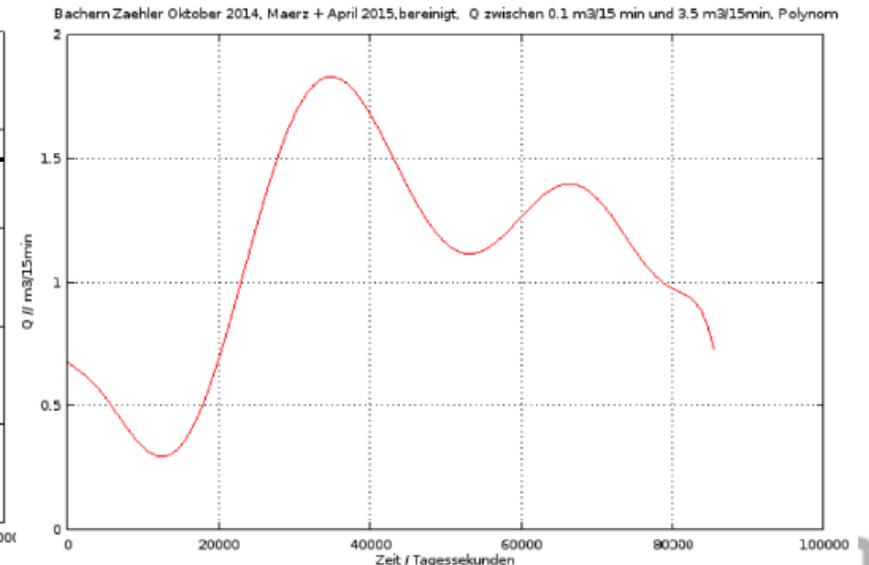
Análise: potencial para optimização do regime operacional?

Avaliar intervenções físicas necessárias: by-pass, registros, obras civis?

Avaliar impacto operacional das intervenções necessárias.

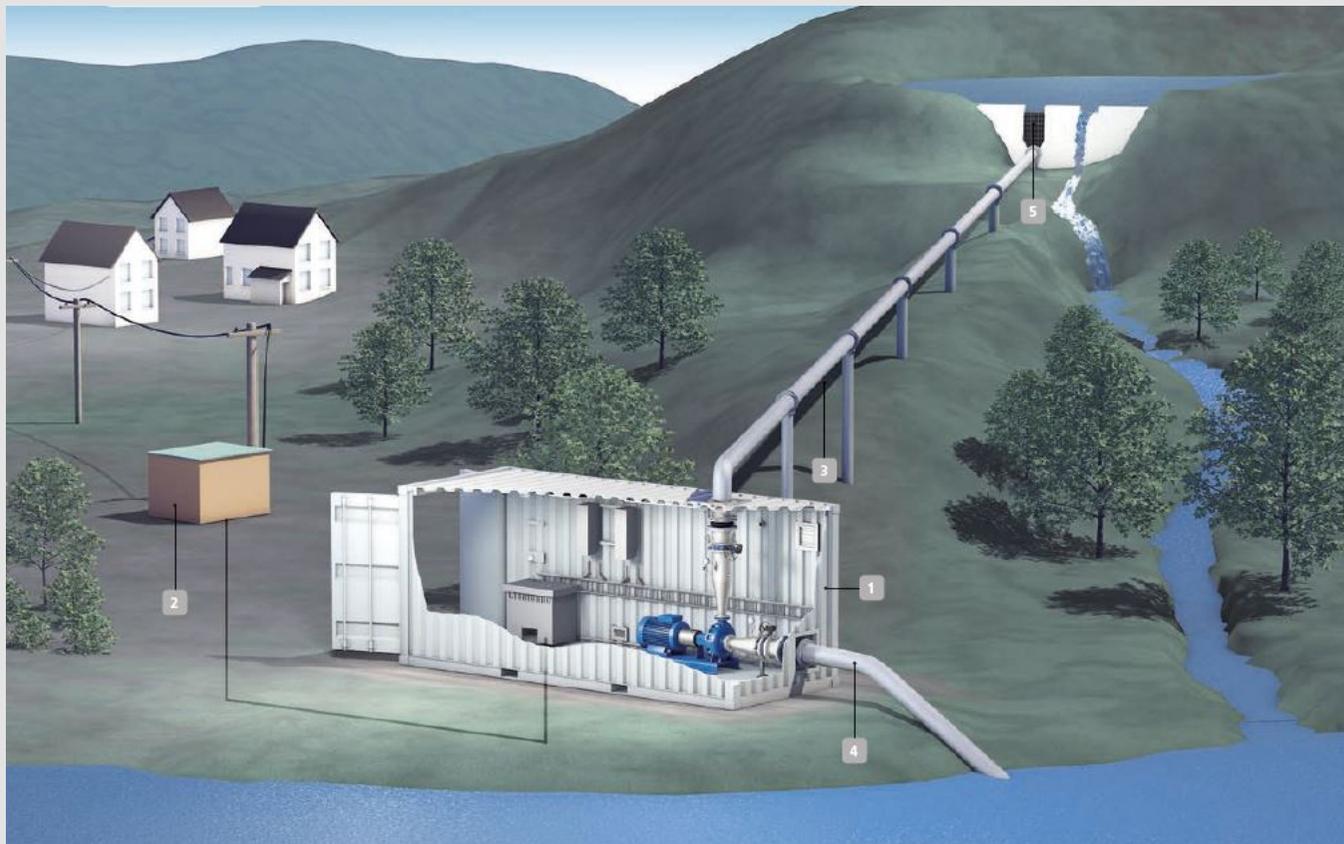
Decisão: operação elétrica ilha / rede?

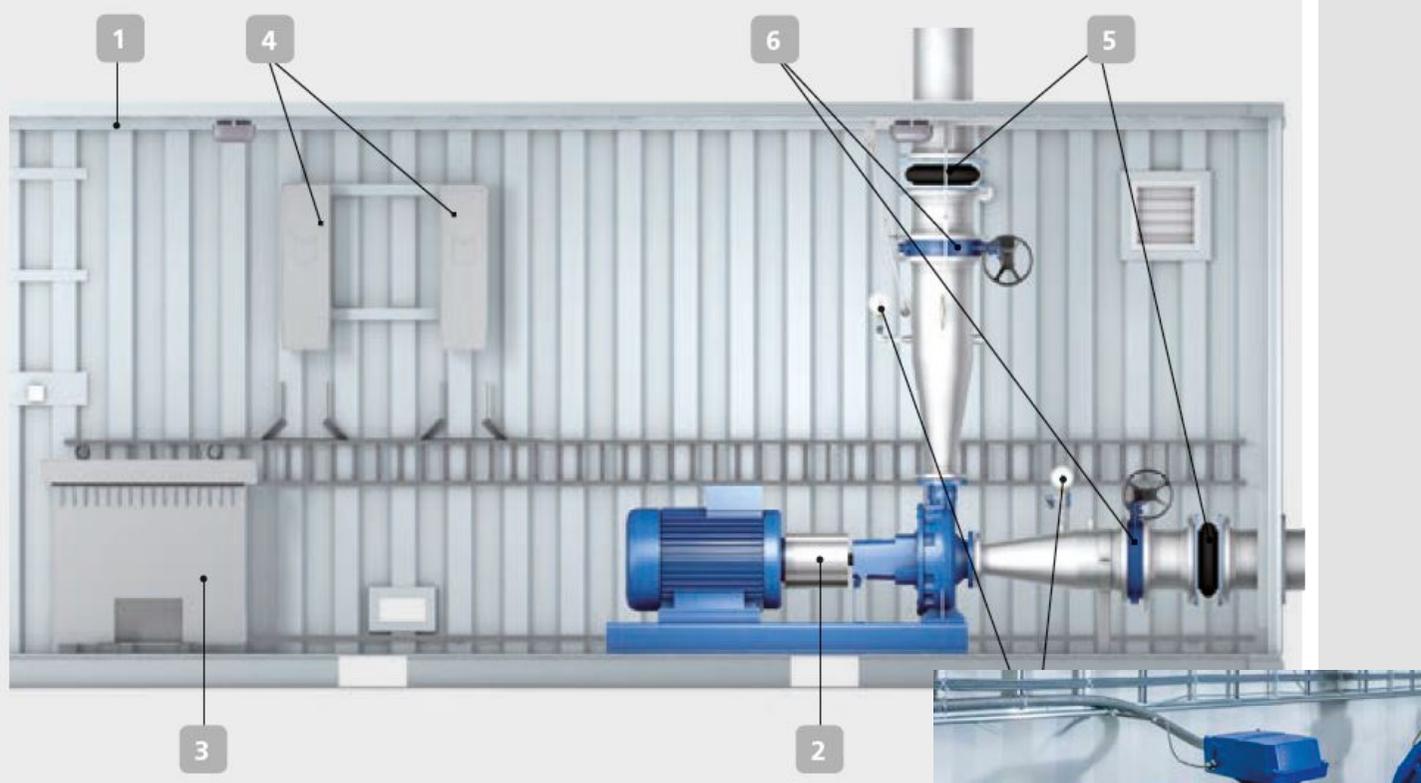
BfT – alguns passos
preliminares para a
implementação



BfT – solução “plug-and-play”:

KSB PowerHouse





BfT – solução “plug-and-play”:
KSB PowerHouse



Bombas funcionando como Turbinas

Conteúdo

1. Grupo KSB
2. Projeto Openwater
3. Bombas funcionando como Turbinas
4. BfT na Indústria
5. BfT no Saneamento Básico
6. Progresso na Eletrônica
7. Exemplos de Aplicação no Saneamento Básico
8. Passos Preliminares para a Implementação
- 9. Bibliografia recomendada**

DVGW-Information Wasser Nr. 77 | Juli 2010
Handbuch Energieeffizienz/ Energieeinsparung in der
Wasserversorgung

Viana, Augusto Nelson Carvalho: Bombas funcionando como
Turbinas. Rio de Janeiro: Synergia; Minas Gerais: Acta, 2012.
ISBN 978-85-61325-75-6

Williams, Arthur: Pumps as Turbines – a User's Guide.
Practical Action Publishing. Schumacher Centre for Technology
and Development. Bourton on Dunsmore, Rugby, Warwickshire
CV23 9QZ, UK. Reprinted 2011.
ISBN 978 1 85339 567 3

KSB: Anwendungsbezogene Planungsunterlagen für Pumpen
als Turbinen.

BfT
Bibliografia recomendada



OBRIGADO