Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Tobias Bleninger

MECÂNICA DOS FLUIDOS AMBIENTAL II

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Informações gerais

- **Disciplina: Mecanica dos Fluidos Ambiental II**

  TEA 014, 6° semestre, 6 créditos, disciplina obrigatória, carga horária: 90h
- **Professor:** ***Tobias Bleninger***

  Tel.: 3361 3212, bleninger@ufpr.br

  Departamento de Engenharia Ambiental (DEA)

  Centro Politécnico, Bloco V, sala 9.22
- **Horário aula: Segundas, Quartas e Sextas 9:30-11:10h**
- **Sala aula: Segundas e Quartas PF-12, Sextas PF-1**
- **Consultas: Por favor, agendar por email ou telefone**
- **http://people.ufpr.br/~bleninger/mecflulI.htm**

- **Pré-requisito: Mecânico dos Fluidos Ambiental I**

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Objetivos

- **Habilitar o compreendimento de fenômenos de escoamentos de fluidos no meio ambiente e em instalações de controle e redução de emissões.**
- **Realizar e compreender modelos quantitativos.**
- **Realizar simulações e utilizar ferramentas computacionais para cálculos e projetos de sistemas de fluidos em movimentos**

Calendário

No.	Dia	Data	Conteúdo
1	seg.	20.02.2017	Introdução. Calendário. Temas. Motivação (notas em pdf)
2	qua.	22.02.2017	Fundamentos e revisão. 1) Adimensionalização e Análise de Escala. Leis de semelhanca.
3	sex.	24.02.2017	2) Atrito em superficies. Escoamentos uniformes e laminares.
-	seg.	27.02.2017	*sem aula - Carnaval*
-	*qua.*	01.03.2017	*sem aula - Carnaval*
4	*sex.*	03.03.2017	3) Camada limite. Camada limite laminar (notas em pdf).
5	seg.	06.03.2017	Introdução a turbulencia (filme). Camada limite turbulenta (diagramas, pdf)
6	qua.	08.03.2017	Camada limite turbulenta. Perfil logaritmico. Comprimento de mistura.
7	sex.	10.03.2017	4) Escoamento uniforme em tubos. Escoamento laminar e turbulento.
8	seg.	13.03.2017	Exercicios e aplicacoes **(lista E1 online)**
-	qua.	15.03.2017	*sem aula - professor afastado*
9	sex.	17.03.2017	*Exercicio aberto, tutorial*
-	seg.	20.03.2017	*sem aula - professor afastado*
-	qua.	22.03.2017	*sem aula - professor afastado*
-	sex.	24.03.2017	*sem aula - professor afastado*
10	seg.	27.03.2017	*Exercicio aberto, tutorial*
11	qua.	29.03.2017	Perfil de velocidade e tensão. Atrito em tubos (diagrama de Moody). Escoamento não-uniforme em tubos.
12	sex.	31.03.2017	Consideracoes energeticas. Perda de Carga.
13	seg.	03.04.2017	Valvulas, bombas e turbinas (pdf).
14	*qua.*	05.04.2017	Exercicio: Dimensionamento de sistemas de tubos e dutos.
15	sex.	07.04.2017	5) Escoamento ao redor de corpos imersos.
16	seg.	10.04.2017	Camada limite turbulenta ao redor de corpos imersos.
17	qua.	12.04.2017	*Exercicio aberto, tutorial*
-	sex.	14.04.2017	*sem aula - sexta feira santa*
18	seg.	17.04.2017	Calculo de arraste (pdf). **Entrega E1**
19	qua.	19.04.2017	Calculo da forca de sustentação.
-	*sex.*	21.04.2017	*sem aula - feriado Tiradentes*
20	*seg.*	24.04.2017	Discussao dos resultados da lista E1
21	*qua.*	26.04.2017	Laboratório: **Turbulencia. Tubos. Perda de carga. Arraste.**
22	sex.	28.04.2017	Exercicios para arraste e sustentação.
-	seg.	01.05.2017	*sem aula - feriado dia do Trabalho*
23	qua.	03.05.2017	**Avaliação P1**

eninger
(UFPR)
al(DEA)
ıger.info

Calendário

23	qua.	03.05.2017	**Avaliação P1**
24	sex.	05.05.2017	6) Escoamento em canais **(lista E2 online)**
25	seg.	08.05.2017	Equacoes de resistencia
26	qua.	10.05.2017	Elementos e dimensionamento de canais. Projeto hidreletrica (pdf, exercicio, video1, video2, video3).
27	sex.	12.05.2017	Escoamento local. Conceito de controle e energia especifica (pdf)
28	seg.	15.05.2017	*Exercicio aberto, tutorial*
29	qua.	17.05.2017	Escoamento nao uniforme gradualmente variado, curvas de remanso (pdf).
30	sex.	19.05.2017	Escoamento nao permanente, equacao de St. Venant.
31	seg.	22.05.2017	7) Transporte turbulento (filme, pdf).
32	qua.	24.05.2017	**Laboratório: Canais, turbulencia**
33	sex.	26.05.2017	Transporte turbulento, equacao de adveccao e difusao turbulenta
34	seg.	29.05.2017	*Exercicio aberto, tutorial*
35	qua.	31.05.2017	Problemas e solucoes da equacao de adveccao e difusao turbulenta
36	sex.	02.06.2017	Problemas e solucoes da equacao de adveccao e difusao turbulenta
37	seg.	05.06.2017	*Exercicio aberto, tutorial*
38	qua.	07.06.2017	Escoamentos estratificados, escoamentos geofísicos (filme).
39	sex.	09.06.2017	Problemas clássicos em escoamentos geofísicos
40	seg.	12.06.2017	*Exercicio aberto, tutorial*
41	qua.	14.06.2017	Aplicações de Mecanica dos Fluidos Ambiental - **Entrega lista E2**
-	sex.	16.06.2017	*sem aula*
42	seg.	19.06.2017	**Apresentações E2**
43	qua.	21.06.2017	**Apresentações E2**
-	sex.	23.06.2017	*sem aula - professor afastado*
44	seg.	26.06.2017	**Apresentações E2**
45	qua.	28.06.2017	**Apresentações E2**
46	seg.	10.07.2017	**Prova Final**

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Avaliações

Provas

1 Prova P1 (sem consulta)

2 Exercícios de casa E1 (individual), E2 (em grupo com apresentação oral e arguição)

Nota N = (E1*0,3 + P1*0,7 + E2)/2

se N ≥ 7 aprovado com nota final $N_F = N$

se N < 4 reprovado

se 4 ≤ N < 7 prova final F

se (F+N)/2 ≥ 5 → aprovado com nota final $N_F = (F+N)/2$

se (F+N) < 5 → reprovado

Presença: se faltas maior de 25% é reprovado

- **sempre assinar lista**
- **avisem faltas justificadas antes!**

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Bibliografia

- **Introdução a Mecânica dos Fluidos. Fox & MacDonald, 6ed.**
- **Mecânica dos Fluidos. Frank White, 4 ed., McGraw-Hill**
- **Fluid Mechanics, Rjucsh K.Kundu e Ira M.Cohen, Second Edition, Academic Press**
- **Convection Heat Transfer. Adrian Bejan, 2a ed. Wiley-Interscience**
- **Apostila de Mecânica dos Fluidos Ambiental I, M. Gobbi, N. L. Dias, F. Mascarenhas, E. Valentine, UFPR**
- **Imberger, J., "Environmental Fluid Dynamics: Flow Processes, Scaling, Equations of Motion, and Solutions to Environmental Flows", Academic Press, 2012, ISBN: 9780120885718**
- **Mais informações e referencias online na pagina da disciplina: http://people.ufpr.br/~bleninger/mecflulI.htm**

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Ilustrações

Fenômenos, escalas e dimensões (Mecânica dos Fluidos experimental)

- **Processos dominantes**
- **Analise de escalas**
- **Adimensionalizacao**

Camada limite

- **Viscosidade e turbulência**
- **Transporte de quantidade de movimento, massa e energia em interfaces**

Aplicações fundamentais

- **Escoamento em tubos (interface fechado, hidráulica interna)**
- **Escoamento em canais (interface aberto, hidráulica externa)**
- **Escoamento ao redor de corpos (caso especial de hidr. Interna)**

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Ilustrações

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Projetos

- Hidrovias (https://ittiufpr.wixsite.com/forum2017)
  - Tocantins
- Portos e areas costeiras no Paraná **(http://www.futuro10parana.com.br/)**
- Florianopolis **(link online)**
- Maranhao

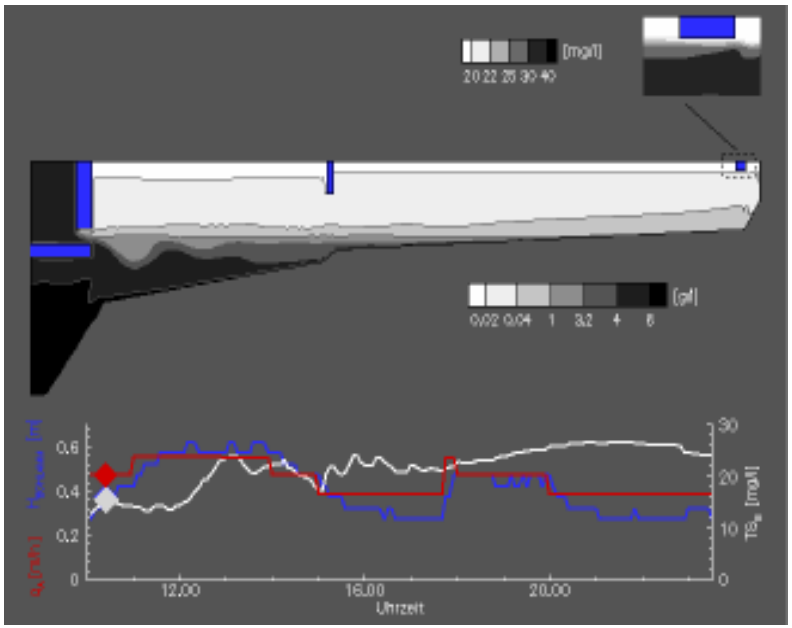
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Fenomenos (Interfaces)

Waste water treatment and reuse

Membrane technology and optimisation of conventional systems

- Physical and numerical simulations of treatment plant flows
- Integrated Water Resources Management



Wastewater Treatment settling tank (source: www.HydroGrav.de)

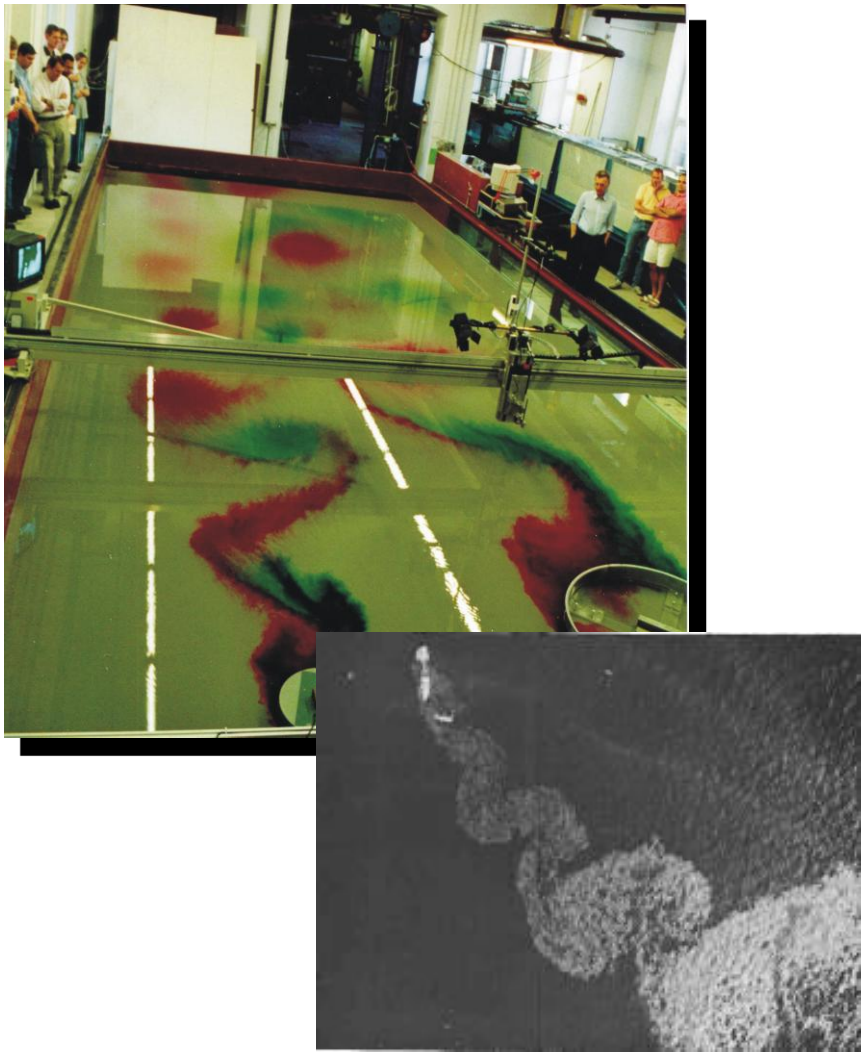
BMBF / Industry

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Turbulencia

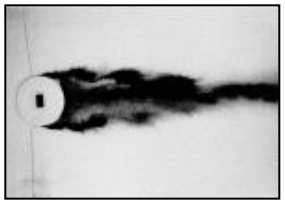
Shallow flows

- Development and stability of shallow flows and theoretical analysis.

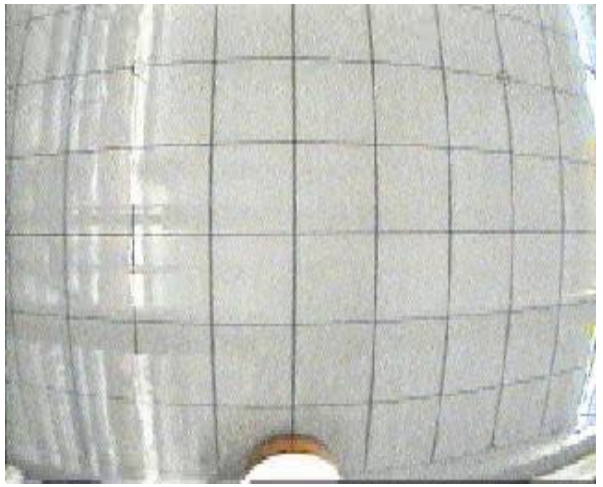


VS = vortex street

UB = unsteady bubble



SB = steady bubble



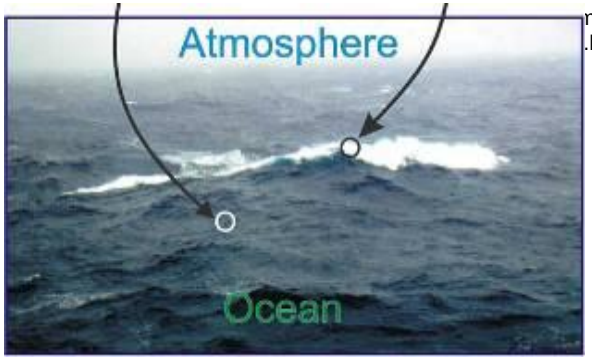
Source: IfH, KIT

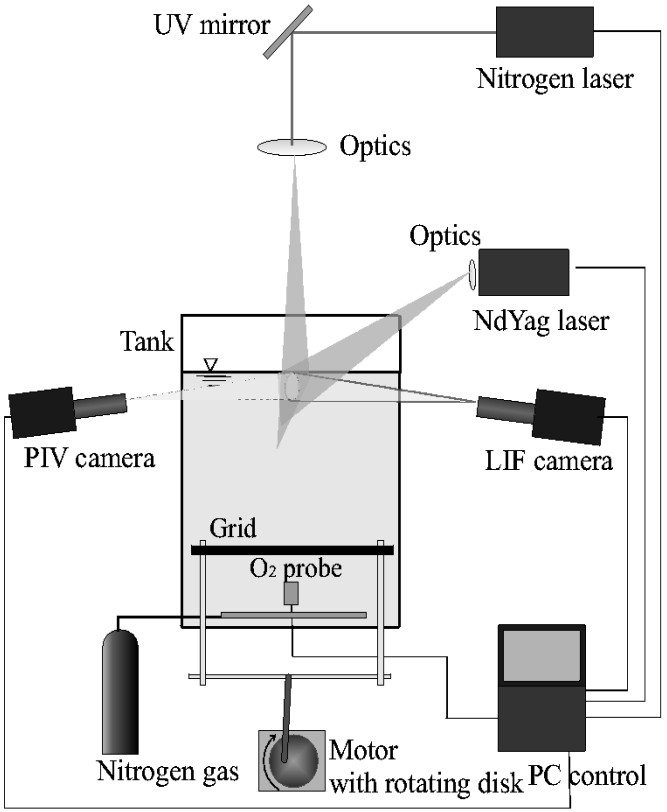
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
mbiental(DEA)
.bleninger.info

Interfaces

Gas Transfer at the Air-Water Interface

Bottom : 50 cm x 50 cm
Height : 65 cm





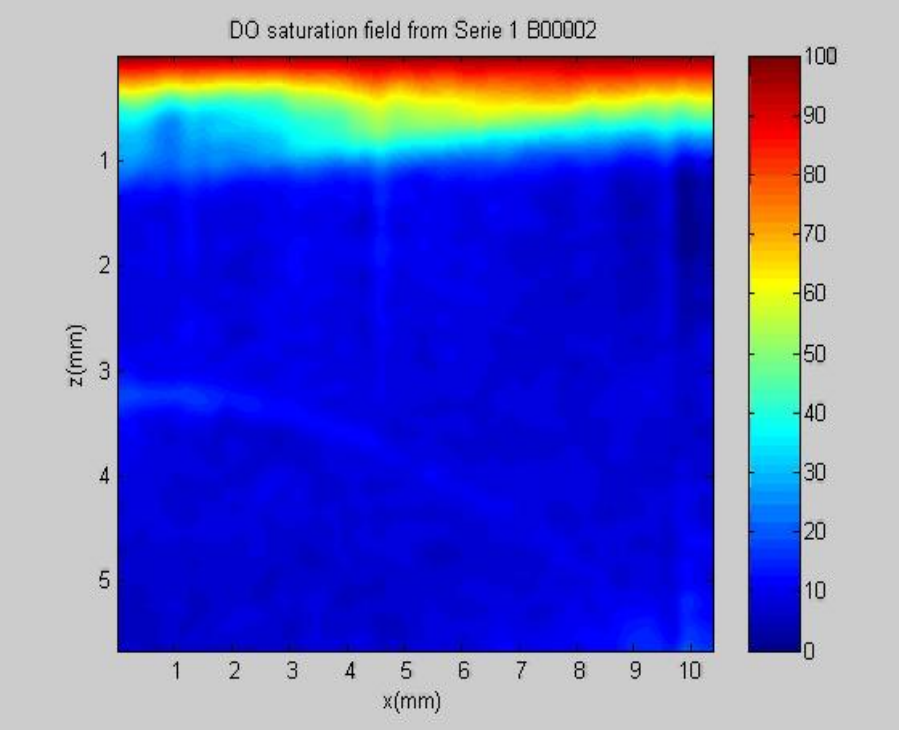
Source: Herlina, IfH, KIT

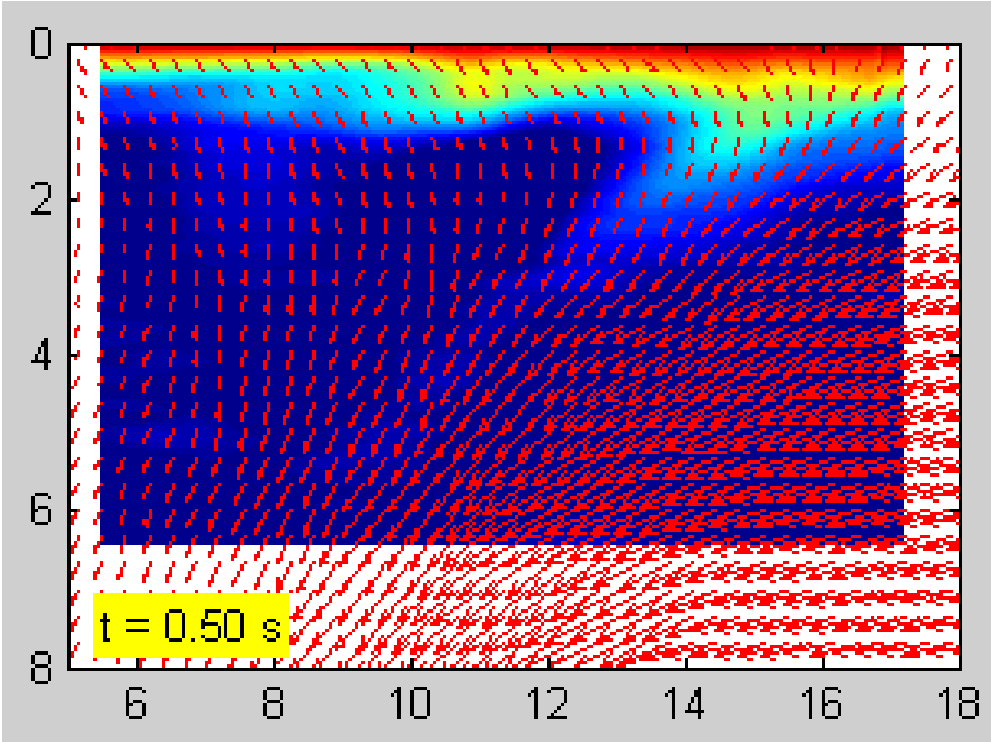
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Interfaces

Gas Transfer at the Air-Water Interface

- Experiments on oxygen gas transfer at the air/water interface under the influence of turbulence.





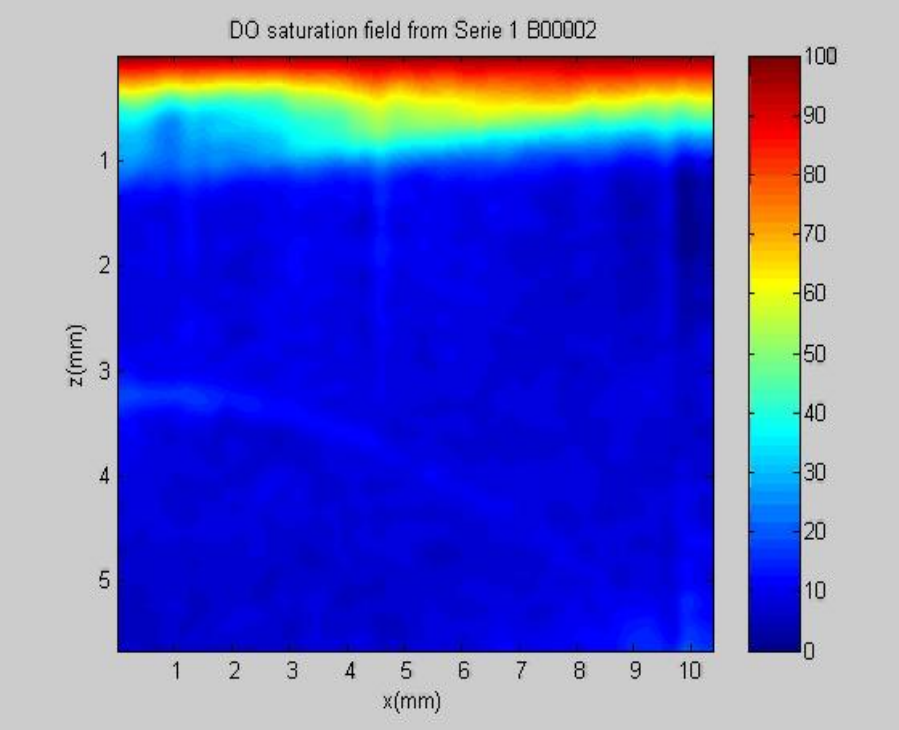
Source: Herlina, IfH, KIT

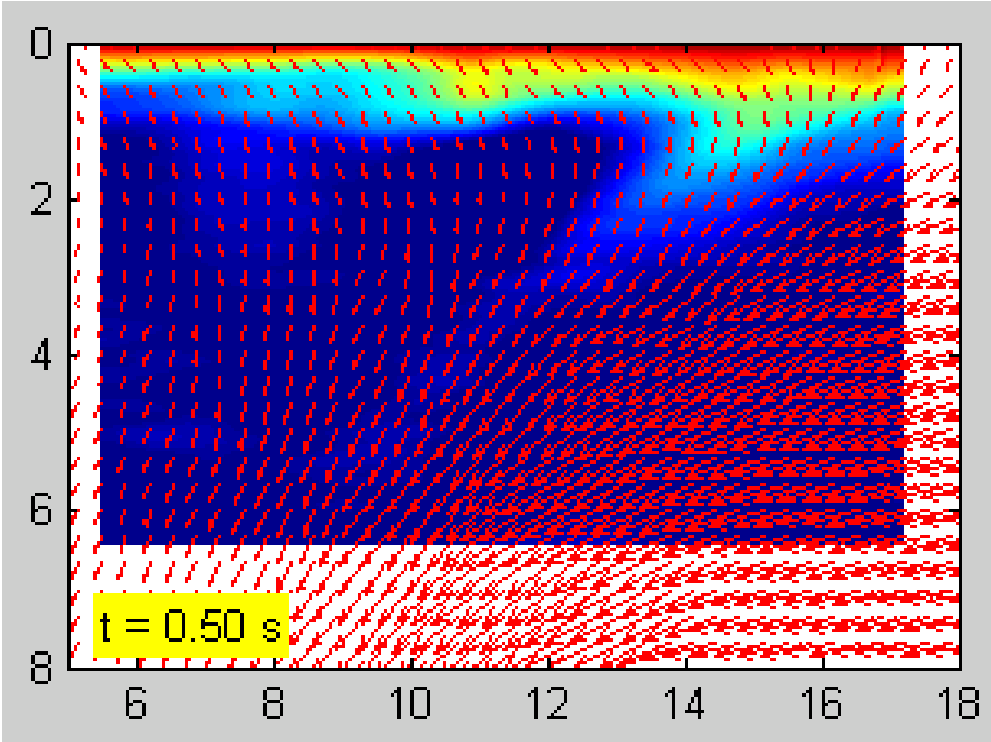
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Interfaces

Gas Transfer at the Air-Water Interface

- Experiments on oxygen gas transfer at the air/water interface under the influence of turbulence.





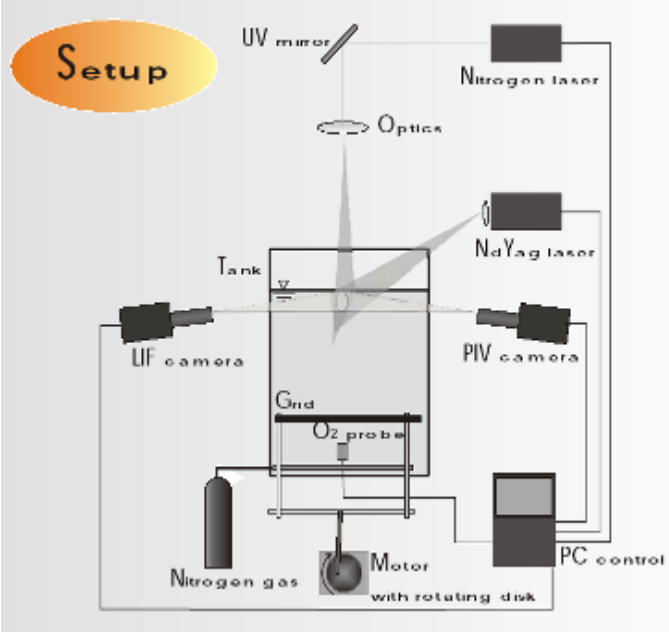
Source: Herlina, IfH, KIT

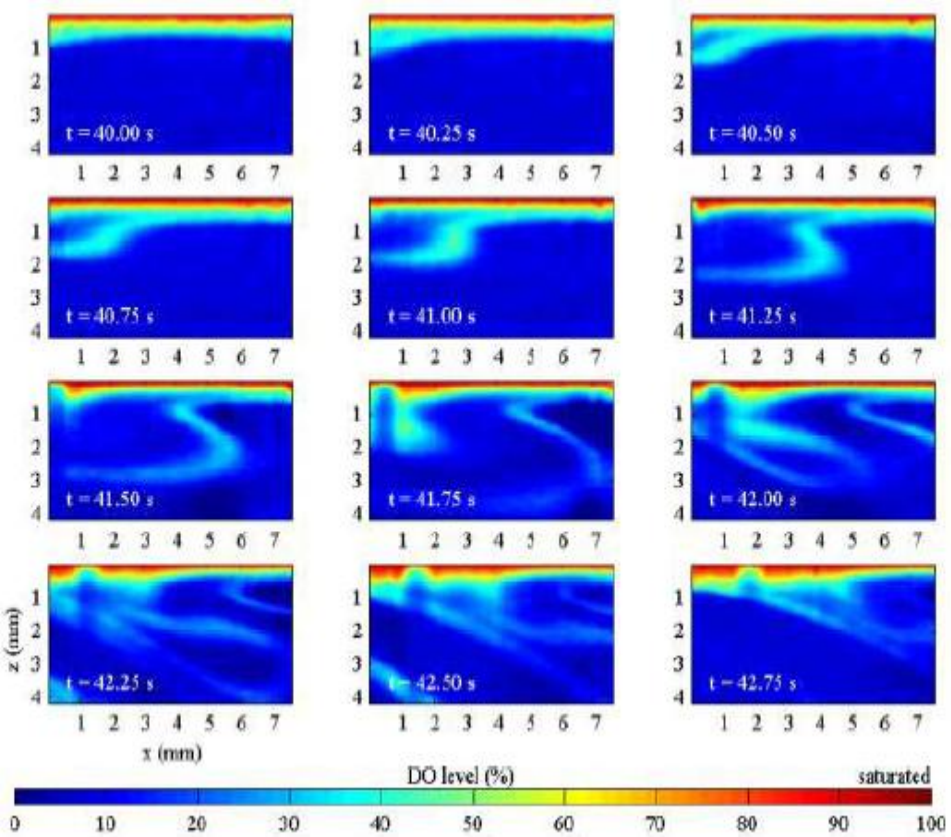
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Interfaces

Gas exchange

- Experiments on oxygen gas transfer at the air/water interface under the influence of turbulence.





Source: Herlina, IfH, KIT

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Interfaces

Gravel bed stability

- Experiments on the hydrodynamical loads within and above a porous gravel layer Sediment motion

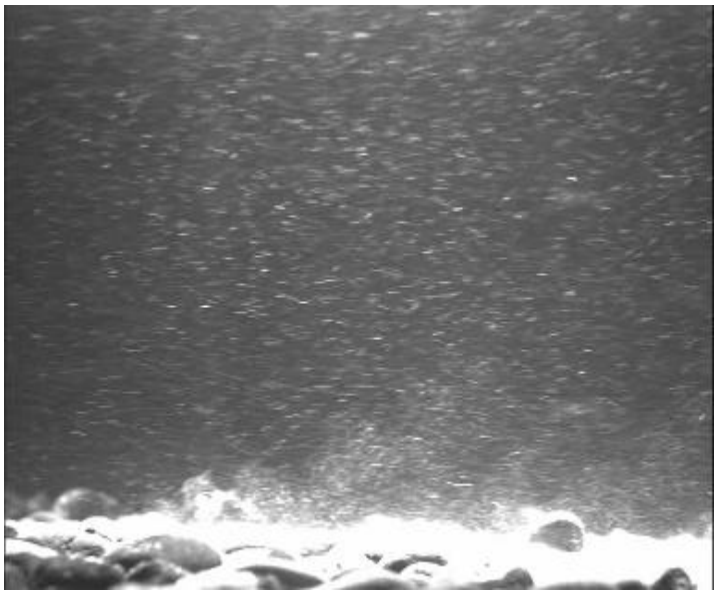
Source: Detert, IfH, KIT

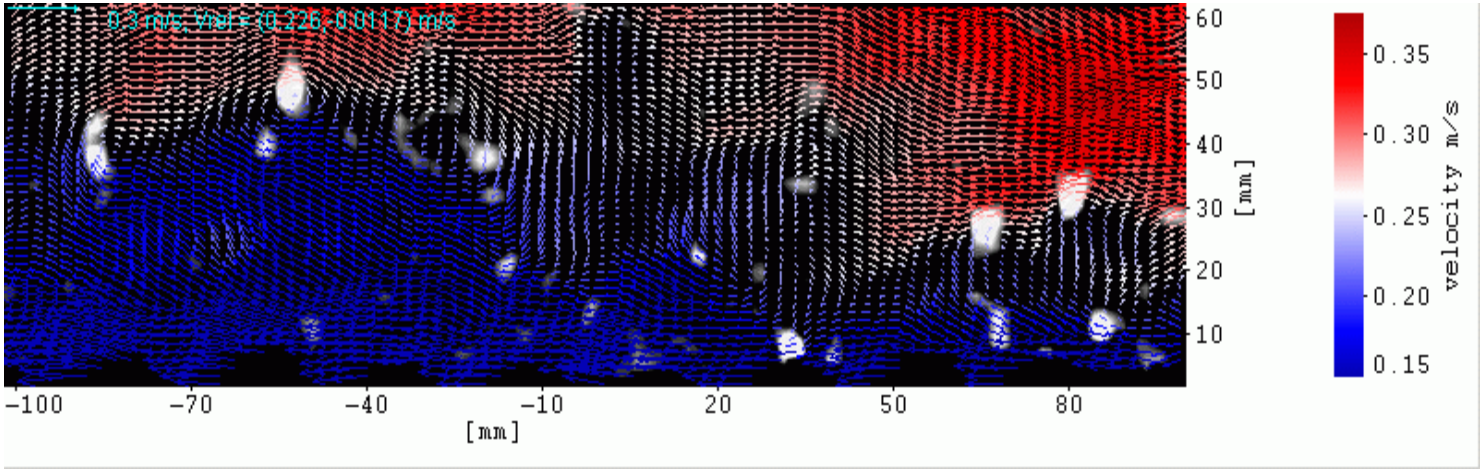
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Interfaces

Gravel bed stability

- Experiments on the hydrodynamical loads within and above a porous gravel layer Sediment motion

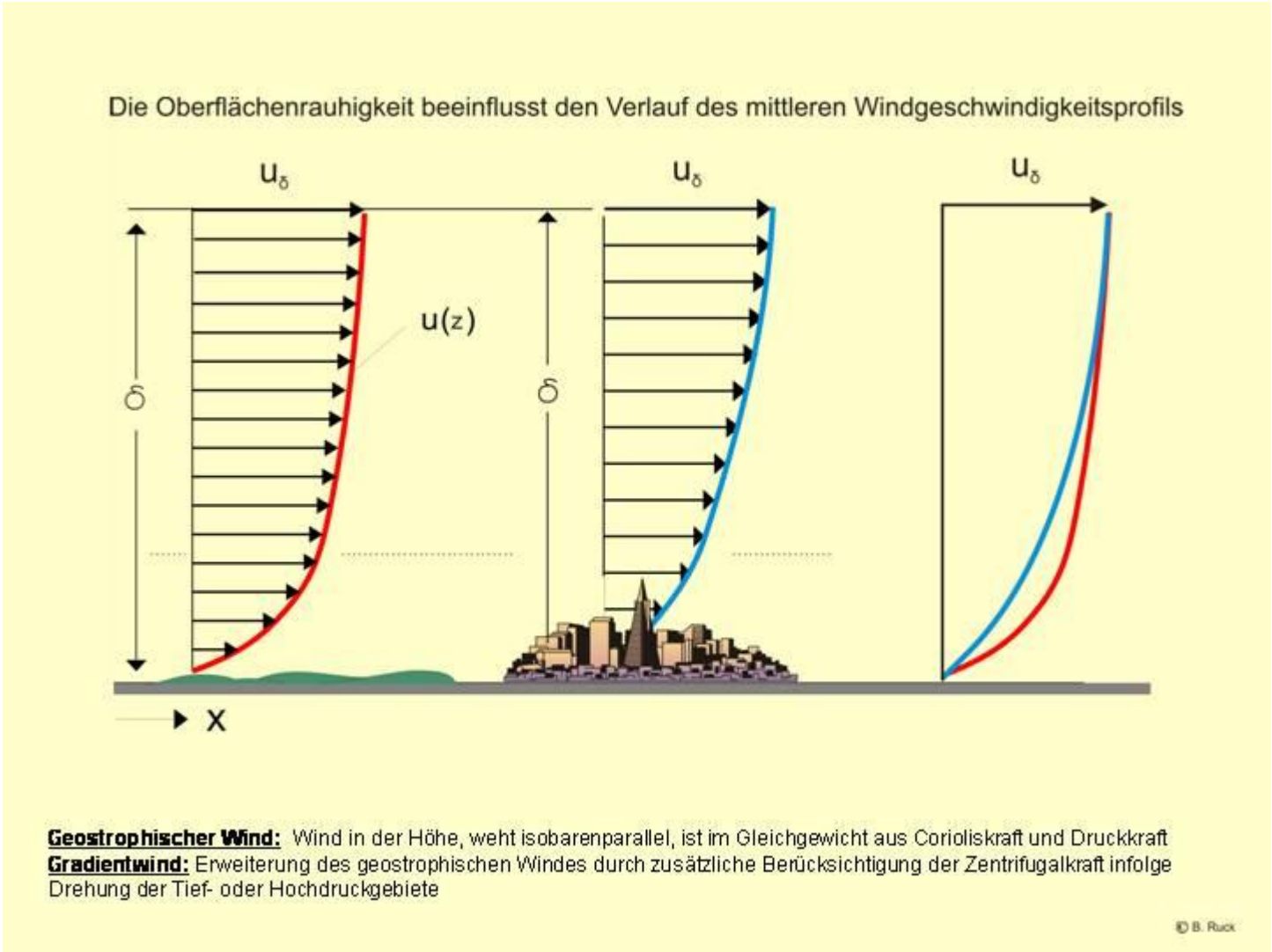




Source: Detert, IfH, KIT

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

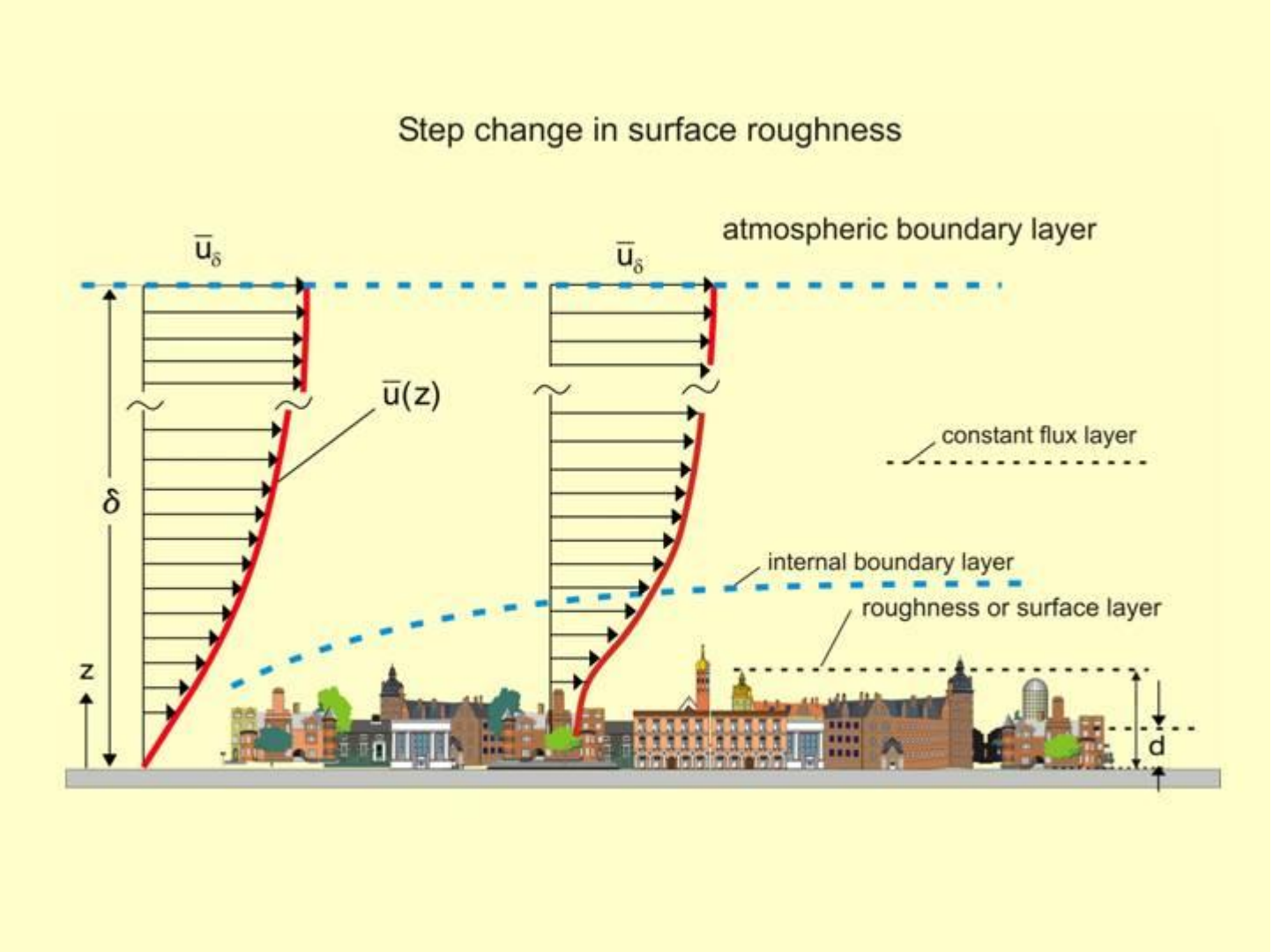
Camada limite atmosferica



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Camada limite atmosferica



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

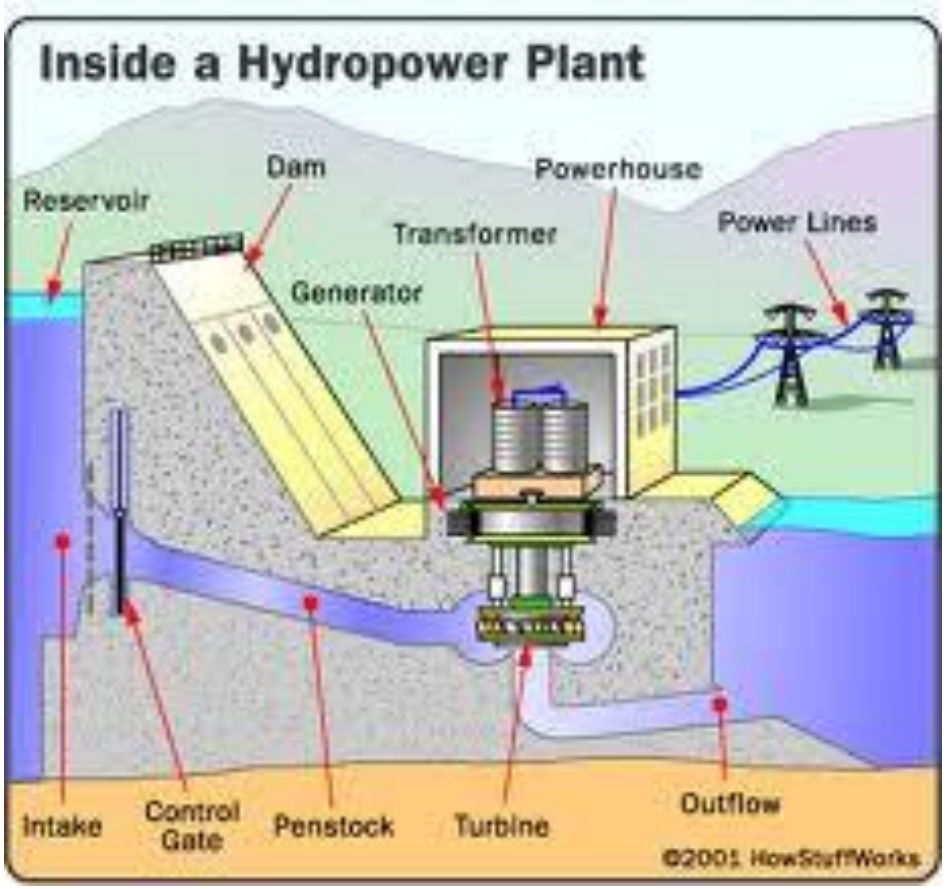
Valvulas, bombas e turbinas

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Valvulas, bombas e turbinas

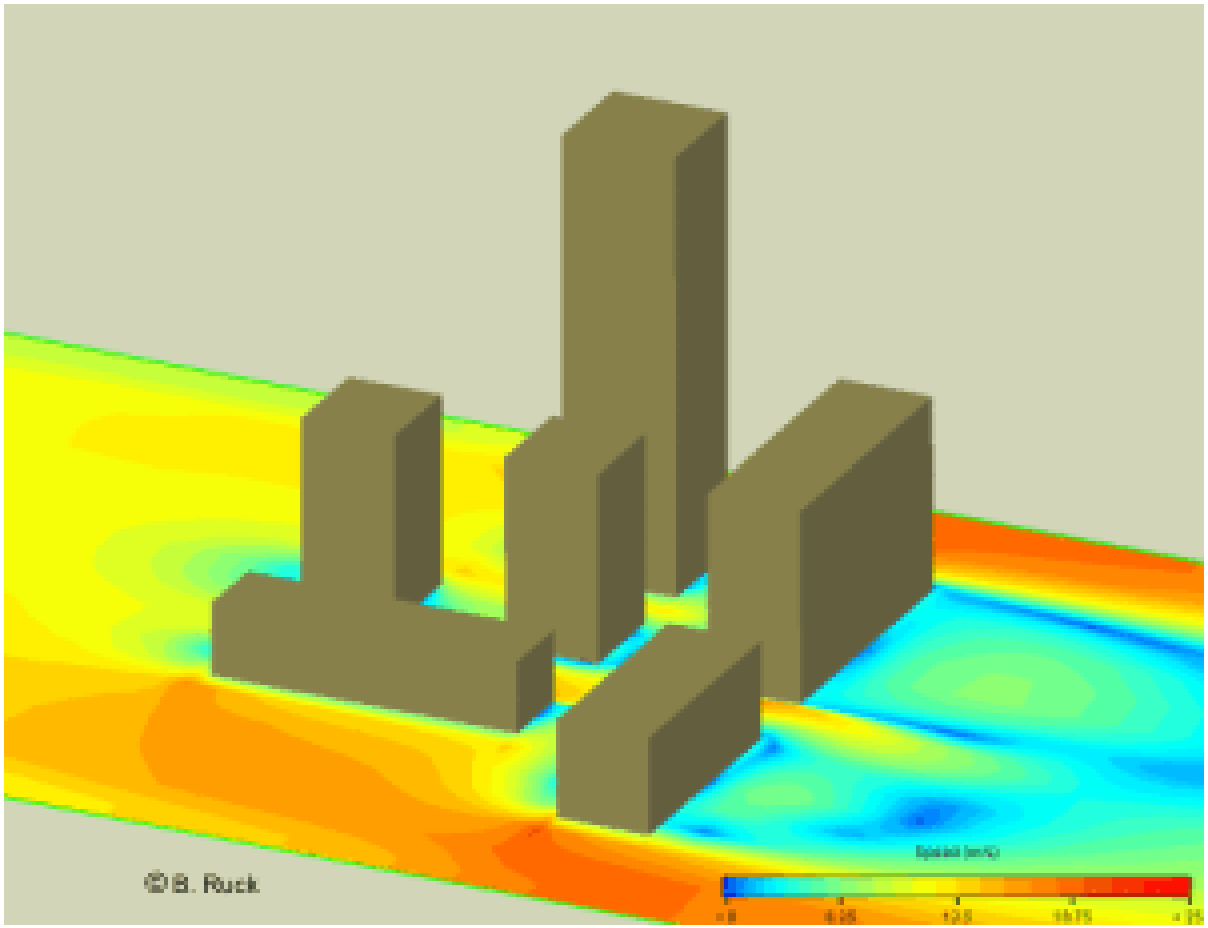
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Valvulas, bombas e turbinas



Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

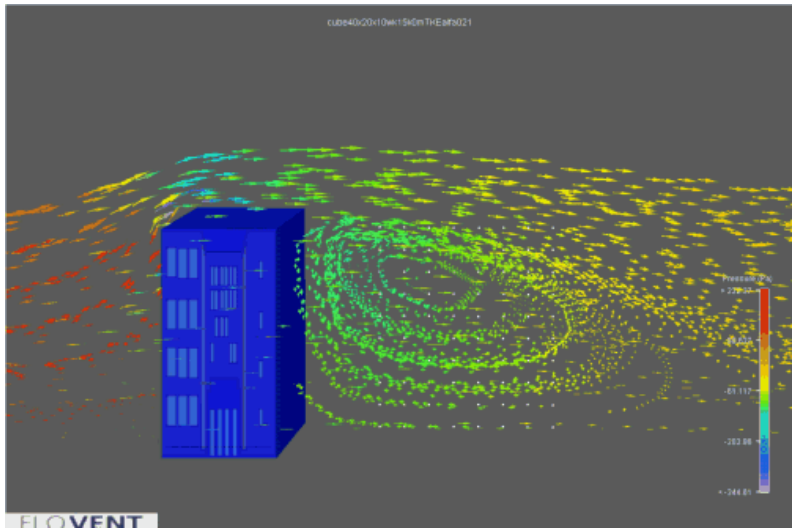
Corpos imersos

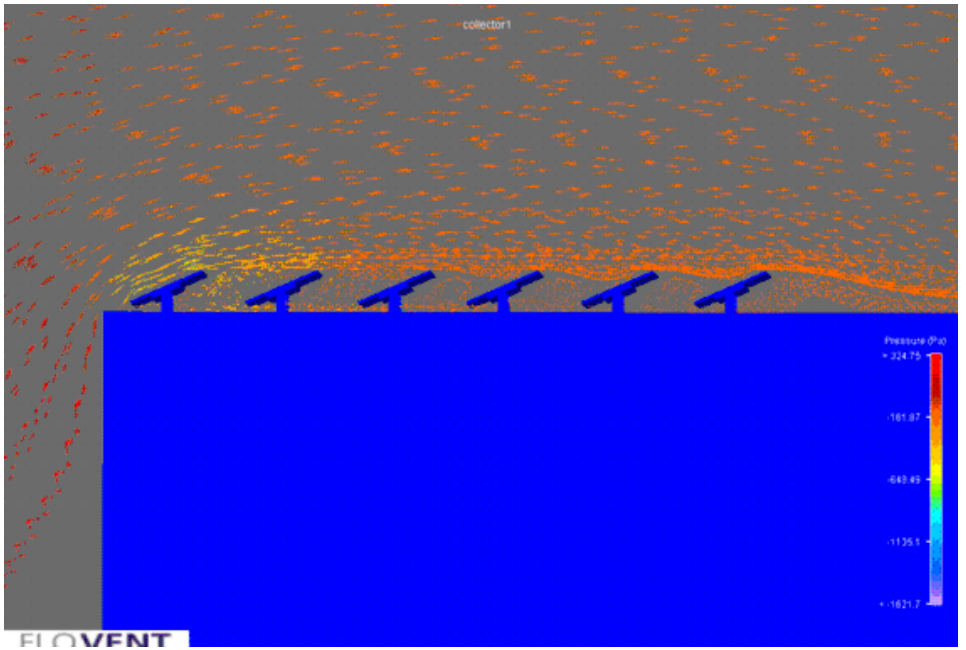


Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Corpos imersos

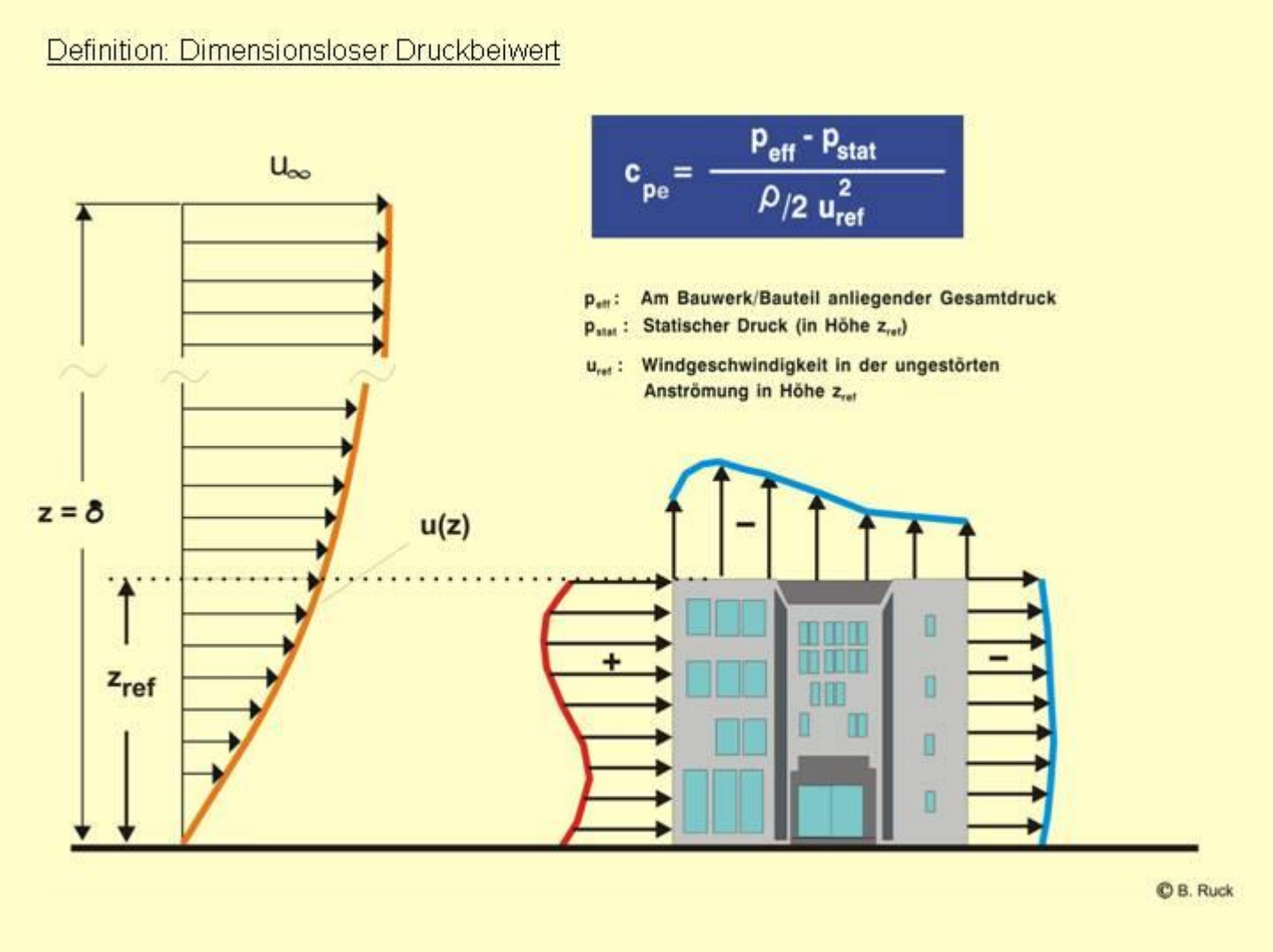




Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

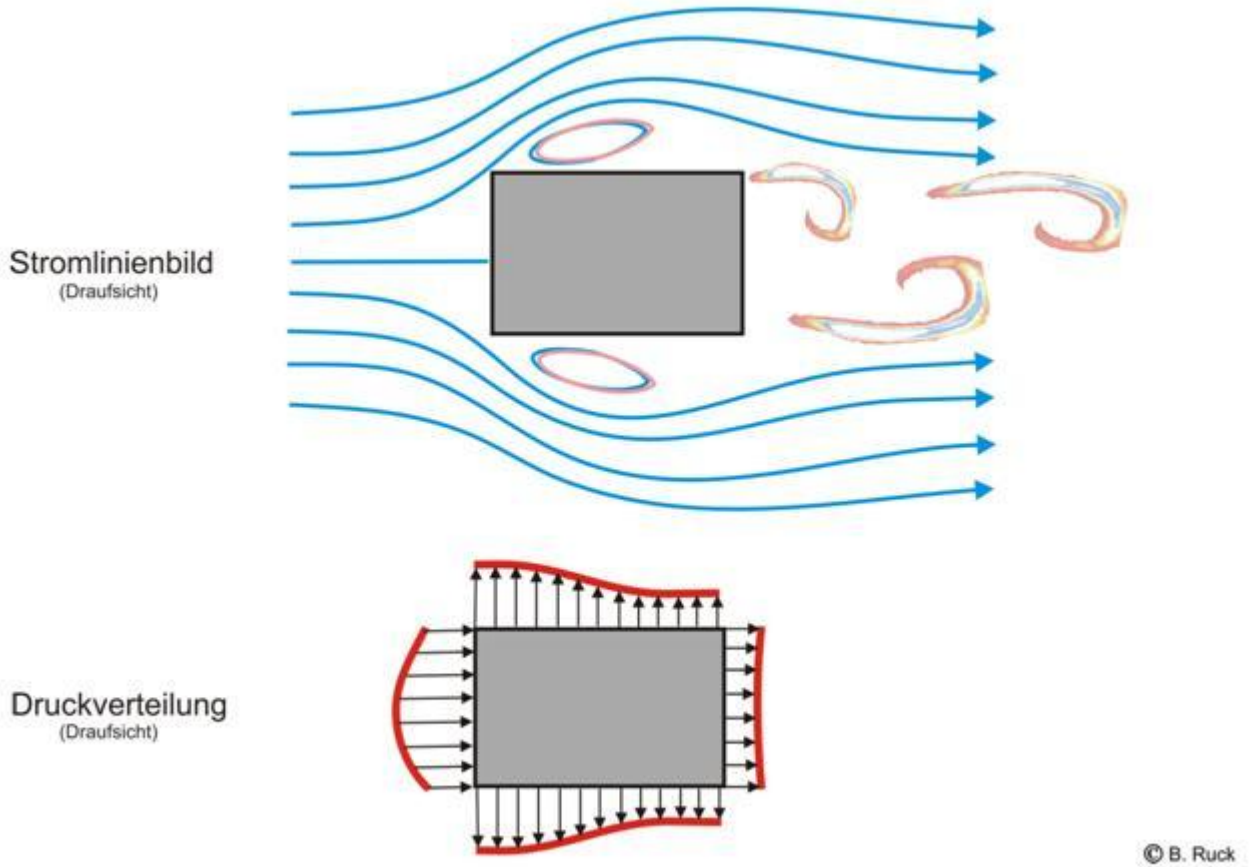
Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

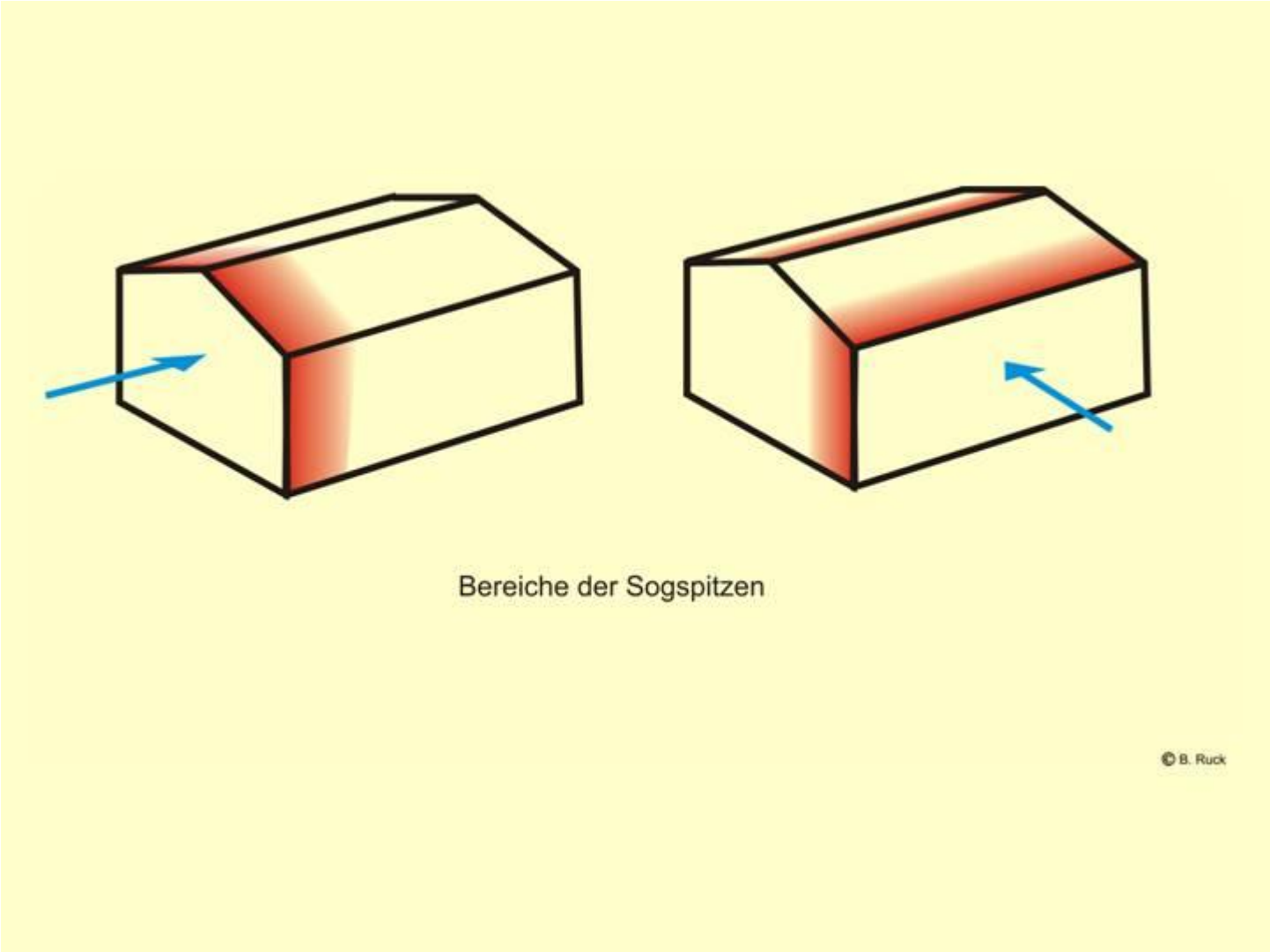
Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

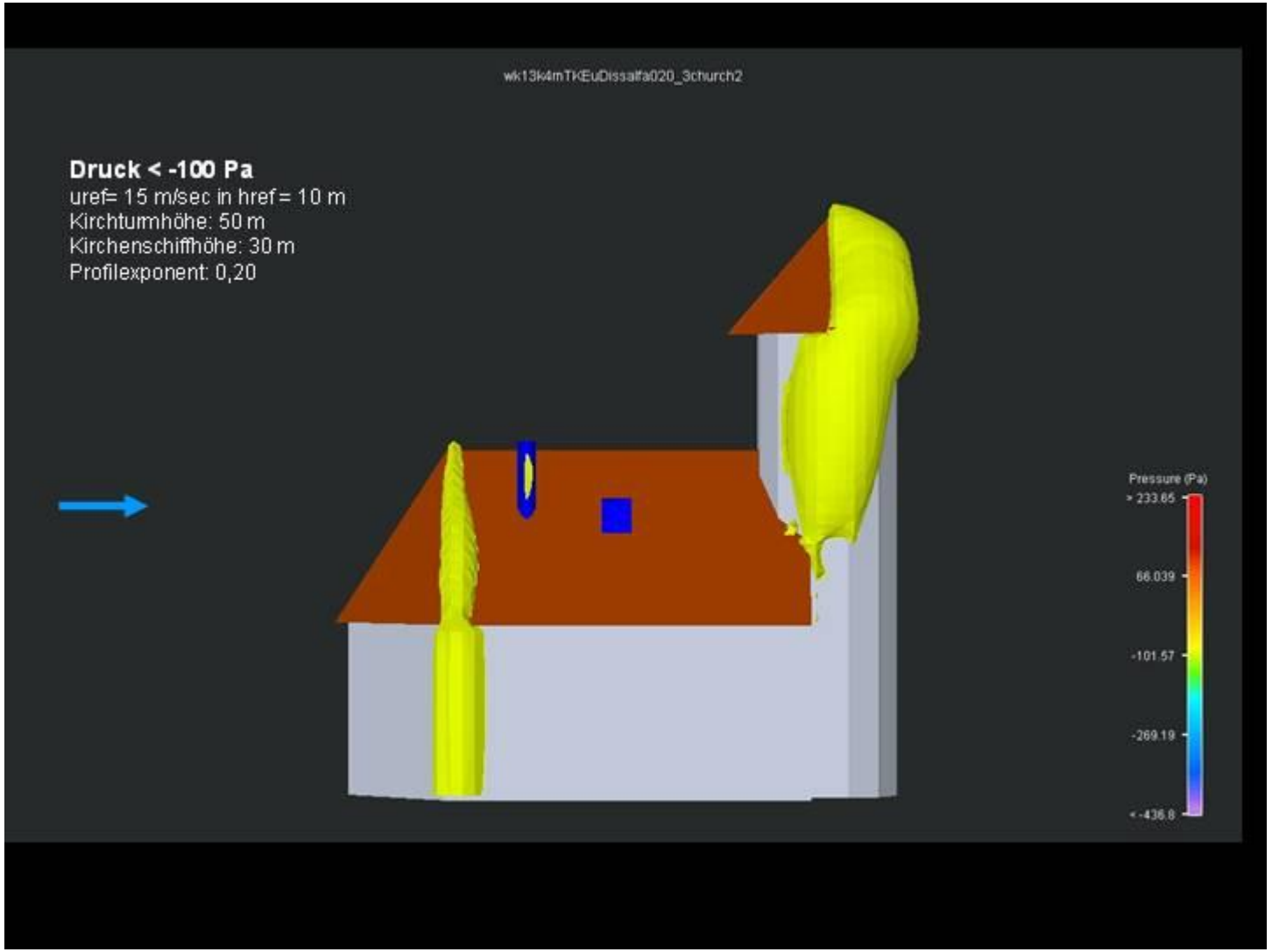
Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

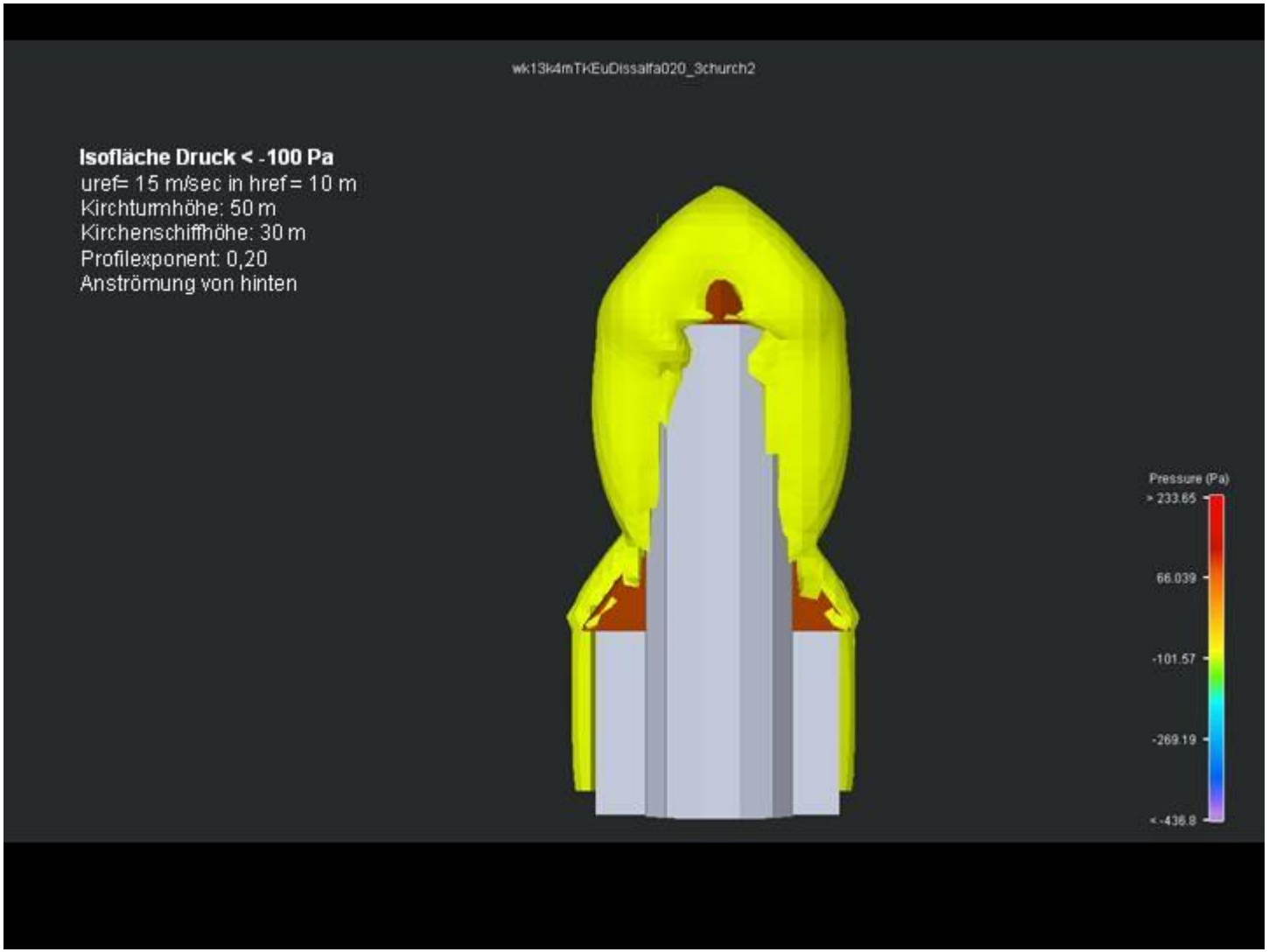
Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

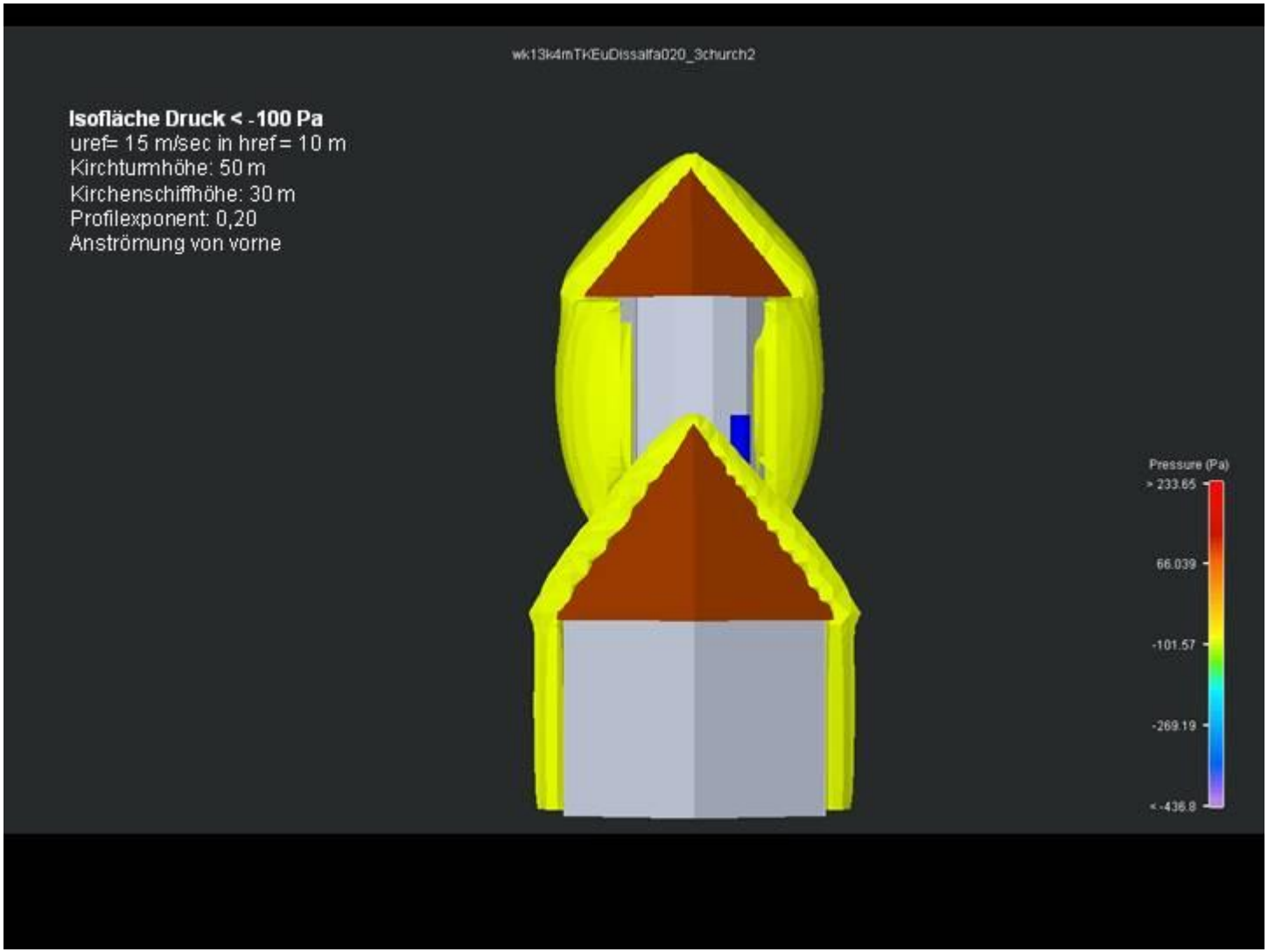
Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Corpos imersos



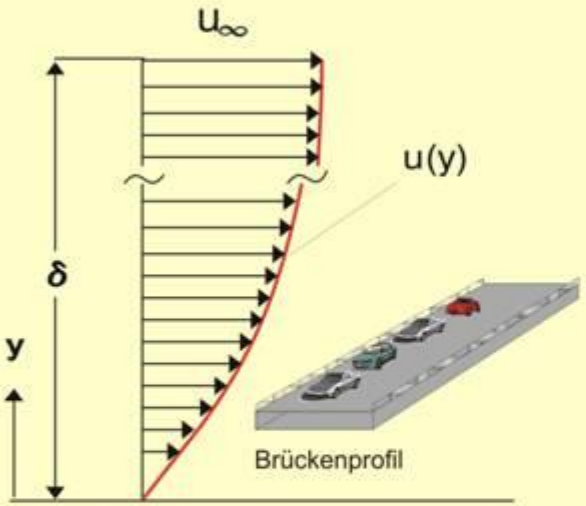
Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

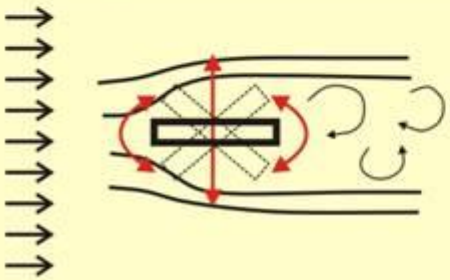
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Corpos imersos

Flatterschwingungen

Biege- und Torsionsschwingungen können bei schlanken Baukörpern gleichzeitig auftreten. Anfällig sind z.B. Brückenprofile, die durch wirbelerregte Schwingungen und/oder selbsterregte Biegeschwingungen ins "Flattern" geraten.





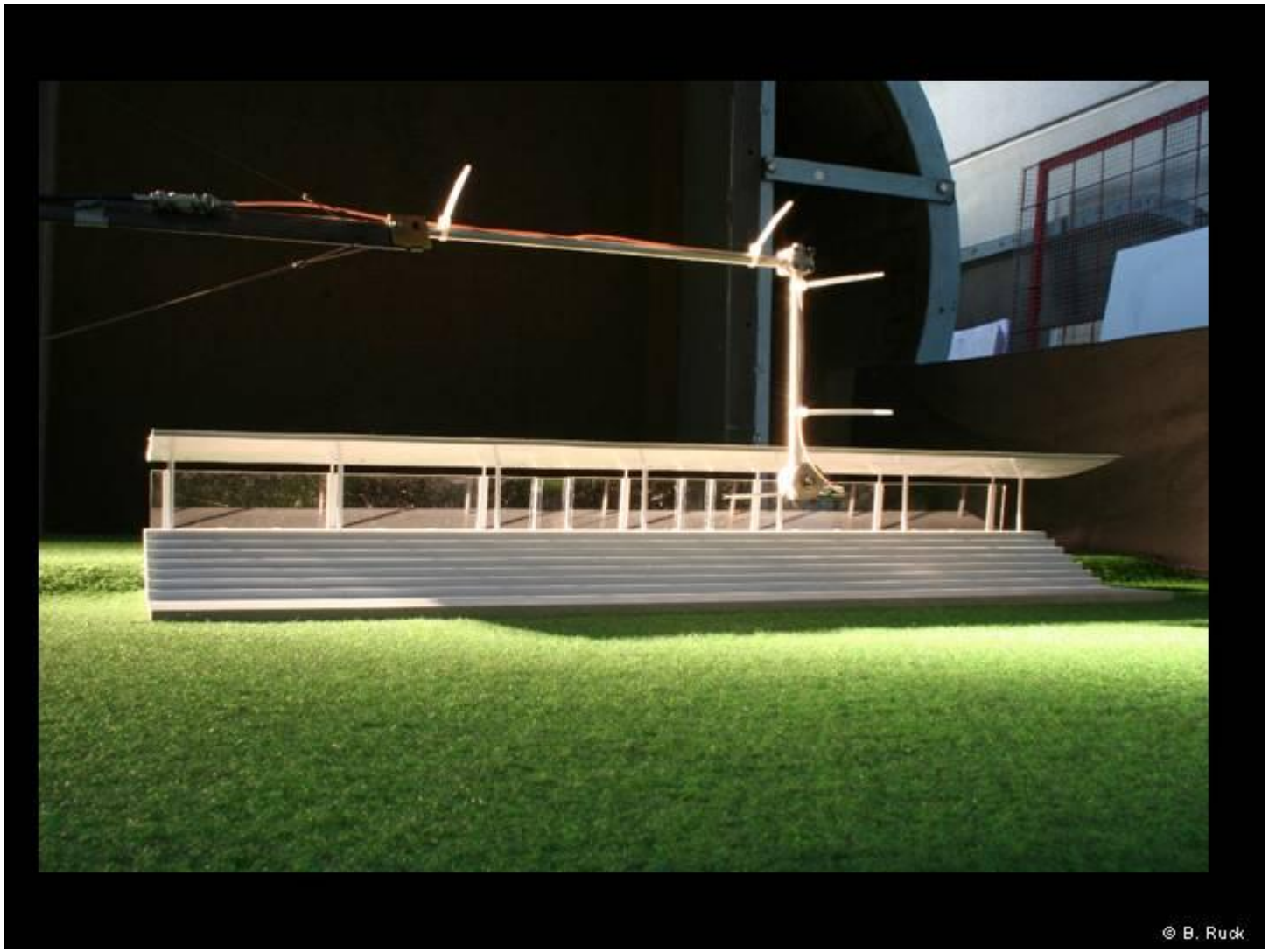
Diese Form der Schwingung tritt meist bei annähernd konstanter Windanströmung auf. Die Torsionsschwingung ist hierbei oft die größere Belastung.

© B. Ruck

Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

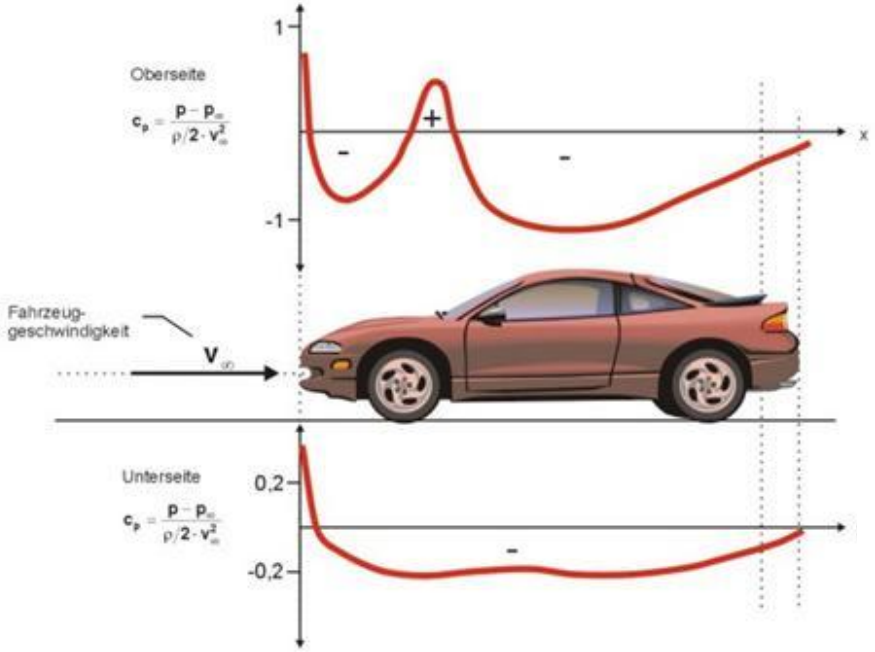
Corpos imersos

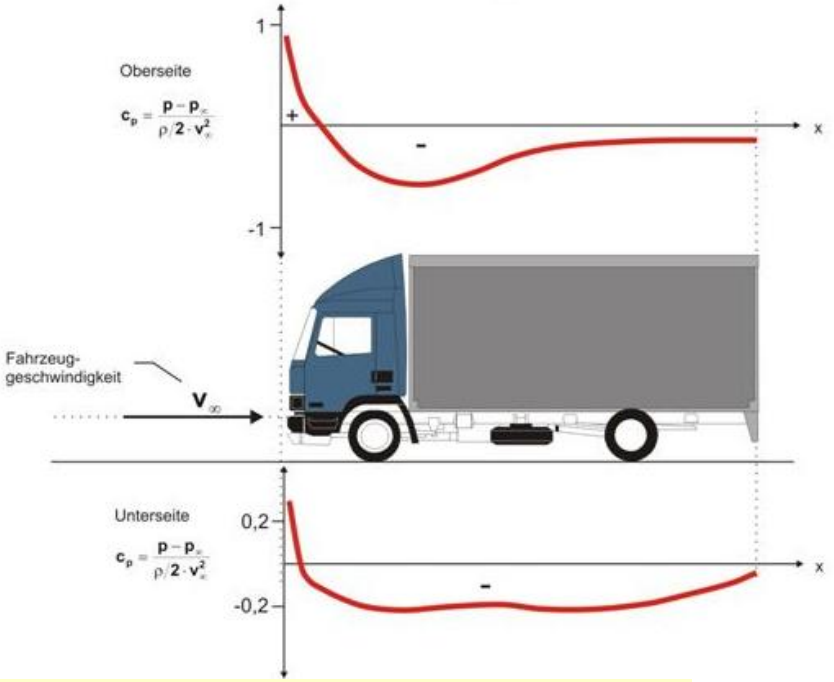
Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Corpos imersos

Schematischer Verlauf des Drucks an der Fahrzeugoberfläche in vertikaler Richtung

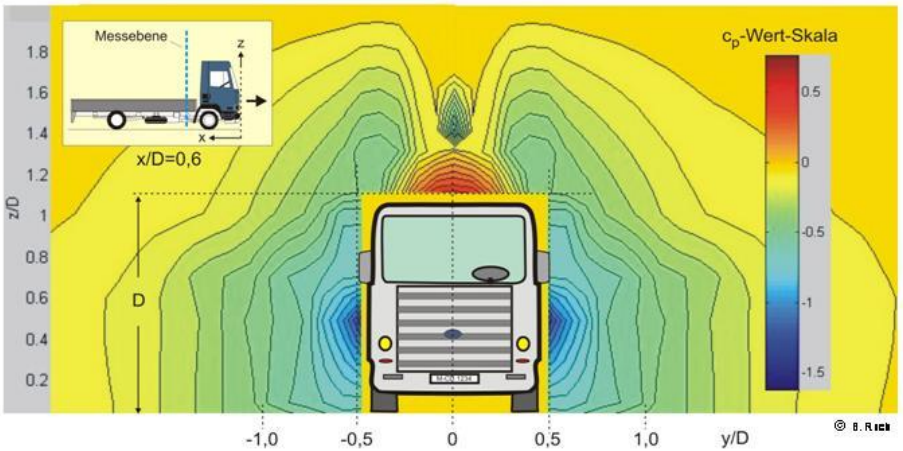




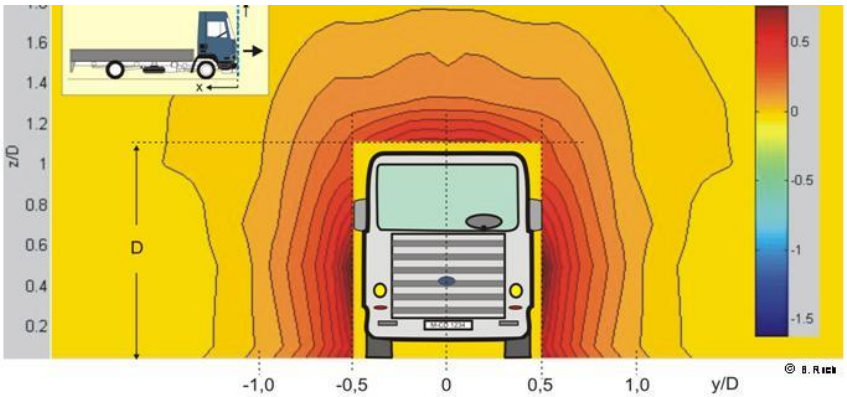
Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Corpo



Sogwerte beim Vorbeifahren eines LKW mit kurzem Fahrerhaus; Näherungswerte aus Modellversuchen siehe:
Macciacchera, I., Ruck, B., 2001: "Pressure Fluctuations Induced by Road Vehicles in Ambient Air - a Model Study", Proceedings des Workshops on physical modelling of environmental flow and dispersion phenomena, University of Hamburg, September 2001



Maximale Druckwerte beim Vorbeifahren eines LKW mit kurzem Fahrerhaus; Näherungswerte aus Modellversuchen siehe:
Macciacchera, I., Ruck, B., 2001: "Pressure Fluctuations Induced by Road Vehicles in Ambient Air - a Model Study", Proceedings des Workshops on physical modelling of environmental flow and dispersion phenomena, University of Hamburg, September 2001

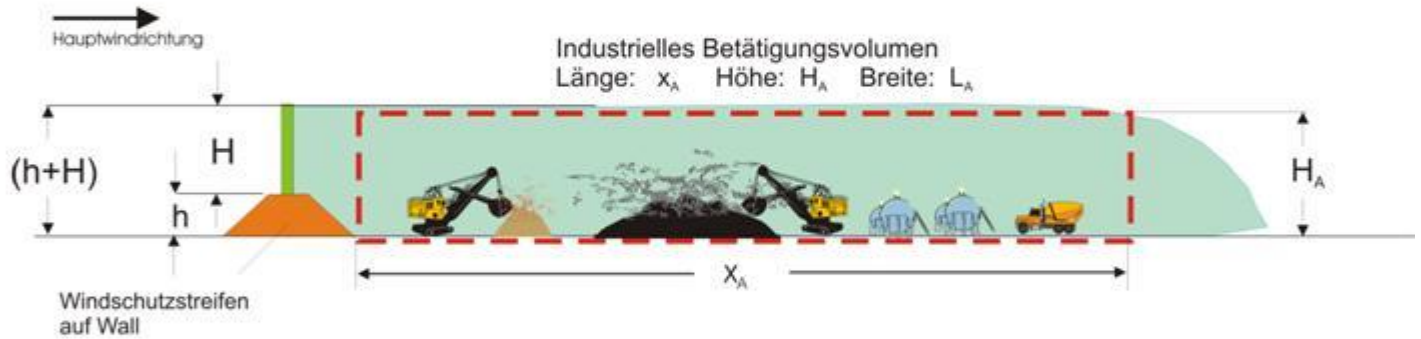
Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Corpos imersos

Spezifische Problemstellung

Frage: Wie müssen Windschutzstreifen mit Wall ausgelegt werden, so daß eine möglichst optimale Windberuhigung im Schutzgebiet erzielt wird?



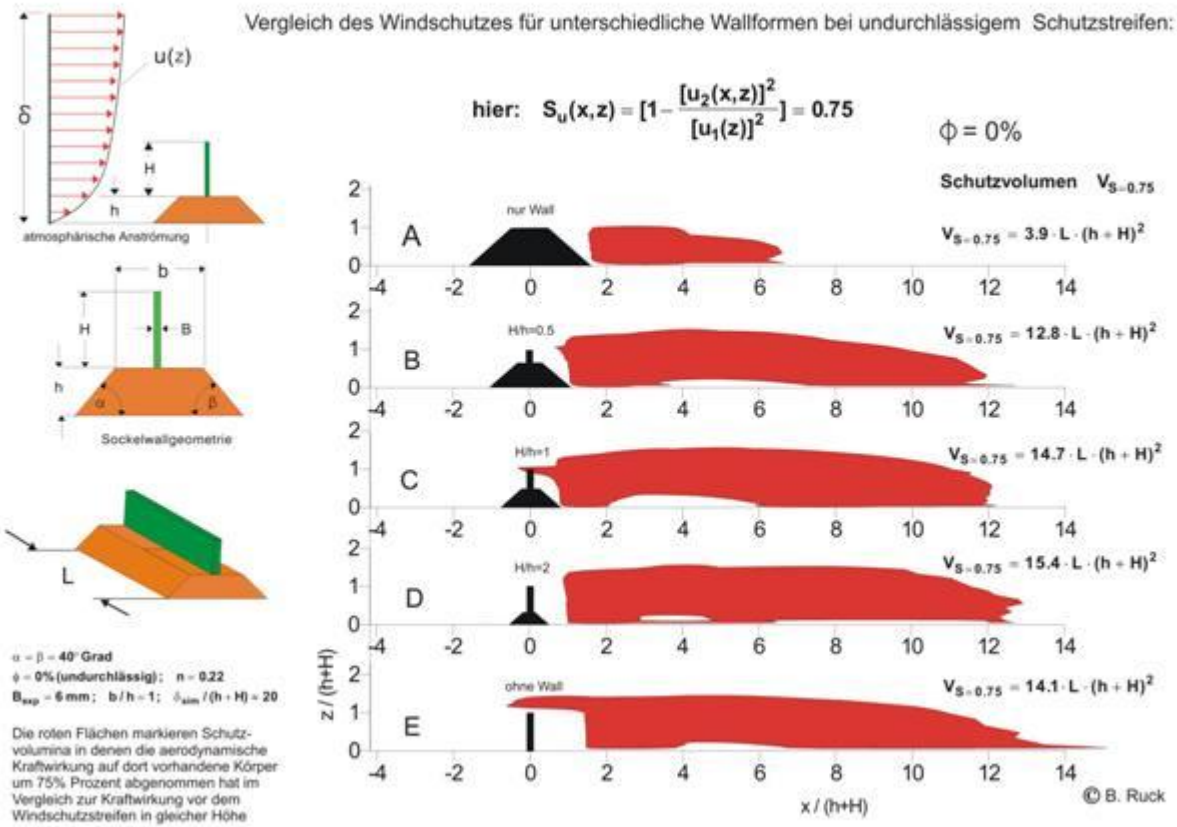
Wichtige Einflußparameter:
- Höhe der Windschutzanordnung
- Verhältnis aus Bewuchs- zur Wallhöhe
- Porosität des Bewuchs
- Wallgeometrie mit Böschungswinkel
- Kenngrößen des atmos. Grenzschichtprofils

© B. Ruck

Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

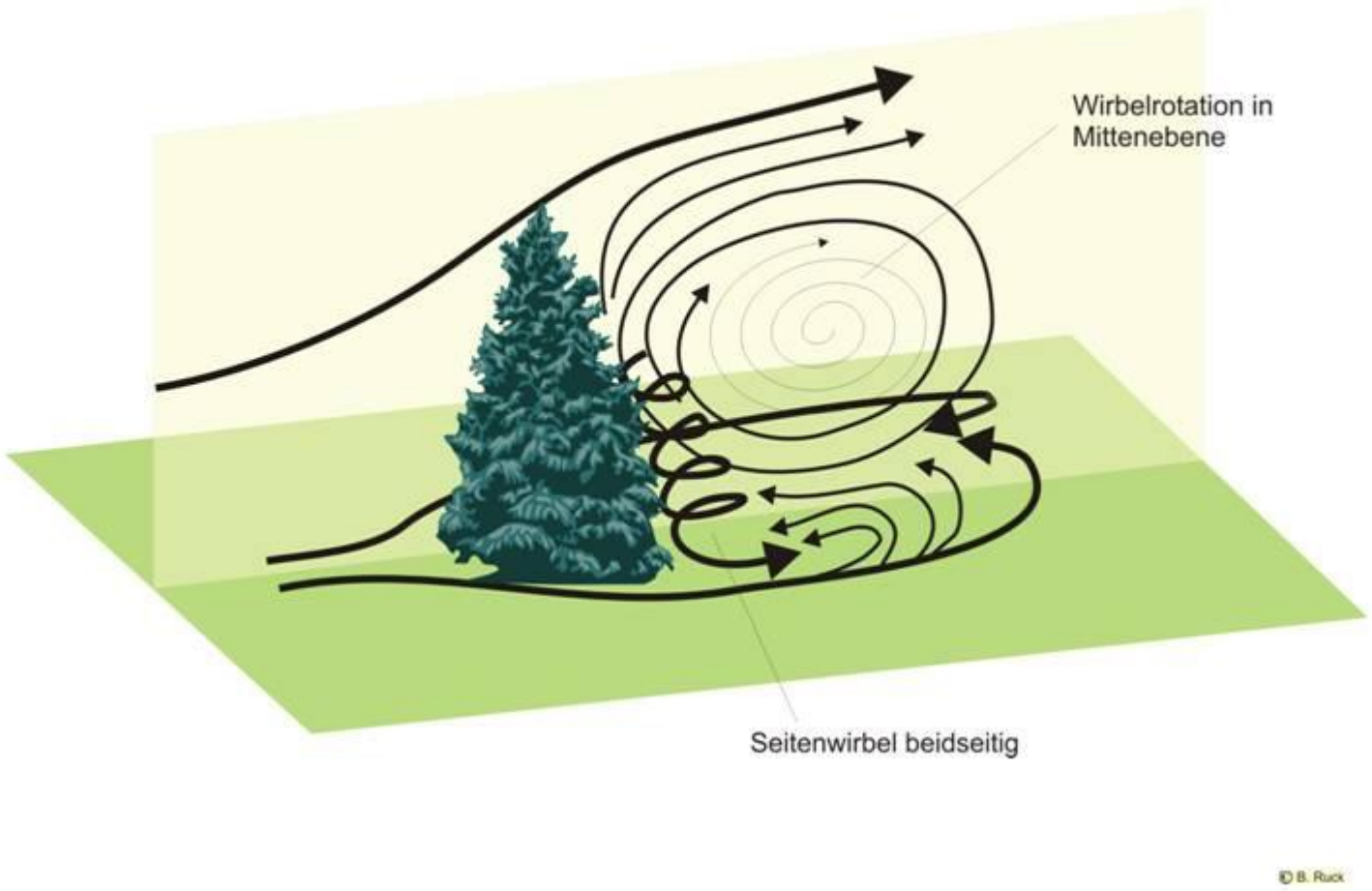
Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

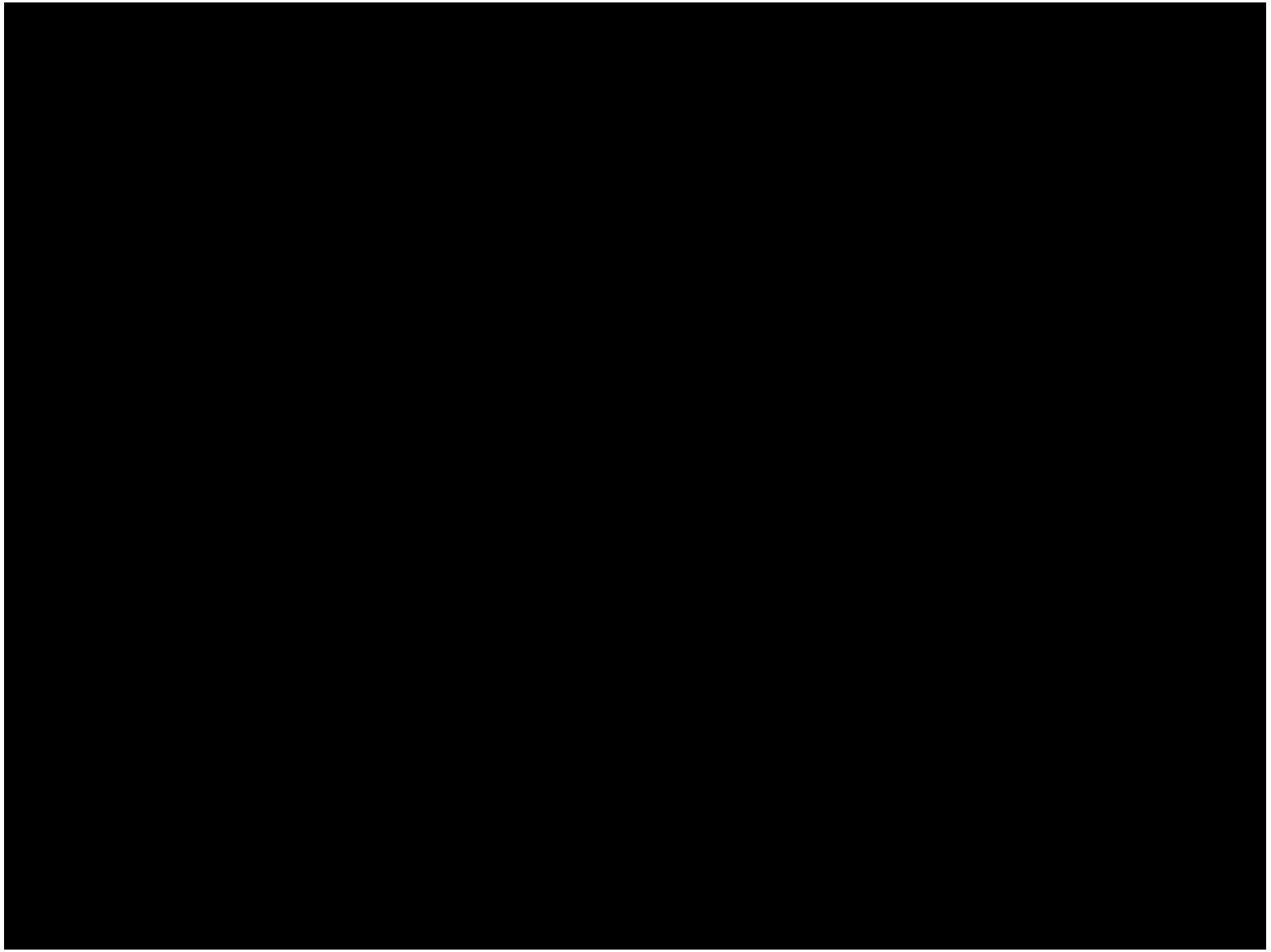
Corpos imersos



Courtesy: Bodo Ruck, KIT, http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn/

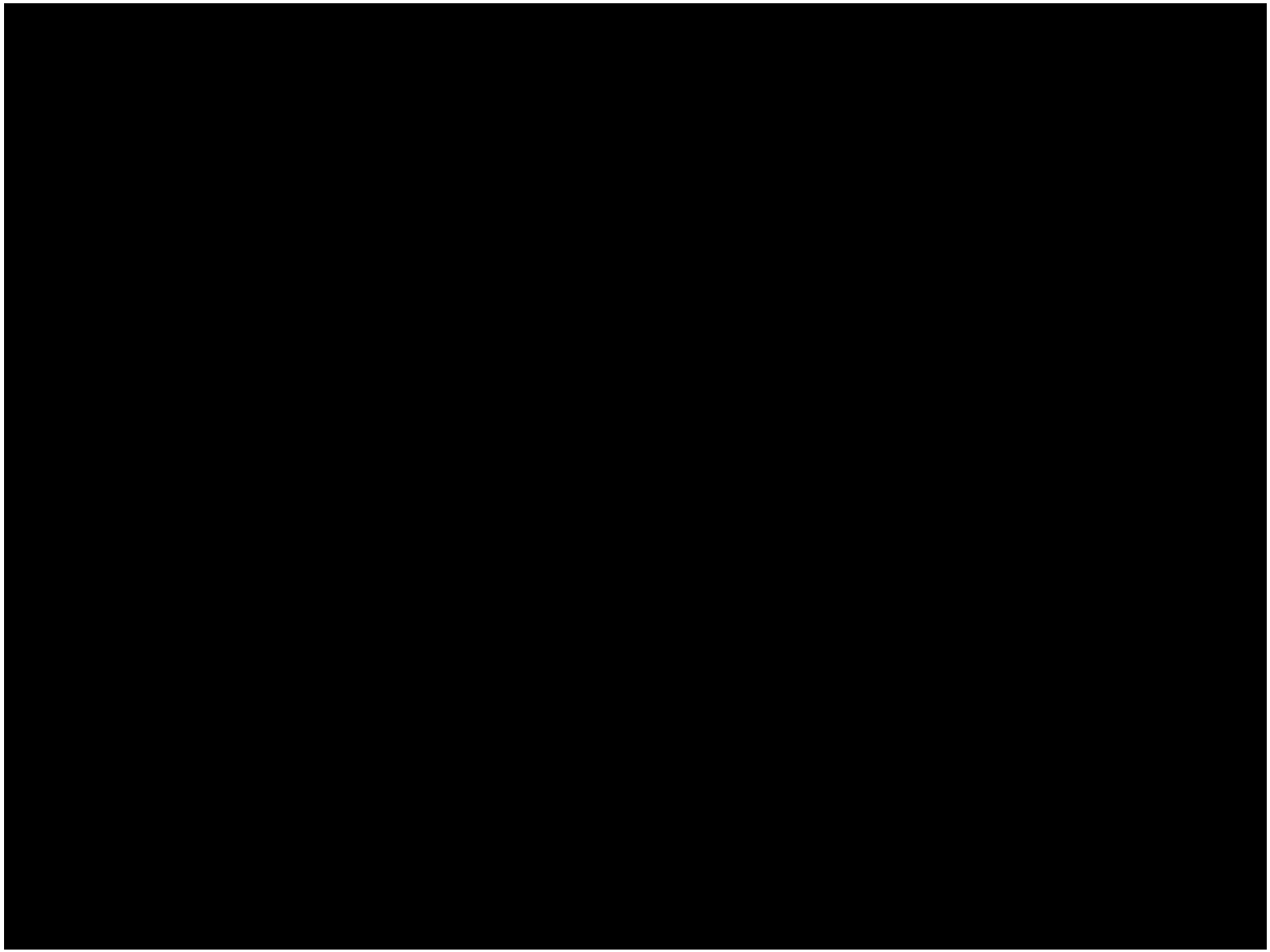
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Escoamentos geofisicos



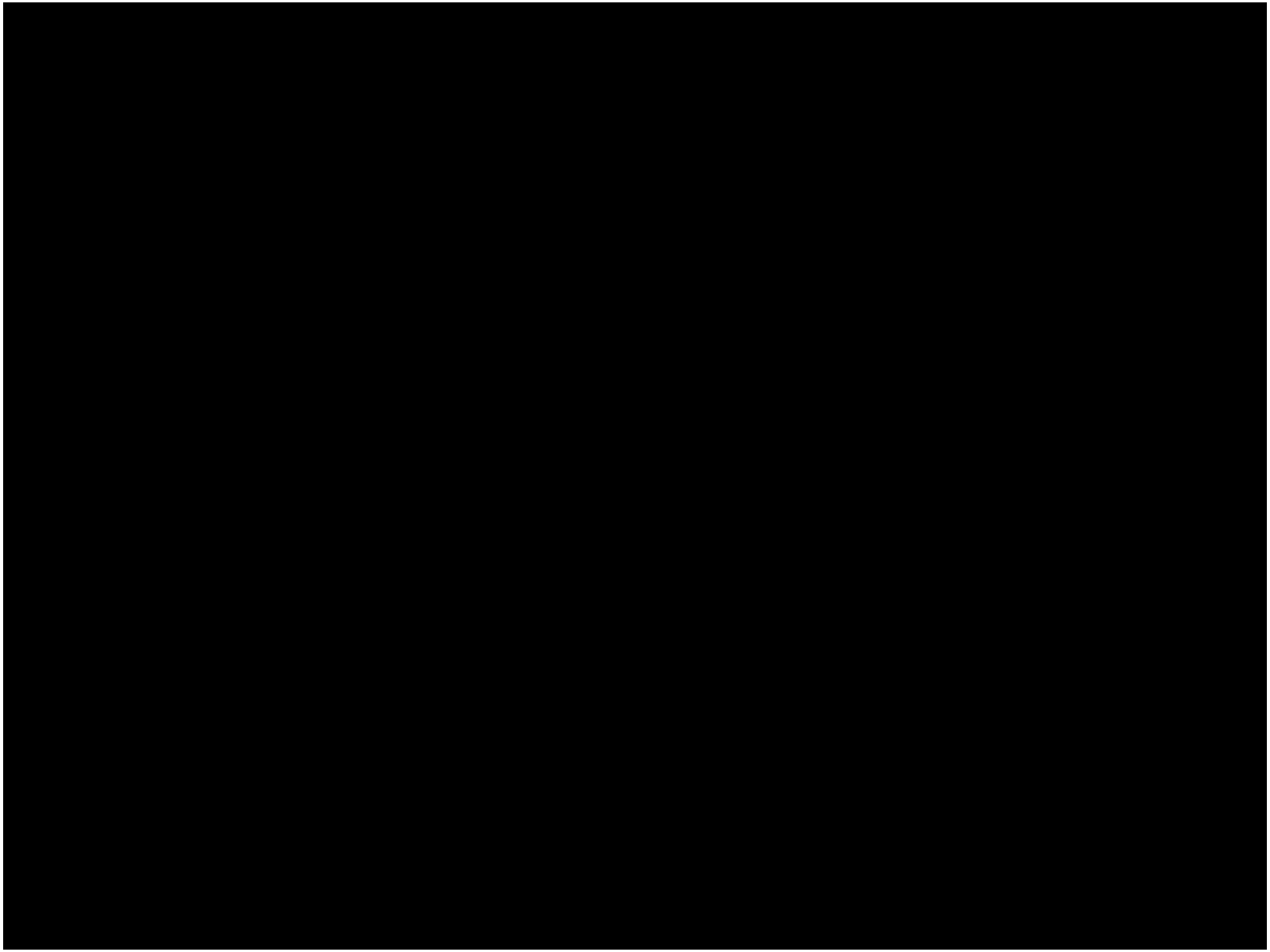
Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Escoamentos geofisicos



Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Escoamentos geofisicos



Tobias Bleninger
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Departamento de Engenharia Ambiental(DEA)
www.tobias.bleninger.info

Escoamentos geofisicos