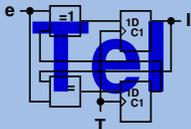


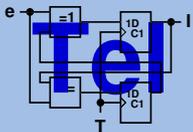
Modellierung, Dimensionierung und Optimierung des Mikrofluidikdesigns für Proteinchips zum Nachweis geringster Konzentrationen

Frank Sonntag, Udo Klotzbach
Institut für Werkstoff- und
Strahltechnik
Fraunhofer Gesellschaft e.V.
D-01277 Dresden
frank.sonntag@iws.fhg.de

Stefan Vogelsang,
Rainer G. Spallek
Institut für Technische Informatik
Technische Universität Dresden
D-01062 Dresden
{vogelsang | rgs}@ite.inf.tu-
dresden.de

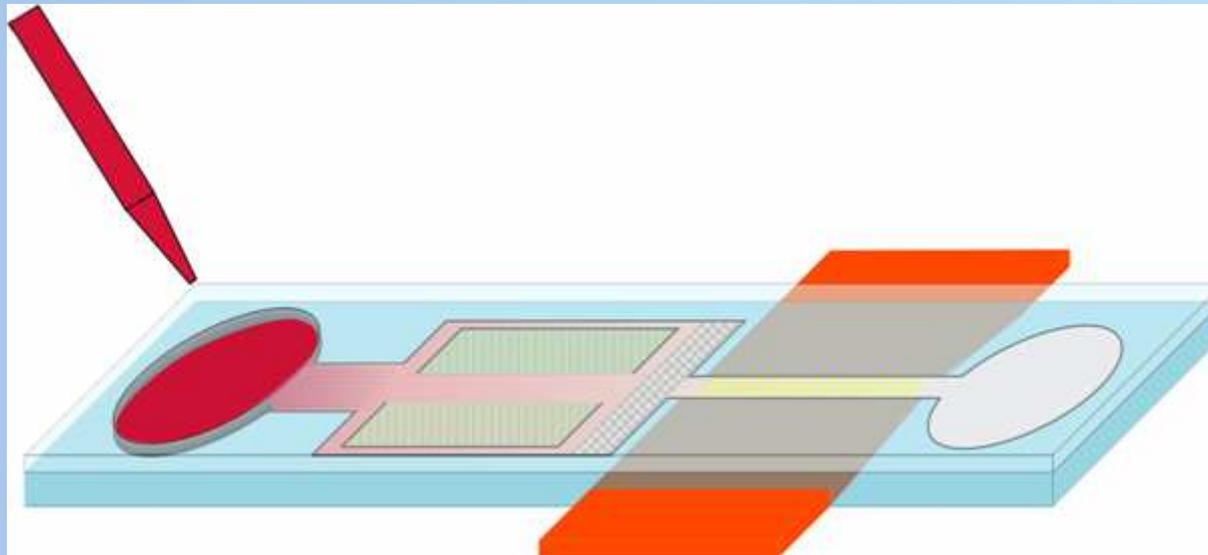


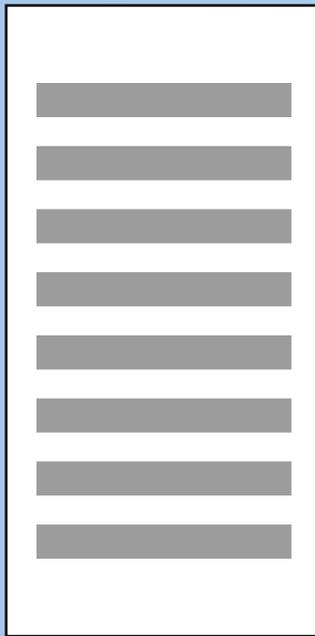
- ◆ Aufgabenstellung
- ◆ Sensor und Mikrofluidik
- ◆ Realisierung
- ◆ Ergebnisse und Ausblick



Biomedizintechnische Aufgabenstellung

- Ziel:** Nachweis geringster Konzentrationen.
Problem: Für eindeutiges Signal muss wesentlicher Teil der nachzuweisenden Moleküle gebunden werden.
Voraussetzung: Ausgeklügeltes Mikrofluidiksystem.
Aufgabe: Entwicklungs- und Simulationswerkzeug.





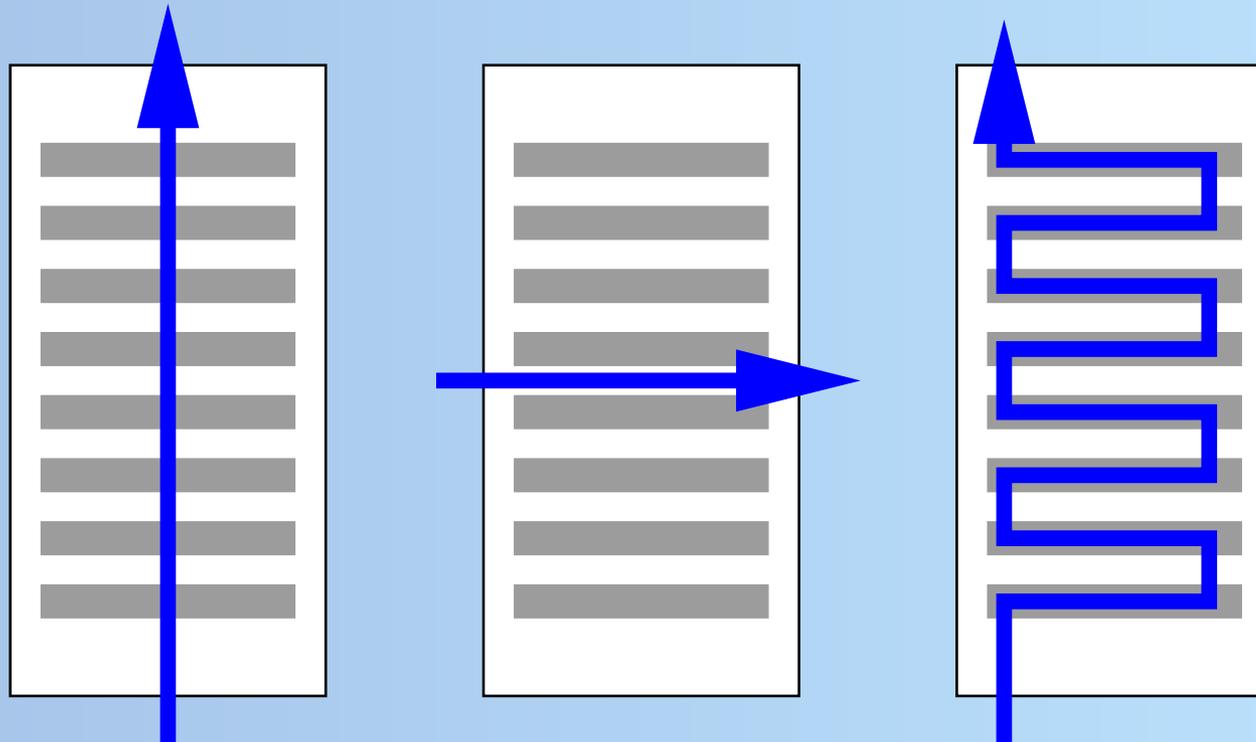
Sensorfläche: 11 mm x 3 mm

50 Messflächen

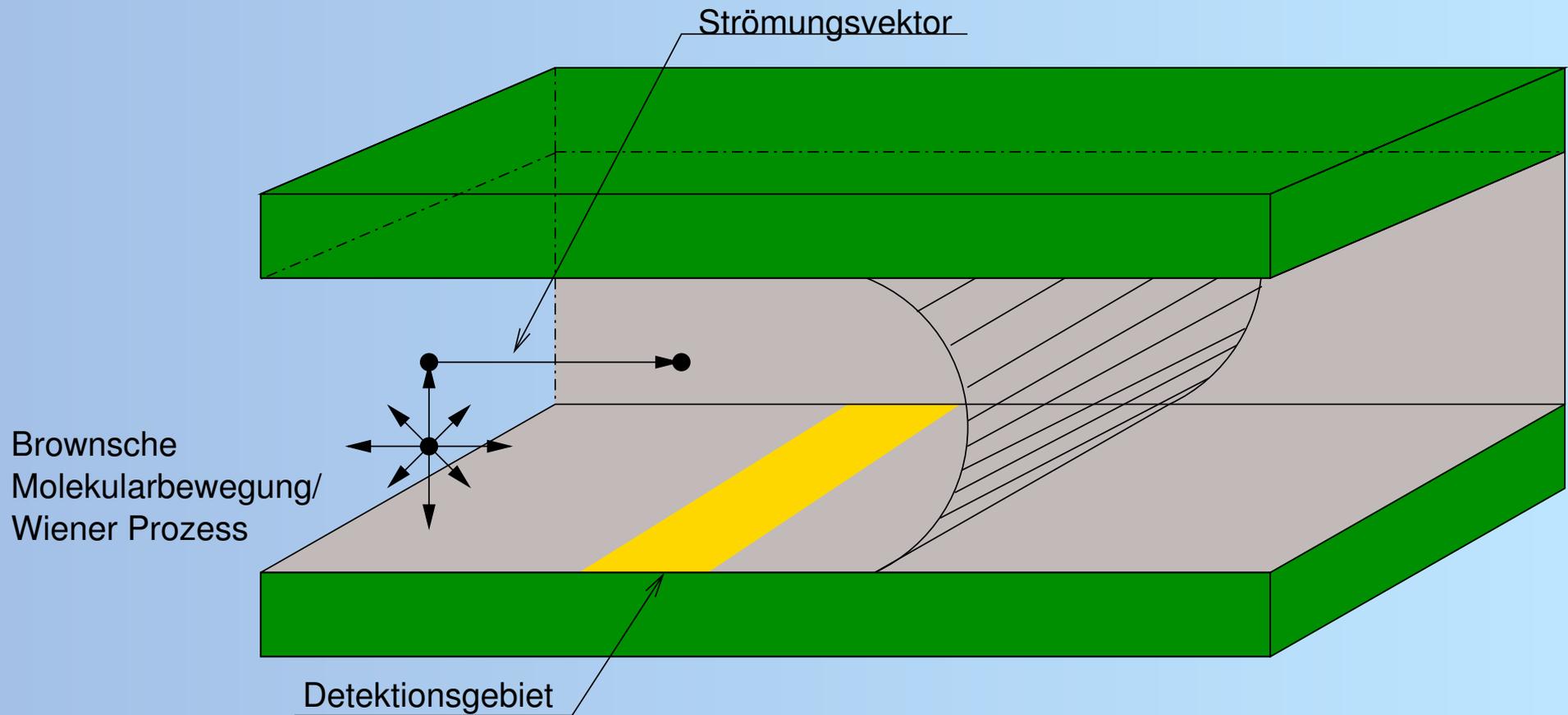
Messfläche: 0.1 mm x 3 mm

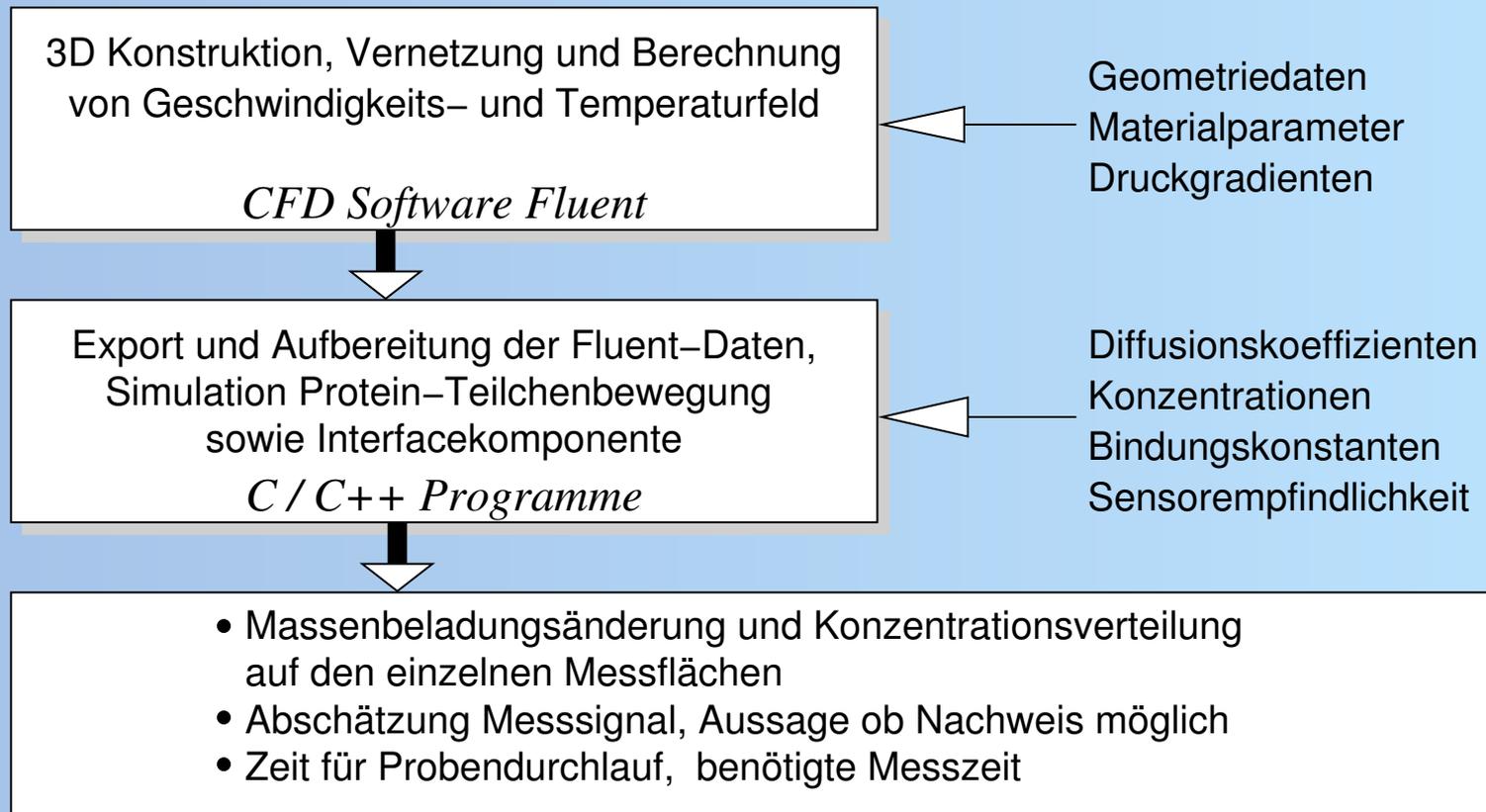
Abstand: 0.1 mm

Pictogramm der Anströmungsvarianten

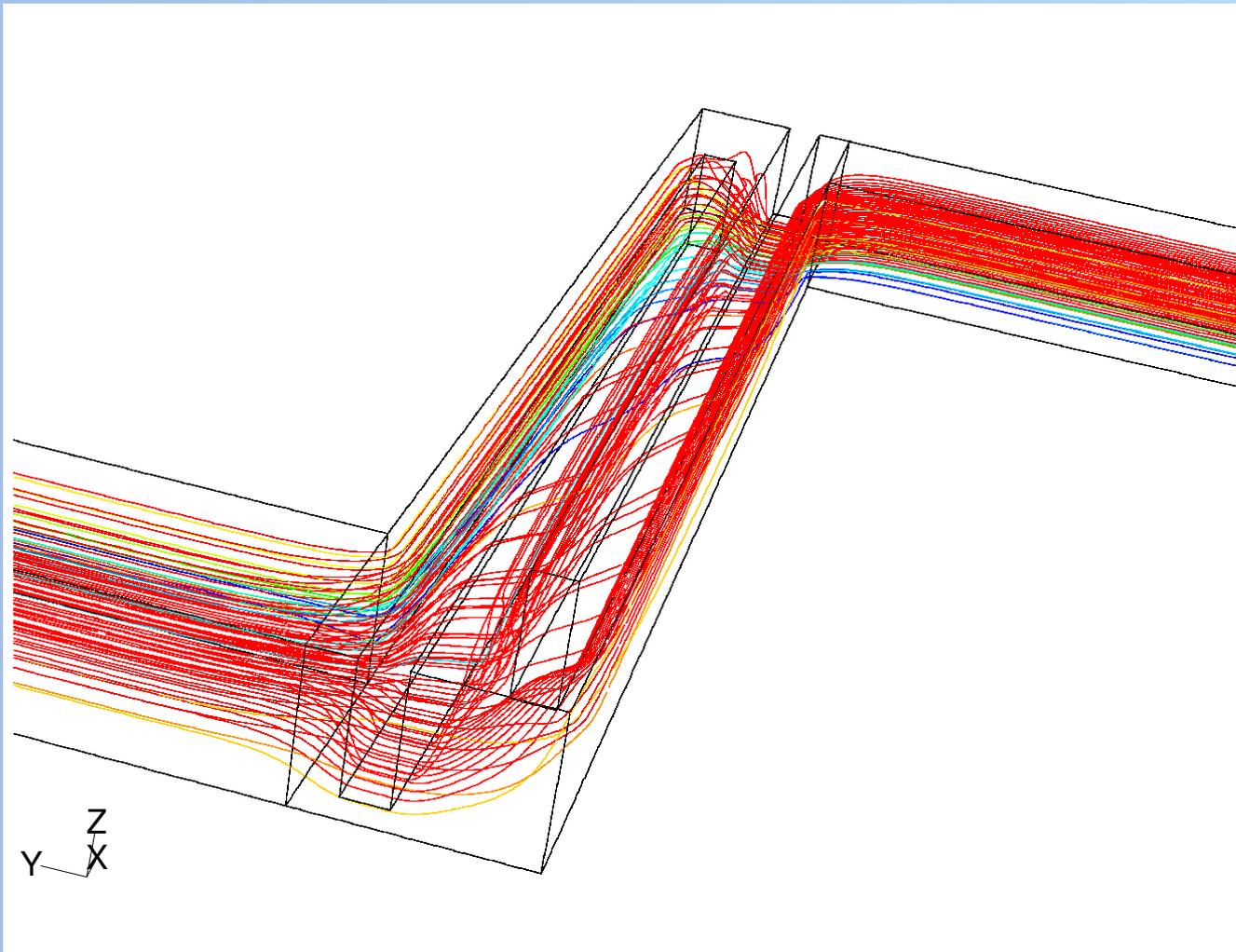


- Verbesserung der Ausbeute durch mäandrierende Überströmung.
- Kein Kontakt zwischen Sensor und Mikrofluidiksystem.
- ⇒ Steuerung der Strömung durch definierte Widerstände.





Geschwindigkeitsprofil eines Meanders



Fluent® 6.0

Export von Temperatur- und Geschwindigkeitsfeld durch User Defined Function (UDF)

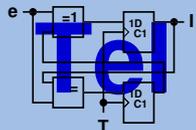
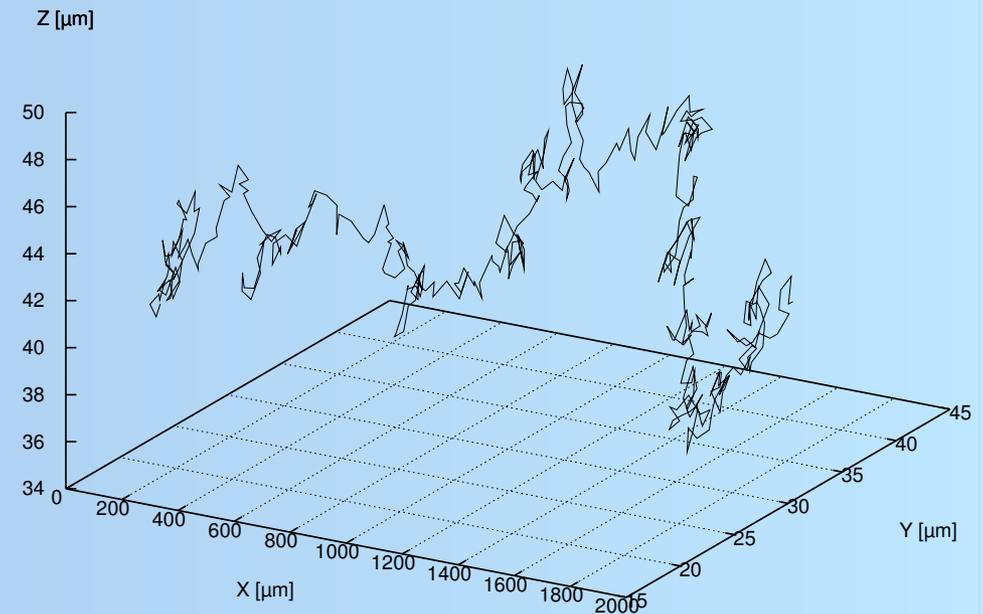
1 CPU

3 GB RAM

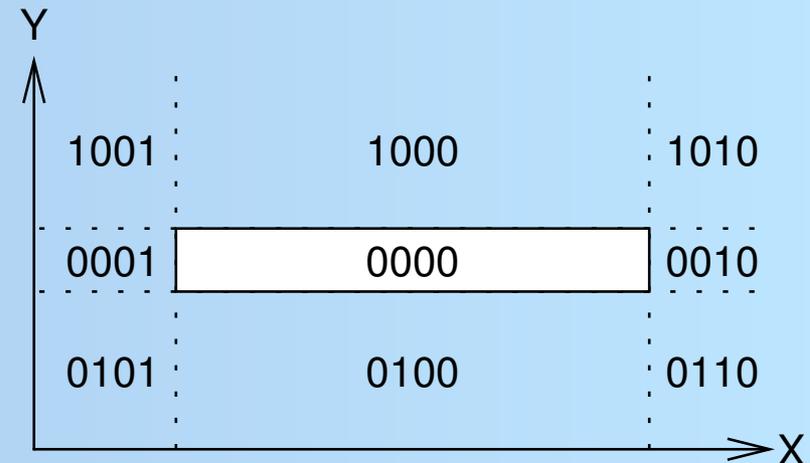
3 Elementare Komponenten :

1. Zufallsprozess \rightarrow Wiener Prozess
2. Berechnung der resultierenden Geschwindigkeiten im Kanal
3. Bestimmung der erfolgreich detektierten Proteine \rightarrow Schnittflächenproblem

- ◆ stochastischer Prozess
- ◆ unabhängige Zuwächse
- ◆ stationär und normalverteilt
- ◆ hat stetige Pfade



- ◆ Volumenverhältnisses zwischen Detektionsraum und Kanal 1:5000
- ◆ 2D-Einteilung 4-Bit-Bereichscode → 3D : 6bit



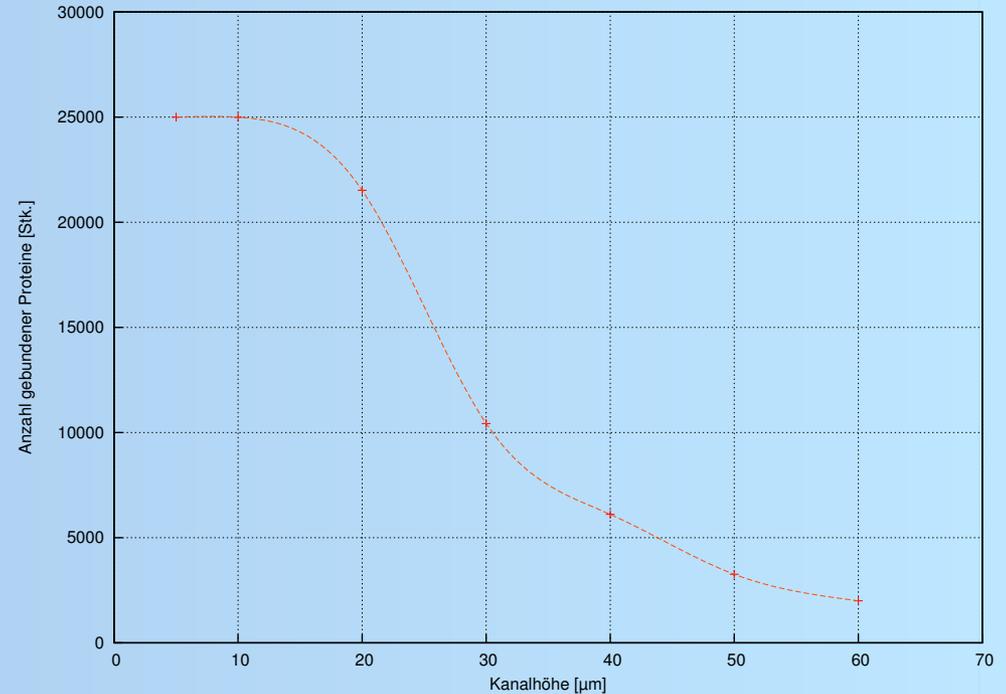
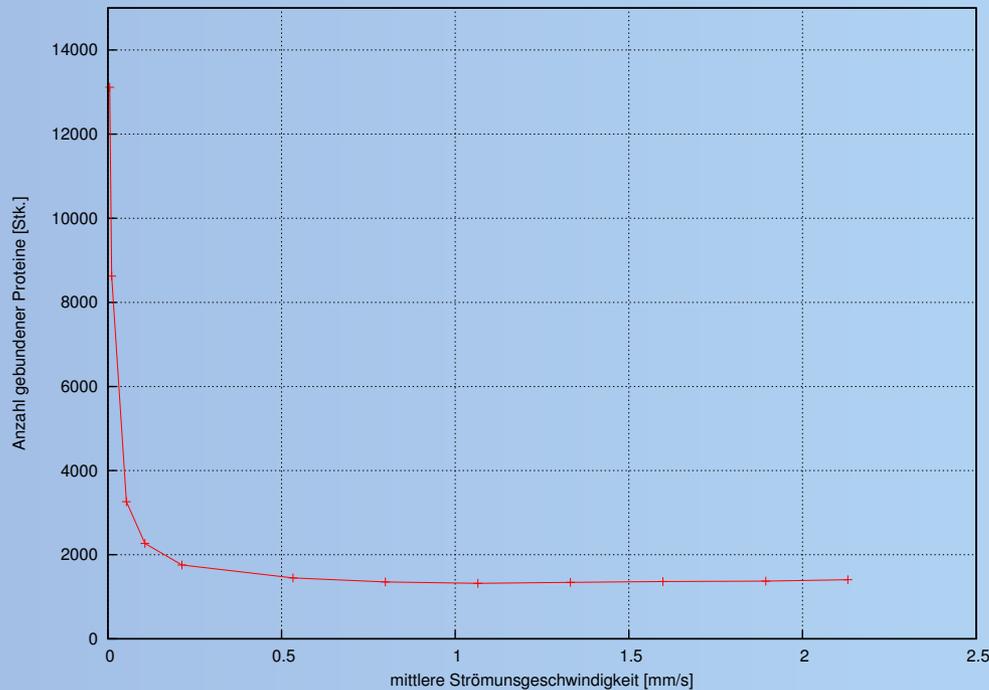
$\overline{P_1 P_2}$ eine Linie, dann gilt bei einer bitweisen Verknüpfung:

1. $\text{code}(P_1) \text{ AND } \text{code}(P_2) \neq 0 \Rightarrow \overline{P_1 P_2}$ komplett außerhalb des Schnittfensters.
2. $\text{code}(P_1) \text{ OR } \text{code}(P_2) = 0 \Rightarrow \overline{P_1 P_2}$ komplett innerhalb des Schnittfensters.

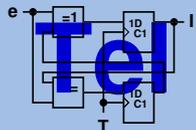
In den übrigen Fällen wird mit einer Fensterkante geschnitten und der Test mit der verkürzten Linie erneut

- ◆ Unterstützung von Single-CPU-Optimierungsmethoden
 - Indexnormalisierung
 - Cache-Alignment
 - Loop-Unrolling
- ◆ Spezialisierung auf Intel Prozessortechnologien
 - Monte Carlo Methoden
- ◆ Parallelisierung mit MPI auf SGI Altix 3700 Bx2 (SHMEM in Arbeit)
 - 192 Prozessoren Intel Itanium II, 1.5 GHz
 - 3 GFlop/s Peak-Performance pro Prozessor
 - 768 GB Hauptspeicher
 - SuSE Linux Enterprise Server 9 mit SGI ProPack 4
 - Batchsystem LSF
- ◆ Timingperformanceanalyse mit PAPI

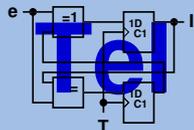




- ◆ Vergleich der Simulationsergebnisse für einfache Geometrien mit analytischer Lösung
- ◆ Simulation der mäandrierenden Überströmung → größere Ausbeute

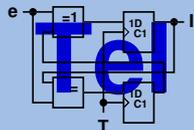


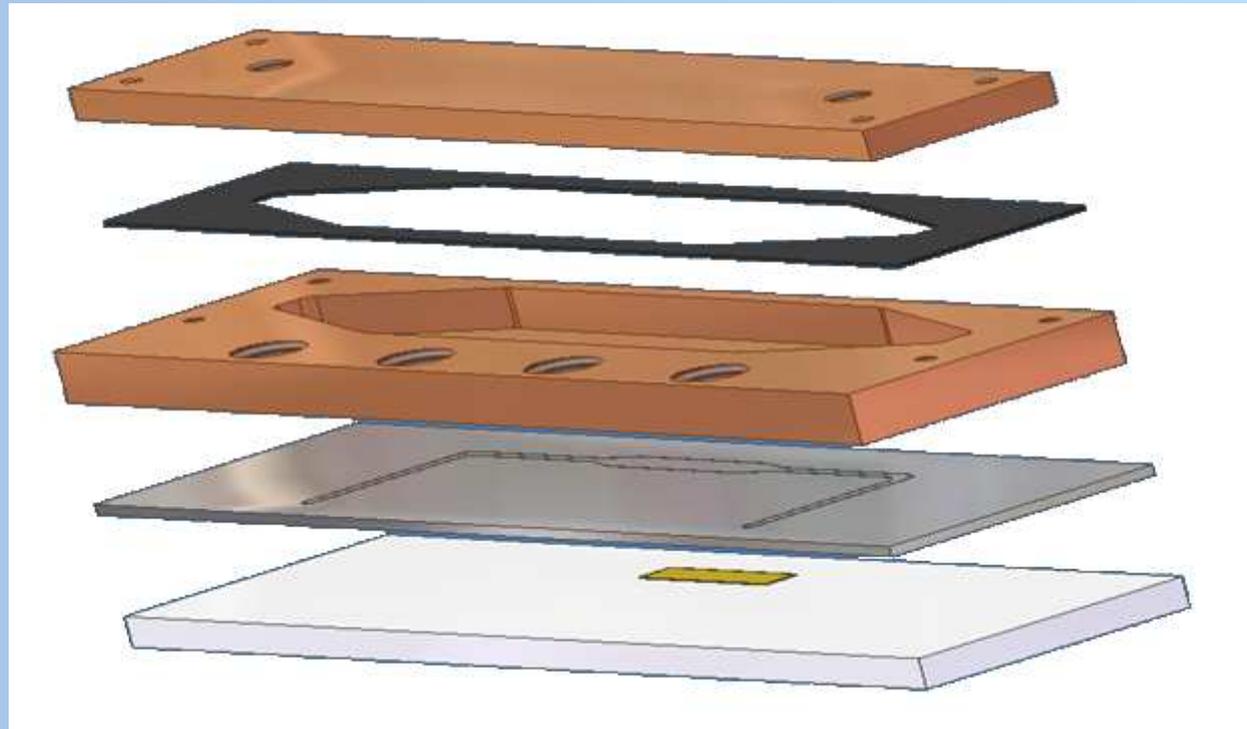
- ◆ Herstellung eines Prototypen mit neuer Mikrofluidik
- ◆ Erprobung
- ◆ Design, Simulation und Optimierung weitere Mikrofluidiksysteme

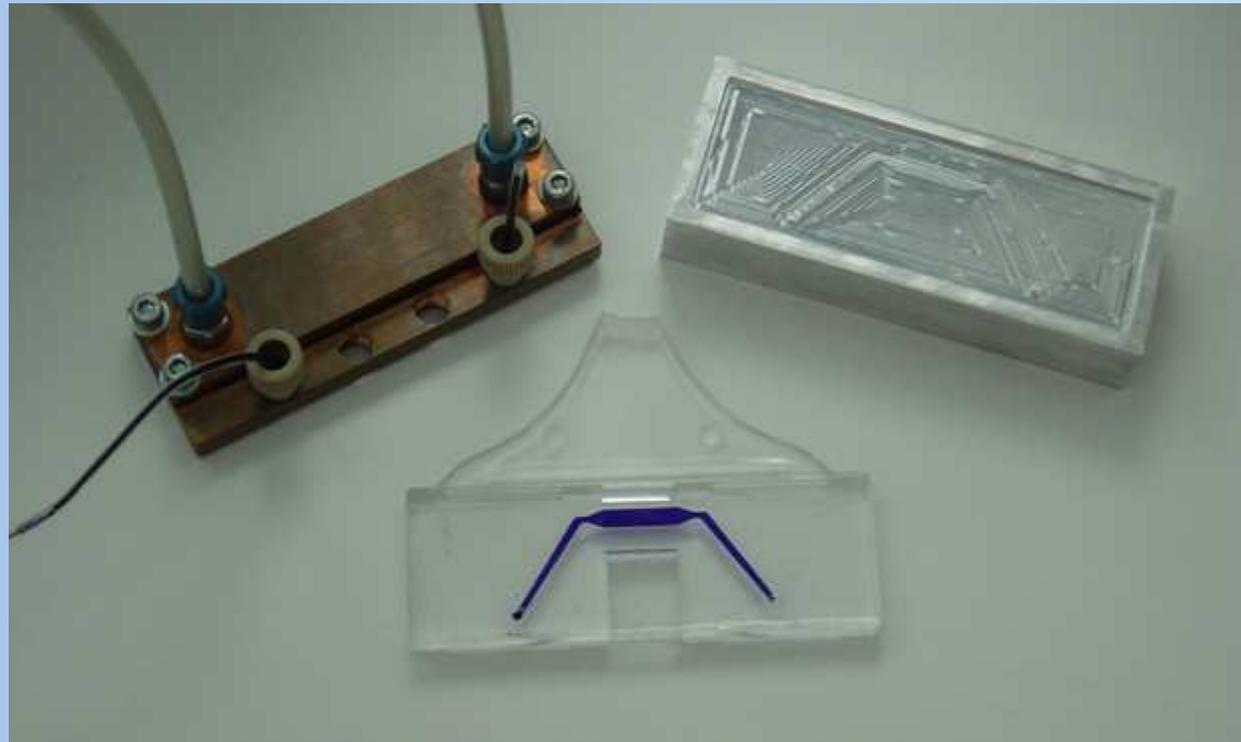


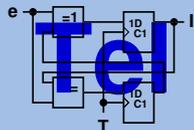
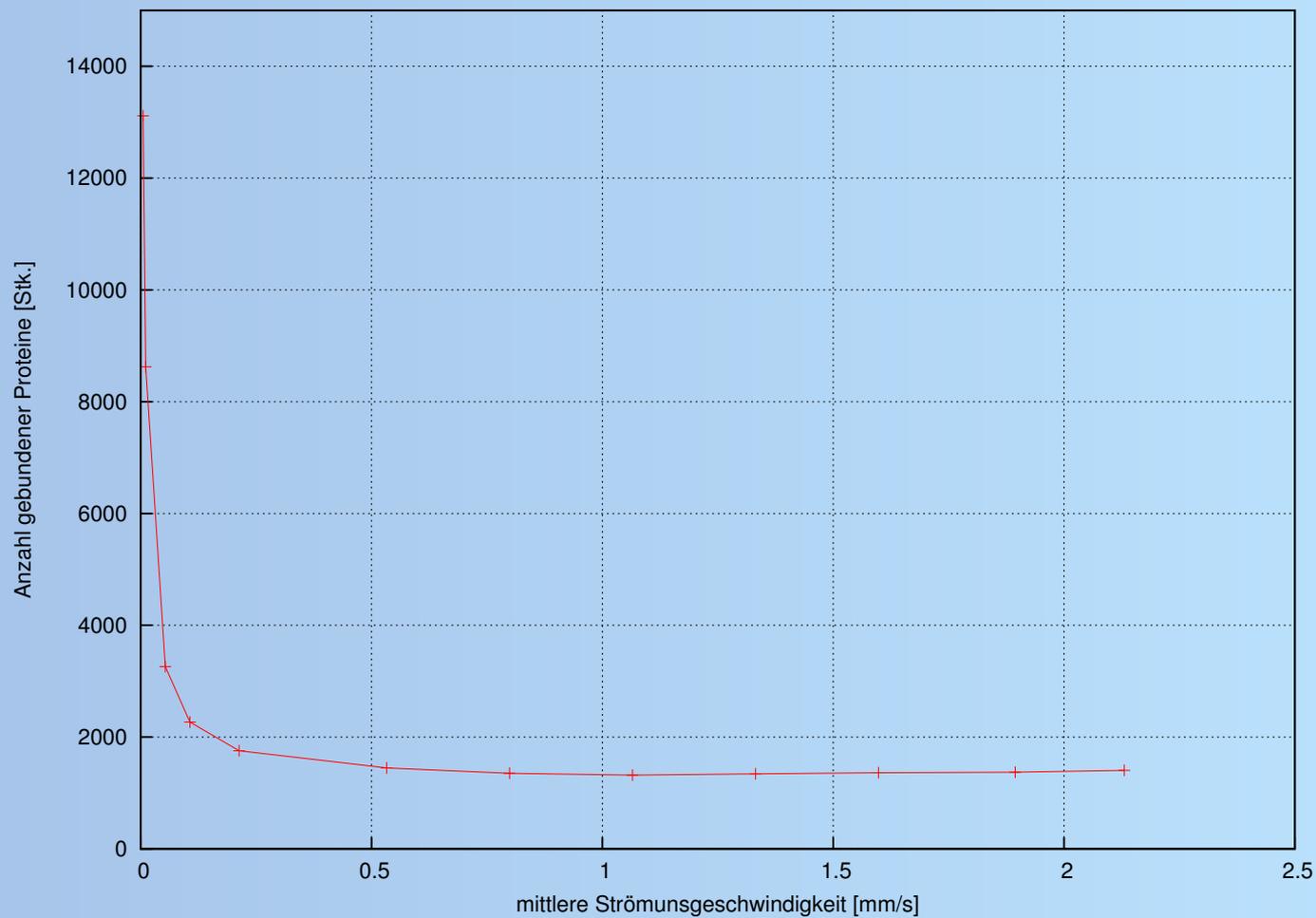
Anhang

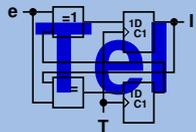
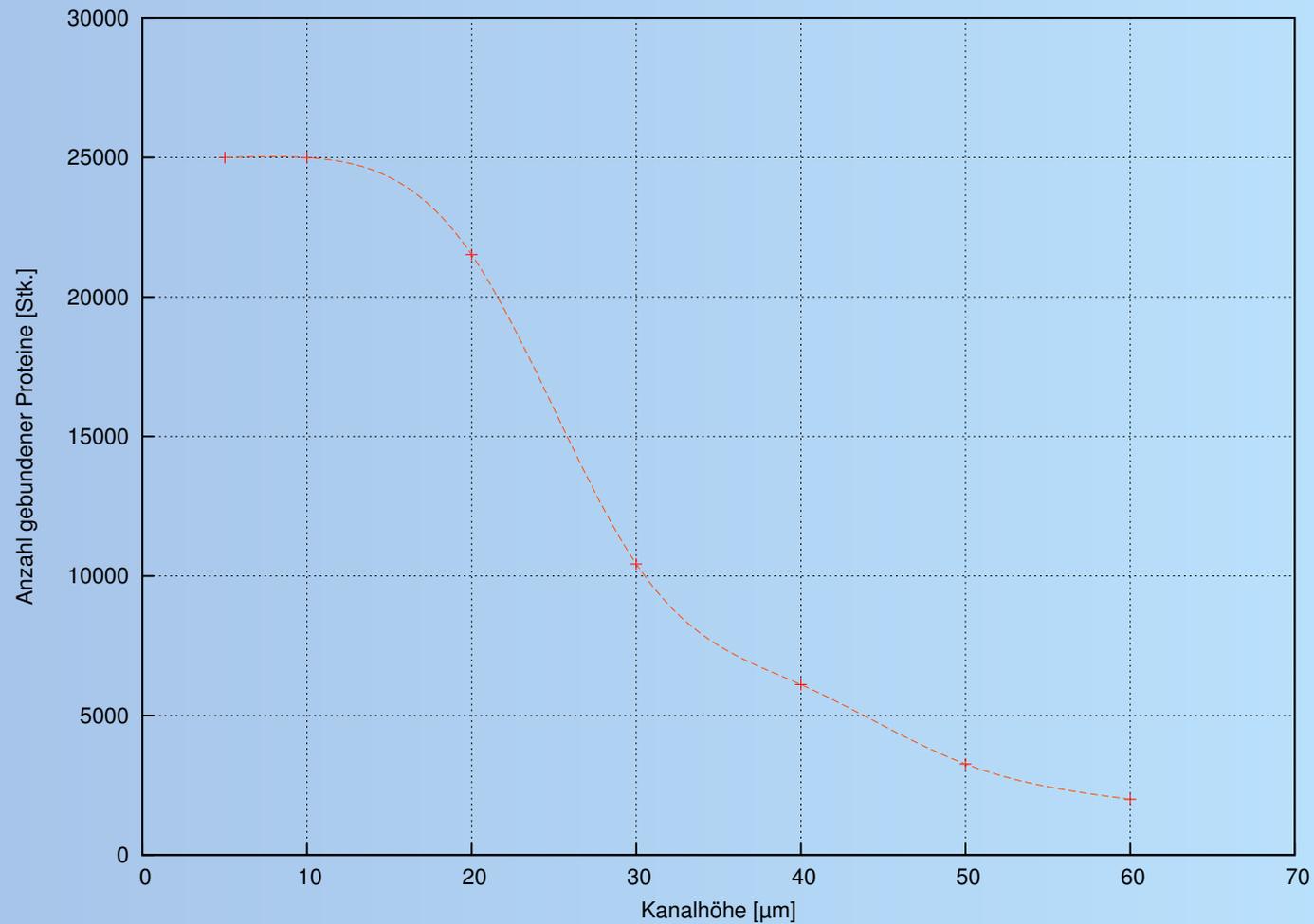
Messgerätprototyp











unterstützte Programmparameter

Programmiersprache C/C++

Unterstützte Zufallsgeneratoren:

- ◆ MCG31m1
- ◆ R250
- ◆ MRG32k3a
- ◆ MCG59
- ◆ WichmannHill
- ◆ SOBOL
- ◆ NIEDERREITER

Diverse Verteilungsfunktionen: Gleich-, Gauss-, Exponential-, Laplace-, Weibull-, Cauchy-, Rayleigh-, LogNormal-, Gumbel-, Bernoulli-, Geometrische-Verteilung

