

# GOSSIPO 3

---

## Prototyp eines pixelierten Auslesechips für gasgefüllte Teilchendetektoren

Christoph Brezina<sup>1</sup>, Klaus Desch<sup>1</sup>, Harry van der Graaf<sup>2</sup>, Vladimir Gromov<sup>2</sup>,  
Ruud Kluit<sup>2</sup>, Andre Kruth<sup>1</sup>, Francesco Zappone<sup>2</sup>

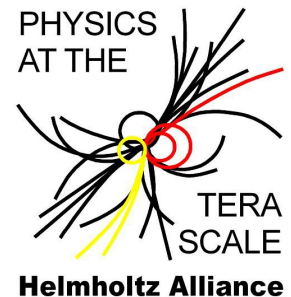
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

<sup>1</sup> Physikalisches Institut, Universität Bonn

<sup>2</sup> NIKHEF, Amsterdam



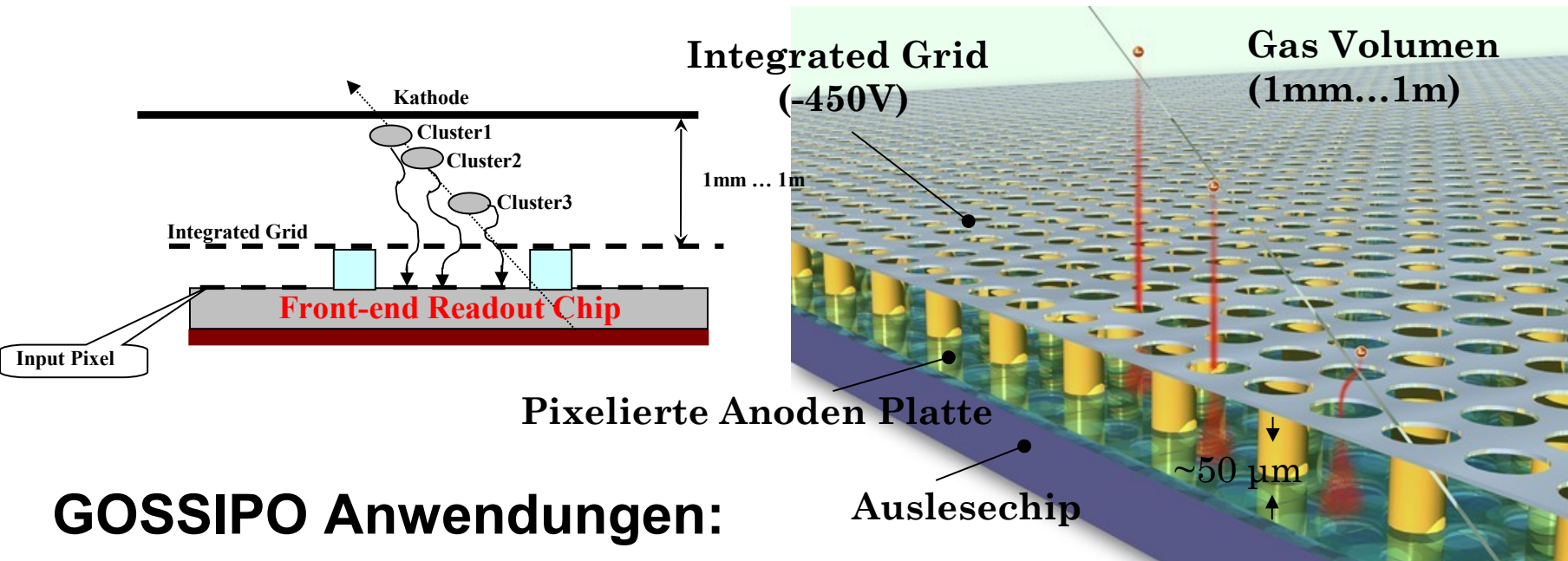
DPG Frühjahrstagung

vom 15. bis zum 19. März 2010

in Bonn



# MPGD Auslese



## GOSSIPO Anwendungen:

3D-Tracking

Möglicher Einsatz am sLHC (Gas als strahlungsharter Sensor)

Hohe Effizienz für die Detektion einzelner Elektronen

Hoch auflösende Zeit-Digital Wandler (TDC) in jedem Pixel

Geringer Energieverbrauch

# GOSSIP03: Überblick

## Eigenschaften des Prototyps:

Pixel Größe  $\sim 60 \times 60 \mu\text{m}^2$

Auflösung des TDC (Bin-Breite)  $\sim 1.7\text{ns}$

Driftzeitmessung bis zu  $100\mu\text{s}$

ToT Genauigkeit  $\sim 200e^-$  ( $\sim 27\text{ns}$ )

ToT bis zu  $6.4\mu\text{s}$  ( $\sim 28ke^-$ )

Rauschen  $\sim 70e^-$

Anstiegszeit des CSA Signals  $20\text{ns}$

Energieverbrauch  $< 100\text{mW}/\text{cm}^2$  ( $\sim 3\mu\text{W}/\text{ch}$ )

## Features des Chips:

Gleichzeitige Messung des Zeitpunkts und der Ladung

Externer Trigger

Erprobung eines selbsttriggernden Modus

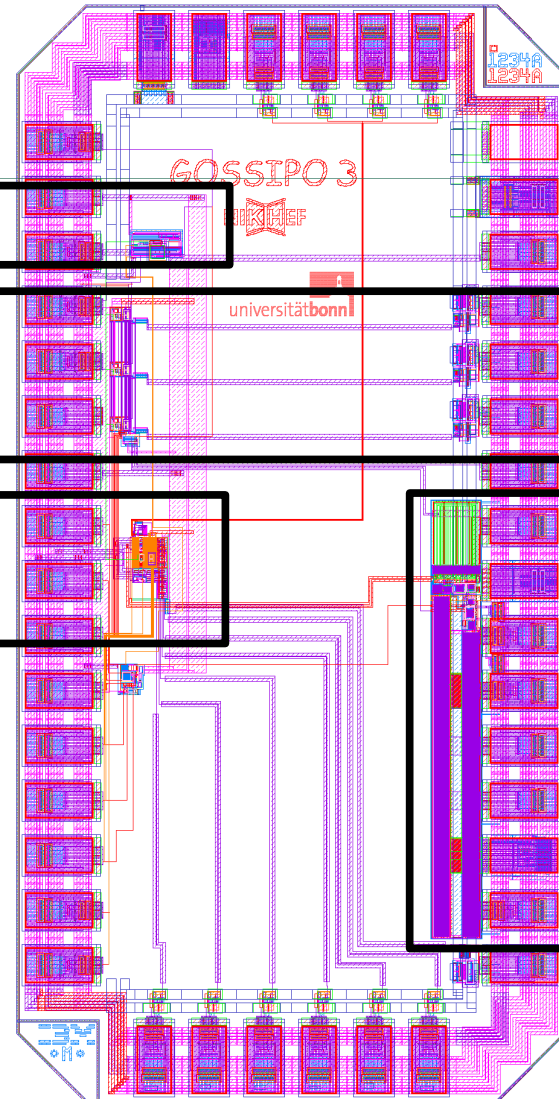
# MPW vom 21.09.09

InGrid Verstärker

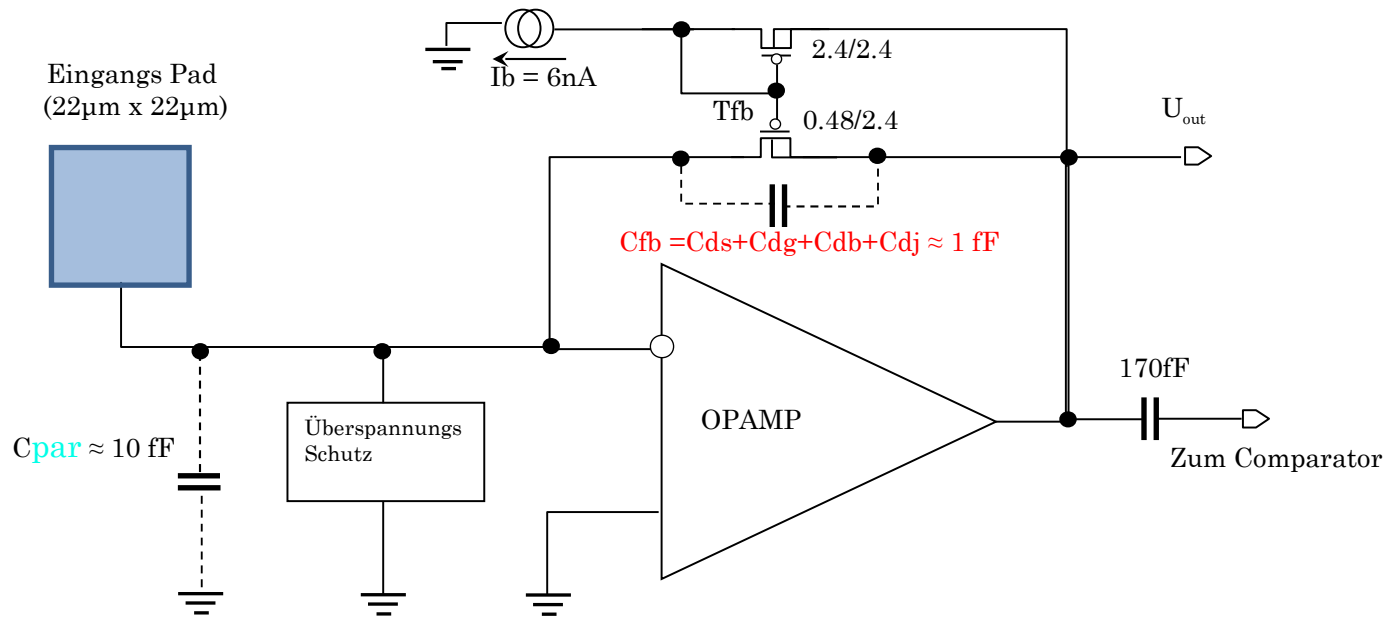
Analoge Signal Kette  
(3x CSA & Comparatoren)

2x vollständige Pixellogik  
(eine mit Analogteil)

LDO (vddd)



# Front-end (CSA)



Geringe parasitäre Eingangskapazität (10fF)

Extrem kleiner Feedback-Kondensator ermöglicht eine große Verstärkung

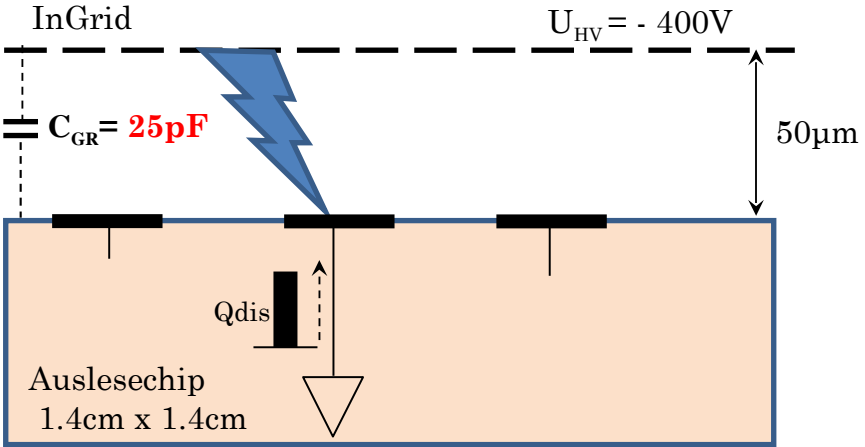
Feedback mit konstantem Strom (1nA)

Geringer Energieverbrauch ( $3\mu\text{W}/\text{ch}$ )

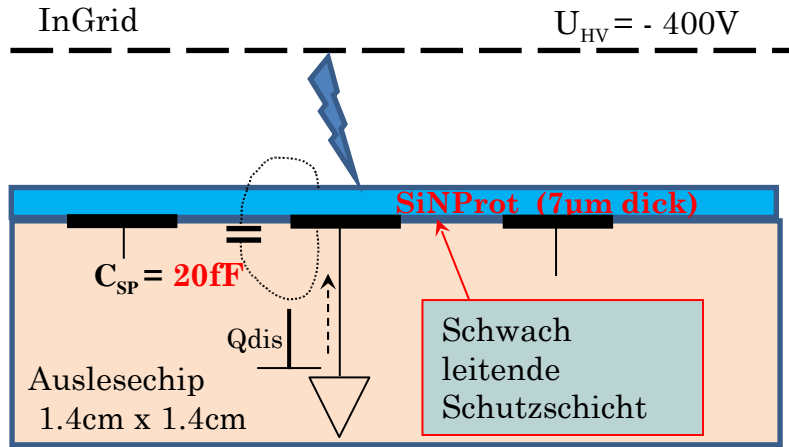
Geringes Rauschen ( $70e^-$ )

# Überspannungsschutz

Ohne SiProt



Mit SiProt



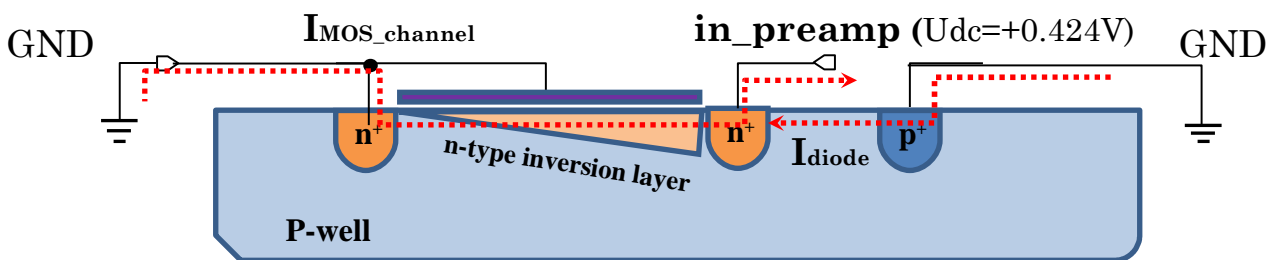
$$Q_{dis} = U_{HV} \cdot C_{GR} = 10\,000pC$$

$$Q_{dis} = U_{HV} \cdot C_{SP} = 8pC$$

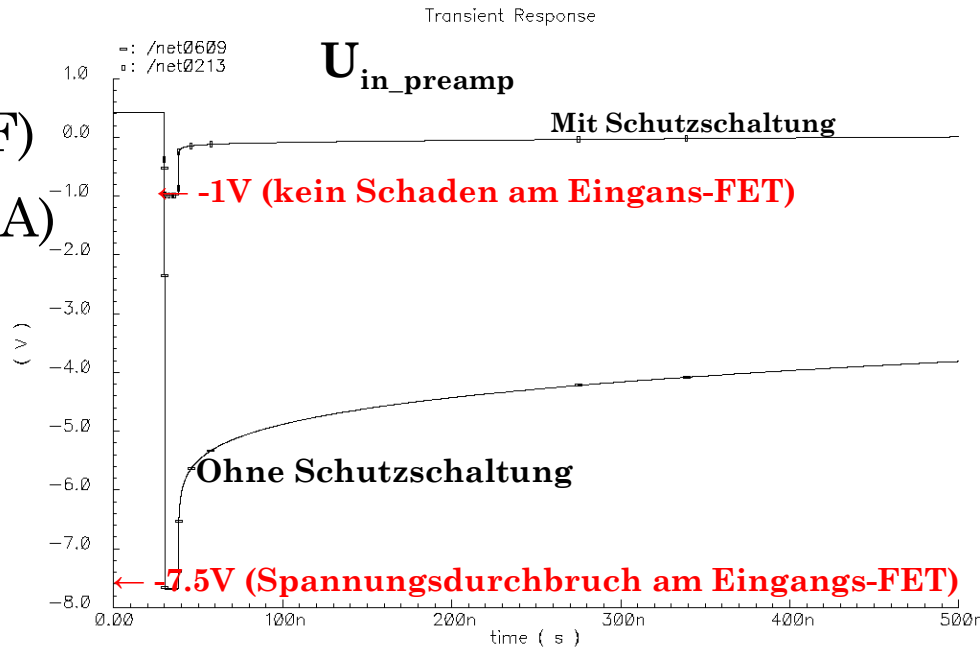
SiProt entschärft eine Entladung

# Schutzschaltung

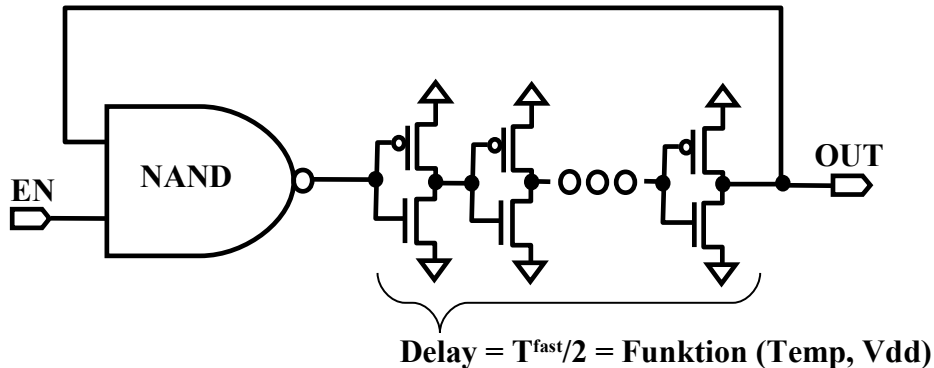
Standard NFET (W=1µm, L=0.24 µm)



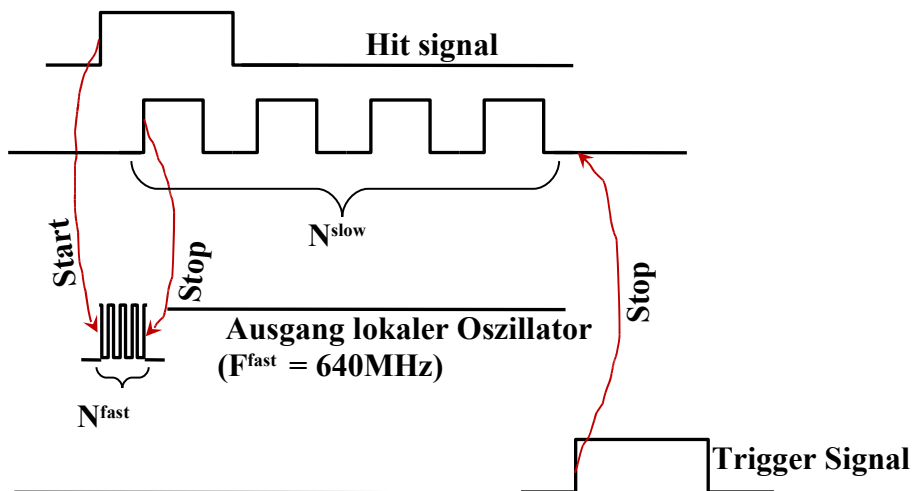
- Kleine Fläche (w=1µm l=0.24µm)
- Minimale parasitäre Kapazität (1.3fF)
- Vernachlässigbarer Leckstrom (250pA)



# TDC mit lokalen Oszillatoren



$$\text{Zeit} = N^{\text{slow}} / F^{\text{slow}} + N^{\text{fast}} / F^{\text{fast}}$$



Kein Takt-Bus mit hoher Frequenz nötig:

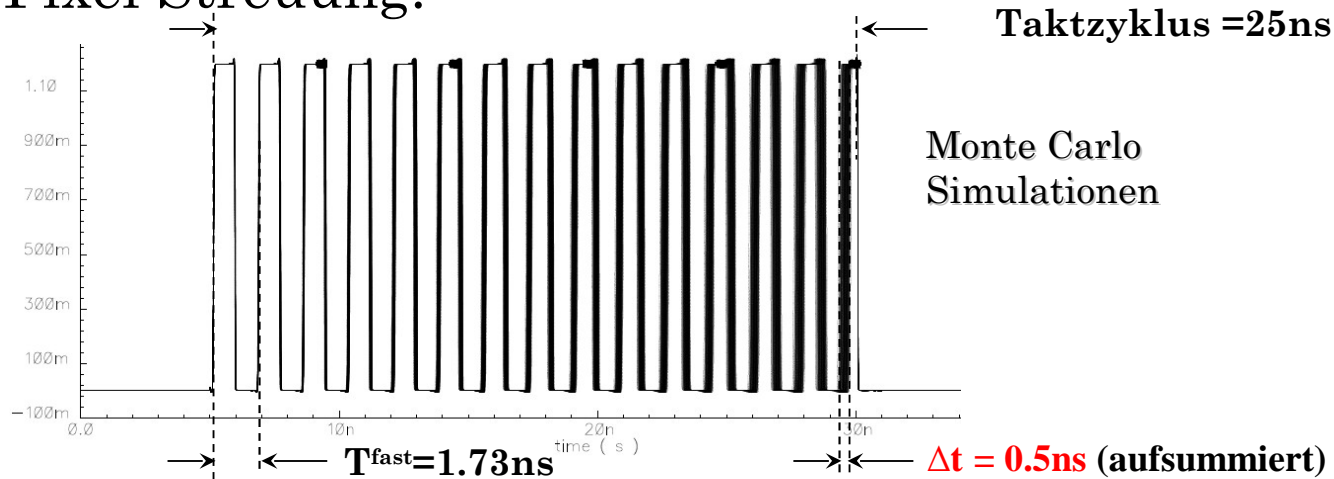
Reduzierter Energieverbrauch (Takt-Buffer schalten seltener; reduzierter Einfluss von parasitären Effekten)

Weniger Übersprechen



# Prozess Variationen

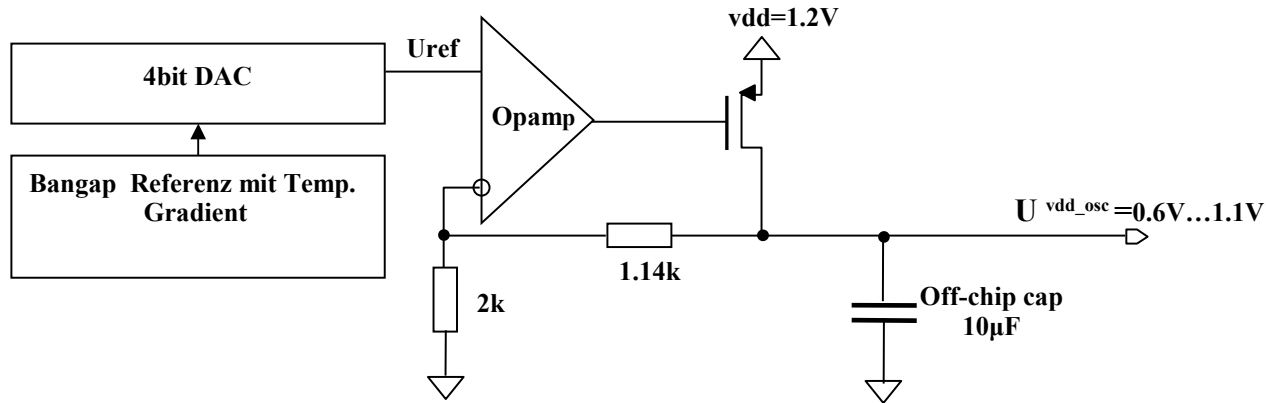
Pixel zu Pixel Streuung:



Variation der Prozessparameter (Wafer zu Wafer Streuung)

vdd_osc	nominal	lower limit	upper limit
0.61 V		1.72 ns	
0.76 V	1.73 ns	1.13 ns	2.26ns
1.1 V			1.72 ns

# Onchip LDO



Freq [MHz]



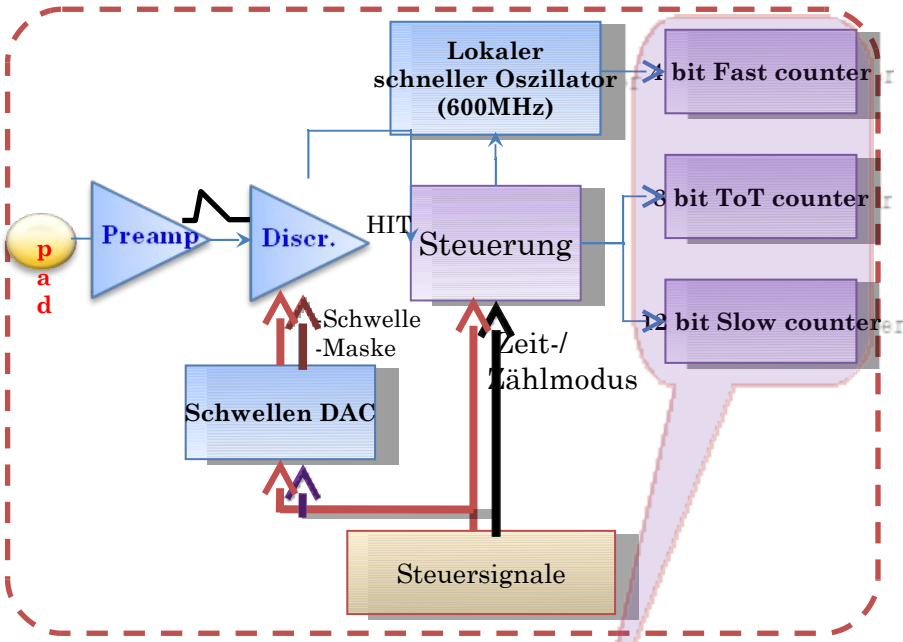
Anpassung der digitalen Versorgungsspannung erlaubt eine Einstellung der Frequenz aller Oszillatoren auf einem Chip

Die Streuung zwischen zwei Wafern wird kompensiert

Die Pixel-Pixel-Streuung ist vernachlässigbar (keine Einstellung pro Pixel nötig)

# Pixel Aufbau

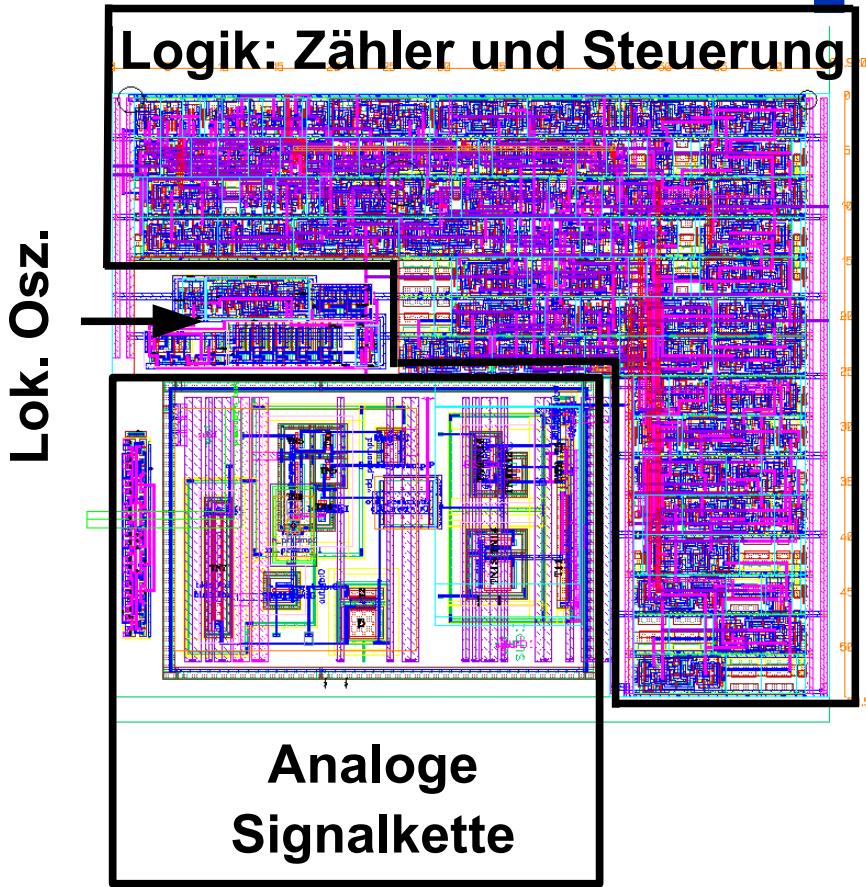
### Blockdiagramm



**Steuersignale**  
 40MHz Taktsignal  
 TRIGGER (gemeinsames Stoppsignal)  
 TOKEN  
 RESET

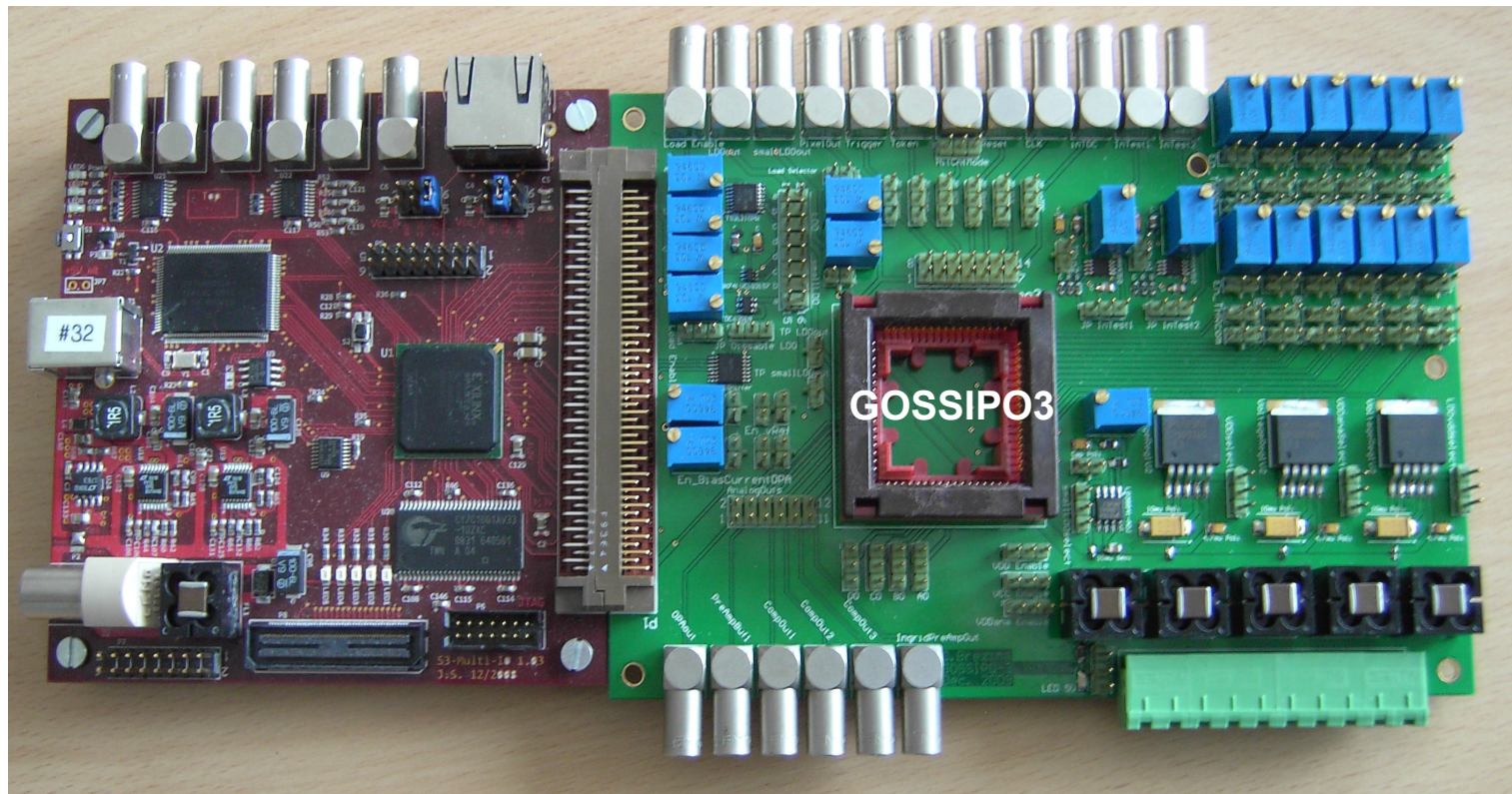
LFSR = Zähler  
 (Datennahme)  
 oder  
 LFSR = Schieberegister  
 (Auslese)

### Layout



# Testsystem

Test der digitalen Funktionen mit einem Spartan3 USB Board  
Tests der analogen Schaltungen auch "stand-alone" möglich



# Zusammenfassung

GOSSIPO-3 ist ein pixelierter Prototypen ASIC zur Auslese von MPGDs

Jedes Pixel verfügt über:

- einen hochauflösenden TDC (1.7ns)

- einen dynamischen Bereich bis 100 $\mu$ s

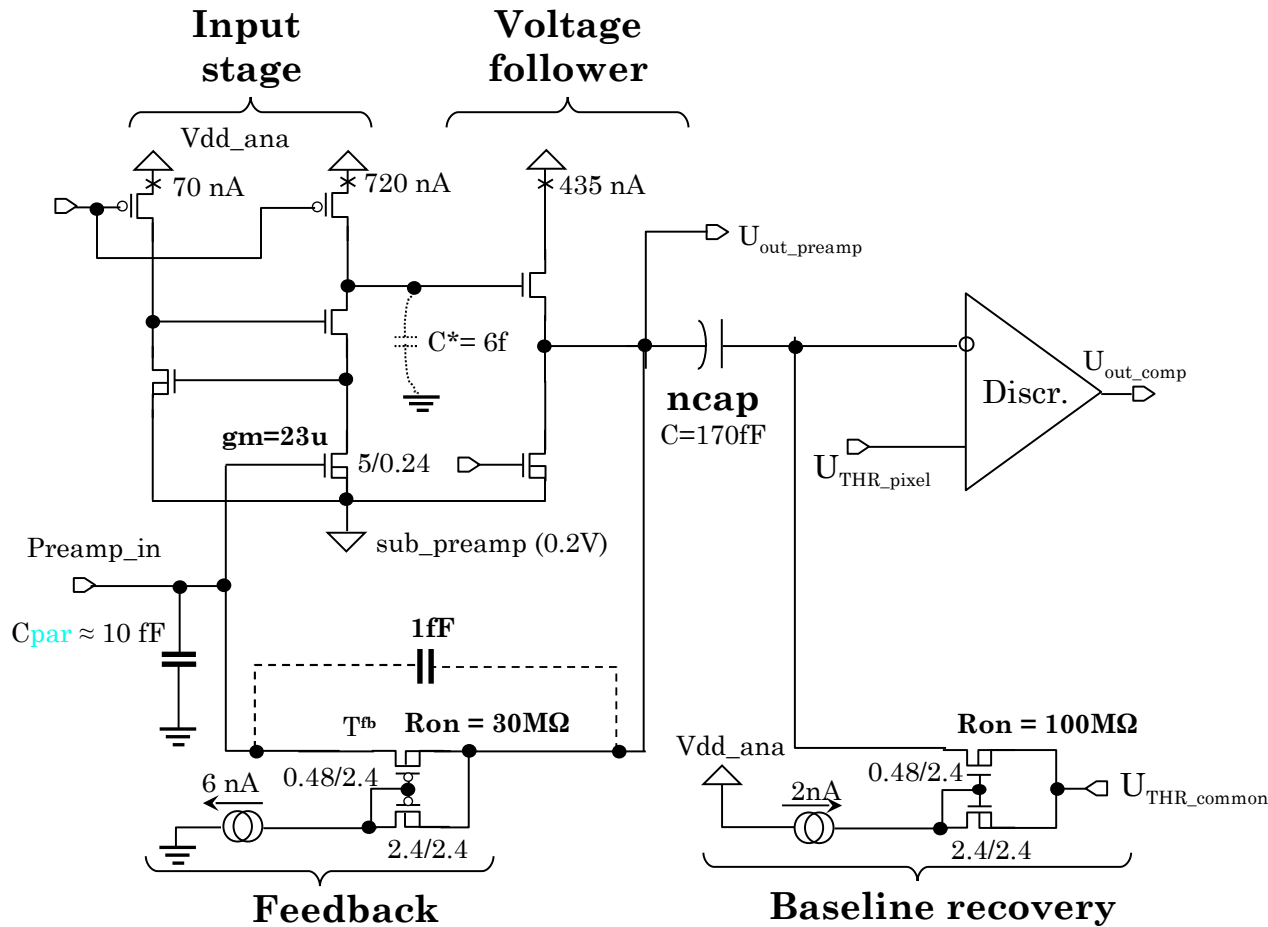
- einen ToT-Zähler

Entwicklung des Chips und der Testumgebung erfolgte in enger Zusammenarbeit zwischen NIKHEF und der Uni Bonn

Lieferung & erste Tests des Prototypen ASIC Anfang März 2010

Die Erkenntnisse fließen in das Design des TimePix2 Chips ein (Medipix Collaboration; u.a.: CERN, NIKHEF, Bonn)

# CSA - Schaltplan



# Pixel Logik

