

Die fensterlose molekulare gasförmige Tritiumquelle des KATRIN-Experiments

Stefanie Mutterer, Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Karlsruhe
für die KATRIN Kollaboration

- **K**arlsruhe **T**ritium **N**eutrinoexperiment (**KATRIN**)
- **W**indowless **G**aseous **T**ritium **S**ource (**WGTS**)
- Der innere Tritiumkreislauf (**Inner Loop**)
- **T**est of **I**nner **L**oop (**TILO**)



bmb+f - Förderschwerpunkt

Astroteilchenphysik

Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung

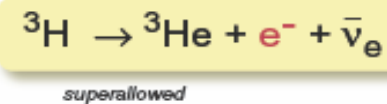
KATRIN

Bestimmung der ν_e -Masse durch Vermessung des Beta-Spektrums des Tritiumzerfalls nahe des kinematischen Endpunkts

Anforderungen:

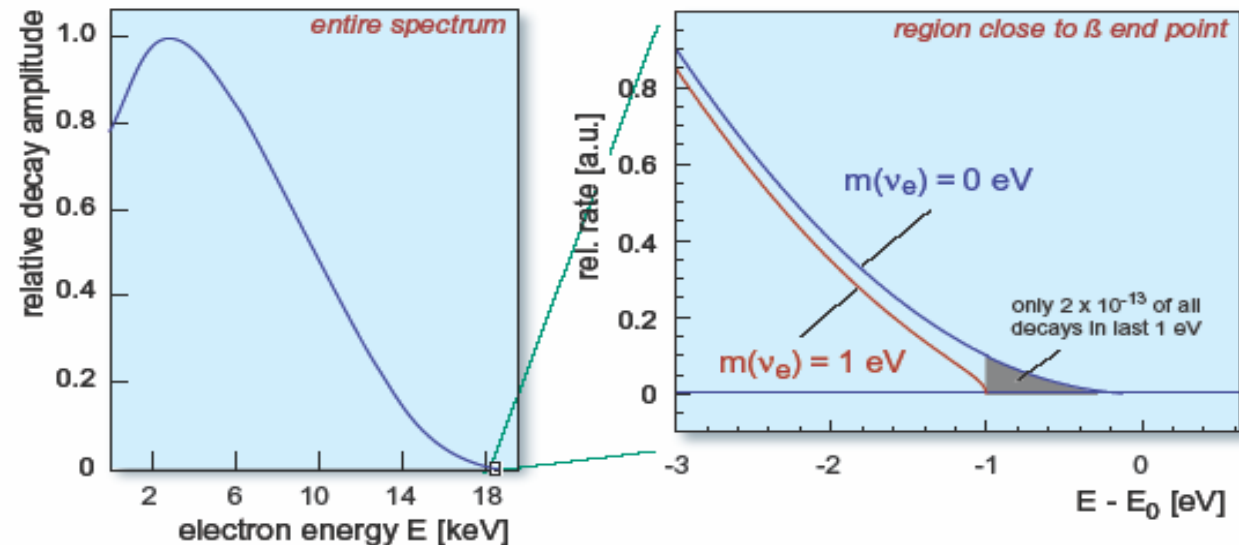
- Niedrige Endpunktsenergie E_0
- Hohe β -Zerfallsrate
 ⇒ **Tritium**
- Starke Quelle
- Hohe Stabilität der Quelle
- Gute Energieauflösung
- Niedriger Untergrund

$$dN/dE \sim (E_0 - E_e) \times \left[(E_0 - E_e)^2 - m_{\nu}^2 \right]^{1/2}$$



half life : $t_{1/2} = 12.32 \text{ a}$

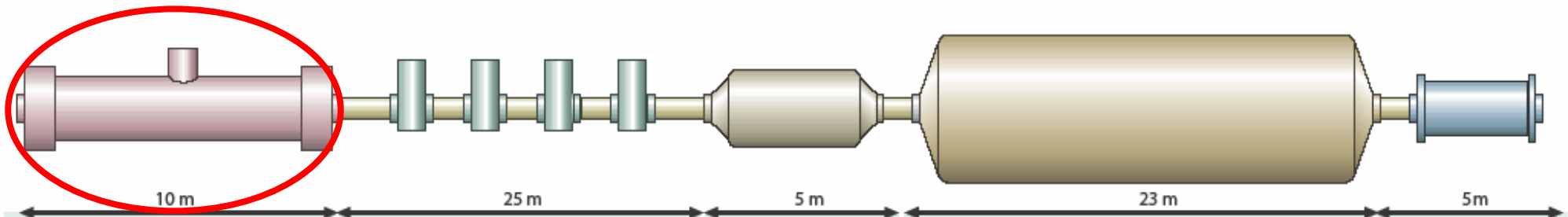
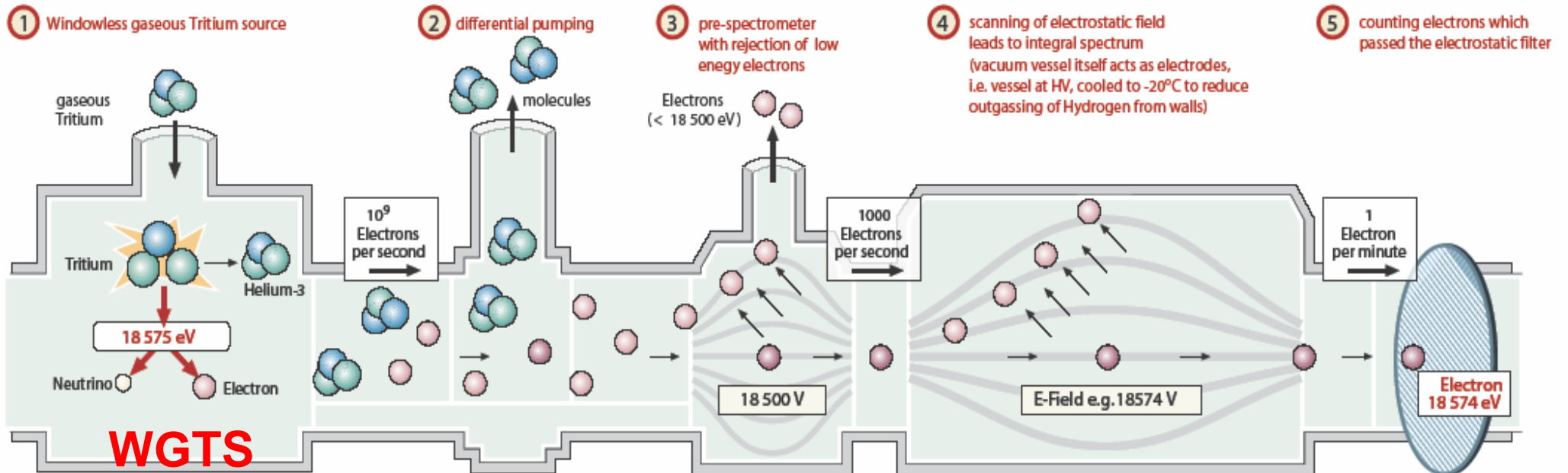
β end point energy : $E_0 = 18.57 \text{ keV}$



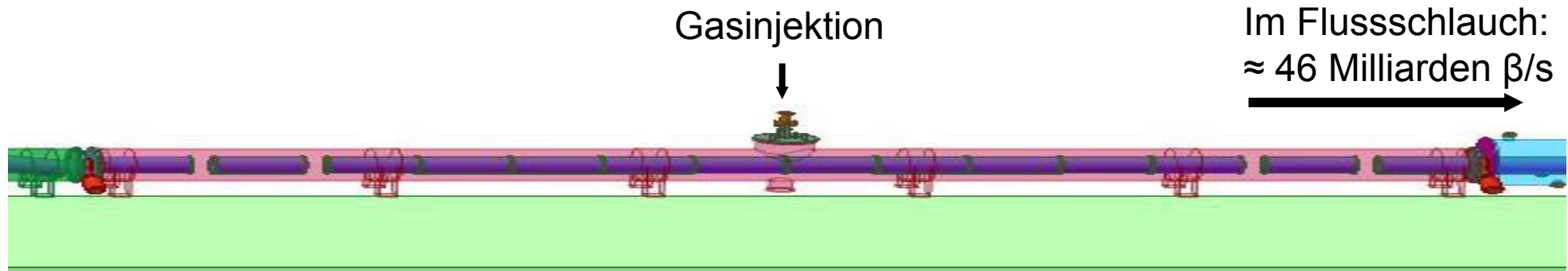
KATRIN

Direkte Messung der Neutrinomasse mit hoher Sensitivität:

$m(\nu_e) = 0.35 \text{ eV} (5\sigma)$
 $m(\nu_e) = 0.30 \text{ eV} (3\sigma)$
 $m(\nu_e) < 0.2 \text{ eV} (90\% \text{ C.L.})$



Windowless Gaseous Tritium Source (WGTS)

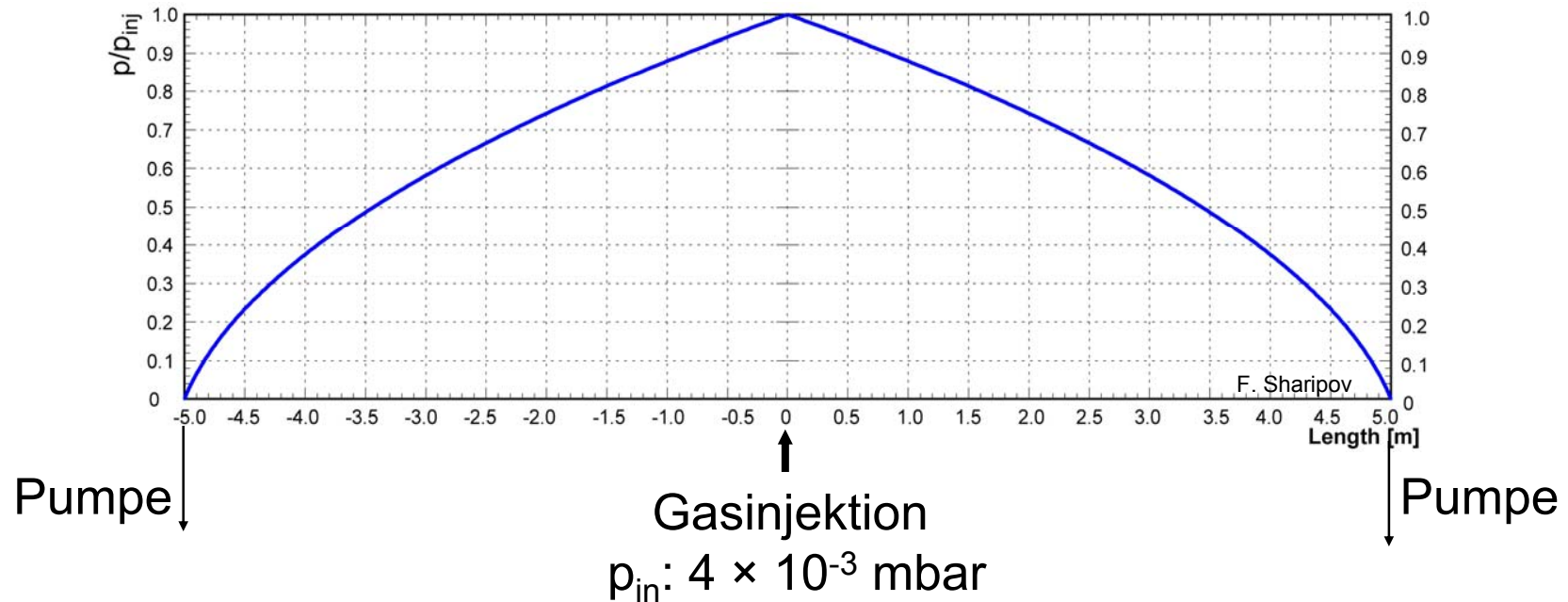


- Fensterloses (d.h. offenes) Rohr
- $L = 10 \text{ m}$, $\varnothing = 90 \text{ mm}$
- $B = 3,6 \text{ T}$ (Transport der β -Elektronen)
- $\Phi_{\text{magn}} = 191 \text{ Tcm}^2$
- $T \approx 27 \text{ K}$ (Kühlmittel flüssiges Neon)



WGTS - Quellencharakteristik

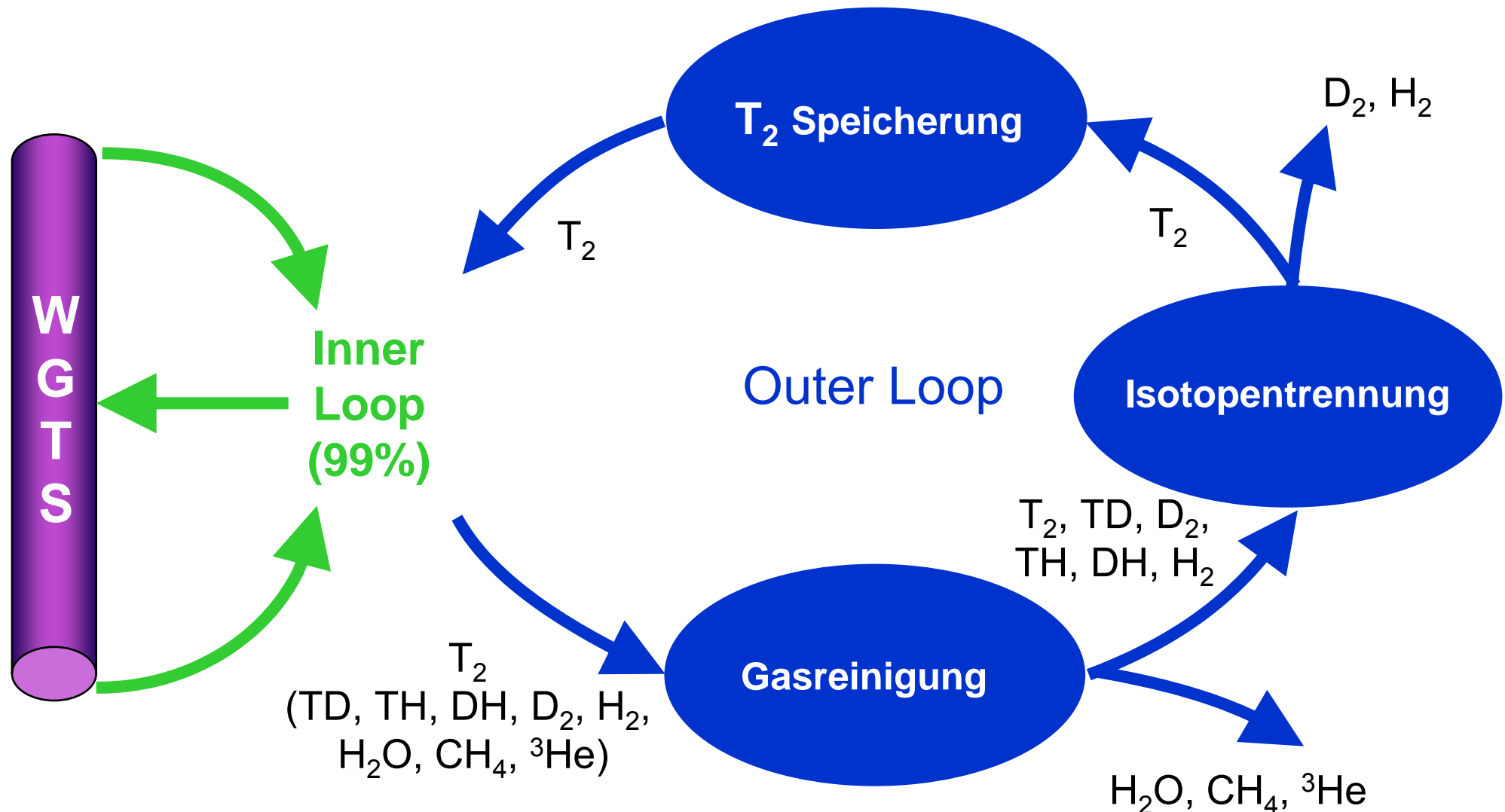
Druckprofil in der Quelle:



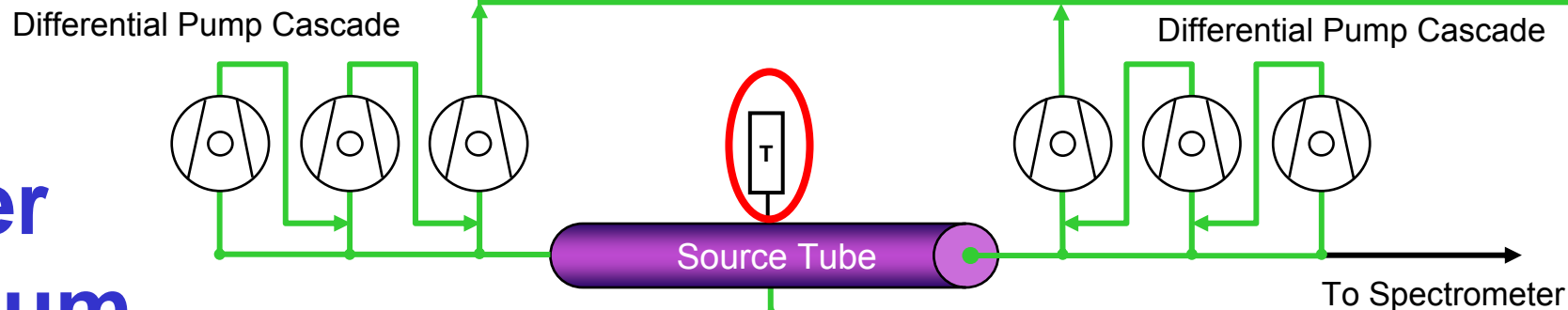
- Quellinhalt: gasförmiges hochreines (>95%) T₂
- Injektionsrate: $\approx 5 \times 10^{19}$ Moleküle/s $\approx 4,7$ Ci/s ≈ 40 g/d
- Säulendichte: $p_d = 5 \times 10^{17}$ Moleküle/cm² (auf 1 ‰ stabil !)

Tritiumkreislauf im Tritiumlabor Karlsruhe (TLK)

60 Tage/Zyklus (3-5 pro Jahr) mit sehr hohem Tritiumdurchsatz:



Inner Tritium Loop

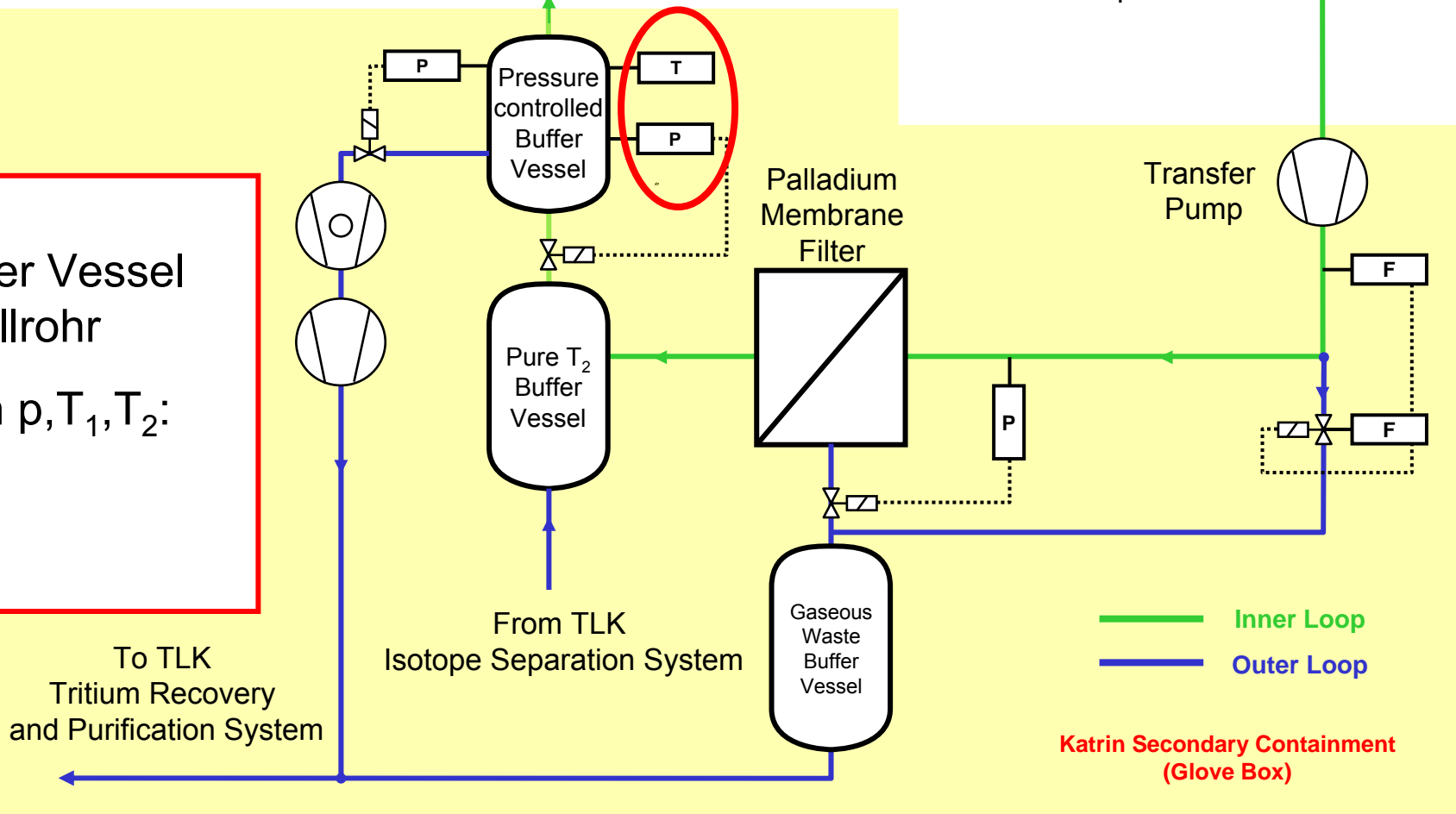


Regelgrößen:

- p, T am Buffer Vessel
- T am Quellrohr

pd abhängig von p, T₁, T₂:

- $\Delta p_d / p_d < 1 \text{ ‰}$
- $\Delta T / T < 1 \text{ ‰}$
- $\Delta p / p < 1 \text{ ‰}$



Katrin Secondary Containment
(Glove Box)

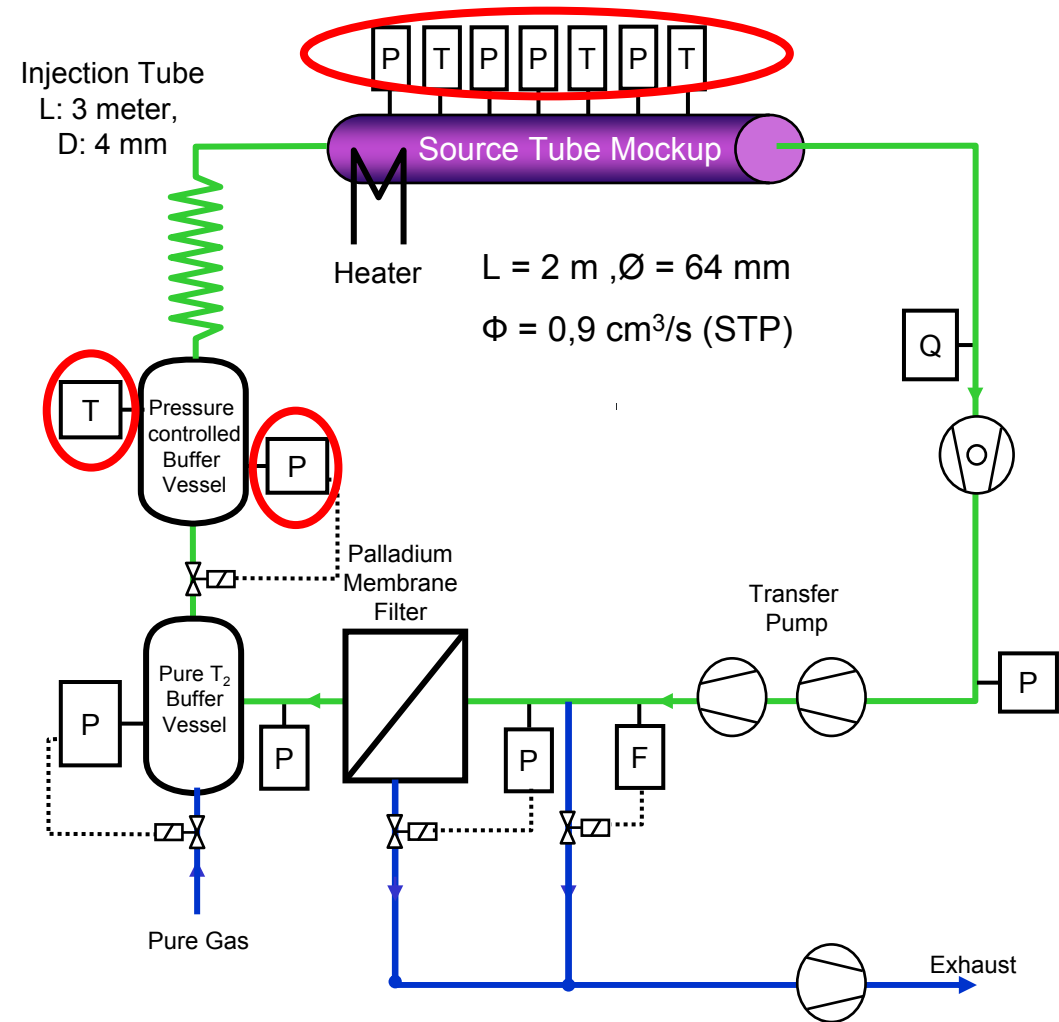
Test of Inner Loop (TILO)

● Ziel:

- Demonstration der Regelung
- Experimentelle Überprüfung der molekularkinetischen Simulation
- Untersuchung systematischer Fehlerquellen

● Aufbau:

- Betrieb mit D_2 und H_2
- Raumtemperatur
- Kleinere Geometrie, aber gleicher Durchsatz



Zusammenfassung

- Fensterlose Quelle (WGTS):
 - hohe Intensität ($4,6 \times 10^{10} \beta/s$)
 - hohe Reinheit ($> 95\%$)
 - hohe Stabilität ($< 1\text{‰}$)
- Tritiumkreislauf im TLK
- $\Delta p_d / p_d < 1\text{‰}$
→ TILO



Tritiumlabor Karlsruhe (TLK)

Ausblick:

- Aufbau und Inbetriebnahme TILO in 2004
- Spezifikation und Bestellung WGTS in 2004
- Aufbau des Inner Loops ab 2005
- Inbetriebnahme der WGTS ab 2006