Aufgabenblatt 3
Donnerstag $14^{15} - 15^{45}$

Sascha Reinhardt
Marco Wilzbach
Björn Schneider

31. Juli 2000

1 Aufgabe 1

$\beta = 1$, da die kin. Energie deutlöich grösser als die Ruhemasse ist. Es wird der niedrigste Impuls verwendet, da dieser das grösste σ hervorruft.

$$\sigma_0 = \frac{0,02GeV}{pc} 1 \sqrt{\frac{L}{X_0}} \quad (1)$$

$$\Rightarrow X_0 = 4 \cdot 10^{-4} L \frac{GeV^2}{\sigma_0^2 p^2 c^2} \quad (2)$$

$$\sigma_0 = 0,001 \quad (3)$$

$$L = 1m \quad (4)$$

$$\Rightarrow X_0 = 2,88 \cdot 10^{10} m$$

Die Dichte des Gases (Luft) ist somit:

$$\rho = \frac{X_{0s}}{X_0} \quad (5)$$

$$X_{0s} = 36,7 \frac{g}{cm^2} \quad (6)$$

$$\Rightarrow \rho = 1,27 \cdot 10^{-8} \frac{g}{l}$$

Die Dichte und der Druck sind einanderproportional:

$$\frac{p}{p_0} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad (7)$$

$$\Rightarrow p = \frac{\rho}{\rho_1} p_0 \quad (8)$$

$$\rho_1 = 1,21 \frac{g}{l} \quad (9)$$

$$p_0 = 1bar \quad (10)$$

$$\Rightarrow p = 1,1 \cdot 10^{-8} bar$$

2 Aufgabe 2

2.1 a

Der Radius ist gegeben (frühere Aufgabe):

$$r = \frac{p}{qB} \tag{11}$$

Der Winkel $\theta/2$ lässt sich bestimmen durch

$$\frac{\theta}{2} = sin(L/(2r)) \approx L/(2r), \text{ da L} \ll \text{ r} \tag{12}$$

Somit ist die Höhe s des Kreisabschnitts:

$$\begin{aligned} s &= r - r\cos(\theta/2) && (13) \\ &\approx r(1 - (1 - 1/2 \cdot L^2/(4r^2)) && (14) \\ &= \frac{1}{8}\frac{L^2}{r} && (15) \\ &= \frac{1}{8}L^2\frac{qB}{p}, \text{ r eingesetzt} && (16) \end{aligned}$$

Verknüpfung mit dem Ablenkwinkel. Steigung des einfallenden Teilchen (ist gleich der Steigung des Kreises an der Stelle $-L/2$, die Steigung an der Stelle $L/2$ hat denselben Betrag, aber ein anderes Vorzeichen).

$$\begin{aligned} y &= \sqrt{r^2 - x^2} && (17) \\ &\approx r - \frac{1}{2r}x^2 && (18) \\ \Rightarrow \frac{dy}{dx} &\approx -\frac{x}{r} && (19) \end{aligned}$$

Die einfallende Gerade und eine Horizontale schliessen einen Winkel α ein (an der Stelle $-L/2$):

$$\tan(\alpha) \approx \alpha = \frac{L}{2r} \tag{20}$$

Der Ablenkwinkel ist somit:

$$\begin{aligned} \Omega &= \pi - 2(\pi/2 - L/(2r)) && (21) \\ \Rightarrow \Omega &= \frac{L}{r} && (22) \end{aligned}$$

Setzen die letzte Beziehing in (15) ein:

$$s = \frac{1}{8}L\Omega \tag{23}$$

2.2 b

s lässt sich auch berechnen durch:

$$s = y_B - \frac{y_A + y_C}{2} \tag{24}$$

$$y_i = \text{y-Position von Punkt i=A,B,C} \tag{25}$$

$$\Rightarrow ds = \sqrt{\frac{3}{2}\sigma_y^2} \tag{26}$$

Nehemen die Beziehung zwischen s und r (für r wird gleich die Ausgangsgleichung verwendt):

$$s = \frac{1}{8}L^2\frac{qB}{p} \tag{27}$$

$$\Rightarrow p = \frac{qBL^2}{8s} \tag{28}$$

$$\Rightarrow dp = \frac{qBL^2}{8s^2}ds \tag{29}$$

$$\Rightarrow \frac{dp}{p} = \frac{ds}{s} \tag{30}$$

Einsetzen der Werte ($p = 1GeV/c, L = 1m, B = 1T, \sigma_y = 200\mu m, q = 1$(für einfach geladene Teilchen)):

$$s = 3,755cm$$

$$ds = 0,028cm$$

$$\Rightarrow \frac{ds}{s} = \frac{dp}{p} = 6,5 \cdot 10^{-3}$$

3 Aufgabe 3

Die Geschwindigkeit der Teilchen ist gegeben durch:

$$p = \gamma m v \tag{31}$$

$$\Rightarrow v = \frac{cp}{\sqrt{p^2 + m^2 c^2}} \tag{32}$$

Flugzeit für die Länge $L = 1m$:

$$t = \frac{L}{v} \tag{33}$$

Zeitdifferenz für Teilchen m_1/m_2:

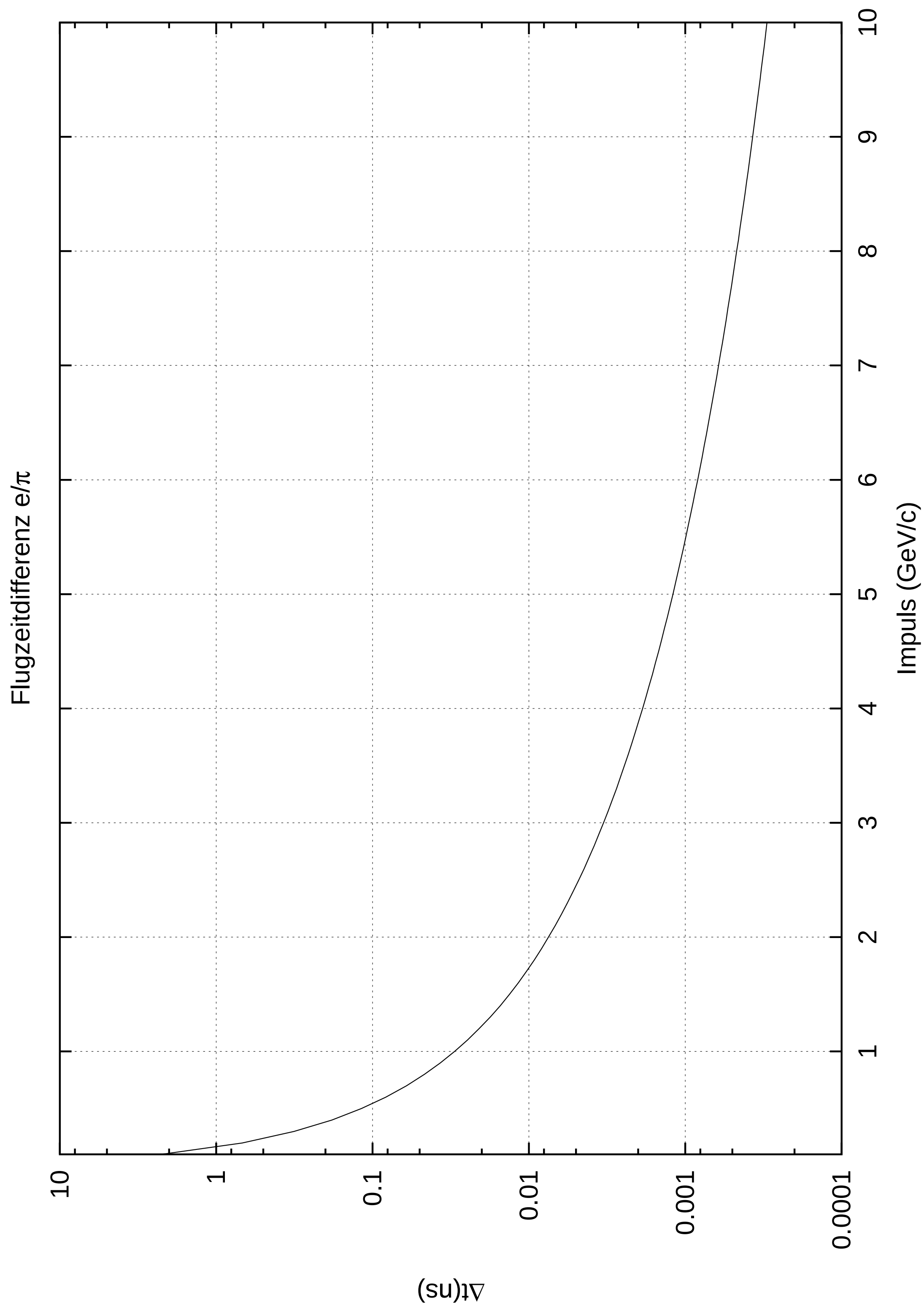
$$\Delta t = |t_1 - t_2| \tag{34}$$

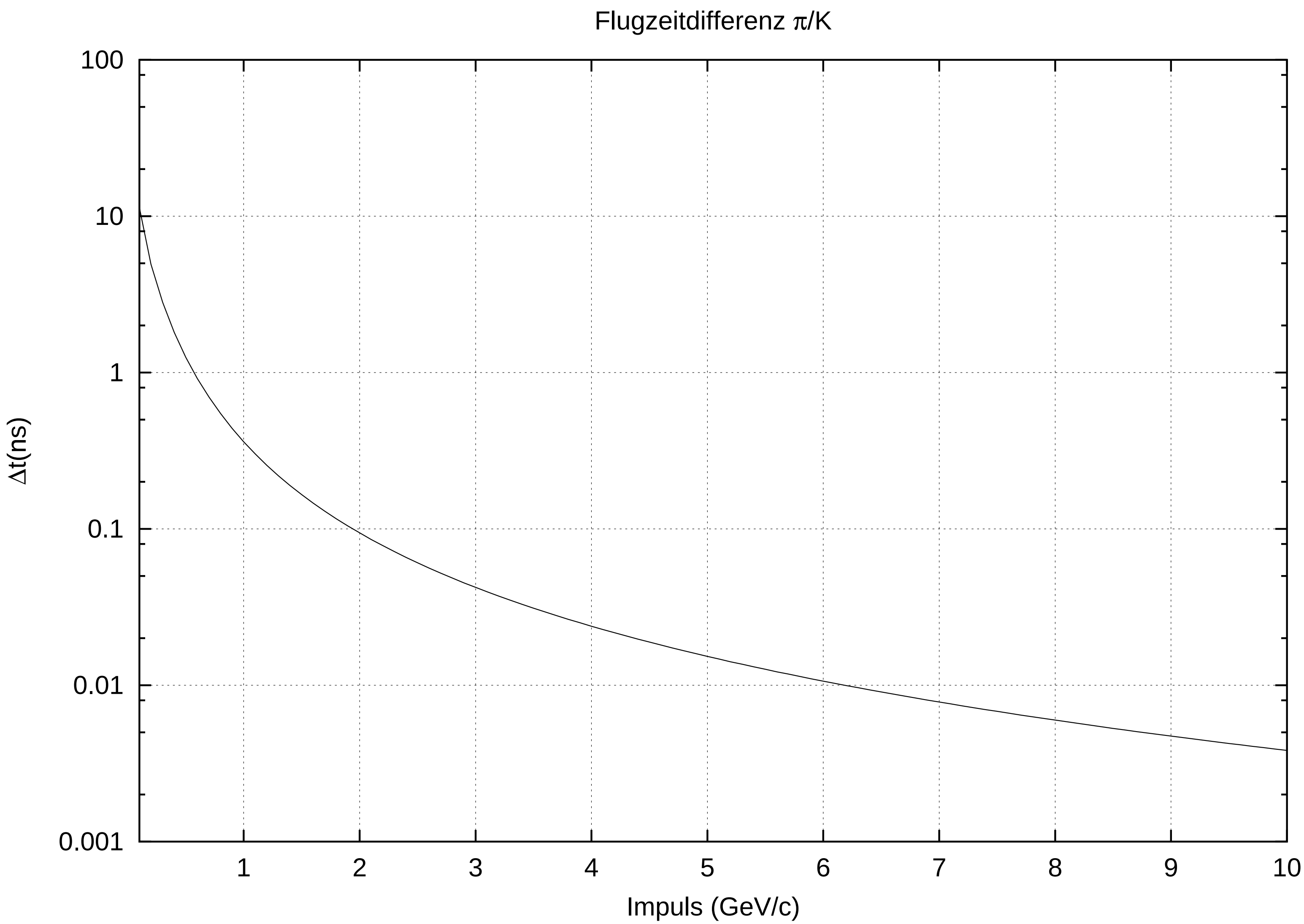
$$= \left| L \left(\frac{\sqrt{p^2 + m_1^2 c^2} - \sqrt{p^2 + m_2^2 c^2}}{cp} \right) \right| \tag{35}$$

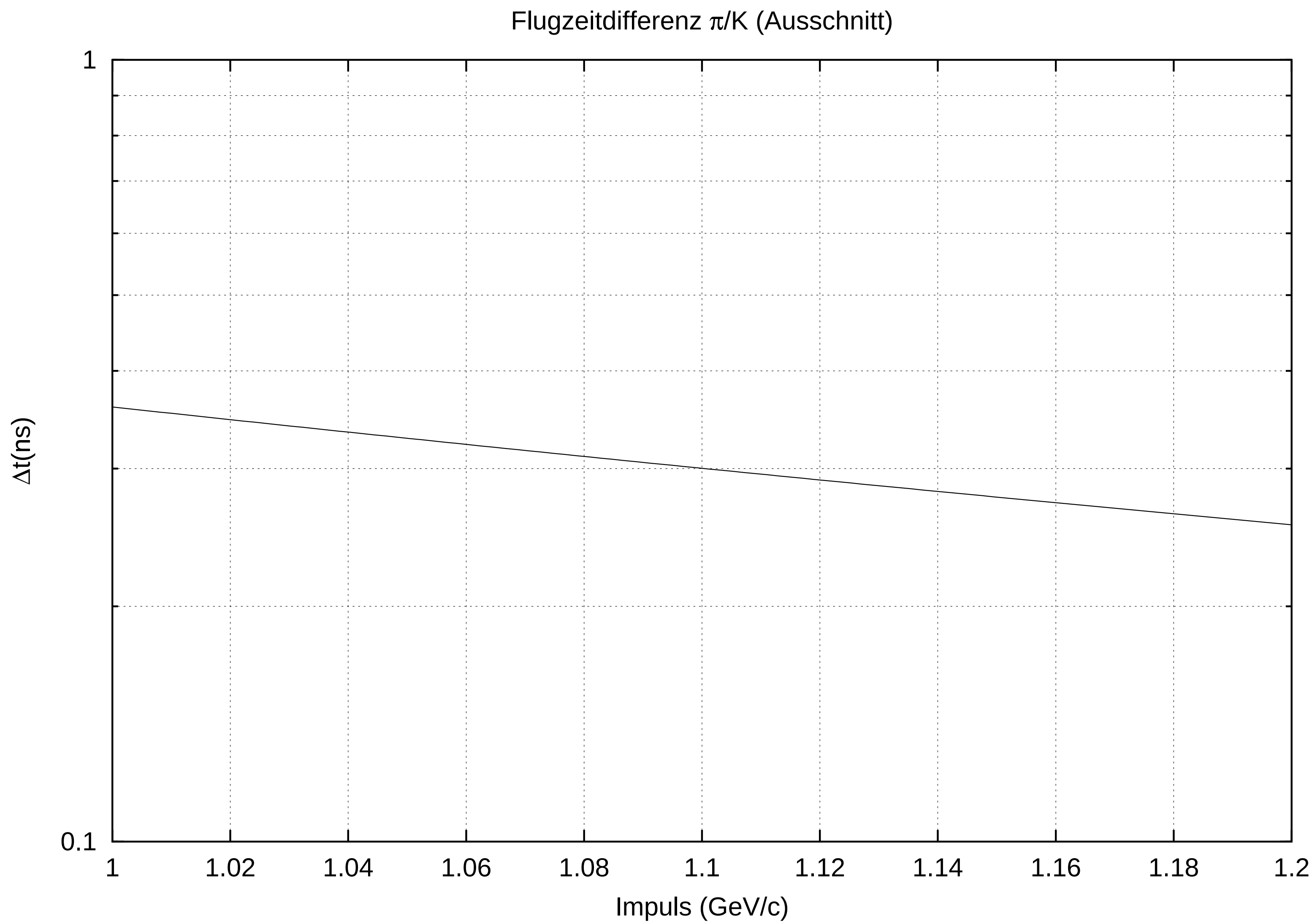
Massen der Teilchen:

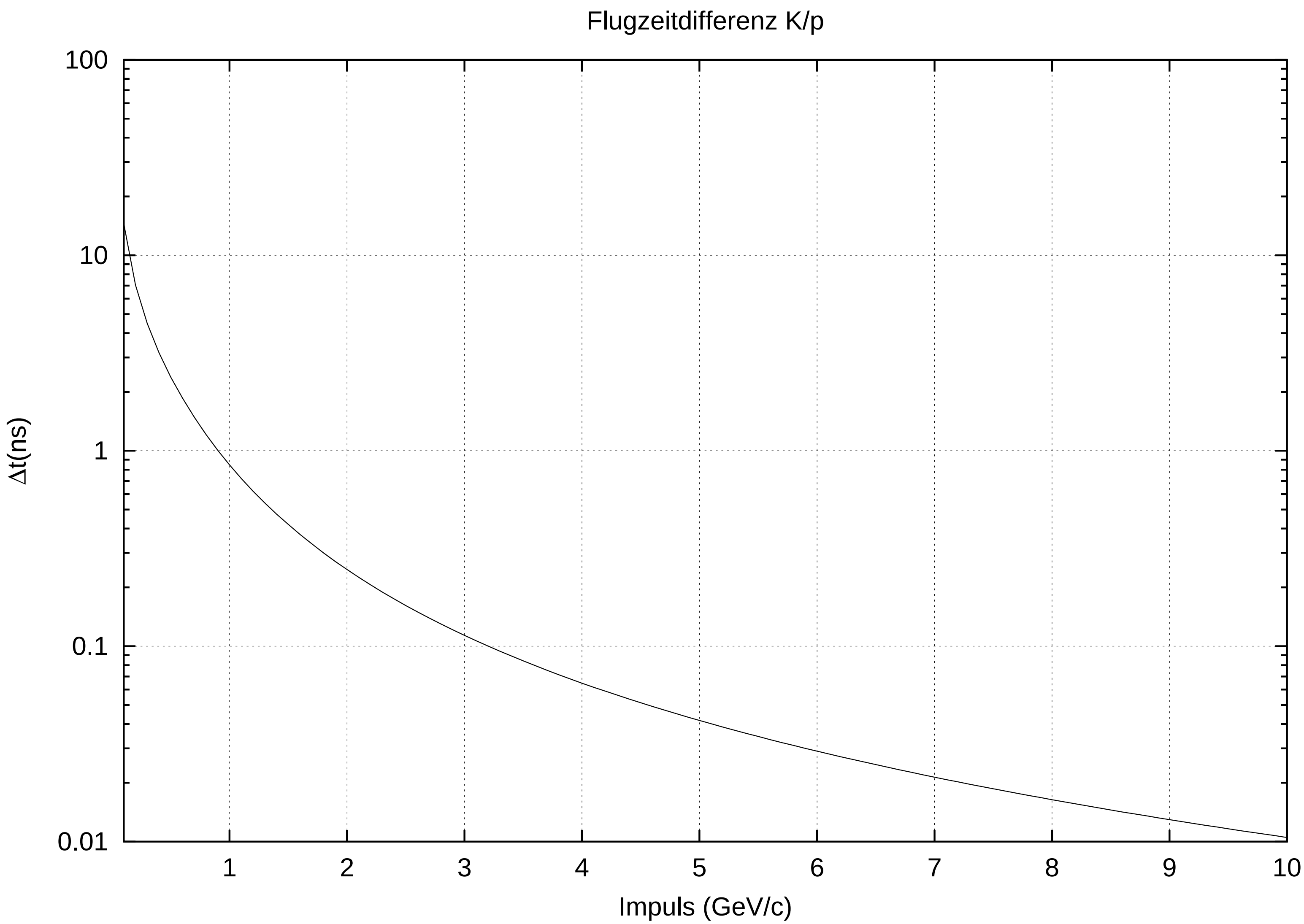
$$\begin{aligned} m_e &= 0,510 MeV/c^2 \\ m_\pi &= 135 MeV/c^2 \\ m_d &= 1875,6 MeV/c^2 \\ m_p &= 938 MeV/c^2 \\ m_K &= 497,7 MeV/c^2 \end{aligned}$$

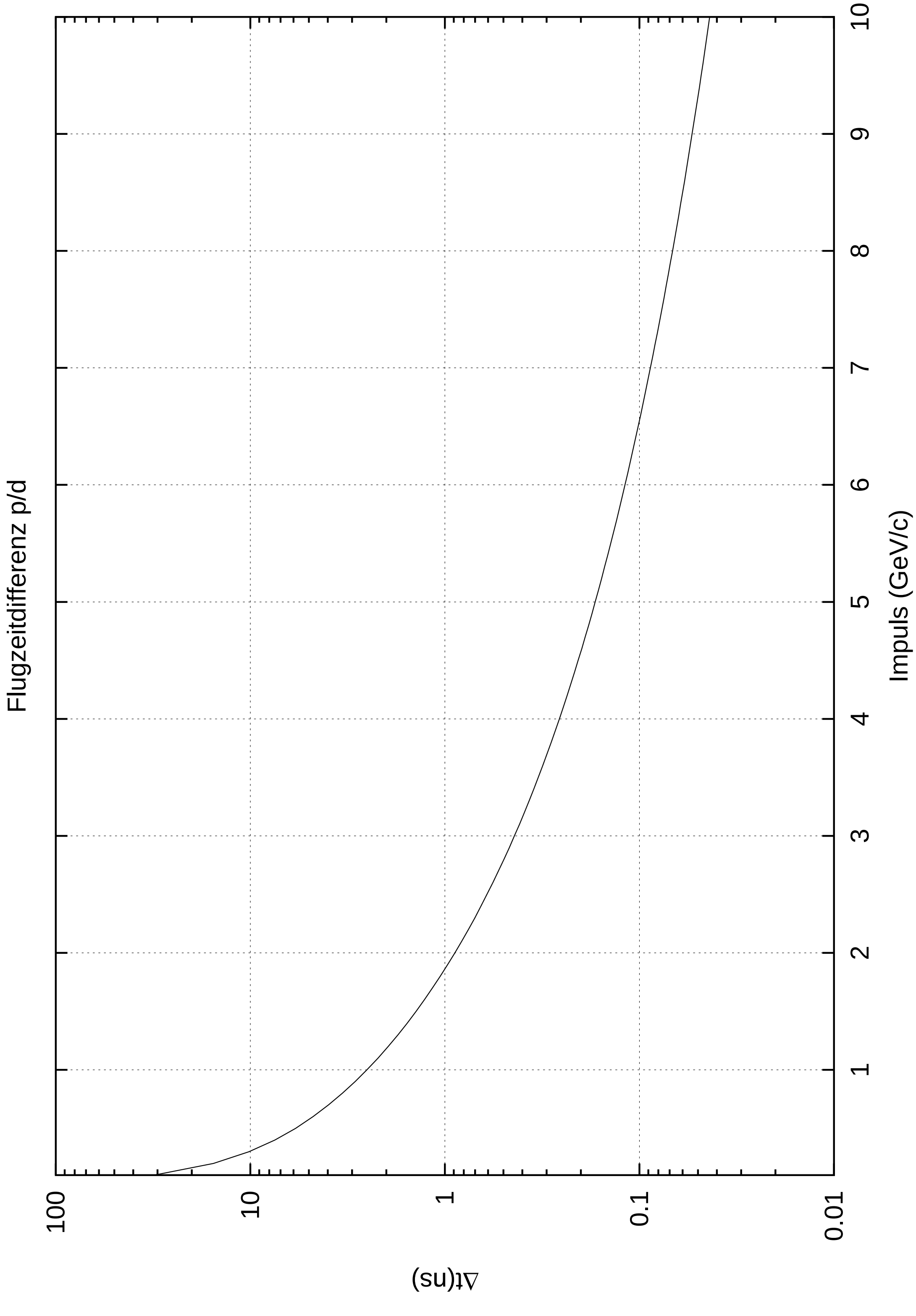
Aus dem Diagramm kann abgelesen werden, das bis zu einem Impuls von 1,1GeV/c können π/K getrennt werden.


Flugzeitdifferenz e/π
Δt(ns)
10
1
0.1
0.01
0.001
0.0001
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Impuls (GeV/c)


Flugzeitdifferenz π/K
Δt(ns)
100
10
1
0.1
0.01
0.001
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Impuls (GeV/c)


Flugzeitdifferenz π/K (Ausschnitt)
1
0.1
Δt(ns)
1
1.02
1.04
1.06
1.08
1.1
1.12
1.14
1.16
1.18
1.2
Impuls (GeV/c)


Flugzeitdifferenz K/p
Δt(ns)
100
10
1
0.1
0.01
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Impuls (GeV/c)


Flugzeitdifferenz p/d
Impuls (GeV/c)
Δt(ns)
100
10
1
0.1
0.01
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10