



7.4 Beschreibung von schwarzen Löchern

Der Feldradius besitzt u.a. die Eigenschaft, dass kein Photon bei Erreichen dieses Feldradius mehr entweichen kann. Im Teilchenmodell wird der Feldradius als sehr kleine Größe ermittelt. Schwarze Löcher (SL) hingegen besitzen einen besonders großen Feldradius R_{SL} , indem kein Photon entkommen kann. Dieser wird auch Ereignishorizont genannt. Der Ereignishorizont beginnt für ein Objekt erst dann nach außen zu wirken, wenn sein Feldradius größer als seine eigene Wellenlänge ist. Es soll dieser Schnittpunkt zwischen Feldradius und Wellenlänge gezeigt sowie eine Teilchenstruktur dargestellt werden, die genau diese Eigenschaften besitzt. Ein Indiz gibt das **Kapitel 7.1** mit dem Zustand des Universums am Ort $dM(\alpha \rightarrow 0^\circ)$. Das ist der Ort, wo ein Photon in der Lage wäre, ein Feldradius zu erzeugen, indem seine eigene Wellenlänge gerade noch selbst einen Volumenraum einnimmt, um darin zu schwingen. Damit wäre ein Teilchen gefunden, deren Wellenlänge so klein wie möglich ist, aber noch in der Raumzeit des Universums existiert.

Diesen Zustand soll die **Abbildung 7.5** illustrieren.

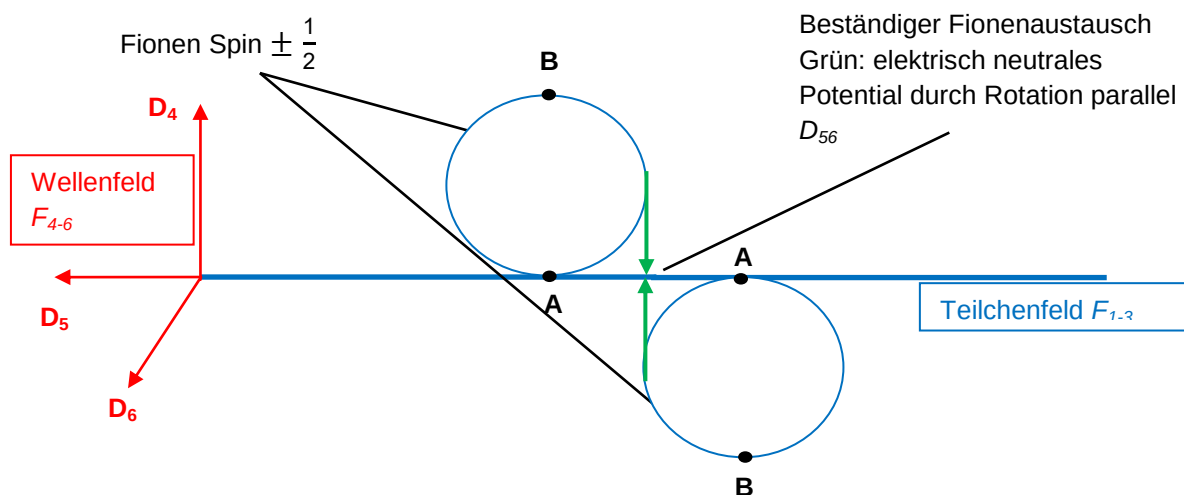


Abbildung 7.5: Schwarzes Loch im Wellenfeld F_{4-6} , Ausformung parallel zu D_{56}

Das schwarze Loch könnte aus einem überlagerten Fionenpaar bestehen, welches sich nahe parallel zur Dimensionsebene D_{45} ausformt. Beide Teilimpulse mit $\text{Spin} = \pm 1 = \pm \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \neq 0 \neq 2$ stehen sich so nahe beieinander, dass sich ihre entgegengesetzten elektrischen Potentiale in Summe aufheben, aber auch ihre Annihilation verhindern. Dieser Zustand erklärt den neutral geladenen Grundzustand und den Drehimpuls als makroskopisches Objekt.

Diese Darstellung besitzt die einfachste 1:1-Kopplung zwischen dem Teilchenfeld und Wellenfeld, welche nicht durch die Komplexität wie bei größeren Teilchen nachteilig beeinträchtigt wird. Dieses Fionenpaar soll folgend als **Schwarzes-Loch-Photon** bezeichnet werden.



Größtes Gravitationspotential eines schwarzen Loches:

$$F_{SL} = \frac{G M m}{r_{SL}^2} \sin(\alpha) \quad \text{maximales Gravitationspotential liegt bei } 90^\circ \text{ am Äquator}$$

Das geringste Gravitationspotential liegt bei 0° zur Drehachse.

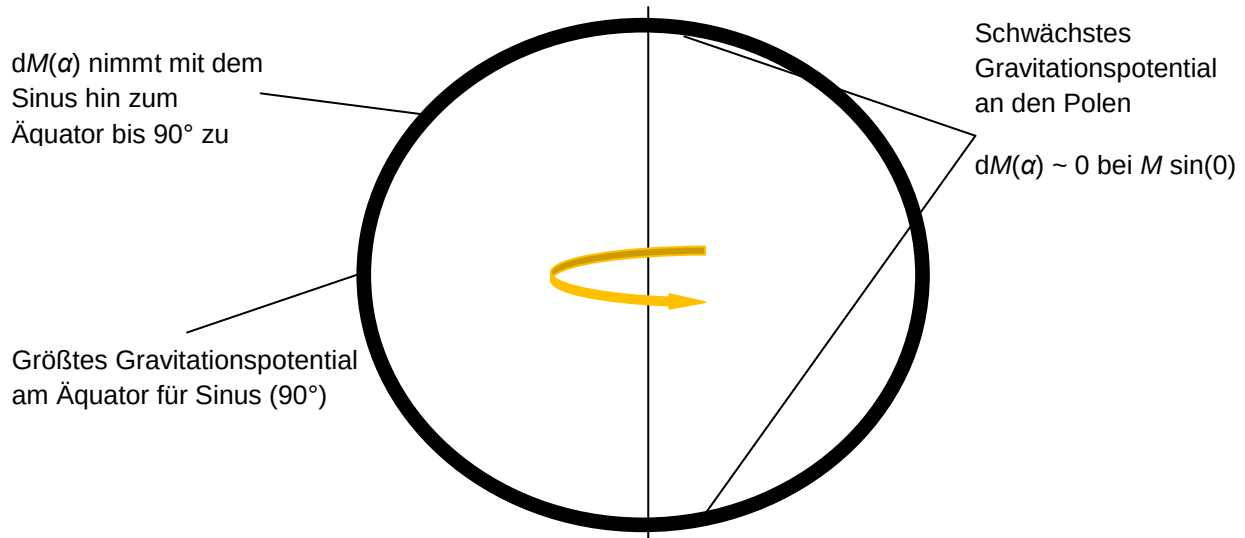


Abbildung 7.6: Gravitationspotential entlang der Oberfläche seines Kugelsektors im Teilchenfeld F_{1-3}

Drehimpuls bleibt erhalten.

Die Trägheitskraft des Photons ist orthogonal zur Drehachse am geringsten. Dort werden Photonen aufgenommen und auf die Wellenlänge des Schwarzen-Loch-Photons angepasst.

Die Trägheitskraft des Photons parallel zur Drehachse ist am größten. Dort ist die Trägheitskraft gleich groß der Gravitationskraft. Die Wellenlängen von Photonen werden zwar manipuliert, aber erreichen nicht die Größe des Schwarzen-Loch-Photons.

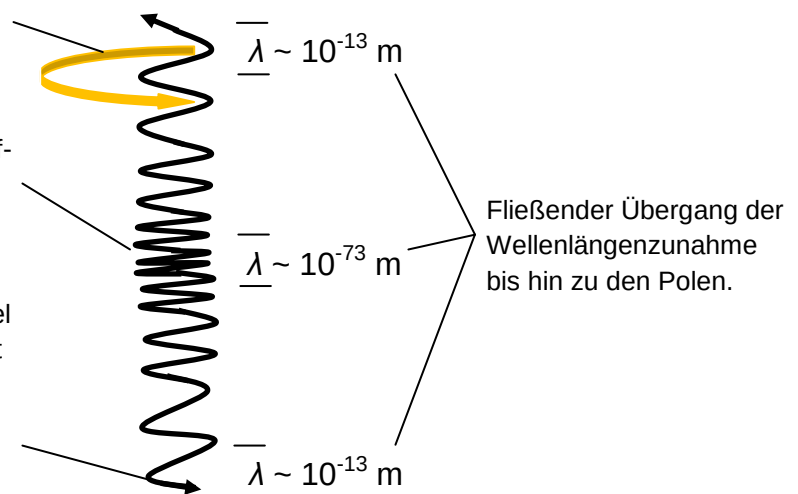


Abbildung 7.7: Verhalten von aufgenommenen Photonen entlang des Kugelsektors eines Schwarzen-Loches

Ein schwarzes Loch ist ein Extremfall. Sein Ereignishorizont ist sein Feldradius, indem Photonen nicht mehr entkommen können. Außerhalb des Feldradius ist eine Korona aus Photonen zu erkennen, die parallel zur Drehachse am größten erscheint. Gemäß der Sinus-Funktion wird entlang einer Hohlkugel mechanisch beschrieben, wie die Trägheitskraft eines Objektes einer äußeren Gravitationskraft entgegenwirkt.



Orthogonal zur Drehachse ist die Trägheitskraft am geringsten, während diese hin zu den Polen weiter zunimmt, bis Photonen exakt am Ort der Drehachse nicht mehr angezogen werden können. Dort können energiereiche Photonen entstehen, die bereits begonnen haben, ihre Wellenlänge auf das schwarze Loch einzustellen. Die thermische Strahlung oder Gamma-Bursts können möglicherweise über solch einen Prozess entstehen.

Ein Rechenbeispiel:

Berechnung des Ereignishorizonts eines Schwarzen-Loch-Photons:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2}; M_{SL} = 5 \text{ mal Sonnenmasse} = 10^{31} \text{ kg}; c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$r_{SL} = \frac{G M_{SL}}{c^2} = \underline{7421,5 \text{ m}} \quad (7.24)$$

$$\text{Alternativ mit: } \frac{M_{Obj}}{r_{Obj}} = 1,34746 \cdot 10^{27} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \rightarrow \text{Masseraumkonstante (2.26)}$$

$$r_{SL} = \frac{10^{31} \text{ kg}}{1,34746 \cdot 10^{27} \frac{\text{kg}}{\text{m}}} = 7421,5 \text{ m} \quad (7.25)$$

Berechnung Gravitationswirkung für unterschiedliche Geschwindigkeiten < c:

$$r_{SL_GravWirkung} = \frac{G M_{SL}}{V_3^2} \quad \text{mit: } V_3 - \text{Objektgeschwindigkeit} \quad (7.26)$$

Reichweite für den Fall, dass ein Objekt auf die Geschwindigkeit $400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beschleunigt wird:

$$r_{SL_GravWirkung} = \frac{G M_{SL}}{V_3^2} = 4,17 \cdot 10^{15} \text{ m} \triangleq 0,44 \text{ LJ}$$

Reichweite für den Fall, dass ein Objekt auf die Geschwindigkeit $100000000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beschleunigt wird:

$$r_{SL_GravWirkung} = \frac{G M_{SL}}{V_3^2} = 66700 \text{ m}$$

**Feldwinkel für dieses Schwarze-Loch:**

Die Grenze beginnt genau an dem Ort, wo die Wellenlänge λ eines Feldkörpers gleich groß mit dem Produkt aus seinem Feldradius r und 2π ist. Der Ansatz für die Berechnung des Feldwinkels muss den Charakteristika des Universums entsprechen:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2}; c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}; k_{Uni} M_{Uni} = 4,0396 \cdot 10^{35} \frac{\text{kg}}{\text{s}};$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}; r_{SL} = 7421,5 \text{ m}$$

Es gilt die Formel (7.01), in der die Wellenlänge λ_x gleich groß dem Feldradius $2\pi r_x$ ist:

$$h = \lambda r m k = 2\pi r_x^2 m k$$

$$\underline{r_x = 1,616 \cdot 10^{-35} \text{ m}}$$

$$\alpha_{SL} = \sin^{-1}\left(\frac{1,616 \cdot 10^{-35} \text{ m}}{7421,5 \text{ m}}\right)$$

$$\underline{\alpha_{SL} \approx 1,2476 \cdot 10^{-37}^\circ} \quad \rightarrow \text{Gravitationspotential dieses schwarzen Loches}$$

Der kleinstmögliche Zustand eines Feldkörpers ist, ab dem es schwarze-Loch-Eigenschaften annimmt, universell mit dem Radius r_x vorgegeben. Je nach aufgenommener Masse des Schwarzen-Loch-Photons wird seine Wellenlänge weiter schrumpfen und sein Feldradius steigen. Ein schwarzes Loch wächst mit der externen Aufnahme von Photonen und Teilchen weiter an. Ein Universum besitzt dagegen eine konstante Masse und einen dynamischen Feldradius, der T -periodisch expandiert und kontrahiert.

Kreisfrequenz - Umdrehung pro Sekunde auf der Hochachse:

$$k_{SL} = \sqrt{\frac{G M_{SL}}{r_{SL}^3}} \quad (7.27)$$

$$\underline{k_{SL} = 40394,8 \frac{1}{\text{s}}} \quad \rightarrow \text{Umdrehung pro Sekunde des schwarzen Loches}$$

Wenn ein schwarzes Loch wächst, dann nimmt seine Kreisfrequenz k_{SL} ab. Beim Universum hingegen bleibt die Kreisfrequenz k_{Uni} aufgrund des Ausdehnungscharakters konstant.



Gravitationskraft des schwarzen Lochs auf a) ein Photon und b) eines Alltagsobjektes am Ereignishorizont:

a) Photon: $\lambda_{Pho} = 552 \text{ nm}$; $m_{Pho} = 4,004 \cdot 10^{-36} \text{ kg}$

$$F_{SL} = \frac{G M_{SL} m_{Obj}}{r_{SL}^2} \sin(\alpha) \quad (7.28)$$

Mit $\sin(\alpha = 90^\circ) = 1$ am Ort des stärksten Gravitationspotentials:

$$\underline{\underline{F_{SL}}} = \frac{G M_{SL} m_{Pho}}{r_{SL}^2} = \underline{\underline{4,849^{-23} \text{ N}}}$$

b) 100 kg schweres Objekt:

$$\underline{\underline{F_{SL}}} = \frac{G M_{SL} m_{100kg \text{ Objekt}}}{r_{SL}^2} = \underline{\underline{1,2 \cdot 10^{15} \text{ N}}} \quad (7.29)$$

Wellenlänge des Schwarzen-Loch-Photons:

Folgendes Verhältnis zwischen dem Feldradius r_{SL} und seiner Kreisfrequenz k_{SL} ist nun bekannt und kann entsprechend auf dieses schwarze Loch übertragen werden:

$$r_{SL} = \frac{G M_{SL}}{c^2} = 7421,5 \text{ m} ; M_{SL} = 10^{31} \text{ kg} \rightarrow \text{Masse des schwarzen Loches}$$

$$k_{SL} = \sqrt{\frac{G M_{SL}}{r_{SL}^3}} = 40394,8 \frac{1}{s} ; h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\lambda_{SL} = \frac{h c^2}{G M_{SL}^2 k_{SL}} \quad (7.30)$$

$$\underline{\underline{\lambda_{SL} = 2,21 \cdot 10^{-73} \text{ m}}} \quad \rightarrow \text{Wellenlänge des Schwarzen-Loch-Photons}$$

Vergleich:

a) Das Universum besitzt eine Wellenlänge von $\lambda_{Uni} = 1,87862 \cdot 10^{-96} \text{ m}$

b) Sichtbare Photonen besitzen Wellenlängen in der Größenordnung 552 nm

Gegenprobe:

$$h = M_{SL} \lambda_{SL} c = 10^{31} \text{ kg} \cdot 2,21 \cdot 10^{-73} \text{ m} \cdot 299782458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \approx 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

steigt: $M_{SL} \rightarrow$ sinkt: $\lambda_{SL} \rightarrow h = M_{SL} \lambda_{SL} c = \text{konst.} \rightarrow \text{plancksches Wirkungsquantum}$

Photonen oder Teilchen anderer Wellenlänge werden durch die Gravitationskraft auf die Wellenlänge des Schwarzen-Loch-Photons reduziert. Die Dichte des



schwarzen Loches wächst mit der Masse immer weiter an, während seine Wellenlänge immer kleiner wird und die Raumzeit weiter deformiert.

Es findet nun eine formale Überprüfung der Wellenlänge λ_{SL} über die klassische Berechnung statt:

Energie eines Photons innerhalb des schwarzen Lochs:

$$\underline{\underline{E_{SL,Photon} \equiv \frac{1}{\lambda_{SL}} h c = \underline{\underline{8,988 \cdot 10^{47} \text{ J}}}}} \quad (7.31)$$

Umrechnung in eV unter Division mit $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ergibt:

$$\underline{\underline{E_{SL,Photon} = \underline{\underline{5,61 \cdot 10^{66} \text{ eV}}}}}$$

Im Vergleich zu einzelnen Photonen:

$$\lambda_{Pho} = 552 \text{ nm} \quad \text{mit: } m_{Photon} = \frac{3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{(299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = 4,004 \cdot 10^{-36} \text{ kg}$$

$$E_{Pho_552nm} = \frac{1}{\lambda_{Pho}} h c = 3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad E_{Pho_552nm} = 2,246 \text{ eV}$$

Masse eines Photons im schwarzen Loch:

Massenüberprüfung aus der hergeleiteten $E = m c^2$ Formel:

$$E_{SL,Photon} = M_{SL,Photon} c^2 = 8,988 \cdot 10^{47} \text{ J} \quad (\text{Ergebnis von oben}) \quad (7.32)$$

$$\underline{\underline{M_{SL,Photon} \equiv \frac{E_{SL,Photonen}}{c^2} = \frac{8,988 \cdot 10^{47} \text{ J}}{(299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = \underline{\underline{1,0001 \cdot 10^{31} \text{ kg}}} \sim 10^{31} \text{ kg} = M_{SL}}}$$

Anzahl an überlagerten Photonen im schwarzen Loch:

$$M_{SL} = 10^{31} \text{ kg} ; M_{SL_Photon} = 10^{31} \text{ kg}; \text{Anzahl } n \text{ Photonen} ; n \in \mathbb{N}$$

$$\underline{\underline{n \equiv \frac{M_{SL}}{M_{SL_Photon}} = \underline{\underline{1}}}} \quad \rightarrow \text{ simple Überprüfung der Wellenlänge } \lambda_{SL}: \text{ es gibt nur ein Photon im schwarzen Loch}$$



Berechnung für die Zunahme des Ereignishorizontes mit Aufnahme verschiedener Teilchen:

Trifft ein Teilchen auf ein schwarzes Loch und verschmilzt es mit diesem, danach wächst das schwarze Loch im Verhältnis zum aufgenommenen Teilchen an. Es sollen für die Aufnahme in das schwarze Loch beispielhaft das Photon (552 nm), ein Austauschion (136,6875 f_e), das Elektron und das Proton angesetzt werden.

$$k_{SL} = \sqrt{\frac{G M_{SL}}{r_{SL}^3}} = 40394,8 \frac{1}{s} ; r_{SL} = \frac{G M_{SL}}{c^2} = 7421,5 \text{ m} ; h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} ;$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} ; M_{SL} = 5 \text{ mal Sonnenmasse} = 10^{31} \text{ kg} ; c = 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}} ;$$

$$f_e = 123,56 \text{ Exa Hz} = 1,2356 \cdot 10^{20} \text{ Hz} ; f_{Proton} = 1845,28 f_e ; f_{Fion} = 136,6875 f_e ;$$

$$f_{Pho} = 5,43 \cdot 10^{14} \text{ Hz} (\lambda_{Pho} = 552 \text{ nm})$$

$$\lambda_{Fion} = \frac{c}{136,6875 f_e} = \frac{299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{136,6875 \cdot 1,2356 \cdot 10^{20} \text{ Hz}} = 1,775 \cdot 10^{-14} \text{ m} \quad (7.33)$$

$$\lambda_{Proton} = 1,315 \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad \lambda_e = 2,4263 \cdot 10^{-12} \text{ m} \quad \lambda_{Pho} = 5,52 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$m_{Obj} = \frac{1}{2} (\text{BK (KK)}^3)^n \cdot \text{TK} \cdot \text{DimFaktor} \cdot M_e \quad (7.34)$$

Alternative Massebestimmung:

$$m_{Fion} = \frac{h c^2}{G M_{SL} k_{SL} \lambda_{Fion}} = 1,2467 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \quad (7.35)$$

$$m_{Proton} = 1,683 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad M_e = 9,12 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \quad m_{Pho} = 4,004 \cdot 10^{-36} \text{ kg}$$

$$\underline{r_{Fion} = \frac{G M_{Fion}}{c^2} = 9,25 \cdot 10^{-56} \text{ m}} \quad (7.36)$$

$$\underline{r_{Proton} = 1,25 \cdot 10^{-54} \text{ m}} \quad \underline{r_e = 6,75 \cdot 10^{-58} \text{ m}} \quad \underline{r_{Pho} = 2,97 \cdot 10^{-63} \text{ m}}$$

$$k_{Fion} = \sqrt{\frac{G m_{Fion}}{r_{Fion}^3}} = \frac{c^3}{G M_{Fion}} = 3,24 \cdot 10^{63} \frac{1}{s} \quad (\text{zur Information}) \quad (7.37)$$

$$k_{Proton} = 2,4 \cdot 10^{62} \frac{1}{s} \quad k_e = 4,43 \cdot 10^{65} \frac{1}{s} \quad k_{Pho} = 1,01 \cdot 10^{71} \frac{1}{s}$$

Mit der Aufnahme dieser Wellenlängen der oben genannten Teilchen leisten diese einen anteiligen Beitrag zum Wachstum des schwarzen Loches.



Ein Rechenbeispiel soll die Verhältnisse verdeutlichen, wie viele Teilchen jeweils für den Zuwachs von 10% benötigt werden.

$$r_{SL+10\%} = \frac{G (M_{SL} + 0,1 M_{SL})}{c^2} \quad (7.38)$$

$$r_{SL+10\%} = 8163,5 \text{ m}$$

Zunahme des Feldradius bei einem Energiezuwachs des schwarzen Loches von 10%:

$$\frac{r_{SL+10\%}}{r_{SL}} - 1 = \frac{8163,5 \text{ m}}{7421,5 \text{ m}} - 1 \approx 10 \%$$

Aufnahme von Anzahl n der Teilchen, die einem Energiezuwachs von 10% bei einem schwarzen Loch mit Masse von 10^{31} kg entsprechen:

$$n_{Obj} = \frac{r_{SL+10} - r_{SL}}{r_{Obj}} \quad \text{mit: } n \in \mathbb{N} \quad (7.39)$$

$$\underline{n_{Pho} = \frac{8163,5 \text{ m} - 7421,5 \text{ m}}{2,97 \cdot 10^{-63} \text{ m}} = 2,5 \cdot 10^{65}}$$

$$\underline{n_{Proton} = 5,94 \cdot 10^{56}} \quad \underline{n_e = 1,1 \cdot 10^{60}} \quad \underline{n_{Fion} = 8,02 \cdot 10^{57}}$$

Oder:
$$n_{Obj} \approx \frac{M_{SL+10} - M_{SL}}{M_{Obj}} \quad (7.40)$$

$$n_{Pho} \approx \frac{M_{SL+10} - M_{SL}}{M_{Pho}} = \frac{0,1 \cdot 10^{31} \text{ kg}}{4,004 \cdot 10^{-36} \text{ kg}} = 2,5 \cdot 10^{65}$$

$$n_{Proton} \approx \frac{M_{SL+10} - M_{SL}}{M_{Proton}} = \frac{0,1 \cdot 10^{31} \text{ kg}}{1,683 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 5,94 \cdot 10^{56}$$

$$n_e \approx \frac{M_{SL+10} - M_{SL}}{M_e} = \frac{0,1 \cdot 10^{31} \text{ kg}}{9,12 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1,1 \cdot 10^{60}$$

$$n_{Fion} \approx \frac{M_{SL+10} - M_{SL}}{M_{Fion}} = \frac{0,1 \cdot 10^{31} \text{ kg}}{1,2467 \cdot 10^{-28} \text{ kg}} = 8,02 \cdot 10^{57}$$

Für die Zunahme des Ereignishorizontes um 10% benötigt das schwarze Loch mit der Anfangsmasse von 10^{31} kg die Aufnahme von $2,5 \cdot 10^{65}$ Photonen.

**Lebensende eines schwarzen Loches:**

Ein schwarzes Loch erhält sich, solange die attraktiven Kräfte im Universum mit einem Gravitationspotential von $dM(\alpha < 90^\circ)$ herrschen. Wenn die raumzeitmechanischen Effekte mit der Raumausdehnung des Universums nachlassen, nimmt das Gravitationspotential tendenziell zum Minimalwert $dM(\alpha = 90^\circ)$ ab. An diesem Punkt geht das Schwarze-Loch-Photon zwangsweise in ein sichtbares Photon über. Das liegt an der Lage seiner 2-dimensionalen Rotation zwischen der Dimensionsebene D_{45} und D_{56} , in der sich die Raumzeitdeformation mit $\alpha = 90^\circ$ auf die Dimensionsebene D_{56} verschiebt. In dieser Situation benötigt es keine zusätzlichen potenziellen Kräfte mehr, um mit sich selbst austauschen zu können. Es wird der Punkt erreicht, indem es energetisch sinnvoll ist, die Verbindung mit einer solchen Massenkonzentration aufzulösen. Es findet eine Zersetzung des schwarzen Loches statt. Mit den eintretenden repulsiven Kräften des Universums werden solche Himmelskörper wieder aufgelöst und die Gesamtenergiedichte räumlich ins Gleichgewicht gebracht.

Wesentliche Erkenntnis durch das schwarze Loch:

In den **Abbildungen 7.5 – 7.7** ist die wesentliche Erkenntnis dargestellt. Das Schwarze-Loch-Photon besteht aus einem Fionenpaar mit getrennten Impulsen, welche parallel zur vierten Dimension ausgeformt sind. Zwischen ihnen liegt ein Gravitationspotential von $dM(\alpha_{SL})$ an. Das Schwarze-Loch-Photon interagiert im Teilchenfeld F_{1-3} mit seinen eigenen 2-dimensionalen Feldvektoren aus dem Wellenfeld F_{4-6} . Aufgrund der Tatsache, dass der Feldradius größer als seine Wellenlänge ausfällt, besitzt das Schwarze-Loch-Photon die Fähigkeit, Materie jeder größeren Wellenlänge in sich aufzunehmen. Ein schwarzes Loch besitzt einen wachsenden Charakter, während das Universum einen sich ausdehnenden Charakter besitzt.