

## Gravitative Zeitdilatation im Vergleich, Andreas Gimsa, 13.2.2015

Beweis der gravitativen Zeitdilatation an sich: Pound-Rebka-Experiment

(Messung mittels Mößbauer Effekt im Jefferson-Turm der Harvard University, 1960)

Die hier vorgestellte Berechnung basiert auf den Formeln des Buches und liefert genauere Ergebnisse, als die Berechnung mit den Einsteinschen Feldgleichungen.

### 1. Allgemeine Daten

c	2,99790000000000E+08 m/s	Lichtgeschwindigkeit
$\gamma$	6,67430000000000E-11 m <sup>3</sup> /(kg s <sup>2</sup> )	Gravitationskonstante
m <sub>1</sub>	5,97700000000000E+24 kg	Erdmasse
E <sub>2</sub>	2,30716800000000E-15 J (14,4 keV)	Photonenenergie Gamma (Eisen 57)
m <sub>2</sub>	2,5671126998946E-32 kg	Photonenmasseäquiv. m <sub>2</sub> = E <sub>2</sub> / c <sup>2</sup>
r <sub>1</sub>	6,37800000000000E+06 m	Erdradius
r <sub>2</sub>	0,00000000000000E+00 m	Photonenradius (Punktmasse)
h	4,50000000000000E+01 m	Rotverschiebung für 45 m bei Turmhöhe = 22,5 m
r=r <sub>1</sub> +r <sub>2</sub> +h	6,37804500000000E+06 m	Mittelpunktabstand zw. Objekten

### 2. Berechnung mit Schwarzschildmetrik aus Einsteinschen Feldgleichungen

g	9,8064952287224E+00 m/s <sup>2</sup>	$g = \gamma m_1 / r^2$
$\Phi^*$	4,4129228529251E+02 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	$\Phi = g h$ (Grav.potenzial: Newton)
$\tau/t_0$	1,00000000000000E+00	$\tau / t_0 = (1 + 2 \Phi / c^2)^{1/2}$
t <sub>2a</sub> = t <sub>0</sub>	3,15360000000000E+07 s	bspw. ein Jahr
$\tau$	3,15360000000000E+07 s	
$\Delta t_2 = \tau - t_0$	1,5273690223694E-07 s	
$\Delta t_2/t_{2a}$	4,8432553981779E-15	entspricht $\Delta f/f$

### 3. Gravitative Zeitdilatation aus "Die Schönheit der Natur"

t <sub>2a</sub>	3,15360000000000E+07 s	ein Jahr
$\Delta t_2$ S.13 [03-16]**	-1,5484661713977E-07 s	Zeitdilatation während dieser Zeit
$\Delta t_2/t_{2a}$	-4,9101540188918E-15	entspricht $\Delta f/f$

$$\Delta t_2 = - \frac{t_{2a}}{\frac{c^2 r(r-h)(m_{1a} + m_{2a})}{h m_{1a}^2 \gamma} + 1}$$

### 4. Messergebnis des Pound-Rebka-Experimentes 1960 (Blauverschiebung nach unten)

$\Delta f/f (= \Delta t_2/t_{2a})$	-5,13000000000000E-15	Fehlerangabe: (+/-) 0,51 E-15
------------------------------------	-----------------------	-------------------------------

\* Die Berechnung versagt für große Höhen und geht davon aus, dass die zweite Masse gegenüber der ersten klein ist (fehlende Impulserhaltung).

\*\* Voraussetzungen für diese Formel: Energieerhaltung [03-02], Impulserhaltung [03-05], Massenerfall [02-01], Zeitenstehung [06-06], konstante Wirkung (Entropie) [02-06], dilatierte Information nach [16-04]