

Andreas Müller

Raum und Zeit

Vom Weltall zu den Extradimensionen
von der Sanduhr zum Spinschaum

Springer Spektrum

Inhalt

Vorwort	V
1 Einführung	1
2 Der Raum	3
2.1 Raum im Alltag	3
2.2 Raumkoordinaten und Raumskala	4
2.3 Der Weltraum	9
2.4 Newtons absoluter Raum	11
3 Die Zeit	19
3.1 Zeit im Alltag	19
3.2 Historisches	22
3.3 Zeitmessung und Uhren	24
3.4 Blicke in die Vergangenheit	39
3.5 Zeitpfeile	43
3.6 Blick zurück: Kosmos der Teilchen und Quanten	55
3.7 Blick nach vorn: Kalter, dunkler Kosmos	65
3.8 Galileis absolute Zeit	75
4 Die Raumzeit	79
4.1 Licht und die Spezielle Relativitätstheorie	79
4.2 Minkowskis flache, vierdimensionale Welt	83

4.3	Einsteins neue Gravitation: Allgemeine Relativitätstheorie	86
4.4	Zeit und Länge sind relativ.	91
4.5	Die Raumzeit der Sonne und der Erde.	96
4.6	Die Raumzeit kompakter Objekte.	105
4.7	Wellen der Raumzeit: Gravitationswellen.	108
4.8	Die Raumzeit des Universums.	111
4.9	Singularitäten der Raumzeit	118
	Das neue Wesen von Raum und Zeit?	125
5.1	Jenseits bewährter Theorien.	125
5.2	Mehr Raum? Räumliche Extradimensionen.	128
5.3	Gibt es Längen- oder Zeitquanten?	134
5.4	Ausblick auf die Forschung	142
	Gedanken zum Schluss.	151
6.1	Was war vor dem Urknall?	151
6.2	Auf der Spur nach dem Wesen von Raum und Zeit	160
6.3	Die drei Verständnisebenen für Raum und Zeit	166
	Glossar.	169
	Abbildungsverzeichnis.	185
	Danksagungen.	193
	Quellen und weitere Literatur.	195
	Index.	199