

# Inhaltsverzeichnis

1. Die Sonne ein Stern unter 400 Milliarden .....	9
Die Sonne als Gott und Kalenderfixpunkt .....	9
Die Sonne im alten Ägypten .....	10
Der König als Sonnenpriester .....	10
Sonnenverehrung bei den Griechen und Römern .....	14
Nordische Mythologie .....	16
Die Bahn der Erde um die Sonne .....	17
Was genau ist ein Jahr? .....	17
Form der Erdbahn .....	19
In gleichen Zeiten gleich Wege .....	19
Die Jahreszeiten .....	20
Störungen der Planeten .....	21
2. Die Sonne, ein Stern unter 400 Milliarden .....	22
Teleskope .....	22
Teleskope sammeln Licht .....	22
Teleskope vergößern .....	23
Riesenteleskope .....	23
Finsternisse .....	24
Entfernung der Sonne .....	26
Die Methode des Aristarch .....	26
Die Astronomische Einheit .....	28
Wie groß ist die Sonne? .....	28
Der scheinbare Durchmesser der Sonne .....	28
Die Sonne und die Umlaufbahn des Mondes .....	29
Wie heiß ist es auf der Sonne? .....	29
Temperaturmessung aus 150 000 000 km Entfernung .....	29
Die Reise zum Mars .....	30
Die Farbe verrät die Temperatur .....	30
Die Masse der Sonne .....	31
Der Umlauf verrät die Masse .....	31
Das Dritte Keplersche Gesetz .....	32
Sonne und Sterne .....	33
Was sind Sterne? .....	33
Die Milchstraße, unsere kosmische Heimatgalaxie .....	33
Unsere Sonne als Stern .....	36
Das wichtigste Diagramm der Astrophysik .....	40
Entwicklung der Sterne .....	42
Die Sonne – ein Stern in der Milchstraße .....	45
Der Platz unserer Sonne im Universum .....	46

Sonnenähnliche Sterne .....	46
Die Suche nach Leben im Universum.....	46
Muttersterne von Planetensystemen .....	47
3. Weshalb leuchtet die Sonne? .....	49
Die Leuchtkraft der Sonne .....	49
Glühbirnen... .....	50
Woher nimmt die Sonne die Energie.....	51
Verbrennt die Sonne? .....	51
Gravitationsenergie .....	51
Materie besteht aus Atomen.....	52
Atomkern und Hülle.....	54
Die fehlende Masse .....	54
Der Kern der Sonne .....	56
Die Strahlungszone.....	57
Die Konvektionszone.....	57
Beobachtung des Sonneninneren .....	59
Sonnenelektronos – Geisterteilchen von der Sonne .....	59
Sonnenschwingungen .....	61
4. Beobachtung der Sonne.....	63
Sicher die Sonne beobachten .....	63
Mit freiem Auge .....	63
Mit einem Teleskop .....	63
Was sieht man auf der Sonne? .....	64
In der Mitte heller - die Mitte Rand Variation .....	64
Sonnenflecken.....	64
Planeten vor der Sonne .....	65
Venusparallaxe .....	66
Sonnenfackeln.....	66
Moderne Sonnenteleskope.....	67
Zuviel Licht... .....	67
Details auf der Sonne .....	67
Das VTT .....	69
GREGOR.....	69
Big Bear Teleskop .....	71
Weltraumteleskope .....	71
YOHKOH-Ein Röntgenauge für die Sonne .....	72
SOHO.....	72
SDO .....	73
STEREO .....	73
Wir zerlegen das Licht der Sonne .....	74
Was zeigt ein Spektrum.....	74

Die Wasserstofflinie H-Alpha .....	75
<b>5. Sonnenflecken und die Oberfläche der Sonne .....</b>	<b>77</b>
Sonnenflecken – Verstoß gegen die Kirche? .....	77
Galileo Galilei .....	77
Die Rotation der Sonne .....	81
Magnetfelder auf der Sonne .....	83
Sonnenflecken-angenehm kühl .....	85
Wie lange leben Sonnenflecken .....	86
Max Waldmeier, George Ellery Hale – ein Leben für die Sonnenflecken .....	86
Flecken werden gezählt .....	88
Die Sonnenfleckenrelativzahl .....	88
Der Sonnenfleckenzzyklus .....	91
Die Atmosphäre der Sonne .....	92
Die Oberfläche der Sonne .....	92
Oberfläche einer Gaskugel? .....	92
Die Photosphäre .....	92
Die Chromosphäre .....	93
Eine totale Sonnenfinsternis .....	94
Ein Rätsel der Sonnenphysik .....	94
Protuberanzen .....	96
Die Korona .....	97
Die Übergangszone .....	98
Die Hand in der Korona .....	99
Was sieht man in der Korona .....	100
<b>6. Die Aktive Sonne .....</b>	<b>102</b>
Sonnenfleckenzählungen .....	102
Wie regelmäßig ist die Sonnenaktivität .....	102
Sonnenflecken-aktive Regionen .....	103
Die Rotation der Sonne .....	103
Differentielle Rotation .....	103
Rotation im Sonneninneren .....	103
Magnetische Flussröhren tauchen an die Oberfläche .....	104
Die Corioliskraft oder warum Tiefdruckgebiete einmal links und rechts rotieren .....	105
Der Sonnendynamo .....	107
Der Omega-Effekt .....	107
Das Schmetterlingsdiagramm .....	108
Der Alpha Effekt .....	109
Sonne und Magnetfeld .....	110
Flares .....	110

Koronale Massenauswürfe, CMEs .....	112
Offene und geschlossene Magnetfelder .....	114
Magnetfelder in der Photosphäre .....	114
Magnetische Rekonnexion .....	116
Elektronen und Kegelscheiben .....	118
Röntgenstrahlung und Sonnenaktivitätszyklus .....	120
Offene und geschlossene Feldlinien .....	121
Kometenschweife: Windfahnen im Sonnenwind .....	123
<b>7. Das Weltraumwetter .....</b>	<b>126</b>
Die Atmosphäre der Erde .....	126
Der Aufbau der Erdatmosphäre .....	126
Wo beginnt der Weltraum? .....	128
Entstehung der Erdatmosphäre .....	129
Die Ionosphäre .....	130
Ionosphäre und Funkverkehr .....	131
Das Magnetfeld der Erde .....	132
Entdeckung .....	132
Die wandernden magnetischen Pole .....	133
Umpolungen des Magnetfeldes .....	134
Entstehung des Erdmagnetfeldes .....	135
Magnetfelder und geladene Teilchen .....	137
Bestimmt die Sonne unser Klima? .....	137
Was ist Klima? .....	137
Die schwache frühe Sonne .....	139
Die Leuchtkraft der Sonne ändert sich .....	139
Das Problem der frühen jungen Sonne .....	140
Die zugefrorene Erde .....	140
Das Weltraumklima .....	141
Das Maunder-Minimum .....	141
Klima auf der Erde während des Maunder- Minimums .....	142
Warm und kalt .....	143
Die Sonnenaktivität in der Vergangenheit .....	146
Die Heliosphäre – die Schutzhülle des Planetensystems .....	146
Eine Reise an den Rand des Sonnensystems .....	147
Kosmogene Isotope .....	148
Kosmische Strahlung und Flüge .....	150
Abenteuerliche Ballonaufstiege .....	151
Woher kommt die kosmische Strahlung? .....	153
Sonneneinstrahlung und Klimaänderungen .....	154
Es wird heißer .....	156
Kosmische Strahlung und Klima .....	156

8. Die Sonne stört Funkverkehr und Satelliten .....	158
Funkausfälle .....	158
Erster Funkverkehr von England nach Amerika .....	158
Die Ionosphäre: Krümmung der Funkwellen.....	158
Sonnenstürme und Funkausfälle.....	160
Ionosphärenstürme .....	162
Wann treten die Störungen auf? .....	163
Extreme Sonnenstürme .....	163
Die zitternde Kompassnadel.....	163
Polarlichter .....	166
Satelliten stürzen ab.....	170
LEO Satelliten – in Erdnähe .....	170
MEO Satelliten .....	171
GEO Satelliten.....	171
Satelliten verglühen.....	171
400 Dollar Strafe.....	172
Sonnenaktivität – Gefahr für Menschen? .....	174
Der harmlose Sonnenbrand.....	174
Quebec ist im Dunkeln .....	176
Pipelines .....	177
Tod durch Strahlung im Weltraum? .....	177
Protonenstürme von der Sonne .....	179
Schäden durch energiereiche Teilchen .....	182
Astronauten durchqueren den Strahlungsgürtel.....	183
Eine Reise zum Mars.....	185
Index.....	187