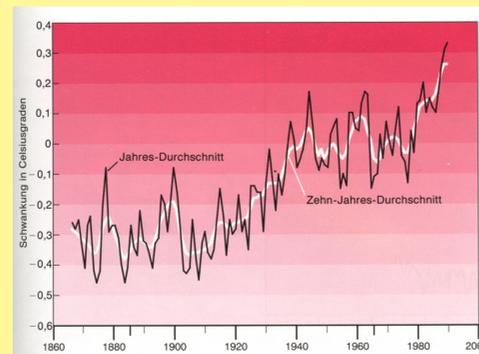


## Sonnenaktivität und Erdklima

Die Sonne ist der Motor des Wetters. Ihre magnetische Aktivität beeinflusst wahrscheinlich das Klima der Erde.

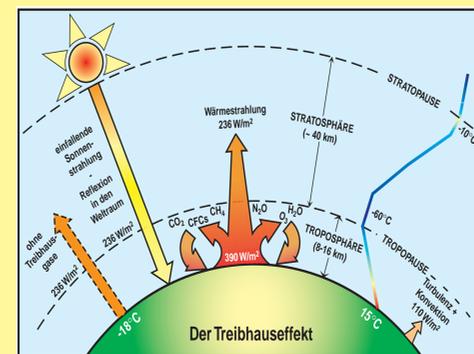


## Erwärmung der Erde



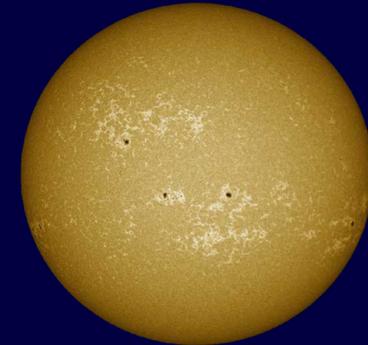
Auf der Erde ist es in den letzten 100 Jahren im Mittel ein knappes Grad wärmer geworden. Dies zeigt sich in direkten Messungen und indirekten Indikatoren (z.B. dem Rückzug von Gletschern).

## Treibhauseffekt



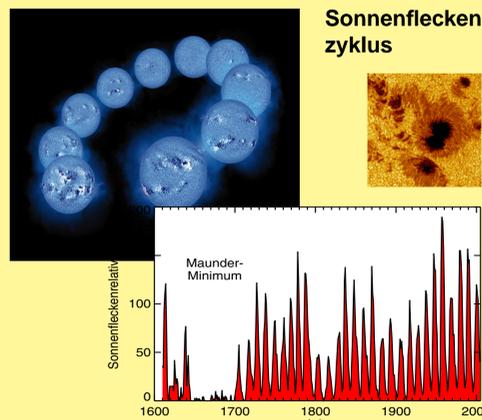
Die Erwärmung der Erde wird gewöhnlich auf die Zunahme des Kohlendioxids in der Atmosphäre durch die Verbrennung fossiler Treibstoffe und den dadurch verstärkten Treibhauseffekt zurückgeführt.

## Sonnenaktivität



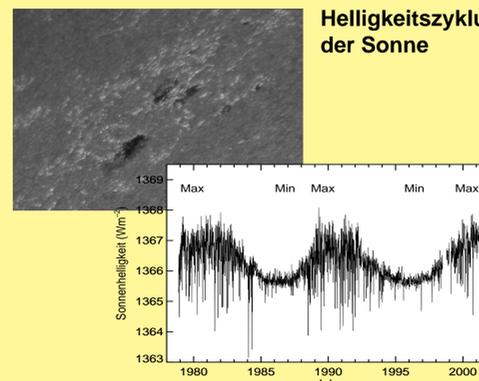
Aber auch die Sonne ist in den letzten 100 Jahren um etwa 0.2 Prozent heller geworden. Ursache hierfür ist ihre verstärkte magnetische Aktivität. Dies beeinflusst möglicherweise auch das Klima der Erde. Welchen Beitrag könnte die veränderliche Sonne zur globalen Erwärmung seit 1900 geleistet haben?

## Sonnenfleckenzklus



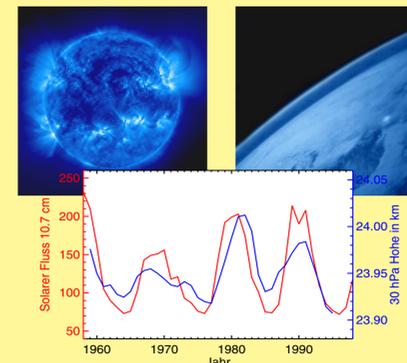
Die magnetische Aktivität der Sonne schwankt in einem etwa 11-jährigen Zyklus. Sie macht sich unter anderem durch Sonnenflecken, Fackeln, Protuberanzen und Eruptionen bemerkbar.

## Helligkeitszyklus der Sonne



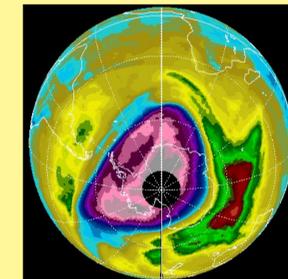
Durch Messungen der Helligkeit der Sonne von Satelliten aus fand man, dass die Sonne im Aktivitätsmaximum um 0.1% heller ist als im Minimum. Dieser Helligkeitsüberschuss geht auf helle magnetische Fackelgebiete zurück, welche die dunklen Sonnenflecken überwiegen.

## Spektrale Helligkeit und hohe Atmosphäre



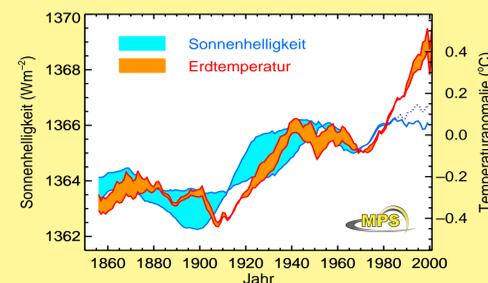
Im ultravioletten Licht variiert die Sonnenhelligkeit im Verlauf eines Aktivitätszyklus sogar um 100 Prozent. Dies führt zu deutlichen Schwankungen der Ausdehnung der oberen Erdatmosphäre im Rhythmus der Sonnenaktivität.

## Ultraviolette Strahlung und Ozon



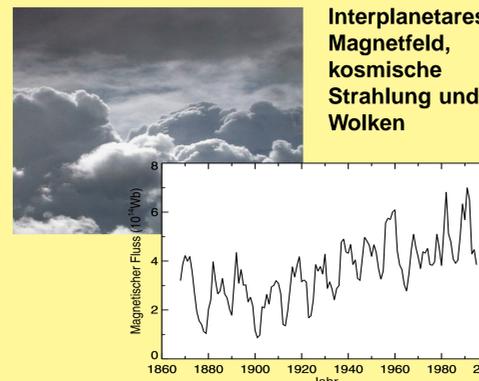
Ozon in der Stratosphäre wird durch die mit der Sonnenaktivität schwankende ultraviolette Strahlung der Sonne gebildet und abgebaut. Erhöhte Werte von Ozon führen zur Erwärmung der Stratosphäre, die sich bis in die Troposphäre auswirken und unser Klima beeinflussen kann. Bei verminderter Ozonkonzentration erhöht sich die Gefahr von Hautschädigung durch die UV-Strahlung der Sonne.

## Sonnenhelligkeit und Erdtemperatur



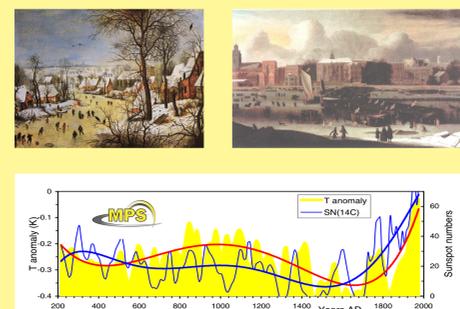
Eine indirekte Bestimmung der Helligkeit der Sonne aus ihrer magnetischen Aktivität zeigt einen ähnlichen Verlauf wie die mittlere Temperatur auf der Erde von 1860 bis 1980. Dies deutet einen Einfluss der Sonne auf das Erdklima an. Allerdings lässt sich der deutliche Anstieg der Temperatur seit 1980 nicht mehr auf die Sonne zurückführen. Es ist ein Indiz für die Verstärkung des Treibhauseffekts durch den steigenden Kohlendioxid-Gehalt der Luft.

## Interplanetares Magnetfeld, kosmische Strahlung und Wolken



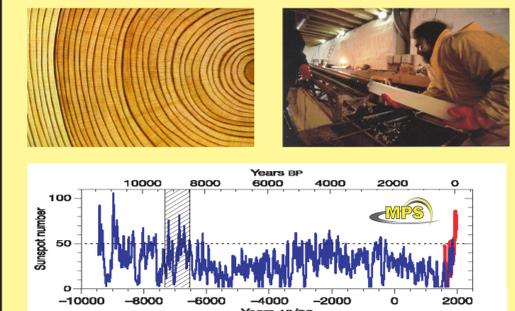
In den letzten 100 Jahren hat sich der magnetische Fluss im interplanetaren Raum (der "offene" magnetische Fluss der Sonne) verdoppelt. Dies führt zu einer vermehrten Abschirmung der kosmischen Strahlung und damit möglicherweise zu einer Abnahme der Wolkenbildung, verbunden mit einer Zunahme der Temperatur.

## Sonnenaktivität und Klima in den letzten 1800 Jahren



Rekonstruktionen der Sonnenaktivität und der Erdtemperatur für die letzten 1800 Jahre legen einen Zusammenhang zwischen der Sonnenaktivität und dem Erdklima nahe. So fallen etwa der Höhepunkt der "Kleinen Eiszeit" und das "Maunder-Minimum" geringer Sonnenaktivität im 17. Jahrhundert zusammen.

## Sonnenaktivität in den letzten 11400 Jahren



Mit Hilfe der Konzentration der radioaktiven Isotope C-14 in Baumringen und Be-10 in Eisbohrkernen, die durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre erzeugt werden, kann der langfristige Trend der Sonnenaktivität weit in die Vergangenheit zurückverfolgt werden. Es zeigt sich, dass die Sonnenaktivität in den letzten 60 Jahren im Mittel höher war als in den 9000 Jahren zuvor.