

# *Die Copernicus-Dienste Klimawandel und Atmosphärenüberwachung*

**Überblick über Daten und Produkte**



Die vorliegende Broschüre wurde vom Deutschen Wetterdienst (DWD) im Rahmen der Projekt-Aktivität FPCUP 2018-1-98 erstellt und durch das Projekt [„Caroline Herschel Framework Partnership Agreement for Copernicus User Uptake“](#) (FPCUP) der Europäischen Union unter FPA No 275/G/GRO/COPE/17/10042 gefördert.



### **Disclaimer**

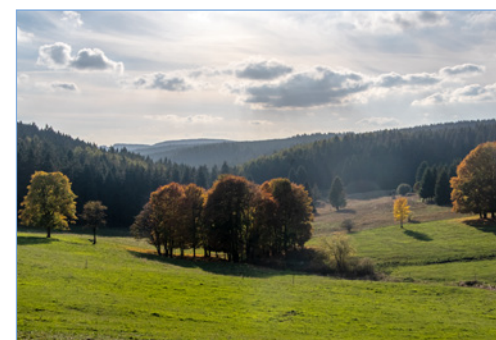
Alle Informationen in dieser Broschüre werden vom DWD ohne Gewähr bereitgestellt. Es wird keine Garantie oder Gewährleistung dafür übernommen, dass die Informationen für einen bestimmten Zweck geeignet sind. Der Nutzer<sup>1)</sup> verwendet die Informationen auf eigenes Risiko und eigene Haftung. Der DWD übernimmt keine Verantwortung für die Inhalte und die Verfügbarkeit von Webseiten Dritter, die über externe Links in dieser Broschüre erreicht werden.

1) In der Broschüre wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit überwiegend die maskuline Form verwendet.

# Inhalt



<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>Der Copernicus Klimawandeldienst</b> .....	<b>5</b>
<b>Auf einen Blick: Was bietet der Copernicus Klimawandeldienst?</b> .....	<b>6</b>
<b>Satellitendaten zur Klimaüberwachung</b> .....	<b>8</b>
<b>C3S Globale und Regionale Reanalysen</b> .....	<b>10</b>
<b>C3S Vorhersagen und Projektionen</b> .....	<b>12</b>
<b>C3S Sektorspezifische Informationen</b> .....	<b>14</b>
<b>Der Klimadatenpeicher (CDS)</b> .....	<b>16</b>
<b>Nutzung von C3S Daten im DWD</b> .....	<b>18</b>
<b>Der Copernicus Atmosphärendienst</b> .....	<b>19</b>
<b>Auf einen Blick: Was bietet der Copernicus Atmosphärendienst?</b> .....	<b>20</b>
<b>CAMS Globale Vorhersagen und Reanalysen</b> .....	<b>22</b>
<b>Regionale Vorhersagen und Reanalysen zur Luftqualität in Europa</b> .....	<b>24</b>
<b>CAMS Anwendungen für Behörden und Politik</b> .....	<b>25</b>
<b>Weitere Themen</b> .....	<b>26</b>
<b>Nutzung von CAMS Daten im DWD</b> .....	<b>27</b>
<b>Der Atmosphärendatenpeicher (ADS)</b> .....	<b>28</b>
<b>Der DWD als Ansprechpartner</b> .....	<b>30</b>
<b>Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	<b>33</b>





# Vorwort

*Liebe Leserinnen und Leser,*

*die operationellen Copernicus-Dienste der Europäischen Union stellen wichtige, entgeltfrei nutzbare Daten und Informationen zum Klimawandel (Copernicus Climate Change Service, C3S) und zur Atmosphärenüberwachung (Copernicus Atmosphere Monitoring Service, CAMS) in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft bereit. Fortschrittliche numerische und statistische Modellierungssysteme übersetzen Terabytes von Atmosphären- und Klimadaten aus In-situ- und Fernerkundung-basierten Erdbeobachtungsplattformen in nützliche Informationen und Anwendungen. Die Copernicus-Dienste der EU werden kontinuierlich weiterentwickelt und mit nationalen Diensten verzahnt.*

*Der Deutsche Wetterdienst (DWD) trägt zusammen mit vielen anderen Institutionen zur Weiterentwicklung und Bereitstellung der Copernicus-Dienste bei und nutzt deren Daten gleichzeitig selbst, um darauf aufsetzend zielgerichtete Dienste für Politik, Verwaltung und Wirtschaft in Deutschland bereitzustellen. Beispiele sind die Verwertung von Daten des Copernicus Atmosphärenüberwachungsdienstes CAMS zu Treibhausgaskonzentrationen als Eingangsdaten für DWD Modellsimulationen zur Überwachung von Treibhausgasemissionen oder die Entwicklung einer mobilen Anwendung für die Information der Bevölkerung in Deutschland zur Entwicklung der Luftqualität, die CAMS Vorhersagedaten verwendet.*

*Die vorliegende Broschüre entstand im Rahmen eines EU-finanzierten FPCUP-Projektes. FPCUP ist das „Framework Partnership Agreement for Copernicus User Uptake“ der Europäischen Union. Die Broschüre möchte einen anschaulichen Überblick über die Angebote der beiden Copernicus-Dienste Klimawandel und Atmosphärenüberwachung vermitteln, um Bekanntheit und Nutzung der Dienste in Deutschland zu fördern.*

Tobias Fuchs

Vorstand Klima und Umwelt des Deutschen Wetterdienstes

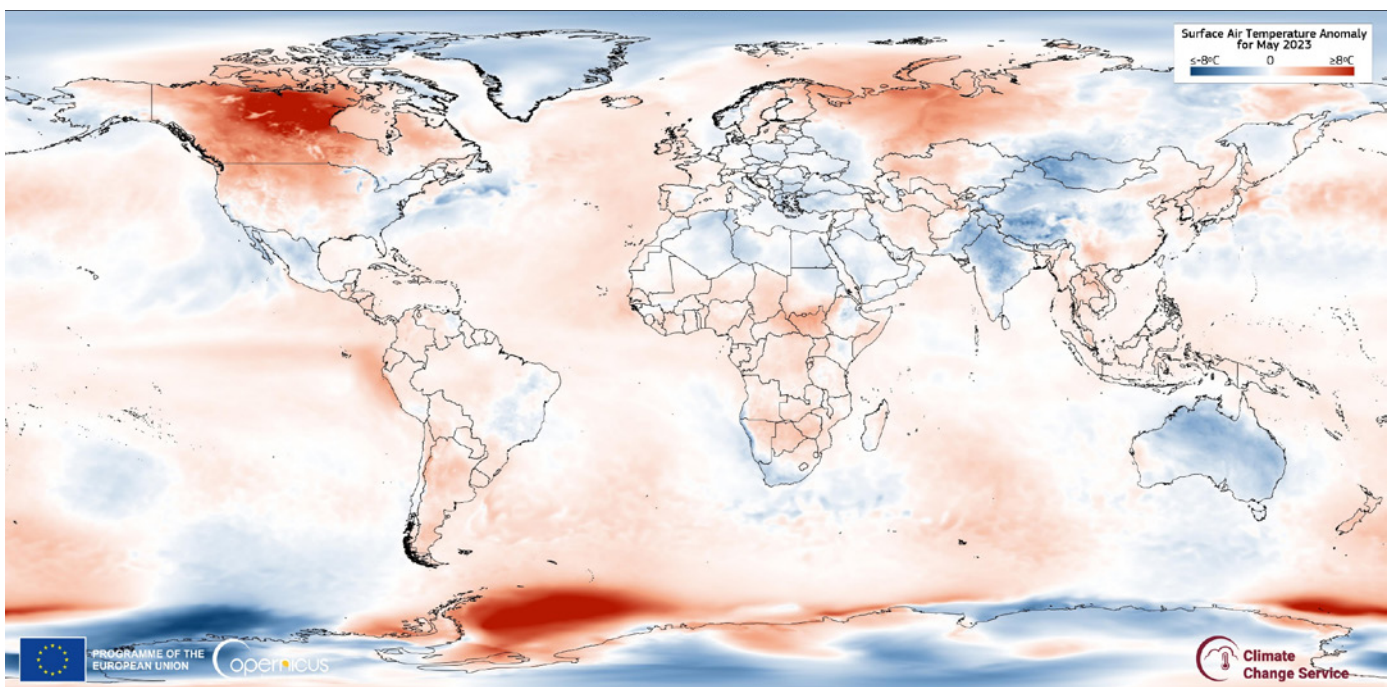


## Der Copernicus Klimawandeldienst

Der Copernicus Klimawandeldienst (C3S) ist einer von sechs thematischen Informationsdiensten des Copernicus-Programms der Europäischen Union. Copernicus liefert Erdbeobachtungsdaten für den Umweltschutz, zur Klimaüberwachung, zur Einschätzung von Naturkatastrophen und für andere gesellschaftliche Aufgaben. Die Daten stammen aus der eigenen, von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT) betriebenen Sentinel-Satellitenflotte sowie In-situ Daten und Daten nationaler und kommerzieller Satelliten. Alle Daten sind frei und offen zugänglich.

Den Klimawandeldienst betreibt das Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersagen (EZMW - engl.: ECMWF) im Auftrag der Europäischen Kommission. Dabei wird eine enge Verzahnung mit der im Rahmen des Weltklimaforschungsprogramms (World Climate Research Programme - WCRP) durchgeführten Klimaforschung und den vom Globalen Klimabeobachtungssystem (Global Climate Observing System - GCOS) definierten Nutzeranforderungen angestrebt.

Die aus Satellitendaten, In-situ Daten (Messwerte aus Boden-, See- und Atmosphärenbeobachtungen), globalen und regionalen Reanalysen für Vergangenheit und Gegenwart sowie Vorhersagen und Projektionen für zukünftige Zeiträume zur Verfügung gestellten Datensätze sprechen viele grundlegende Klimavariablen an. Diese stehen im Einklang mit den von GCOS entwickelten 54 wesentlichen Klimavariablen (Essential Climate Variables - ECVs). Beispiele sind Temperatur, Niederschlag, Wind, Bodenfeuchte, Meeresspiegel und Eisbedeckung.



▲ Abweichung der globalen Oberflächentemperatur im Mai 2023.

# Auf einen Blick: Was bietet der Copernicus Klimawandeldienst?

Der Copernicus-Dienst zur Überwachung des Klimawandels liefert kostenlos Daten und Produkte zur Überwachung, Vorhersage und Projektion des Klimawandels und unterstützt so die Entwicklung von Anpassungsstrategien. Die Produkte werden aus Satellitenbeobachtungen, In-situ-Messungen und Modellrechnungen gewonnen.

## Berichte zum Klimastatus und zum Klimawandel

Der Dienst veröffentlicht monatliche Klimabulletins mit aktuellen Informationen über die jüngsten Klimaeignisse, den jährlichen europäischen Klimastatusbericht und Schlüsselindikatoren für den Klimawandel.

Die monatlichen Bulletins beschreiben Temperatur, Meereis und hydrologische Variablen. Letztere beinhalten den Niederschlag, die relative Luftfeuchtigkeit und die Bodenfeuchte.

Der jährliche Klimastatusbericht enthält eine detaillierte Analyse des vergangenen Kalenderjahres mit Beschreibungen der Klimabedingungen, Ereignisse und der damit verbundenen Schwankungen. Ferner hebt der Bericht Trends der wichtigsten Klimaindikatoren hervor.

## Der Klimadatenspeicher (Climate Data Store - CDS)

Der CDS ist der Eckpfeiler des Dienstes mit weit über hundert verfügbaren Datensätzen. Nutzern wird ermöglicht, die Daten und Informationen auf spezifische Bedürfnisse zuzuschneiden und für vielfältige Anwendungen weiterzuverarbeiten.

Über die CDS-Weboberfläche mit Suchfunktion ist ein einfacher Zugang möglich.

Darüber hinaus können Daten mit der CDS-Toolbox zusammengestellt und visualisiert werden. Der Datenzugriff über API (Application Program Interface) ermöglicht automatisierte Interaktionen.

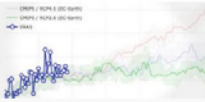
Derzeit laufen Vorbereitungen, um den CDS mit dem Atmosphärendatenspeicher (ADS) zusammenzulegen.


 **Monatsbulletins zum aktuellen Klima**  
<https://climate.copernicus.eu/climate-bulletin-about-data-and-analysis> 


 **Jahresbericht zum Zustand des Klimas in Europa**  
<https://climate.copernicus.eu/esotc> 

**Welcome to the Climate Data Store**  
Dive into this wealth of information about the Earth's past, present and future climate.  
It is freely available and functions as a one-stop shop to explore climate data. [Register for free](#) to obtain access to the CDS and its Toolbox.  
We are constantly improving the services and adding new datasets. For latest announcements, watch the posts on the CDS forum [CF](#).

Enter search term(s)  All

 **Climate Data Store Toolbox**

 **Climate Data Store API**

 **Access the ECMWF Support Portal**

 **Klimadatenspeicher (CDS)**  
<https://cds.climate.copernicus.eu> 

 **CDS-Datensätze**  
<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset> 



### Sektorspezifische Informationen

<https://climate.copernicus.eu/sectoral-impacts>



### Graphische Produkte (CDS-Anwendungen)

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/?search?type=application>



### Informationen zur praktischen Nutzung

Der Klimawandeldienst stellt sektorspezifische Informationen bereit, um Klimaschutz und Anpassungsmaßnahmen zu unterstützen. Im CDS sind diverse Datensätze und Anwendungen für unterschiedliche Nutzergruppen verfügbar.

Der CDS bietet Informationen für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Energiesektor, Transport, Infrastruktur, Küstenregionen, Katastrophenschutz, Gesundheit, Tourismus und Biodiversität.

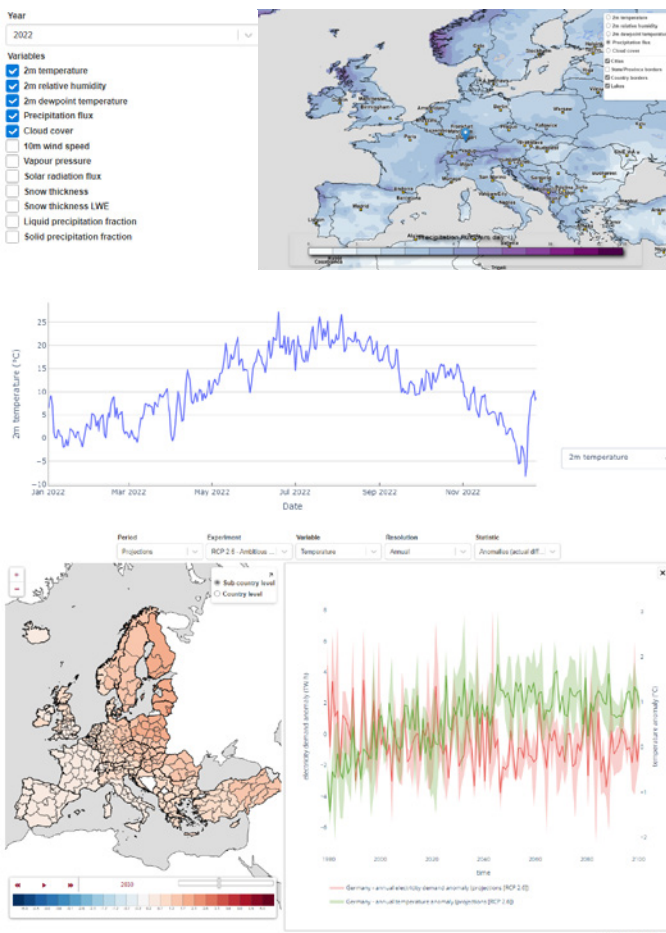
Die Datensätze beinhalten Klimaindikatoren und Klimaindizes. Sie zeigen die langfristige Entwicklung mehrerer Variablen wie Temperatur und Niederschlag und umfassen aus Variablen abgeleitete Kenngrößen, zum Beispiel Hitze- und Frosttage.

Die Anwendungen bieten visualisierte Daten, interaktive Graphiken und Karten für Klimaindikatoren. Die Nutzung der CDS-Toolbox wird bei der Entwicklung der Anwendungen berücksichtigt.

### Qualitätssicherung und Nutzerunterstützung

Die Qualitätssicherung umfasst Datenprüfungen, Bewertungen und Überwachung der Service-Performance. Sie soll sicherstellen, dass die Nutzer der Herkunft und Eignung der CDS-Daten vertrauen und deren Stärken und Schwächen verstehen können. Für den C3S ist in diesem Zusammenhang eine klare und zugängliche Dokumentation wichtig. Nutzerwünsche fließen in die Qualitätsverbesserung mit ein.

Die Nutzer können bei Bedarf weitere Unterstützung erhalten. Hierzu dienen ein virtueller Assistent bei der Datensuche, die Wissensdatenbank, das Unterstützungsportal und C3S-Forum sowie Lernmittel und Trainingsangebote.



▲ Illustration zu CDS Anwendungen (Agroclimatic data explorer and climate and energy explorer)

### Qualitätssicherung

<https://climate.copernicus.eu/quality-assurance-copernicus-climate-change-service>



### Nutzerunterstützung

<https://climate.copernicus.eu/help-and-support>



# Satellitendaten zur Klimaüberwachung

Satellitendaten sind für die Überwachung der Erdatmosphäre und des Klimas unerlässlich. Mit diesen Informationen ist es möglich, genauere Vorhersagen zu machen und extreme Ereignisse zu erkennen. Sie messen Strahlungswerte bei verschiedenen Wellenlängen und werden weiterverarbeitet, um für Klimaüberwachung relevante Variablen zu gewinnen. Für den C3S Klimawandeldienst sind die Satellitendaten von EUMETSAT und ESA besonders wichtig.

## Bereitstellung satellitengestützter Datensätze

Satelliten können Phänomene räumlich umfassend abdecken und liefern Daten nahezu in Echtzeit und in hoher räumlicher Auflösung. Für eine Reihe klimarelevanter Parameter ist eine direkte Messung jedoch nicht möglich. Auch können Wolken oder atmosphärische Störungen die Lückenlosigkeit bestimmter Kenngrößen beeinträchtigen.

Satellitendaten werden für homogene Zeitreihen wichtiger Klimavariablen aufbereitet und in geraseter und aggregierter Form im CDS bereitgestellt. Aktualisierungen können als vorläufige Daten veröffentlicht werden.

Für die Bereitstellung der Datensätze arbeitet der C3S eng mit nationalen Organisationen, mit der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), mit der Europäischen Wettersatellitenorganisation (EUMETSAT) und mit weiteren Copernicus-Diensten zusammen.

Der C3S liefert Satellitendaten für wichtige Klimavariablen (Essential Climate Variables -ECVs) in den Bereichen Atmosphärenphysik, atmosphärische Zusammensetzung, Ozeane, Hydrologie und Kryosphäre sowie Land-Biosphäre.

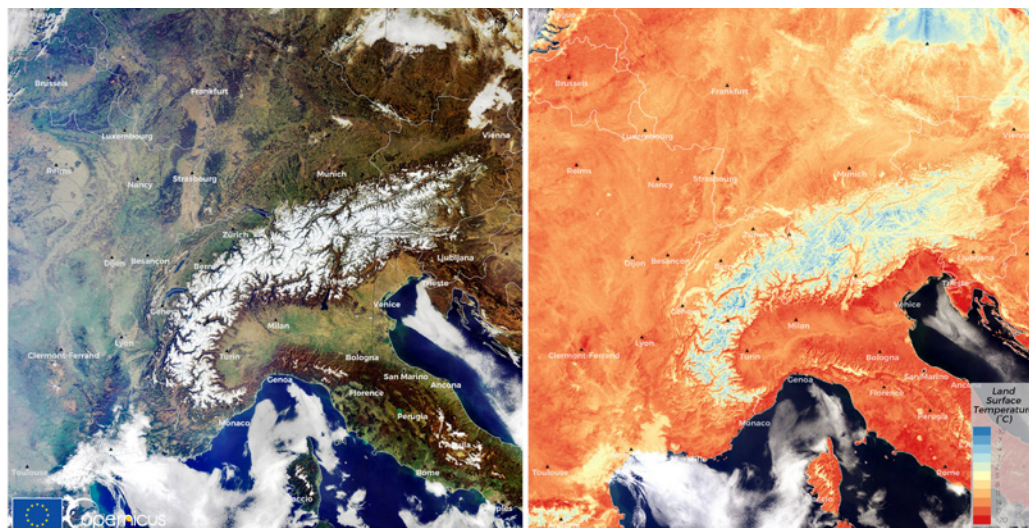
Beispiele dieser Variablen sind Solarstrahlung, Niederschlag, langlebige Treibhausgase, Ozon, Aerosole, Meeresoberflächentemperatur, Meeresspiegel, Bodenfeuchte, Albedo, Feuer und Blattflächenindex.

## Satellitendaten im CDS

[https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset&keywords=\(\(%20%22Pro-duct%20type:%20Satellite%20observations%22%20\)\)](https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset&keywords=((%20%22Pro-duct%20type:%20Satellite%20observations%22%20)))



► Sentinel-3 Satellitenbild und Darstellung der Temperatur der Landoberfläche am 24.02.2021.



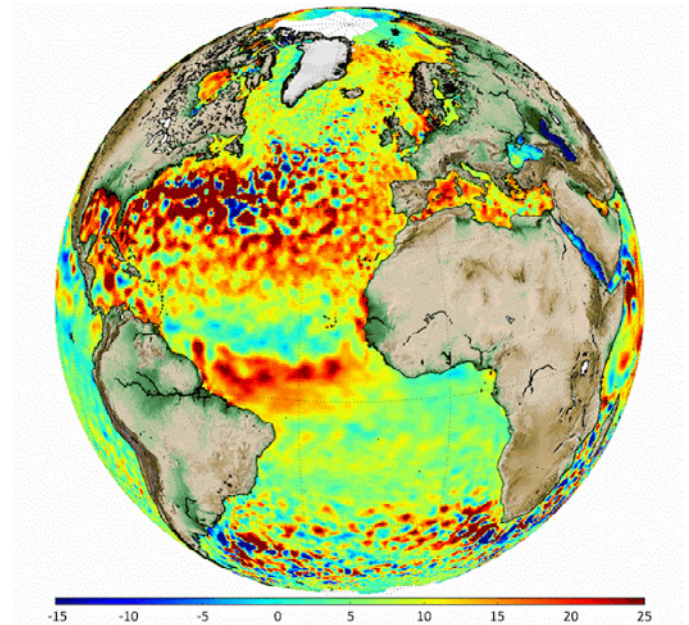


### Beispiel Meeresspiegel

Der im CDS bereitgestellte Datensatz zum Meeresspiegel ist klimaorientiert, d.h. er dient der Überwachung der langfristigen Entwicklung des Meeresspiegels. Der Datensatz betrachtet die Anomalien des Meeresspiegels in Bezug auf einen mittleren zwanzigjährigen Referenzzeitraum (1993-2012). Die Anomalie des Meeresspiegels ist dabei definiert als die Höhe des Wasserspiegels über der mittleren Meeresoberfläche in einer bestimmten Zeit und Region. Dreimal pro Jahr wird der Datensatz aktualisiert.

#### Meeresspiegel-Satellitendaten

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-sea-level-global?tab=overview>



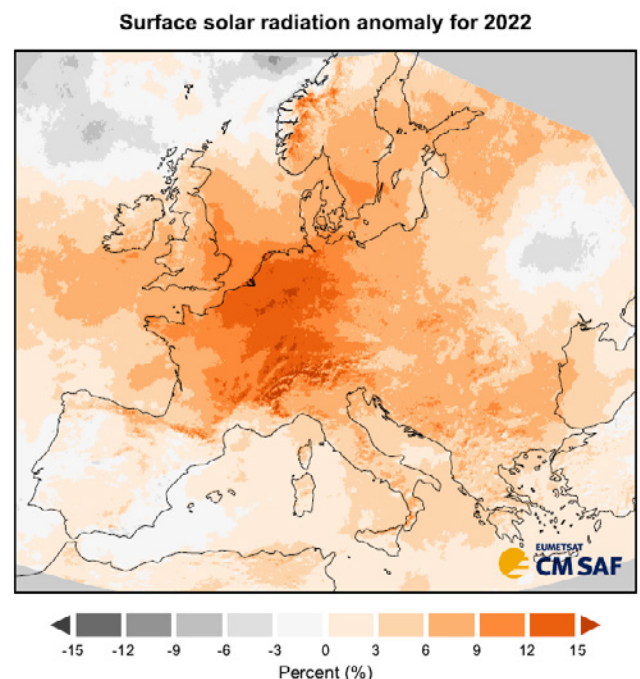
▲ Anomalie des Meeresspiegels am 01.09.2020 (in cm) in Bezug auf den Referenzzeitraum 1993-2012.

### Beispiel Solarstrahlung

Kleine Änderungen im bodennahen Strahlungshaushalt können größere klimatologische Wirkungen hervorrufen. Der C3S stellt zur Solarstrahlung und zum Strahlungshaushalt Daten zur Verfügung, wie zum Beispiel zur sieben Variablen umfassenden ECV „Surface Radiation Budget“. Sowohl die einfallende Sonnenstrahlung als auch die Abkühlung durch Emission von Infrarotstrahlung sowie die Netto-Strahlung werden als grundlegende Komponenten berücksichtigt. Die Informationen sind wichtig für die Klimaforschung und für die Nutzung von erneuerbaren Energien. Eine wichtige Primärquelle sind in diesem Kontext Satellitendaten der CLARA Produktfamilie von Eumetsat CM SAF, an deren Erstellung der DWD mitwirkt.

#### Satellitendaten zum bodennahen Strahlungshaushalt

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-surface-radiation-budget?tab=doc>



▲ Änderung der bodennahen Solarstrahlung für das Jahr 2022 im Vergleich zur Referenzperiode 1991-2020. Quelle: C3S European State of the Climate 2022, EUMETSAT CM SAF

# Globale und Regionale Reanalysen

Reanalysen gehören zu den meistgenutzten Datensätzen. Sie liefern eine umfassende Beschreibung des in Vergangenheit und Gegenwart beobachteten Klimas. Um umfassende Zeitreihen zu erstellen, werden Daten aus In-situ- und Satelliten-Beobachtungen mit Daten aus numerischen Wettervorhersagemodellen kombiniert. Entsprechend der Modellauflösung werden flächendeckend Mittelwerte für jede Modellgitterzelle berechnet.

## Globale Reanalysen

ERA5 ist die fünfte Generation der globalen Reanalyse des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersagen (EZMW). Sie stellt stündliche Daten zu vielen Parametern der Atmosphäre, der Landoberflächen und der Ozeane zur Verfügung. Die horizontale Auflösung beträgt  $0,25 \times 0,25^\circ$  (Gitterpunktabstand von 31 km). Für atmosphärische Variablen werden bis zu 37 Druckebenen ausgewiesen. Ursprünglich ab 1979 deckt ERA5 nun nach Erweiterungen den Zeitraum ab 1940 bis zur Gegenwart ab.

Zusätzlich existiert mit ERA5-Land ein globaler Landoberflächendatensatz mit einer Auflösung von 9 km. Seine Daten werden in stündlichen und monatlichen Intervallen bereitgestellt. Im CDS können für ERA5 und ERA5-Land Daten vor dem Download auf Teilregionen eingegrenzt werden.

Vergleiche von Reanalysen mit auf Messdaten basierten Datensätzen (z.B. E-OBS) ergaben hinsichtlich der Entwicklung der Temperatur gute Übereinstimmungen, vor allem für Europa.

Der Produktionsstart von ERA6 ist für das Jahr 2024 geplant. Das Ziel sind Daten mit einer deutlich höheren Auflösung von 18 km.

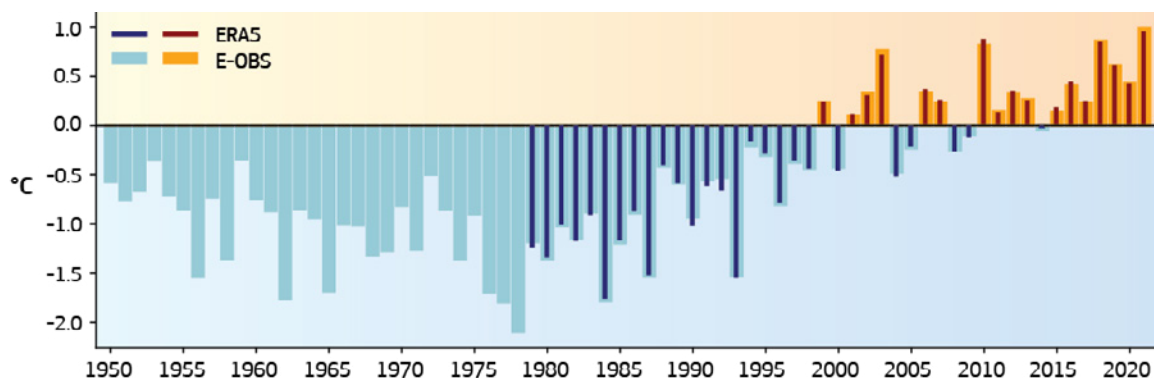
### ERA5 Globale Reanalyse – Datensätze und graphische Produkte (Anwendungen)

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?text=ERA5>



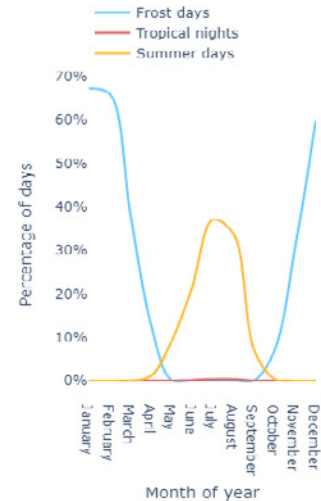
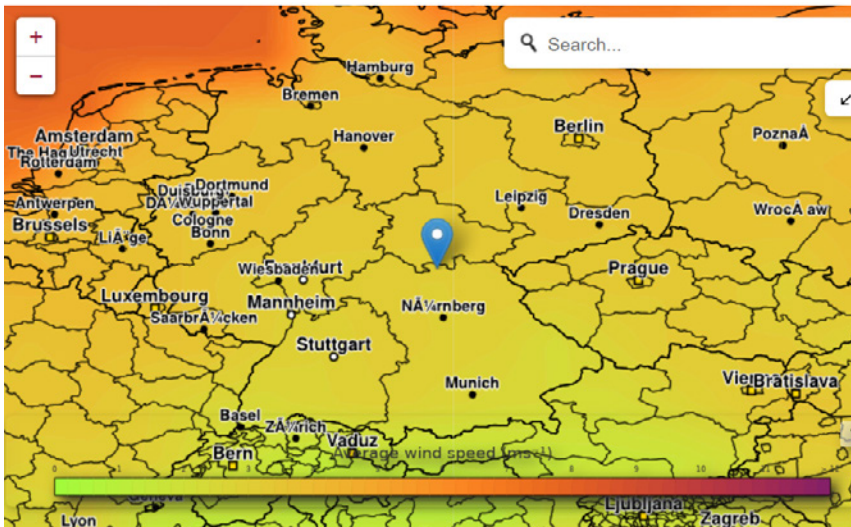
### ERA5 Land – Datensätze und Anwendungen

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?text=ERA5-Land>



▲ Abweichung der Sommertemperatur (Juni-August) vom vieljährigen Mittel 1991-2020 (ERA5 und E-OBS Daten).

Quelle: <https://climate.copernicus.eu/esotc/2021>



▲ Der „ERA Explorer“ visualisiert Klimavariablen und Statistiken auf der lokalen Ebene. In diesem Beispiel wird zu Coburg (Koordinaten 50.26° Nord und 10.96° Ost) über die Windgeschwindigkeit (links) und monatlichen Anteile der Frosttage, Sommertage und Tropennächte (rechts) informiert. Es handelt sich um Durchschnittswerte für die 30-jährige Referenzperiode 1981-2010.

### UERRA Regionale Reanalyse bis 2019

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?text=UERRA>



### CERRA Regionale Reanalyse

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?text=CERRA>



## Regionale Reanalysen für Europa

Die räumliche Auflösung wurde in den regionalen Reanalysen für Europa verbessert. Regionale Eigenschaften wie die Topographie können zum Beispiel bei Beschreibungen von Temperatur und Windverhältnissen oder Extremereignissen besser berücksichtigt werden.

Zunächst wurden im Rahmen des EU-Forschungsprojekts UERRA Daten von 1961 bis 2019 mit 11 km Auflösung produziert. Die zeitliche Auflösung umfasst Sechs-Stunden-Zeitschritte (00, 06, 12 und 18 UTC).

Seit 2022 liegen Daten aus einem neuen regionalen Reanalyzesystem für Europa (CERRA: Copernicus European Regional ReAnalysis) vor. Benutzer können aus mehr als 50 Variablen in verschiedenen Höhen und Zeitschritten wählen. CERRA-Land bietet zusätzliche Variablen für die Landoberfläche und den Boden. Die horizontale Auflösung beträgt 5,5 km.

## Regionale Reanalyse für die Arktis

Eine Reanalyse für die arktische Region (CARRA: Copernicus Arctic Regional ReAnalysis) hat der C3S mit einer horizontalen Auflösung von 2,5 km veröffentlicht. Sie umfasst die zwei Teilgebiete Grönland sowie das Europäische Nordmeer und die Barentssee.

### CARRA Regionale Reanalyse (Arktis)

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?text=CARRA>



# Vorhersagen und Projektionen

Für Analysen zum zukünftigen Klima stellt der Klimawandeldienst verschiedene Datensätze und graphische Produkte bereit. Die Vorhersagen umfassen saisonale Zeiträume. Die Projektionen decken zukünftige Zeiträume bis Mitte und Ende des 21. Jahrhunderts ab, in einzelnen Fällen sind erweiterte Daten bis 2300 verfügbar.

## Jahreszeitliche Vorhersagen

Die saisonalen Vorhersagen ermöglichen Aussagen darüber, wie wahrscheinlich bestimmte atmosphärische Bedingungen im Vergleich zum Klimamittel in den nächsten Monaten vorherrschen. Der C3S veröffentlicht diesbezüglich Ensemble- und Einzelvorhersagen der Ensemblemitglieder (siehe Graphik rechts) für Temperatur, Niederschlag und Wind.

Im Klimadatenspeicher sind tägliche sowie monatliche Daten mit Durchschnitts-, Maximum- und Minimum-Werten verfügbar. Ein weiterer, bias-korrigierter Datensatz liefert Auskünfte über monatliche Anomalien. Die Vorhersagen werden generell monatlich aktualisiert und betreffen einen Zeitraum von sechs Monaten.

Graphische Anwendungen zeigen Karten und Zeitreihendiagramme. Nutzer können Variablen und andere gewünschte Informationen auswählen.



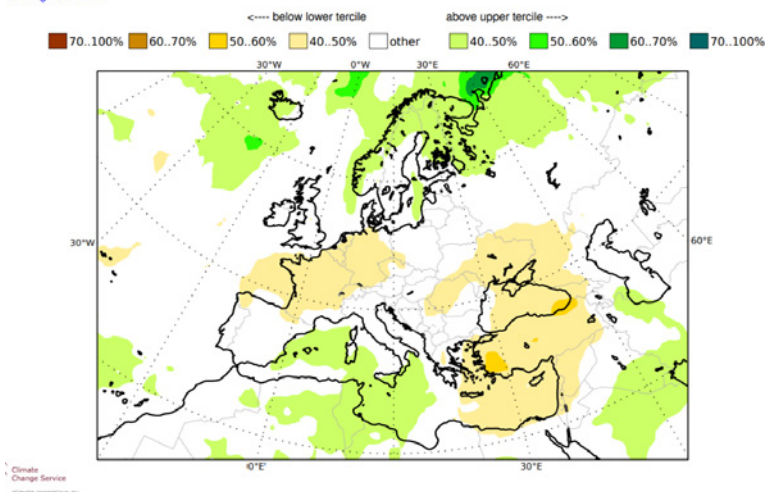
◀ Ensemblemitglieder der C3S saisonalen Vorhersagen

[Weitere Informationen und Links zu Datensätzen und Anwendungen](https://climate.copernicus.eu/seasonal-forecasts)

<https://climate.copernicus.eu/seasonal-forecasts>



C3S multi-system seasonal forecast ECMWF/Met Office/Météo-France/CMCC/DWD/NCEP/JMA/ECCC  
 Prob(most likely category of precipitation) DJF 2022/23  
 Nominal forecast start: 01/11/22  
 Unweighted mean

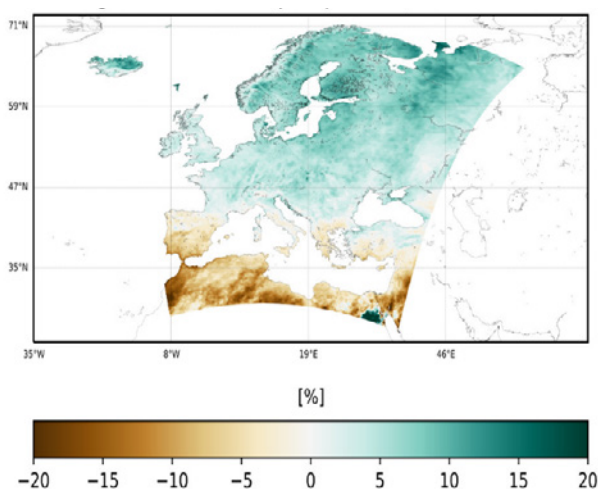


◀ Saisonale Vorhersage für Niederschläge im Winter 2022/23. Es werden Gebiete gezeigt, die eine erhöhte Wahrscheinlichkeit (mehr als 40 %) aufweisen, entweder unter dem unteren Terzil oder über dem oberen Terzil zu liegen.



## 🌐 Weitere Informationen und Links zu Klimaprojektionen (Datensätze und Anwendungen)

<https://climate.copernicus.eu/climate-projections>



▲ Änderung des mittleren Jahresniederschlags (in %) in Europa für den Zeitraum 2011-2040 im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

## Klimaprojektionen

Klimaprojektionen berücksichtigen verschiedene auf Treibhausgaskonzentrationen basierende Szenarien und stellen Schätzungen zum künftigen Klimawandel und deren Unsicherheiten bereit. Der C3S bietet über den CDS Zugang zu den im Weltklimaforschungsprogramm erstellten globalen und regionalen Klimaprojektionen CMIP (Coupled Model Intercomparison Project) und CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment), die in der Regel einen Zeitraum bis ins Jahr 2100 abdecken. Die im CDS verfügbaren CMIP5- und CMIP6-Datensätze wurden in den Fünften und Sechsten Sachstandsberichten des Weltklimarates (IPCC) berücksichtigt. Eine Vorprozessierung vor dem Daten-Download ist möglich. Beispielsweise können Nutzer räumliche und zeitliche Ausschnitte wählen, um nur benötigte Informationen herunterladen zu müssen.

Die regionalen CORDEX-Projektionen decken europäische und außereuropäische Gebiete ab. Für Europa bietet der C3S über den CDS Zugang zu Rohdaten für etwa 25 häufig genutzte Variablen mit einer räumlichen Auflösung von 12,5 km.

Weitere im CDS verfügbare Datensätze und graphische Produkte beruhen auf EURO-CORDEX Klimaprojektionen und beinhalten wichtige Kenngrößen und Klimaindikatoren mit Monats- oder Jahresmitteln sowie Abweichungen in Bezug auf die langjährige Referenzperiode. Der C3S hat hierzu auch der Europäischen Umweltagentur (EEA) Inhalte für den „European Climate Data Explorer“ bereitgestellt.

► Vom C3S mit Hilfe der Toolbox und CMIP, CORDEX- und ERA5-Daten für den European Climate Data Explorer der EEA bereitgestellte Klimaindikatoren und -indizes. Quelle: EEA -

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/european-climate-data-explorer/overview-list>

<b>Heat and cold</b>	Mean air temperature	Mean Temperature Growing Degree Days Tropical Nights	<b>Snow and ice</b>	Snow and land ice	Snowfall Amount
	Extreme heat	Apparent Temperature Heatwave Days Climatological Heatwave Days High UTCI Days Maximum temperature		<b>Coastal</b>	Relative sea level Coastal flooding
	Cold spells and frost	Frost Days Minimum temperature Total Precipitation	<b>Other</b>	Other	Tiger Mosquito Climatic Season Length Tiger Mosquito Climatic Suitability
<b>Wet and dry</b>	Mean precipitation	Maximum Consecutive Five-Day Precipitation	 <b>European Climate Data Explorer</b>		
	Extreme precipitation	River discharge River Flood			
	River flooding	Aridity Actual High Fire Danger Days Fire Weather Index			
	Aridity				
	Wildfire				

# Sektorspezifische Informationen

Der Klimawandeldienst zeigt, wie maßgeschneiderte Informationen und Anwendungen für klimasensitive Wirtschaftsbereiche zur Verfügung gestellt werden können. Sie betreffen die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Energie, Wasserwirtschaft, Versicherung, Küstenregionen, Biodiversität, Katastrophenschutz, Gesundheit, Transport, Infrastruktur und Tourismus. Drei dieser Bereiche sind hier beispielhaft näher dargestellt.

## Land- und Forstwirtschaft

Reanalysedaten für agrarmeteorologische Indikatoren stehen im bias-korrigierten AgERA5 Datensatz zur Verfügung und können damit direkt für weitere Analysen und als Input für Getreide- oder agrar-ökologische Modelle verwendet werden.

Ferner stehen aus Satellitenbeobachtungen gewonnene Daten von 2000 bis zur Gegenwart für Indikatoren zur Pflanzenproduktivität und Evapotranspiration bereit. Hiermit kann das durch das Klima beeinflusste Pflanzenwachstum für die Getreidesorten Weizen, Mais, Reis und Soja betrachtet werden.

Ein weiterer globaler Datensatz beinhaltet Klimaprojektionen für 26 Indikatoren. Neben saisonalen und jährlichen Zeitschritten werden Zehn-Tages-Schritte unterschieden, die für die Analyse bestimmter Wachstumsperioden und phänologischer Phasen wichtig sind. Eine Auswahl nach Teilregionen ist möglich.

Schließlich können über zwei Anwendungen (Agrometeorological indicators explorer and data extractor, Agroclimatic indicators explorer for Europe from 1970 bis 2100) relevante Variablen ausgewählt und durch Karten und Diagramme für bestimmte Regionen und Orte visualisiert werden.

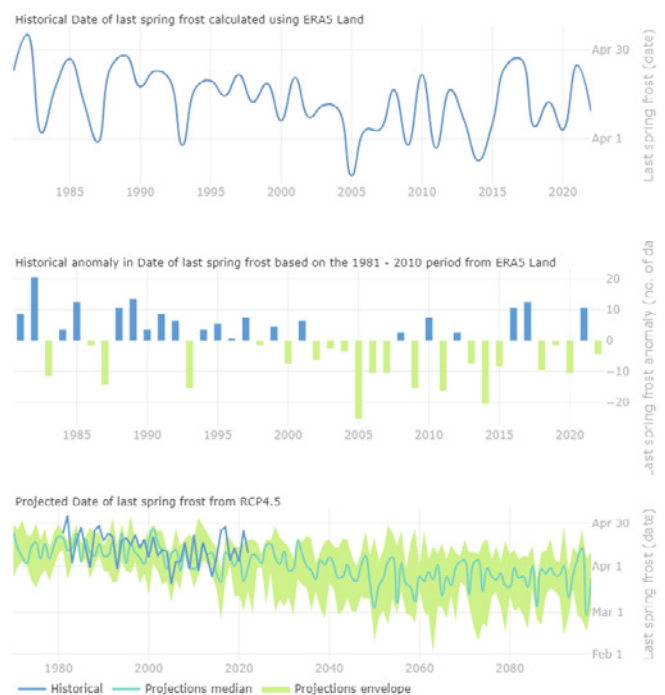
► *Letzter Frosttag im Frühling in Vergangenheit und Zukunft sowie Dauer der Abweichung in der Vergangenheit für den Ort Bielefeld (Koordinaten 52° Nord, 8,5° Ost). Quelle: C3S/CDS - Agroclimatic indicators explorer.*

 **Informationen und Links zu Datensätzen und Anwendungen für die Landwirtschaft**

<https://climate.copernicus.eu/global-agriculture-project> 

 **CDS Satellitendaten zu Getreideproduktivität und Evapotranspiration**

<https://doi.org/10.24381/cds.b2f6f9f6> 





## Wasserwirtschaft

Der Klimadatenpeicher des C3S bietet verschiedene Datensätze mit Projektionen bis zum Jahr 2100 und interaktive Webanwendungen zu den Themen Temperatur, Niederschläge, Wasserquantität und Wasserqualität. Die Informationen sind auch für andere Bereiche relevant, z.B. Energie und Landwirtschaft.

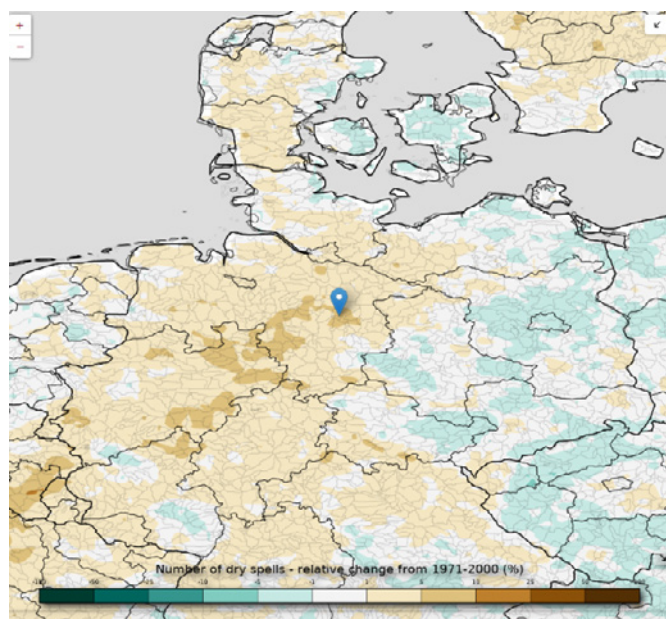
Zu den Themen Wasserquantität und Wasserqualität werden unter anderem Variablen wie Flussabfluss, Hochwasserwiederkehr, Nässe, Bodenfeuchte, Stickstoff- und Phosphorbelastung angesprochen. Die Daten liegen in einer Auflösung von 5 km vor. Darüber hinaus bietet der CDS Daten und eine Anwendung mit saisonalen Vorhersagen hinsichtlich der Abflussmengen von Flüssen an. Nutzer können in den Anwendungen ein Einzugsgebiet oder einen Rasterpunkt auswählen, um weitere Details in einem separaten Diagramm anzuzeigen.

## Energie

Reanalyse- und Projektionsdaten werden speziell für den Energiesektor auf nationaler sowie regionaler Ebene (Eurostat NUTS2 Klassifikation) und in einer Auflösung von etwa 30 km x 30 km bereitgestellt. Eine Anwendung visualisiert die Informationen zu Lufttemperatur, Niederschlag, einfallende Sonnenstrahlung, Windgeschwindigkeiten sowie den mittleren Luftdruck auf Meereshöhe werden berücksichtigt. Des Weiteren können Energieindikatoren wie die Stromnachfrage und die Erzeugung aus den Quellen Windkraft (Onshore und Offshore), Solarenergie und Wasserkraft betrachtet werden.

### Informationen und Links zu Datensätzen und Anwendungen für die Wasserwirtschaft

<https://climate.copernicus.eu/operational-service-water-sector>



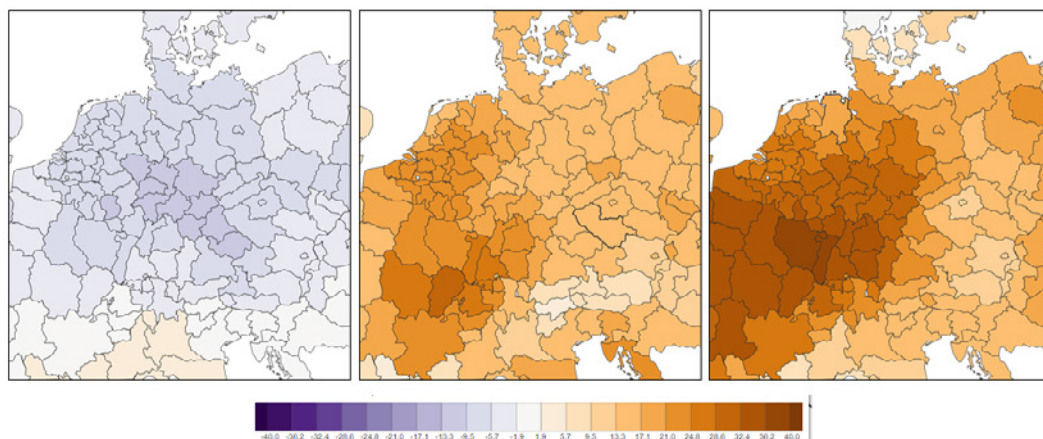
▲ Änderung der mittleren Anzahl von Trockenperioden (in %) im Zeitraum 2041-2070, Emissionsszenario RCP 4.5, Referenzperiode 1971-2000. Quelle: C3S/CDS - European hydrology and climate data explorer

### Informationen und Links zu Datensätzen und Anwendungen für die Energiewirtschaft

<https://climate.copernicus.eu/operational-service-energy-sector>



► Abweichung der Solarstrahlung ( $W/m^2$ ) für die Jahreszeiten Winter 2021/22 (links), Frühjahr 2022 (Mitte) und Sommer 2022 (rechts) vom jeweiligen langjährigen Mittel. Quelle: C3S/CDS - European energy and climate data explorer



# Der Klimadatenspeicher (CDS)

Der CDS bietet einen zentralen Zugang zu einer Vielzahl von Klimadatensätzen für vergangene und zukünftige Zeiträume. Eine Toolbox für die Verarbeitung und Visualisierung der Daten steht bereit. Für verschiedene Sektoren gibt es eine Reihe von Anwendungsbeispielen.

## Grundfunktionen

Der CDS bietet webbasierte und API-basierte Such- und Abrufmöglichkeiten für den Zugriff auf Klimadaten und -informationen. Darüber hinaus wird eine Toolbox angeboten, mit der Nutzer webbasierte Anwendungen entwickeln können, die auf verfügbaren Datensätzen beruhen.

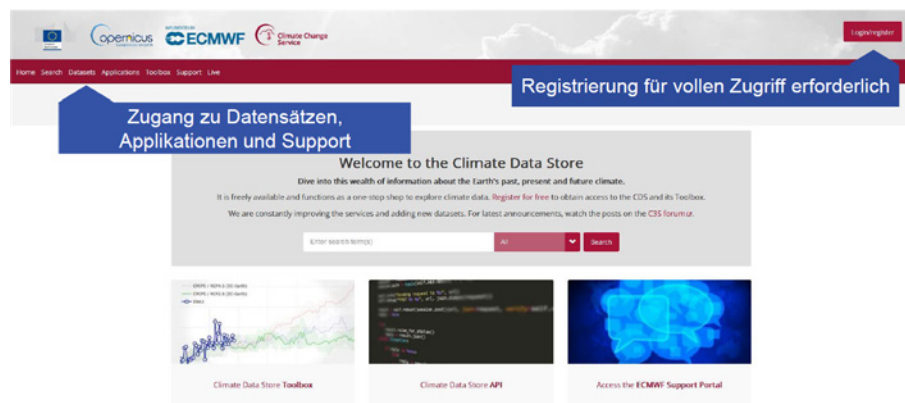
Die vom CDS bereitgestellten Daten sind kostenlos und frei zugänglich, sofern der Nutzer die entsprechenden Lizenzen anerkennt. Eine Registrierung ist für den Zugang zu den Daten erforderlich.

 Klimadatenspeicher

<https://cds.climate.copernicus.eu>

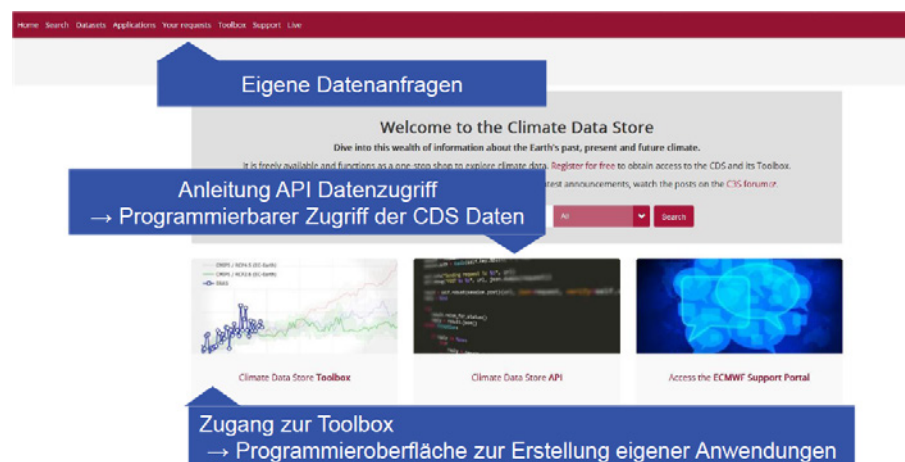


## Erste-Schritte-Anleitung



◀ Über „Search“ wird der Katalog aufgerufen. Der Menüpunkt „Datasets“ bietet eine Liste verfügbarer Datensätze. Für den Zugriff auf die Daten ist eine Registrierung als Nutzer erforderlich.

Der Menüpunkt „Applications“ zeigt graphische Produkte für verschiedene Anwendungsbereiche. Der Menüpunkt „Support“ bietet Hilfe und Unterstützung.



◀ Für registrierte Nutzer wird ein Untermenü „Your requests“ sichtbar und zeigt den Status von Datenabfragen.

Die CDS Webseite bietet einen direkten Datenzugriff sowie einen Zugriff per API.

Mit der Toolbox können Daten visualisiert und Anwendungen nutzerorientiert erstellt werden.



## Beispiel: ERA5 Datensatz

**Ausführliche Dokumentation**

**Angaben zur Qualitätsprüfung des Datensatzes**

**Kurzinfo zum Datensatz, Angaben zur räuml. und zeitl. Auflösung, sowie verfügbare Variablen**

**Auswahlmaske und Download der Daten**

**Tipps: Datenauswahl möglichst nicht zu komplex (z.B. Variablen einzeln,...)**  
 → weniger Raum für Fehler durch „ungünstige Kombinationen“  
 → kleinerer Datensatz, schnellerer Download

**Terms of use müssen akzeptiert werden**

**API oder Toolbox request, generiert entsprechend der Auswahl**

**Direkter, lokaler Download der gewählten Daten**

Illustrationen des ERA5-Datensatzes mit Erläuterungen der Tabs und Auswahlmöglichkeiten

## Informationen zur Toolbox

**Zugang Toolbox**

**Dokumentation, Tutorials**

**Zugang Toolbox Editor**

**Glossar und Erläuterung der Toolbox Befehle**

**Galerie mit vorgefertigten Beispielen (als Vorlagen)**

Funktionen der CDS-Toolbox

**CDS und ADS werden CADS**

Voraussichtlich im Laufe des Jahres 2024 werden beide Datenspeicher unter dem Namen „CADS“ zusammengeführt. Nutzern wird dann empfohlen, die Eingangsseite <https://climate.copernicus.eu/data> mit dem dort aufgeführten Link zum neuen Datenspeicher aufzurufen und Namen hier erwähnter Datensätze im dortigen Suchfenster einzugeben.

# Nutzung von C3S Daten im DWD

Die CDS Datensätze des C3S stellen eine wichtige Ergänzung zu den verfügbaren Daten im Climate Data Center (CDC) des DWD dar. Der DWD nutzt C3S Klimadaten für die Entwicklung und Evaluierung neuer Datensätze und Dienste. Eine Auswahl von auf C3S-Daten beruhenden Aktivitäten wird hier näher beschrieben. Diese werden durch das EU FPCUP-Projekt unterstützt.

 **CDC - Climate Data Center (DWD)**

<http://www.dwd.de/cdc>



## **Agrarmeteorologische Modellierung auf der Grundlage regionaler Copernicus-Reanalysedaten**

Das auf modernen Wirkmodellen für landwirtschaftliche Parameter beruhende AMBER-Softwarepaket ist die Arbeitsgrundlage für die agrarmeteorologische Politikberatung des DWD. Bislang basieren Berechnungen auf historischen und aktuellen Stationsdaten, numerischen Wettervorhersagen sowie Pflanzen- und Bodeninformationen aus In-situ-Beobachtungen. Im Rahmen einer FPCUP-Aktion wird die DWD-AMBER-Software mit den im CDS verfügbaren regionalen Reanalysedaten für Europa erweitert. Dies wird eine räumlich hoch aufgelöste agrarmeteorologische Modellierung für verschiedene Feldfrüchte in Mitteleuropa ermöglichen. Die AMBER-C3S Ergebnisse werden für Anwender über ein Webportal bereitgestellt und Karten mit landwirtschaftlichen Klimaindizes enthalten.

## **U-CLIMADAPT (User-centric Assessment of Climate Change Impacts for Adaptation)**

In dieser FPCUP-Aktion verfolgt der DWD gemeinsam mit anderen europäischen Partnern das Ziel, verfeinerte und sozioökonomisch relevante Klimafolgenabschätzungen auf der Grundlage von CDS Klimavorhersagen und -projektionen zu entwickeln. Die CDS-Daten fließen in die CLIMADA Plattform ein, die Risikobewertungen ermöglicht. Die Ergebnisse tragen zur Weiterentwicklung der operativen Dienste der Konsortium-Mitglieder bei. Sie werden außerdem durch die Interaktion mit Nutzergruppen verbreitet. Für die Bereiche Stadtplanung, Gesundheitsvorsorge und für die alpine Region sind spezielle Anwendungen zur Klimavorsorge geplant.





## *Der Copernicus Atmosphärendienst*

Der Copernicus-Dienst Atmosphärenüberwachung (CAMS) ist ein weiterer Informationsdienst des Copernicus-Programms der Europäischen Union. Wie der Klimawandeldienst wird auch der Atmosphärendienst vom Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersagen (EZMW) im Auftrag der Europäischen Kommission betrieben. Das EZMW arbeitet mit der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT) sowie mit vielen anderen Organisationen zusammen, die Satelliten- und In-situ-Beobachtungen liefern.

CAMS informiert über Treibhausgase, reaktive Gase, Ozon, Aerosole, Spurengase, Feinstaub und solare Strahlung. Die Daten sind kostenlos und online frei verfügbar. Sie stammen von Satelliten, boden-, see- und luftgestützten Sensoren sowie Modellrechnungen. Sie beschreiben den Zustand der Atmosphäre in Vergangenheit und Gegenwart und können Situationen einige Tage vorhersagen.

Die CAMS-Daten und -Produkte ermöglichen Erkenntnisse über die Veränderungen der atmosphärischen Zusammensetzung und das Ausmaß von Treibhausgasen und Schadstoffen. Sie sind wichtig, um Politik, Wirtschaft und Gesellschaft über die Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die öffentliche Gesundheit und die Umwelt zu informieren. Die Beobachtungsdaten zu Treibhausgasen und Schadstoffen sind auch eine zentrale Informationsquelle für Städte und Regionen, um sie bei wichtigen Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Luftreinhaltung zu unterstützen.

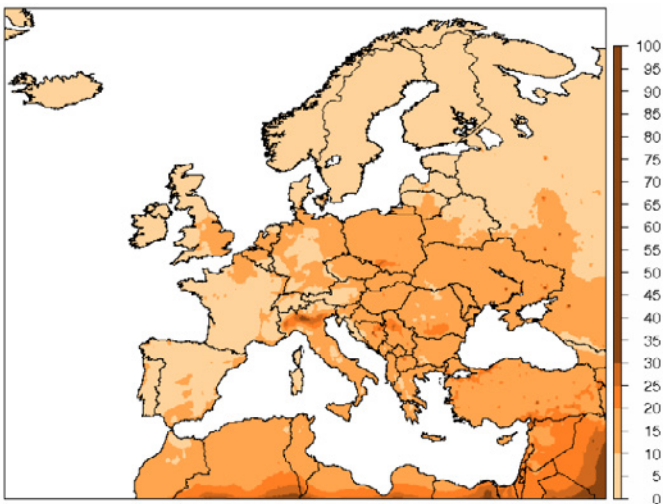


# Auf einen Blick: Was bietet der Copernicus Atmosphärendienst?

CAMS bietet kostenlos atmosphärische Daten. Sie können die Luftqualität und die Zusammensetzung der Atmosphäre in der Vergangenheit abbilden und für die kommenden Tage voraussagen. Wichtige Themen betreffen die Ozonschicht, UV-Strahlung, Emissionen und Oberflächenströmungen von Schadstoffen und Treibhausgasen sowie den Klimaantrieb.

## Jährliche Sachstandsberichte zur Luftqualität

Für politische Entscheidungsträger stellt der Atmosphärendienst Jahresberichte mit einer Reihe von Indikatoren zur Konzentration von Luftschadstoffen in Europa bereit. Die Berichte enthalten auch Informationen über den Ursprung bestimmter Episoden von Luftverschmutzungen.



## Atmosphärenspeicher (ADS)

Der ADS (Atmosphere Data Store) ist der Eckpfeiler der CAMS-Infrastruktur. Er ist ähnlich wie der Klimadatenspeicher aufgebaut und bietet sowohl einfachen web-basierten als auch API-basierten Zugang zu den Daten. Es bestehen interaktive Such- und Abrufmöglichkeiten. Zu den einzelnen Datensätzen lassen sich in der Rubrik „Documentation“ nähere Beschreibungen und Berichte zur Datenqualität aufrufen.

## Bewertung der Luftschadstoffe in Europa und andere Jahresberichte

<https://policy.atmosphere.copernicus.eu/reports.php>



◀ Jahresdurchschnitt der  $PM_{2,5}$ -Feinstaub-Konzentrationen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) im Jahr 2019 in Europa. Darstellung der CAMS Reanalyse aus dem jährlichen Bericht zur Bewertung der Luftqualität 2019 (vor der Covid-Pandemie). Im Jahr 2019 wird der Grenzwert für das  $PM_{2,5}$ -Jahresmittel ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  laut EU Richtlinie 2008 zur Luftqualität) in einigen Gebieten in Norditalien, Polen, auf dem Balkan und in der Türkei überschritten. Die Konzentrationen lagen in einem großen Teil Mitteleuropas und im Süden des Vereinigten Königreichs zwischen 10 und  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die WHO-Empfehlung für die Langzeitbelastung mit Feinstaub  $PM_{2,5}$  liegt seit 2021 bei maximal 5 Mikrogramm, davor bei 10 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft.

## Welcome to the Atmosphere Data Store

Dive into this wealth of information about the Earth's past, present and future Atmosphere.

It is freely available and functions as a one-stop shop to explore Atmosphere data. [Register for free](#) to obtain access to the ADS.

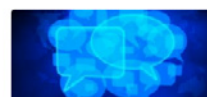
We are constantly improving the services and adding new datasets. For latest announcements, watch the posts on the [CAMS forum](#).

All

Search



Atmosphere Data Store  
API



Access the ECMWF  
Support Portal



Access the CAMS  
website

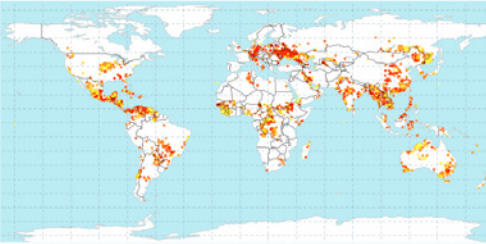
## ADS - Atmosphärendatenspeicher

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu>





## Daily analyses and forecasts



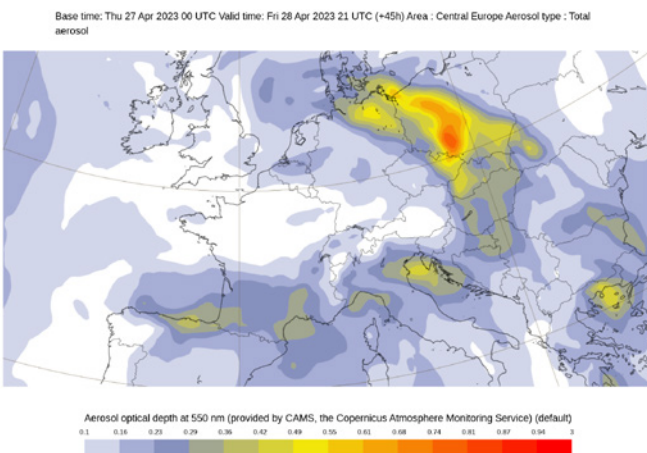
**Forecast charts:**

- [Reactive gases](#)
- [Aerosols](#)
- [European air quality](#)
- [Ozone layer](#)
- [CO2](#)

**Analyses charts:**

- [Fire monitoring](#)

## Aerosol forecasts



▲ Beispiel Aerosol-Vorhersage für den 28.04.2023 in Mitteleuropa.

**Informationen zur Qualität**

<https://atmosphere.copernicus.eu/publications>

<https://atmosphere.copernicus.eu/documentation>

**Unterstützung für Nutzer**

<https://atmosphere.copernicus.eu/help-and-support>

## Graphische Darstellungen

Anhand von interaktiven Karten können sich Nutzer schnell mit visualisierten Vorhersagedaten zu den Produktgruppen vertraut machen. Die Karten bilden Parameter ab wie Ozon und weitere reaktive Gase (Kohlenmonoxid, Formaldehyd, Stickstoffdioxid, und Schwefeldioxid) sowie Aerosole, Treibhausgase (Kohlendioxid, Methan), Solarstrahlung (UV-Index) und das Thema Luftqualität in Europa. Ferner lassen sich Waldbrände lokalisieren.

Die graphischen Produkte liefern Vorhersagen mit dreistündlichen Zeitschritten für die nächsten Tage. Globale und regionale Visualisierungen sind möglich. Durch die geographische Eingrenzung „Central Europe“ werden Informationen für Deutschland besser sichtbar.

Zeitreihenstatistiken und globale Flächendiagramme zu Aerosolen und reaktiven Gasen, die auf Daten einzelner Satelliten basieren, werden ebenfalls angeboten.

**Karten und Diagramme**

<https://atmosphere.copernicus.eu/charts/>

<https://atmosphere.copernicus.eu/charts/packages/cams/>

[https://atmosphere.copernicus.eu/charts/packages/cams\\_monitoring/](https://atmosphere.copernicus.eu/charts/packages/cams_monitoring/)

## Qualitätssicherung und Nutzerunterstützung

CAMS-Produkte werden mit einer Vielzahl unabhängiger Beobachtungsdatensätze verifiziert. Die globalen und regionalen Analysen und Vorhersagen sowie Produkte zur Sonneneinstrahlung werden alle drei Monate evaluiert. Mit jedem neuen Datensatz wird zugleich die jährliche Schätzung der Treibhausgasflüsse evaluiert.

Ergebnisse von Evaluierungen werden in der Rubrik „Publications“ veröffentlicht. Weitere Informationen zur Qualitätssicherung bietet die Rubrik „Documentation“. Darüber hinaus finden Nutzer in der Rubrik „Help and Support“ Unterstützung durch die CAMS Wissensdatenbank (CAMS Knowledge Base - CKB), das Community-Forum, das ECMWF Support-Portal und durch Mailisten sowie Newsletter.

# Globale Vorhersagen und Reanalysen

Für die Erstellung globaler Vorhersagen und Reanalysen werden die Dynamik der Atmosphäre, die physikalischen Prozesse sowie Prozesse, die die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre steuern, in den Modellierungen berücksichtigt. Einen wichtigen Einfluss haben Winde, Wolkenbildung und Emissionen. Die Zusammenführung von Modellergebnissen mit Satellitenbeobachtungen ist ein Schlüsselaspekt in CAMS.

## Vorhersagen

Zweimal täglich gibt CAMS eine weltweite Vorhersage über die Zusammensetzung der Atmosphäre in den nächsten fünf Tagen heraus. Die Daten umfassen mehr als 50 chemische Substanzen und sieben Aerosolarten. Die Vorhersage enthält Informationen über Gase in der untersten Schicht der Atmosphäre (Troposphäre) und über Ozon in der oberen Schicht (Stratosphäre). Die räumliche Auflösung beträgt 40 km.

In Experimenten werden außerdem Vorhersagen für die Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>) mit einer höheren räumlichen Auflösung von 9 km einmal täglich erstellt, um die Interaktion zwischen der Vegetation und der Atmosphäre besser zu erfassen (Datenzugang auf Anfrage).

## Reanalysen

Die globalen Reanalysen beinhalten die Verarbeitung von Satelliten- und anderen Beobachtungen sowie Modellsimulationen für einen längeren zurückliegenden Zeitraum (2003-heute, 80 km Auflösung, dreistündliche Zeitschritte und monatlich gemittelte Werte). Die Daten werden zweimal jährlich aktualisiert und jeweils nach sechs Monaten veröffentlicht. Die Reanalysen liefern flächendeckende, dreidimensionale Datensätze, die zurückblickende Auswertungen des Zustands der Atmosphäre ermöglichen.

### Globale Vorhersage zur atmosphärischen Zusammensetzung (Datensatz)

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-atmospheric-composition-forecasts?tab=overview>

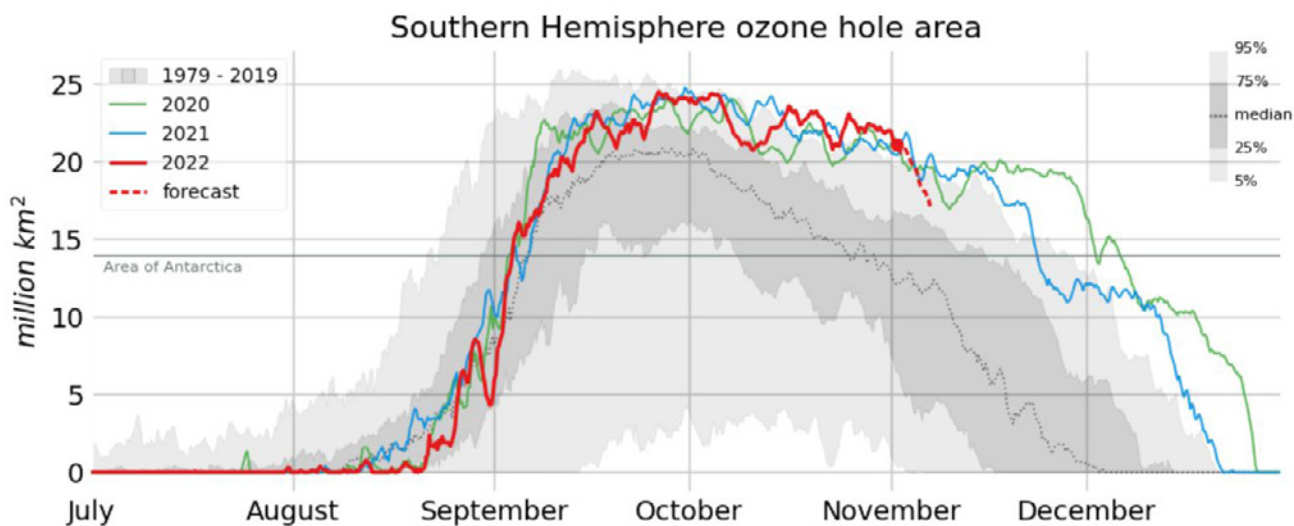


### Globale Reanalyse zur atmosphärischen Zusammensetzung (Datensatz)

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-reanalysis-eac4?tab=overview>



▼ Fläche des Ozonlochs auf der südlichen Halbkugel zwischen Juli und November in den Jahren 2020, 2021 und 2022 im Vergleich zur Referenzperiode 1979-2019.



Last update: 2022-11-02T08:25Z

@CopernicusECMWF



## Reanalysen zu Treibhausgasen

Zum Thema Treibhausgase sind weitere Reanalyse-Datensätze vorhanden. Sie konzentrieren sich auf Kohlendioxid und Methan. Sie berücksichtigen Emissionen und natürliche Flüsse an der Oberfläche und simulieren die Variabilität in Bezug auf verschiedene Zeitskalen. Derzeit deckt die Reanalyse den Zeitraum von 2003-2020 ab. Monatliche Mittelwerte können über einen weiteren Datensatz abgerufen werden.

## Graphische Produkte

Interaktive Kartenprodukte mit globalen Vorhersagen sind für Aerosole, Treibhausgase, chemische Stoffe, Solareinstrahlung (UV-Index) und Brände verfügbar.

### Globale Reanalyse zu Treibhausgasen (Datensatz)

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-ghg-reanalysis-egg4?tab=overview>

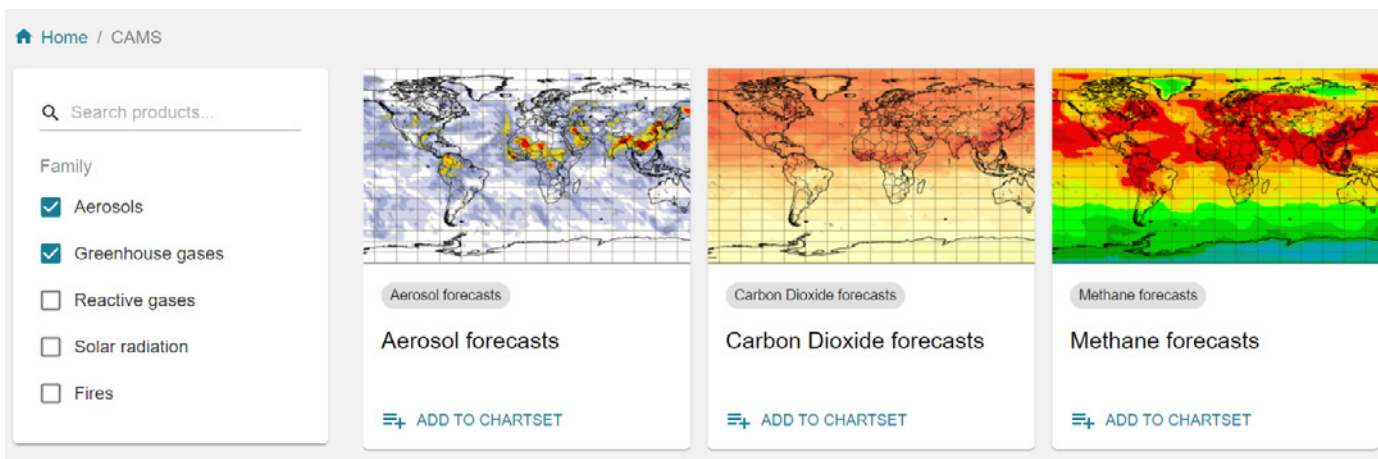


### Monatliche Mittelwerte

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-ghg-reanalysis-egg4-monthly?tab=overview>



▼ Überblick über verfügbare Kartenprodukte – Beispiel Vorhersagen von Aerosolen und Treibhausgasen.



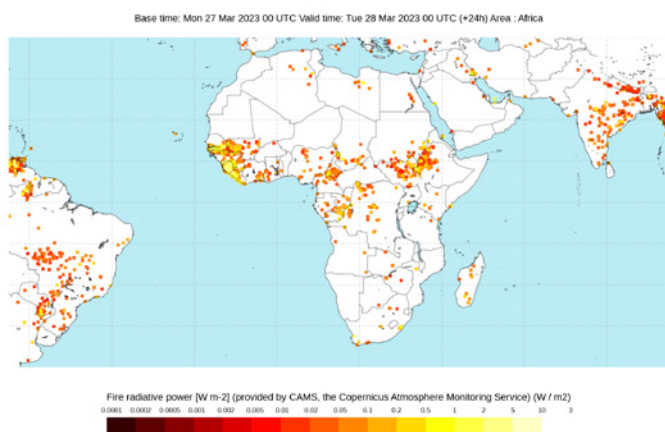
Neben globalen Karten können für 29 Regionen auf der Erde regionale Ausschnitte mit täglichen Analysen und Vorhersagen betrachtet werden. Für Europa weist CAMS insgesamt sechs verschiedene Regionen aus.

### Tägliche Analysen und Vorhersagen (Graphiken)

<https://atmosphere.copernicus.eu/charts/packages/cams/>



#### Fire activity analyses



◀ Visualisierte Daten zur Brandüberwachung, 28.03.2023, ausgewählte Region: Afrika. Das CAMS Global Fire Assimilation System (GFAS) nutzt Satellitenbeobachtungen hinsichtlich der Strahlungsleistung von Feuern (Fire Radiative Power), um nahezu in Echtzeit Informationen über Orte und Intensität von Biomasse- und Vegetationsbränden zu liefern.

# Regionale Vorhersagen und Reanalysen zur Luftqualität in Europa

Neben dem weltweiten Transport von Schadstoffen verfolgt und prognostiziert CAMS die Luftqualität in Europa. Die regionalen Produkte für Europa berücksichtigen Daten aus derzeit elf verschiedenen Modellen und einem kombinierten Modell. Mit dem Multi-Modell-Ensemble ist es möglich, robustere Vorhersagen zu Schadstoffen und Feinstaub zu treffen.

 **CAMS Globale Vorhersage zur atmosphärischen Zusammensetzung (Datensatz)**

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-forecasts?tab=overview> 

 **Regionale Reanalyse zur Luftqualität in Europa (Datensatz)**

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview> 

 **Interaktive Graphiken zur Luftqualität in Europa**

<https://regional.atmosphere.copernicus.eu> 

## Datenprodukte zur Luftqualität

CAMS veröffentlicht Vorhersage- und Reanalysedaten zur Luftqualität für Europa, betreffend das Gebiet 25°W 45°O / 30°N 72°N. Dabei werden in erster Linie Konzentrationen von Ozon (O<sub>3</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Feinstaub (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Kohlenmonoxid (CO) berücksichtigt. Die Vorhersage schließt auch bestimmte Pollen mit ein, z.B. von Gräsern und Birken.

Die Vorhersage betrifft die nächsten vier Tage. Der Datensatz umfasst auch Analysen für den Vortag. Reanalysen stehen für mehrere Jahre in der Vergangenheit bereit.

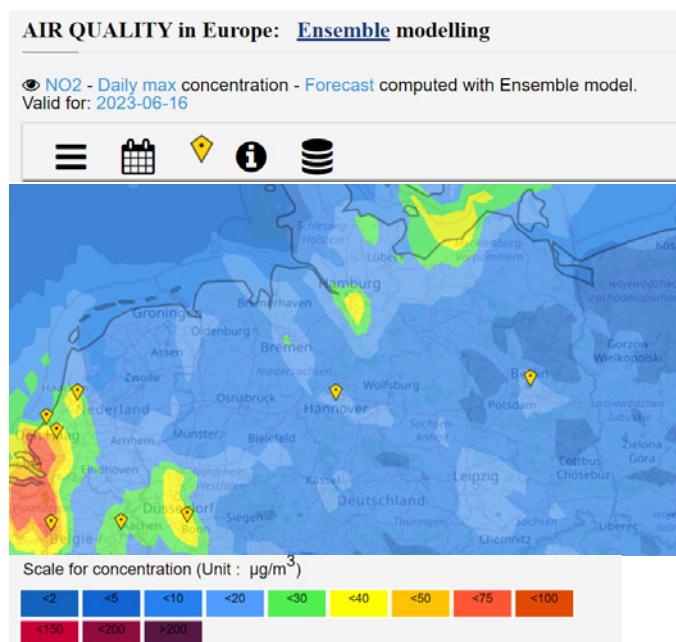
Die zeitliche Auflösung ist stündlich, die räumliche etwa 10 km aus horizontaler Sicht sowie vertikal in zehn verschiedenen Höhen zwischen 0 bis 5000 m über dem Boden.

Weitere Produkte betreffen Feinstaub aus Waldbränden, Mineralstaub und sekundäre anorganische Aerosole. Im Entwicklungsstadium befinden sich Produkte zu anderen Gasen und Aerosolen (z.B. Formaldehyd und Glyoxal) sowie weiteren Pollen.

## Graphische Informationen

Interaktive Karten mit Vorhersagen und Zeitreihen-Diagramme mit Reanalyse-Ergebnissen stehen zur Verfügung. Die Vorhersagen beinhalten Karten mit diversen Auswahlmöglichkeiten. Neben einschlägigen Parametern zur Luftqualität lassen sich in der Karte regionale Ausschnitte vergrößern oder bestimmte Städte betrachten. Das Anklicken des Datenbank-Symbols führt zum zugrunde liegenden Datensatz im Atmosphärendatenspeicher.

▼ Anwendung Luftqualität in Europa, Ausschnitt Niederlande/ Norddeutschland. Modellensemble-Vorhersage der maximalen Konzentration von Stickstoffdioxid am 16.06.2023.

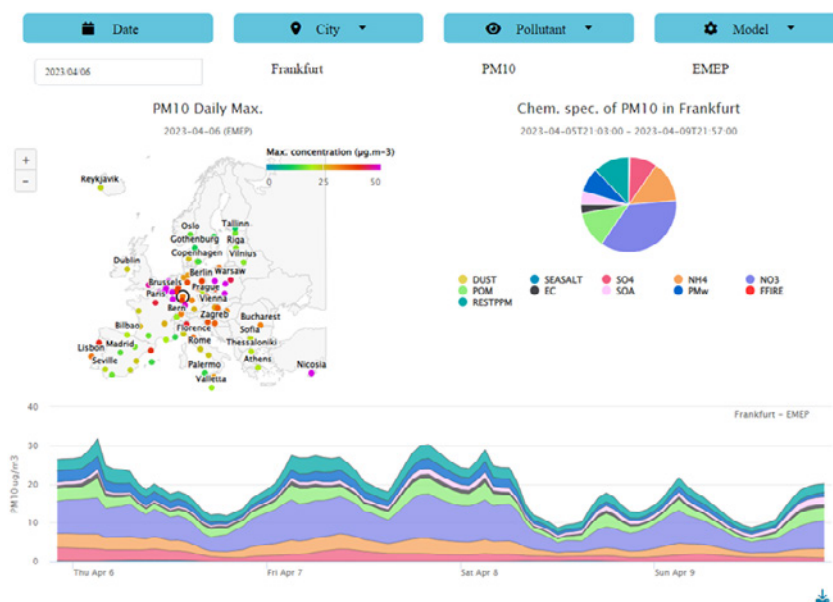


# Anwendungen für Behörden und Politik

Gemeinsam mit Nutzern wurden spezifische, für Behörden relevante Dienste entwickelt. Sie unterstützen Maßnahmen zur Überwachung von Schadstoffen und Begrenzung von Emissionen. CAMS baut solche Dienste kontinuierlich aus.

## Quellen-Zuordnung

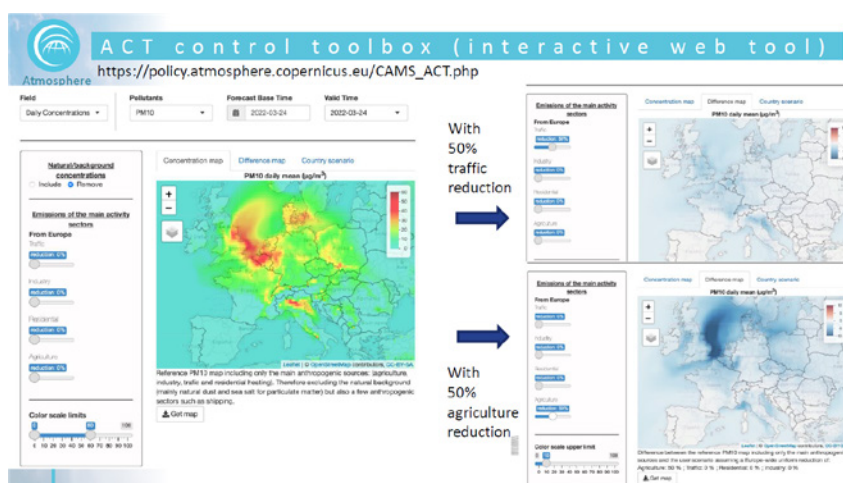
Das Produkt zur Quellenzuordnung gibt Auskunft über Überschreitungen von Luftqualitätsgrenzwerten (für  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  und  $O_3$ ) und zeigt Vier-Tages-Modellvorhersagen. Es erlaubt für derzeit 38 Städte in Europa, Episoden der Luftverschmutzung hinsichtlich der geographischen Herkunft zu bewerten. Zusätzlich kann die chemische Zusammensetzung von Feinstaub und deren Entwicklung in den kommenden Tagen angezeigt werden. Jährliche Statistiken sind ebenfalls verfügbar.



▲ Illustration der Quellenzuordnung-Anwendung: Feinstaubkonzentrationen in europäischen Städten am 06.04.2023 sowie Details zur chemischen Zusammensetzung des Feinstaubes in der Stadt Frankfurt am Main.

## Air Control Toolbox (ACT)

Die ACT Anwendung zeigt Schadstoffkonzentrationen und visualisiert benutzerdefinierte Emissionsszenarien einer möglichen Reduzierung von Luftschadstoffen in verschiedenen Sektoren wie z.B. der Landwirtschaft. Die Anwendung basiert auf einer Kombination mehrerer täglicher Simulationen mit dem CHIMERE Chemie-Transport-Modell für Europa. Die räumliche Auflösung beträgt etwa 25 km.



▲ Illustration der ACT-Anwendung: Feinstaub in Europa am 24.03.2022 und Auswirkungen einer 50%-Reduzierung von Verkehr und Landwirtschaft.



# Weitere Themen

CAMS liefert Daten für Bestandsaufnahmen von Schadstoffemissionen sowie zum Strahlungsantrieb und zur Solarstrahlung.



## Emissionsinventare

Der Atmosphärendienst stellt Verzeichnisse von Emissionsdaten zusammen. Neuere Informationen zu Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe, von Schiffen, Vulkanen und der Vegetation fließen mit ein. Die Inventare dienen als Input für atmosphärische Chemie-Transport-Modelle und liefern zeitnahe Eingabedaten.

### Datensatz „CAMS Global Emission Inventories“

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-emission-inventories?tab=overview>



## Strahlungsantrieb

CAMS stellt Datensätze zum Strahlungsantrieb durch atmosphärische Komponenten und deren Wechselwirkungen zur Verfügung. Der Strahlungsantrieb thematisiert Änderungen im Energiehaushalt aufgrund menschlicher Aktivitäten. Die Berechnungen schließen sowohl Bedingungen mit als auch ohne Bewölkung mit ein.

### Datensatz „CAMS Global Radiative Forcings“

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-radiative-forcings?tab=overview>



## Zeitreihen zur Solarstrahlung

CAMS nutzt Satellitendaten und Atmosphärenmodelle, um historische Zeitreihen zur Global- und Direktbestrahlungsstärke bereitzustellen. Die Daten helfen der Energiewirtschaft dabei, Standort, Ausrichtung und Dimensionierung von Solaranlagen zu planen.

### Datensatz „CAMS Solar Radiation Timeseries“

<https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-solar-radiation-timeseries?tab=overview>

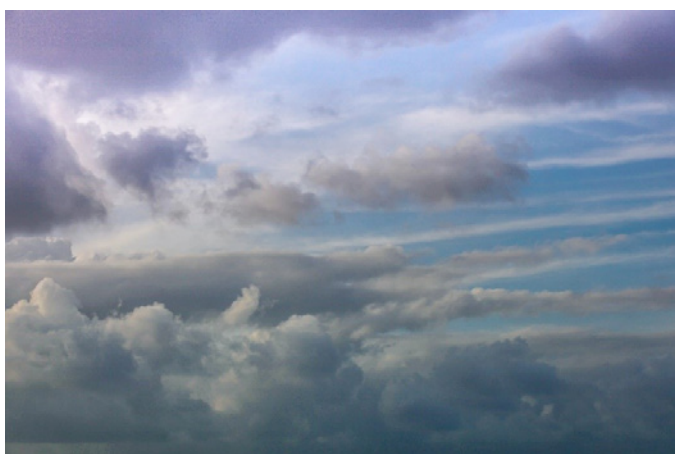


## Nutzung von CAMS Daten im DWD

Der DWD baut eine beobachtungsgestützte Emissionsverifikation auf. Dabei wird gewährleistet, dass Treibhausgasdaten aus dem Atmosphärendienst kontinuierlich nutzbar gemacht werden. Des Weiteren fließen CAMS-Daten in eine von Umweltbundesamt und DWD gemeinsam entwickelte Anwendung zur Luftqualität in Deutschland ein.

### THG-Konzentrationsmodellierung mit ICON-ART

Der Deutsche Wetterdienst entwickelt ein operationelles System zur integrierten Treibhausgasüberwachung in Deutschland (ITMS). Dabei werden Konzentrations- und Flussmessungen von  $\text{CO}_2$  und  $\text{CH}_4$  aus CAMS sowie das atmosphärische Transportmodell ICON-ART\_LAM für die Simulation von Treibhausgaskonzentrationen genutzt. Mittels Inversionsrechnung bestimmt das System die wahrscheinlichste Verteilung für die Quellen und Senken. In diesem Zusammenhang ist der DWD unter anderem daran beteiligt, das vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderte Projekt HoTC (High Resolution Anthropogenic Greenhouse Gas Emissions from Copernicus Services for German Federal States, Counties and Cities) umzusetzen. Ziel des Projekts ist es, zeitlich, räumlich und sektoral hochaufgelöste Emissionskarten und benutzerfreundliche Daten für Bundesländer und Landkreise zu veröffentlichen.



### Mobile Anwendung zur Luftqualität

Gemeinsam mit dem Umweltbundesamt (UBA) arbeitet der DWD im Rahmen des von der EU geförderten FPCUP-Projekts an der Verbesserung der Luftqualitätsvorhersage. Dabei werden Vorhersagedaten des Atmosphärendienstes für  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  und  $\text{PM}_{10}$  zusammen mit Simulationen von einem regionalen Chemietransportmodell und der statistischen Post-Processing Methode MOS (Model Output Statistics) optimiert. Damit sind bereits verbesserte und auch probabilistische (z.B. Wahrscheinlichkeit einer Grenzwertüberschreitung) Vorhersagen an den Messstellen der Landesumweltämter möglich. Flächenhafte Vorhersagen sind geplant. Die UBA-App „Luft“ wird verbessert. Die Vorhersagen sollen auch in die „Gesundheitswetter-App“ des DWD integriert werden. Potentielle Nutzer der Daten sind Bürger, öffentliche Stellen und Ingenieurbüros, die umweltsensitive Verkehrsmanagementsysteme entwickeln, um Grenzwertüberschreitungen zu vermeiden.





## Weitere Informationen für die Datensatz-Abfrage

**Katalog der Datensätze mit Auswahlmöglichkeit bestimmter Kategorien (Europa oder global,...) zur Eingrenzung der Suchergebnisse**

Search results for 'CAMS global emission inventories' showing various datasets with filters for Product type, Variable domain, Spatial coverage, and Temporal coverage.

Der Menüpunkt „Datasets“ führt zum Katalog der Datensätze. Die Suchergebnisse lassen sich im linken Abschnitt nach Titel oder Relevanz sortieren. Ferner können die Daten nach Produkttyp, Variablen-Kategorie sowie räumliche und zeitliche Abdeckung eingegrenzt werden.

**Ausführliche Dokumentation**

**Kurzinfo zum Datensatz, Angaben zur räuml. und zeitl. Auflösung, sowie verfügbare Variablen**

Informational text and a table of variables for the CAMS global reanalysis dataset.

Jeder Datensatz wird im Menüpunkt „Overview“ kurz erläutert. Ausführliche Informationen, z.B. ein Nutzer-Handbuch, sind über den Menüpunkt „Documentation“ erhältlich. Verwandte Datensätze werden aufgeführt.

**Auswahlmaske und Download der Daten**

Interface for selecting variables, spatial extent, and time range for data download.

Über den Menüpunkt „Download data“ gelangt der Nutzer zu einem Auswahlmenü für gewünschte Informationen. Je nach Datensatz sind spezifische Möglichkeiten der Eingrenzung vorhanden, z.B. Einzelmodellauswahl oder Gebietsausschnitte.

**Terms of use müssen akzeptiert werden**

Screen for accepting the terms of use for the data download.

API request, generiert entsprechend der Auswahl

Direkter, lokaler Download der gewählten Daten

Vor dem Datendownload muss die Nutzungslizenz für Copernicus-Produkte akzeptiert werden. Danach können die Daten über API oder direkt heruntergeladen werden. Die Möglichkeit einer ADS-Toolbox-Nutzung ist geplant.

### CDS und ADS werden CADS

Voraussichtlich im Laufe des Jahres 2024 werden beide Datenspeicher unter dem Namen „CADS“ zusammengeführt. Nutzern wird dann empfohlen, die Eingangsseite <https://climate.copernicus.eu/data> mit dem dort aufgeführten Link zum neuen Datenspeicher aufzurufen und Namen hier erwähnter Datensätze im dortigen Suchfenster einzugeben.

# Der DWD als Ansprechpartner

Seit 2011 wurde von der Bundesregierung ein Netzwerk nationaler Fachkoordinationen und Fachexperten zur Unterstützung nationaler Nutzer und zur fachlichen Weiterentwicklung der Copernicus-Services etabliert. Der DWD wurde als Fachkoordination für die Dienste C3S und CAMS benannt. In dieser Rolle begleitet der DWD die Dienste, unterstützt die Bundesregierung bei der weiteren Entwicklung des Copernicus Programms und informiert und berät Nutzer über Angebote und Anwendungsmöglichkeiten.



## Copernicus in Deutschland

Die Copernicus Strategie der Bundesregierung formuliert Ziele für Copernicus, identifiziert Handlungsfelder und begründet Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) ist federführend, erstellt ressortübergreifende Arbeitsprogramme und koordiniert nationale Maßnahmen. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) begleitet das Copernicus Programm im Auftrag des BMDV und unterstützt die Informations- und Öffentlichkeitsarbeit in Deutschland.

Für Nutzer von Copernicus in Deutschland wurde das Informationsportal D-COPERNICUS.DE geschaffen. Es informiert in deutscher Sprache über alle Kerndienste, andere Fernerkundungsdienste, Datenzugang, Schulungen, Kontakte sowie über die circa alle 18 Monate stattfindenden Nutzerforen für Fernerkundung und Copernicus. Die Cloud-Plattform CODE-DE (Copernicus Data and Exploitation Platform - Deutschland) bietet einen nationalen Zugang zu den Daten des Copernicus Programms und kann für weiterführende Prozessierung genutzt werden.

Der DWD informiert über die beiden Copernicus-Dienste C3S und CAMS und beteiligt sich an der Durchführung des Nationalen Forums, das eine zentrale Plattform für den Dialog mit Akteuren und Nutzern im Bereich Erdbeobachtung, einschließlich Behörden auf Bundes- und Landesebene sowie kommerzieller Nutzer, bietet.

## Weitere Informationen:

### Informationsportal

<https://www.d-copernicus.de>



### Daten-Plattform CODE-DE

<https://code-de.org>



### Veranstaltungen

<https://www.d-copernicus.de/infothek/veranstaltungen>



## Information und Beratung des DWD

Die Orientierung an Nutzen und Bedarf ist ein wichtiges Ziel der Copernicus-Strategie der Bundesregierung. Zusätzliche Anstrengungen in der Bündelung und Übermittlung von Informationen, in der Beratung zur Auswahl und Ergänzung von Copernicus-Daten und zum Downscaling für eine bessere Verwendbarkeit auf nationaler und regionaler Ebene sind erforderlich.

Der DWD ist Ansprechpartner für deutsche Nutzerinnen und Nutzer zu Fragen des Klimawandels und der Atmosphärenüberwachung. Er bietet eine erste Anlaufstelle bei Fragen der Integration der beiden Copernicus-Dienste in Arbeitsabläufe von Behörden des Bundes und der Länder.

Um Informationen zu vermitteln, werden vom DWD Veranstaltungen durchgeführt. Workshops zu den Themen Klimawandel und Atmosphärenüberwachung sind regelmäßig in die Organisation der Copernicus Nutzerforen miteingebunden. Weitere Workshops wurden jüngst im Rahmen des FPCUP-Projektes unterstützt. Die vorliegende Broschüre trägt zur Verbreitung von Informationen über C3S und CAMS bei. Ferner können sich interessierte Nutzer für einen Newsletter registrieren, um aktuelle Informationen zu Projekten, Veranstaltungen und Netzwerkaktivitäten zu erhalten.

### **Ansprechpartner im DWD**

**Tobias Fuchs** (Fachkoordinator): [tobias.fuchs@dwd.de](mailto:tobias.fuchs@dwd.de)

**Jennifer Lenhardt** (Vertreterin des Fachkoordinators): [jennifer.lenhardt@dwd.de](mailto:jennifer.lenhardt@dwd.de)

### **Copernicus Klimawandeldienst (C3S)**

<https://www.d-copernicus.de/daten/fernerkundungsdienste/copernicus-kerndienste/ueberwachung-des-klimawandels/>



### **Copernicus Atmosphärendienst (CAMS)**

<https://www.d-copernicus.de/daten/fernerkundungsdienste/copernicus-kerndienste/ueberwachung-der-atmosphaere/>





## Zusammenfassung und Ausblick

*Der Copernicus Klimawandeldienst stellt hochwertige Daten und Graphiken bereit, die helfen, den Klimawandel besser zu verstehen. Der Atmosphärendienst liefert kontinuierlich Daten und Prognosen über die Zusammensetzung der Atmosphäre, die Luftqualität und die Sonneneinstrahlung. Die Copernicus Informationsdienste arbeiten mit vielen Dienstleistern in Europa zusammen, um die C3S- und CAMS-Produktportfolios weiterzuentwickeln. Dadurch werden Fachwissen und Infrastruktur in einzigartiger Weise kombiniert. Staatlichen und privaten Nutzern wird ermöglicht, in Zukunft auf ein erweitertes Portfolio von Copernicus-Daten zurückzugreifen, um sie bei der Bewältigung von gesellschaftlichen Herausforderungen noch intensiver zu unterstützen.*

*Der C3S verfolgt zum Beispiel die Bereitstellung neuer globaler und regionaler Reanalysen. Einen hohen Stellenwert nehmen Nutzerorientierung und Qualitätssicherung ein. CAMS befasst sich derzeit mit der Verbesserung der CO<sub>2</sub> Überwachung und Verifizierung, der Beachtung von Depo-  
nierung-Wirkungen sowie der Zusammenstellung von Emissionsinventaren für Europa.*

*Synergien zwischen den beiden Diensten werden in Zukunft verstärkt genutzt. Dies spiegeln Pläne für einen gemeinsamen Klima- und Atmosphären-Datenspeicher wider, der den Nutzern zukünftig zur Verfügung stehen soll.*

## Referenzen

Copernicus C3S und CAMS Wissensdatenbanken - C3S and CAMS Knowledge Base (CKB):

<https://confluence.ecmwf.int/pages/viewpage.action?pageId=55116796>

Copernicus C3S Portal mit Informationen über Daten und Produkte:

<https://climate.copernicus.eu/>

Copernicus CAMS Portal mit Informationen über Daten und Produkte

<https://atmosphere.copernicus.eu/>

DWD Workshops C3S und CAMS - Präsentationen vom 04.-05.05.2022, 02.-03.11.2022 und 20.04.2023

<https://www.copernicus-user-uptake.eu/user-uptake/details/illustrate-demonstrate-and-disseminate-information-about-copernicus-data-and-services-for-different-application-domains-26>

# Impressum

## Herausgeber

Deutscher Wetterdienst

## Text und Redaktion

Heidi Seybert

## Gestaltung und Satz

Heidi Seybert, Michael Kügler

## Foto- und Abbildungsnachweis

DWD: 3 (ul: M. Kügler; um: H. Wollrath; ur: R. Manig), 4, 18  
(o: S. Schorlemmer; u: J. Liebing), 26o (C. Hinz), 30, 31 (W. Storch)

DWD, Pixabay: 27o

DWD, EEA: 13u

ECMWF, Copernicus Climate Change Service (C3S):

3ol, 6, 7, 9, 10, 11, 12u, 13m, 14, 15o, 15u, 16, 17

ECMWF, Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS):

3or, 20l, 20r, 21o, 21u, 22, 23m, 23u, 24, 25o, 25u, 28, 29

EU, Copernicus Sentinel-2 Aufnahme: Titelseite, 8

EU, C3S: 5

Pixabay: 19, 26m, 26u, 27u, 32

(l: links; m: Mitte; o: oben; r: rechts; u: unten)

## Druck

Druckerei des BMDV

## Online-Ausgabe

Dieses Heft liegt als digitales Dokument auf unserer Internetseite

[https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/stadtklimaprojekte/projekt\\_fpcup\\_illemdis/fpcup\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/stadtklimaprojekte/projekt_fpcup_illemdis/fpcup_node.html)



Die Online-Ausgabe unterliegt der Lizenz

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

## Redaktionsschluss

August 2023

## Zitierhinweis

DWD (2023): Die Copernicus-Dienste Klimawandel und Atmosphärenüberwachung; Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland, 36 Seiten.

ISBN 978-3-88148-544-9 (Print)

ISBN 978-3-88148-545-6 (Online)



**Deutscher Wetterdienst**

Abteilung Klima- und Umweltberatung  
Frankfurter Straße 135  
63067 Offenbach/Main

Telefon: +49 (0) 69 / 8062 - 2912  
E-Mail: [klima.offenbach@dwd.de](mailto:klima.offenbach@dwd.de)

Über [www.dwd.de](http://www.dwd.de) gelangen Sie auch  
zu unseren Auftritten in:

