

CEDIM Forensic Disaster Analysis Group (FDA) Starkregen April 2024 (Mittlerer Osten)

25. April 2024 – Report No. 1

Autoren: Bernhard Mühr

ZUSAMMENFASSUNG

| Naturereignis | Beginn | Ende | Andauer |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Extreme Niederschläge | 14.04.2024 | 17.04.2024 | 4.0 Tage |

Herausragende Ereignisse:

| | |
|---|--|
| Tiefdruckgebiete und Höhenträge | Vereinigte Arabische Emirate, Iran, Oman |
| 163.8 mm / 48h (16.-17.04.2024) | Dubai |
| Große Überschwemmungen | Oman, Vereinigte Arabische Emirate (Dubai) |
| Verkehrsunterbrechungen, Einstellung des Flugverkehrs | z.B. Dubai International Airport |
| Mindestens 20 Tote | Oman |

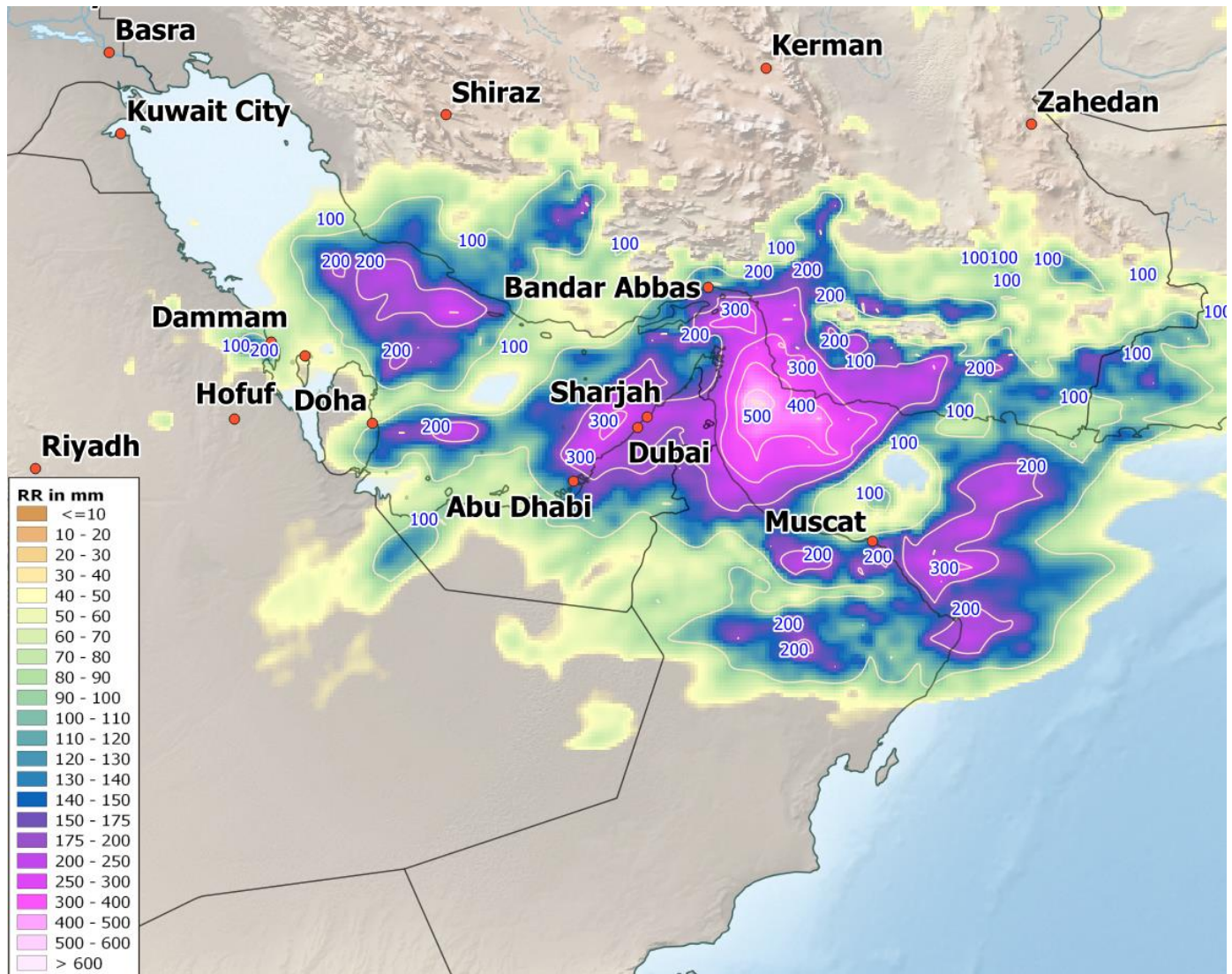


Abbildung 1: 7 Tage-Niederschlagssumme (13.-19.04.2024). Daten: IMERG

Quelle: https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/GPM_3IMERGDL_06/summary

1 Zusammenfassung

Mitte April 2024 löste ein Höhentrog, der über die Arabische Halbinsel langsam ostwärts schwenkte, intensive Regenfälle aus. In den Vereinigten Arabischen Emiraten, im Norden des Oman sowie im Süden des Iran entlang der Küste des Persischen Golfs gingen gebietsweise mehrere 100 mm Regen nieder. Die Vereinigten Arabischen Emirate verzeichneten mit einer Niederschlagsmenge von 254.8 mm, die in Khatm al-Shakla in der Region al-Ain innerhalb von weniger als 24 Stunden auftraten, am 16. April 2024 einen neuen historischen Niederschlagsrekord; die Messungen dort begannen 1949.

Es kam zu größeren Überschwemmungen, in Dubai standen zahlreiche Straßen unter Wasser, auch Hauptverkehrsstraßen waren betroffen. Am Flughafen in Dubai fielen zahlreiche Flüge aus oder verspäteten sich. Im Oman forderten die Überschwemmungen mindestens 20 Menschenleben.

2 Meteorologische Informationen

2.1 Großräumiges Strömungsmuster über Europa, dem Mittelmeerraum, Nordafrika und dem Mittleren Osten

Über die Verteilung der Höhe der 500hPa-Geopotentialfläche in gpdam über Europa, Nordafrika und dem Mittleren Osten geben die Abbildungen 2,3 und 5 in chronologischer Reihenfolge Auskunft. Es stehen für jeden Tag des Zeitraums vom 15. bis zum 17.04.2024 jeweils die Analysen von 12 UTC zur Verfügung. Darüber hinaus zeigt Abbildung 4 die Druck- und Windverhältnisse im 300 hPa-Niveau am 16.04.2024, 12, UTC.

15.04.2024

Der Verlauf der 500 hPa-Isohypsen lässt in Abbildung 2 eine ausgeprägte Omegalage erkennen, bei der die Isohypsen den griechischen Großbuchstaben Ω nachzeichnen. Ein solches Ω überdeckt als massiver Höhenrücken Libyen, Ägypten sowie den östlichen Mittelmeerraum und wölbt sich über Griechenland hinaus nordwärts auf. Flankiert wird der Höhenrücken durch einen ausgeprägten Höhentrog, dessen Zentrum sich

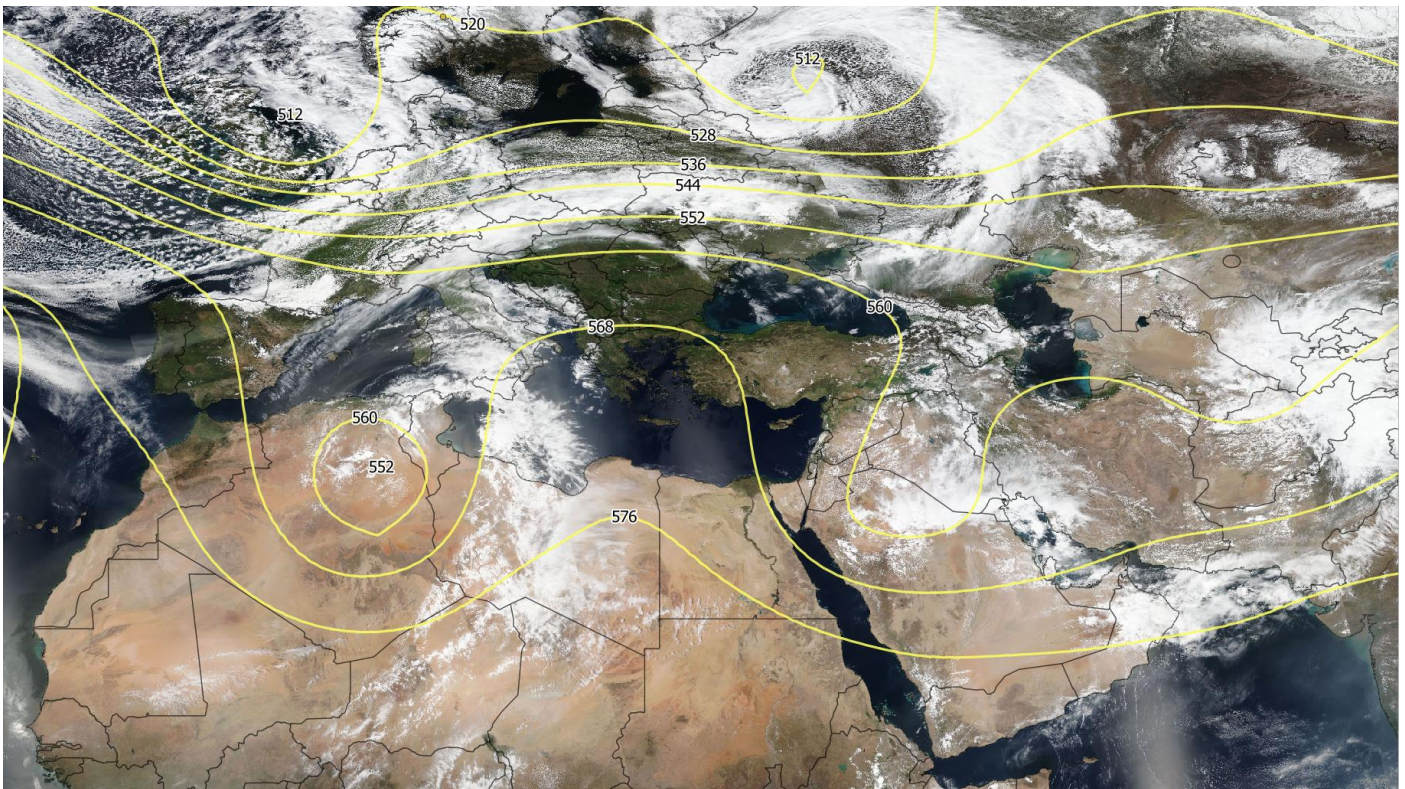


Abbildung 2: Satellitenbild (VIS) vom 15.04.2024 mit Isohypsen der 500 hPa-Fläche vom 15.04.2024, 12 UTC.. Modellanalyse: Arpege. Quelle: meteo.fr. Satellitenbild: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Über Algerien befindet. Sein Pendant im Osten erstreckt sich mit seiner Achse über den Irak und den Westen Saudi-Arabiens bis zum Roten Meer. Die bestens ausgebildete planetare Frontalzone lässt sich anhand der Isobarendrängung gut ausmachen und verläuft zonal von den Britischen Inseln über Mitteleuropa nach Osten.

Den trogvorderseitigen Hebungsantrieb markieren über der Arabischen Halbinsel bereits ausgedehnte massive Wolkenfelder, die vom Norden Saudi-Arabiens über den Süden des Irak bis zum Norden des Persischen Golfs und den angrenzenden Iran reichen. Ein in der 576 hPa-Isophyse nur schwach ausgeprägter Randtrog unterstützt am 15.04.2024 bereits die Bildung der ersten heftigen Schauer und Gewitter in der Nordhälfte des Oman. Die zugehörigen Wolkengebilde treten im Satellitenbild deutlich hervor.

16.04.2024

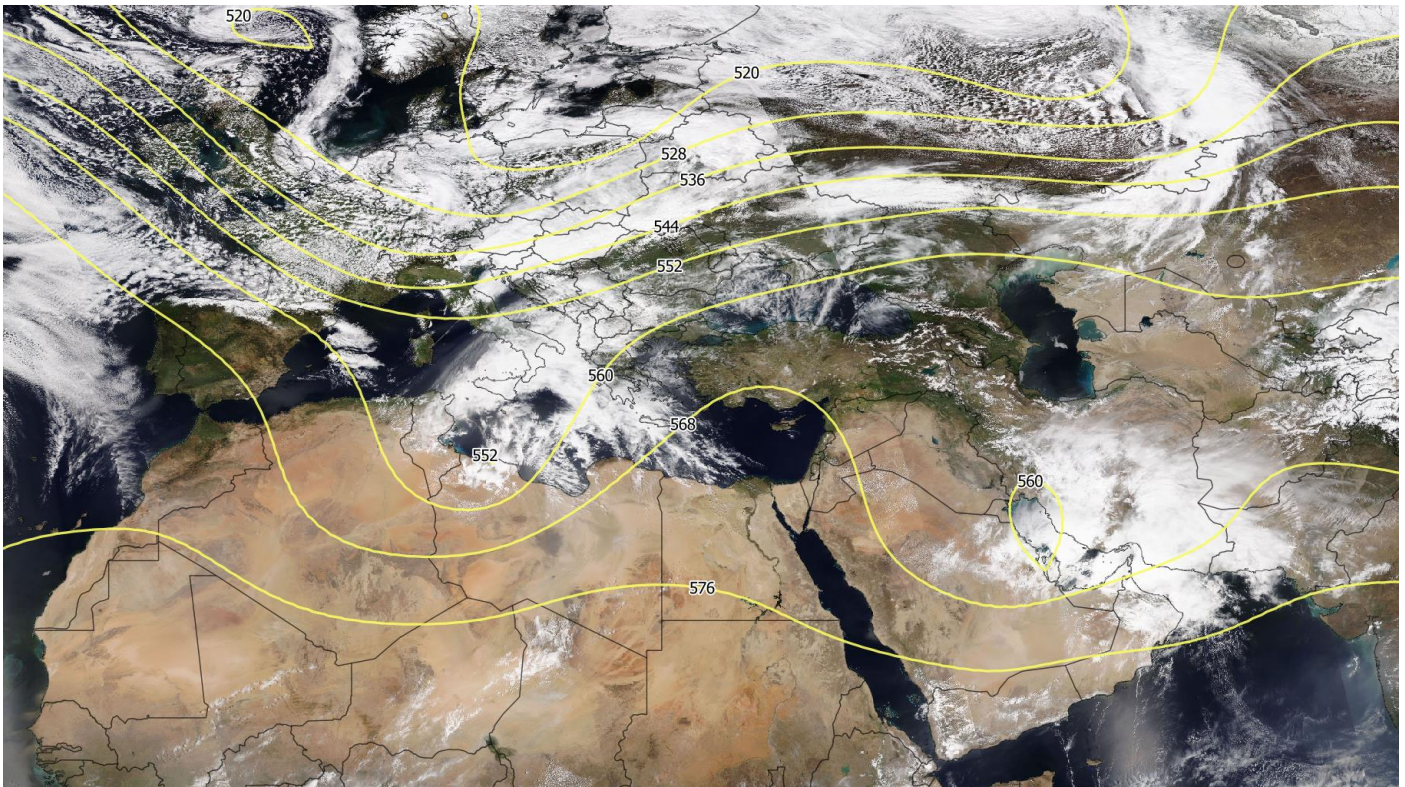


Abbildung 3: Satellitenbild (VIS) vom 16.04.2024 mit Isohypsen der 500 hPa-Fläche vom 16.04.2024, 12 UTC.. Modellanalyse: Arpege. Quelle: meteo.fr. Satellitenbild: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Das Trog-Rücken-Muster tritt am 16.04.2024 nicht mehr ganz so markant wie noch am Vortag in Erscheinung, bleibt in seinen Grundzügen allerdings erhalten. Der Trog im Westen verläuft mit seiner Achse von Sizilien bis nach Ostalgerien und ist im zentralen Mittelmeerraum für sehr unbeständiges Wetter verantwortlich. Nach Osten schließt sich der breite Höhenrücken an, der nun von Ägypten über das östliche Mittelmeer bis zur Türkei verläuft. Gut 200 Kilometer weiter im Osten befindet sich der Höhentrog, der die Starkniederschläge rund um den Persischen Golf auslöste. Auf seiner hebungsaktiven Trogvorderseite überdecken ausgedehnte hohe und mittelhohe Wolkenfelder große Teile des Iran. Die Starkniederschläge treten allerdings deutlich geringerer Entfernung östlich der Trogachse und Trogspitze im Bereich des Persischen Golfes auf, wo die hellsten und kompaktesten Wolkenkleckse die größte Niederschlagsaktivität erkennen lassen.

Im 300 hPa-Niveau in gut 9 Kilometer Höhe treten die Starkwindbänder in der oberen Troposphäre oft besonders eindrucksvoll in Erscheinung. Abbildung 4 zeigt anhand der Fabrflächen den Verlauf der Jets auf der 300 hPa-Geopotentialfläche am 16.04.2024, 12 UTC. Wenig überraschend dominiert über Europa die recht weit südlich verlaufende planetare Frontalzone mit dem dazugehörigen Jetstream. Beiderseits einer Trogachse, die von Mitteleuropa in den zentralen Mittelmeerraum vorstößt, erreichen die Windgeschwindigkeiten im Bereich des Jets 180 bis 220 km/h.

Weiter im Süden mäandriert über Nordafrika und der Arabischen Halbinsel bis nach Afghanistan und Pakistan der Subtropenjet. In gut 9 km Höhe zeichnet sich der Höhentrog mit den starken Krümmung der 300 hPa-Isobars über dem Osten Saudi-Arabiens deutlich ab. Der markante Höhentrog korrespondiert mit Windgeschwindigkeiten, die um 180 km/h erreichen, und lässt auf seiner Vorderseite im Bereich der Vereinigten Arabischen Emirate und dem Norden des Omans auf intensive vertikale Bewegungsvorgänge in der Atmosphäre schließen.

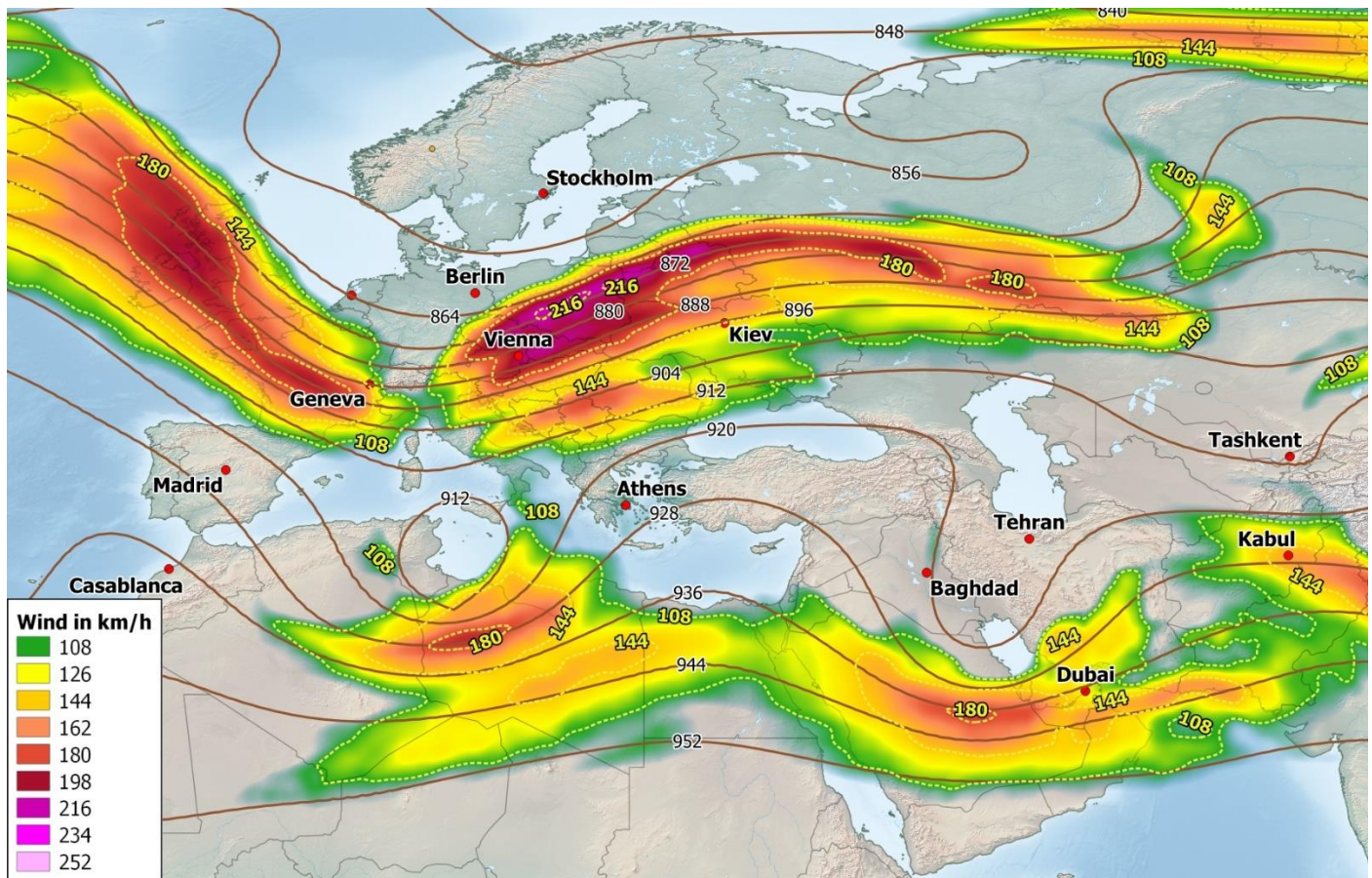


Abbildung 4: Analysen der Höhe der 300 hPa-Geopotentialfläche in gdam (Isohypsen) und des Winds in 300 hPa (Farbflächen). Modellanalyse vom 16.04.2024, 12 UTC. Modell: Arpege. Quelle: meteo.fr

17.04.2024

Am 17.04.2024 liegt das die heftigen Niederschläge mitverursachende Höhentief mit einer abgeschlossenen 860 hPa-Isobars über der Südhälfte des Iran. In den vereinigten Arabischen Emiraten und im Oman dominiert wieder Sonnenschein, die massiven Wolkenfelder haben sich mit den Höhentrog nach Osten verlagert und die Niederschlagsaktivität deutlich an Intensität eingebüßt. Ein Gewitterkomplex lässt sich als isoliertes, kompaktes hellweißes Gebilde im Grenzgebiet Südiran – Pakistan ausmachen.

Auch der Höhentrog im Westen hat sich zum einen abgeschwächt und zum anderen mit seiner Achse bis in den Osten Libyens vorgearbeitet. Für nennenswerte Bewölkung oder gar Niederschlag wie an den Vortagen reicht es im gesamten Norden Afrikas nicht mehr.

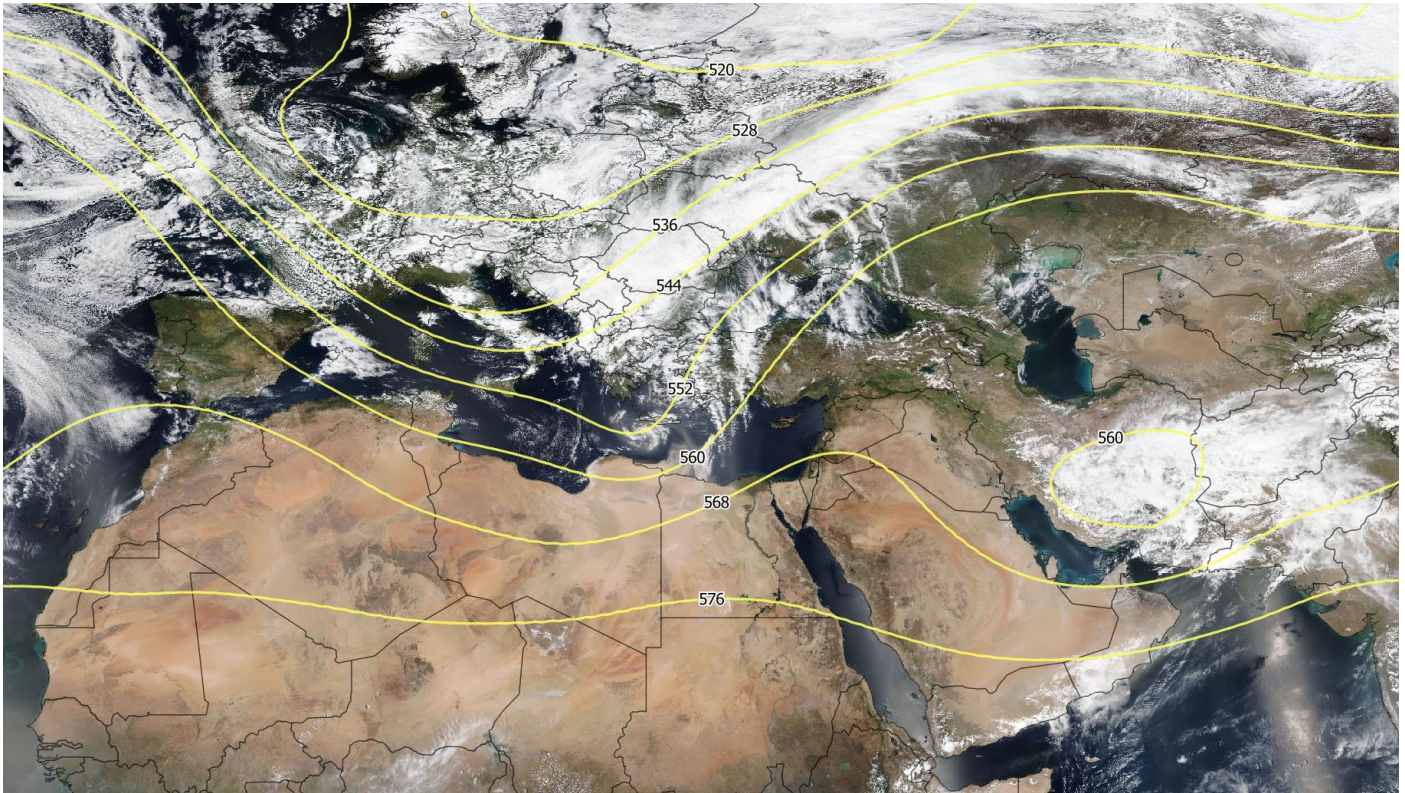


Abbildung 5: Satellitenbild (VIS) vom 17.04.2024 mit Isohypsen der 500 hPa-Fläche vom 17.04.2024, 12 UTC.. Modellanalyse: Arpege. Quelle: meteo.fr. Satellitenbild: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Mittelwerte der Höhe der 500 hPa-Geopotentialfläche im gesamten Zeitraum 15. bis 17.04.2024

Auch im Mittel des Zeitraums 15.-17.04.2024 zeichnet sich im 500 hPa-Niveau ein bemerkenswertes Trog-Rücken-Muster im Bereich der mittleren Breiten von den Azoren bis hin nach Indien ab und ist Ausdruck einer durchaus beachtlichen Beständigkeit bzw. langsamen Ostwärtsverlagerung der atmosphärischen Wellen (Abbildung 6, oben). Einem quasi-stationären Höhentief im Bereich der Azoren schließt sich ostwärts ein weit nach Norden bzw. Nordwesten vorstoßender Höhenrücken an. Stromab befindet sich über dem Osten Algeriens, über Tunesien und dem Westen Libyens der nächste markante Höhentrog, bevor sich der nächste Höhenrücken von Ägypten bis zur Türkei aufwölbt. Und noch weiter im Osten liegt ganz Saudi-Arabien und der Persische Golf unter dem breiten Höhentrog, der für die enormen Niederschläge im Mittleren Osten verantwortlich zeichnete. Der nächste Höhenrücken tritt ansatzweise noch am rechten Bildrand in Erscheinung.

Da verwundert es nicht, dass auch die Abbildung der Abweichung der dreitägigen Geopotentialverteilung (15.-17.04.2024) von ihrem langjährigen Mittelwert (1991-2020) bemerkenswerte Maxima und Minima zutage fördert (Abbildung 6, unten).

Über ganz Nordeuropa und dem nördlichen Mitteleuropa dominieren extreme negative Abweichungen der Höhe der 500-hPa-Geopotentialfläche von 12 bis 18 gpdam; sie sind Ausdruck des riesigen und beständigen Gebiets tiefen Geopotentials, das als breiter Langwellentrog und angefüllt mit kalter Luft für den fast noch spätwinterlichen Witterungsabschnitt in Mitteleuropa verantwortlich war.

Auch die Mitte Saudi-Arabiens, der Persische Golf und der größte Teil des Iran liegt unter einem Gebiet mit einer durchaus beachtlichen negativen Geopotentialanomalie. Die Höhe der 500 hPa-Fläche liegt dort rund 4 bis 8 gpdam niedriger als sonst im April. Diese Anomalie weist auf die während der drei Tage vom 15. bis zum 17.04.2024 währende Dominanz des Tiefdruckeinflusses in höheren Atmosphärenschichten hin, der mit seinen korrespondierenden Bodentiefs hauptverantwortlich für die extremen Niederschläge im Mittleren Osten war.

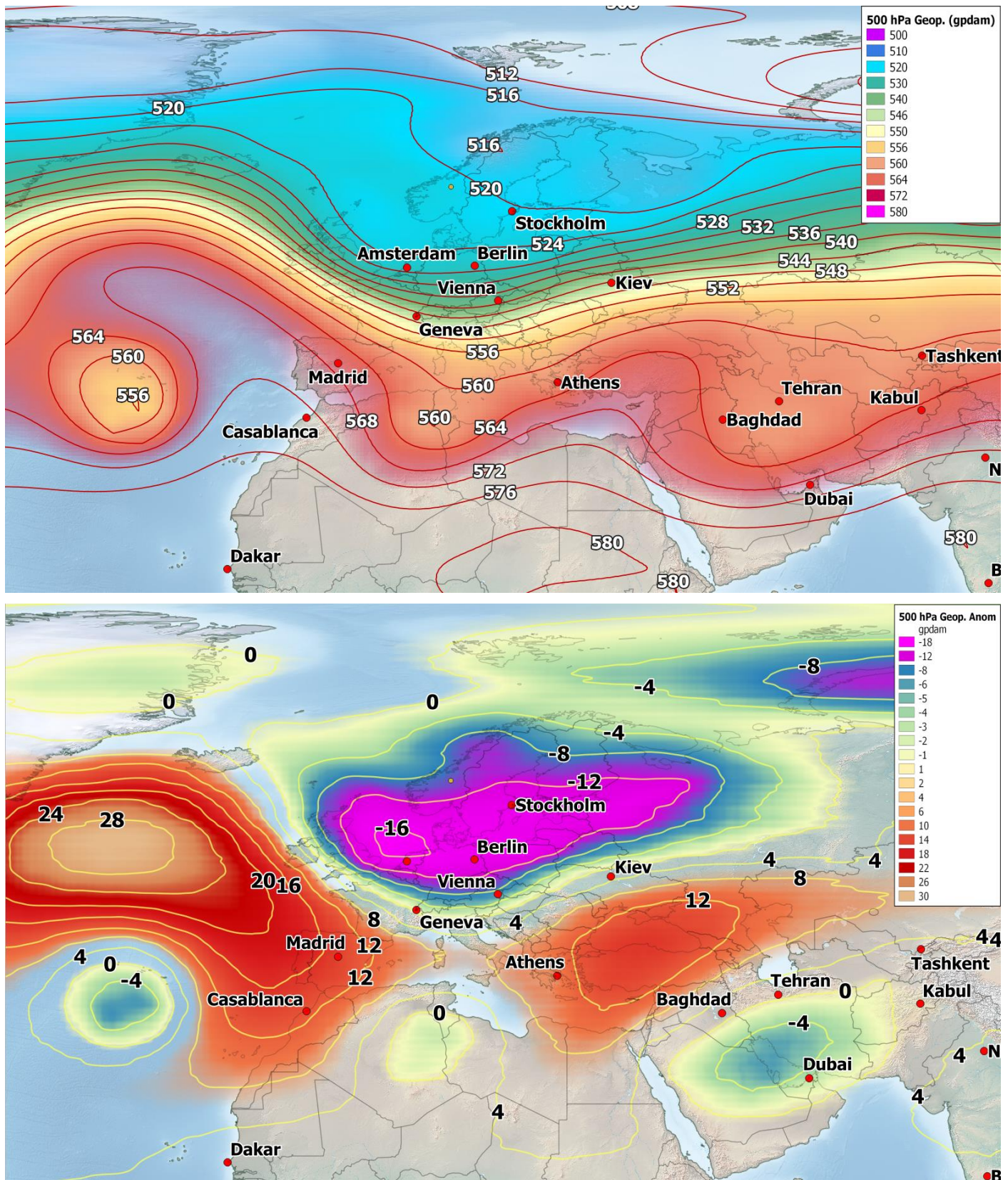


Abbildung 6: Dreitagesmittel der 500 hPa-Geopotentialverteilung in gpdam (oben) sowie dessen Abweichung vom langjährigen Mittelwert 1991-2020 des Monats April (unten). Zeitraum: 15.-17.04.2024. Der Dreitagesmittelwert beruht auf Geopotentialanalysen jeweils von 12 UTC (Modell: Arpege), der Abweichung vom langjährigen Mittel 1991-2020 liegen ERA5 Geopotentialanalysen zugrunde. Quellen: meteo.fr und <https://cds.climate.copernicus.eu/>

Mittelwerte des auffällbaren Wassers im gesamten Zeitraum 15. bis 17.04.2024

Große Niederschlagsmengen- und intensitäten, die über etliche Stunden hinweg auftreten, bedürfen immer eines hohen Feuchtigkeitsgehaltes in den unteren Atmosphärenschichten und eines effektiven Feuchtenachschubs. Der Feuchtnachschub wird bewerkstelligt durch eine Strömung (Wind) von einem feuchten Ursprungsgebiet hin zum Ort des Niederschlagsgeschehens, wo der in der Strömung enthaltene Wasserdampf in den Niederschlagsbildungsprozess mit einbezogen werden kann. Zwar kann hier keine Aussage über die bodennahe Luftdruck- und Windverhältnisse während des Niederschlagsereignisses gemacht werden, allerdings illustriert Abbildung 7 die Menge des gesamten ausfällbaren Wassers der Atmosphäre (links) und die Abweichung vom langjährigen Mittelwert (rechts). Während der drei Tage vom 15. bis zum 17.04.2024 errechnet sich der verfügbare Wassergehalt der Atmosphäre im Bereich des südlichen Persischen Golfs, der Vereinigten Arabischen Emirate, des Oman und des Südosten Saudi-Arabiens zu mehr als 40 mm. Dieser durchaus hohe Wert entspricht mehr als dem Doppelten der üblicherweise Mitte April in der Atmosphäre vorhandenen Wassermenge.

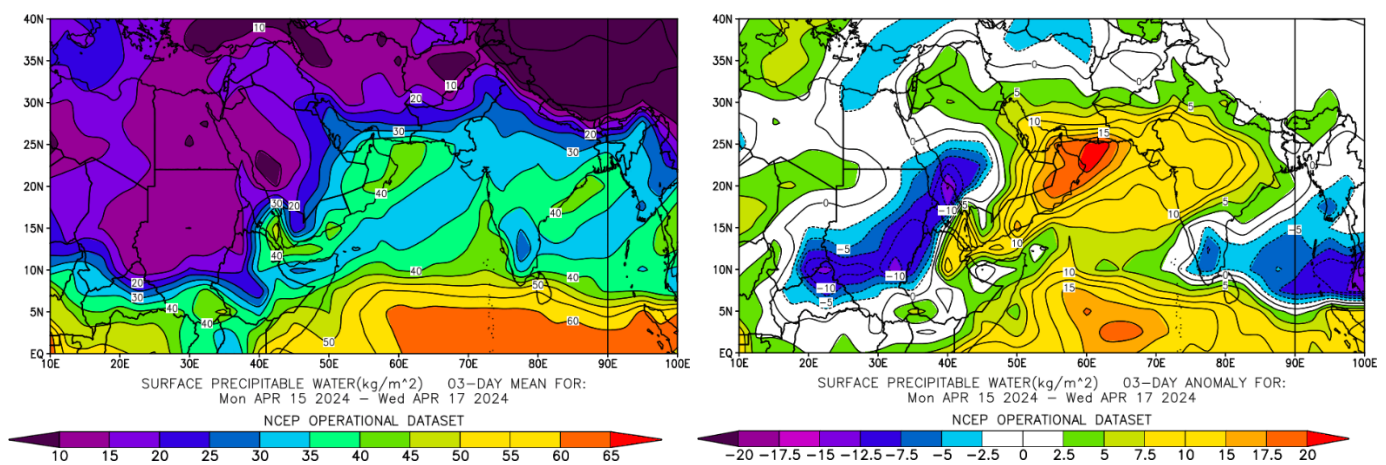


Abbildung 7: Mittelwert des ausfällbaren Wassers (Surface Precipitable Water) im Zeitraum 15.-17.04.2024 (links) sowie die Abweichung vom langjährigen Mittelwert 1991-2020 desselben Zeitraums (rechts). Daten: Reanalysen des Ncep. Quelle: <https://psl.noaa.gov/data/histdata/>

2.5 Niederschlag aus Satellitendaten

Das Projekt „Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM“, IMERG, kombiniert Niederschlagsbeobachtungen mit Infrarot- und Mikrowellensensoren verschiedener Partnersatelliten, aus deren Informationen im „GPM Core Observatory“ halbstündliche Niederschlagschätzungen mit einer Auflösung von 10 km für die gesamte Erdoberfläche nahezu in Echtzeit erzeugt werden. Das GPM wiederum ist NASA's „Global Precipitation Measurement Mission“.

Abbildung 8 (oben) zeigt die Verteilung des innerhalb einer Woche niedergegangenen Niederschlags im Mittleren Osten. Der Zeitraum umfasst die 7 Tage bis zum 19.04.2024. Fast die gesamte niederschlagsaktivität beschränkte sich auf den Zeitraum vom 14. bis zum 17.04.2024, besonders regenreich ging es am 16.04.2024 zu.

Die Niederschläge summierten sich bis über 500 mm, wobei sich die extremsten Niederschläge jenseits von 500 mm auf den Persischen Golf beschränkten. Gebietsweise mehr als 300 mm traten allerdings auch in Teilen der Nordhälfte des Oman auf und gebietsweise im Norden der Vereinigten Arabischen Emirate inklusive Dubai. Stellenweise mehr als 300 mm verzeichnete auch die Südküste des Iran südöstlich von Bandar Abbas.

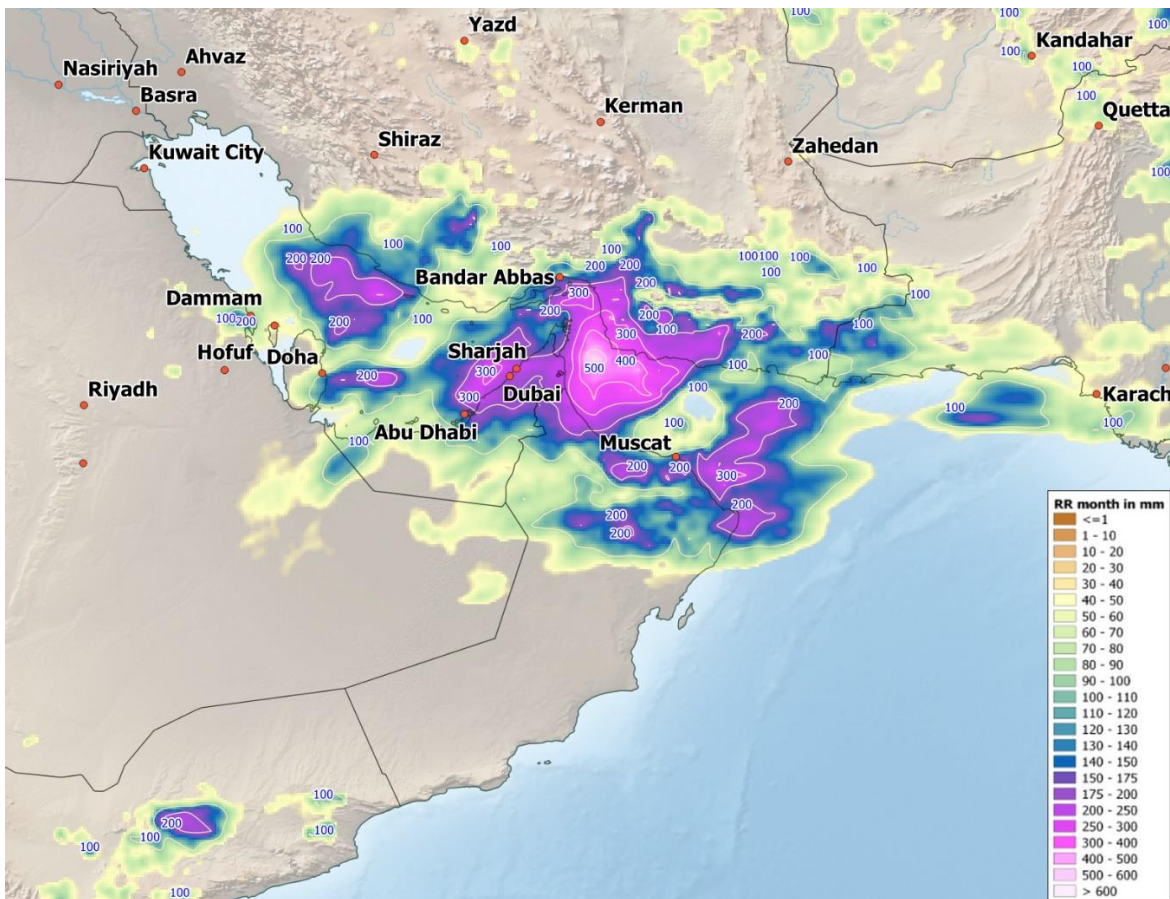


Abbildung 8: 144h-Niederschlagssumme in mm bis zum 19.04.2024. Dargestellt werden nur Niederschlagsmengen ab 40 mm. Daten: https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/GPM_3IMERGDL_06/summary

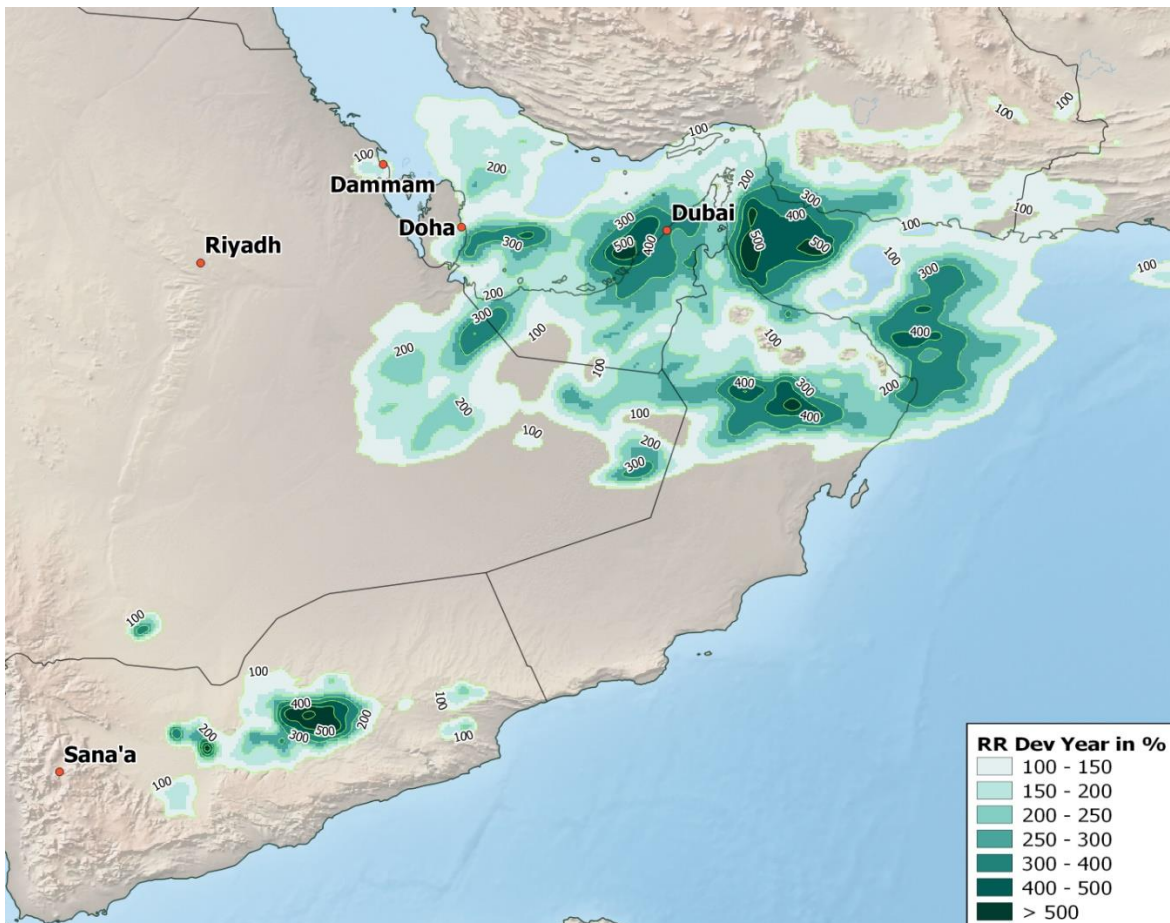


Abbildung 9: Verhältnis der 144h-Niederschlagsmenge bis 19.04.2024 zum Jahresmittel des Niederschlags 1991-2020 in %. Niederschlagsdaten: IMERG, Langjähriger Mittelwert: ERA5-Reanalysen.

Abbildung 9 gibt Auskunft über den im Zeitraum vom 13. bis zum 19.04.2024 gefallenen Niederschlags in Relation zur durchschnittlichen Jahresmenge des Niederschlags, wie sie aus den ERA5-Renanalysen für den Zeitraum 1991-2020 berechnet werden können. Innerhalb weniger Tage, teilweise sogar innerhalb von 12 Stunden, übertraf der gefallene Niederschlag seinen langjährigen Mittelwert vielerorts mühelos. Fast überall im Norden des Oman und in fast den gesamten Arabischen Emiraten wurde das Jahressoll des Niederschlags übertroffen. Vereinzelt kam die 4 bis 5-fache Jahresmenge des Niederschlags zusammen, meist erreichte der Niederschlag bis zum Doppelten seiner sonst üblichen Jahresmenge.

2.6 Niederschlag – Messwerte

Die Vereinigten Arabischen Emirate erlebten am Dienstag, 16.04.2024, das heftigste Niederschlagsereignis seit Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen vor 75 Jahren im Jahre 1949. Das Nationale Zentrum für Meteorologie gab bekannt, dass in Khatm al-Shakla in der Region al-Ain innerhalb von weniger als 24 Stunden 254,8 mm gefallen seien – ein neuer Niederschlagsrekord. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge des Landes liegt bei 140-200 mm pro Jahr, während in Dubai normalerweise nur 97 mm fallen. Der Monatsdurchschnitt für April liegt bei nur 8 mm.

Tabelle 1 gibt Auskunft über einige gemessene 24-stündigen und 48-stündigen Regenmengen an Stationen in den Vereinigten Arabischen Emiraten, dem Iran und dem Sultanat Oman. Die größte Regenmenge innerhalb von 48 Stunden registrierte die Station Marmul im Oman mit 345.7 mm (allerdings erscheint dieser Wert der an einem regionalen Flugplatz im Süden des Oman gelegenen Station angesichts der Satellitenbilder sowie der aus Satellitendaten abgeleiteten Niederschlagsmengen sehr zweifelhaft).

Tabelle 1: 24h- und 48h-Niederschlagsmengen an einigen Stationen im Mittleren Osten im Zeitraum 14.-17.04.2024.

| Station | 24-Stunden-Regensumme | Land |
|---------|-----------------------|------------------------------|
| Al Ain | 254.0 mm | Vereinigte Arabische Emirate |
| Dubai | 142.0 mm | Vereinigte Arabische Emirate |

| Station | 48-Stunden-Regensumme | Land |
|-----------|-----------------------|------------------------------|
| Marmul | 345.7 mm | Oman |
| Chahbahar | 313.9 mm | Iran |
| Jask | 208.0 mm | Iran |
| Dubai | 163.8 mm | Vereinigte Arabische Emirate |
| Oumayra | 138.2 mm | Oman |

Nach Angaben des Nationalen Komitees für Notfallmanagement des Oman fielen in Al Mudhaibi im nördlichen Gouvernement Al Sharqiyah zwischen dem 14. und dem frühen 15. April 2024 90 mm Regen. Der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) zufolge gingen in den 24 Stunden bis zum 15. April 2024 am Flughafen Marmul 64 mm Regen nieder, während in Qalhat im südlichen Gouvernement Ash Sharqiyah 59,2 mm auftraten.

2.3 Satellitenbilder

Die Abbildung 10 zeigt für den 15.04.2024 und den Folgetag auf Satellitenaufnahmen im sichtbaren Spektrum große Wolkenkomplexe, die als hellweiße Gebiete eindrucksvoll in Erscheinung treten und sich vom Rest der überwiegend wolkenfreien und vegetationsarmen Landflächen deutlich abheben. Große und von Gewittern durchsetzte Wolkencluster überdecken am 15.04.2024 (Abbildung 10 oben) die Nordhälfte des Oman, während sich die Vereinigten Arabischen Emirate als nördlicher Nachbar noch weitgehend wolkenlos präsentieren.

Am 16.04.2024 erfassen die großen konvektiven Wolken- und Niederschlagskomplexe auch die Vereinigten Arabischen Emirate. Es bildten sich im Tagesverlauf immer wieder neue Gewitter, die langsam nordostwärts zogen und über den Persischen Golf hinweg bis in den Süden des Iran vorankamen.

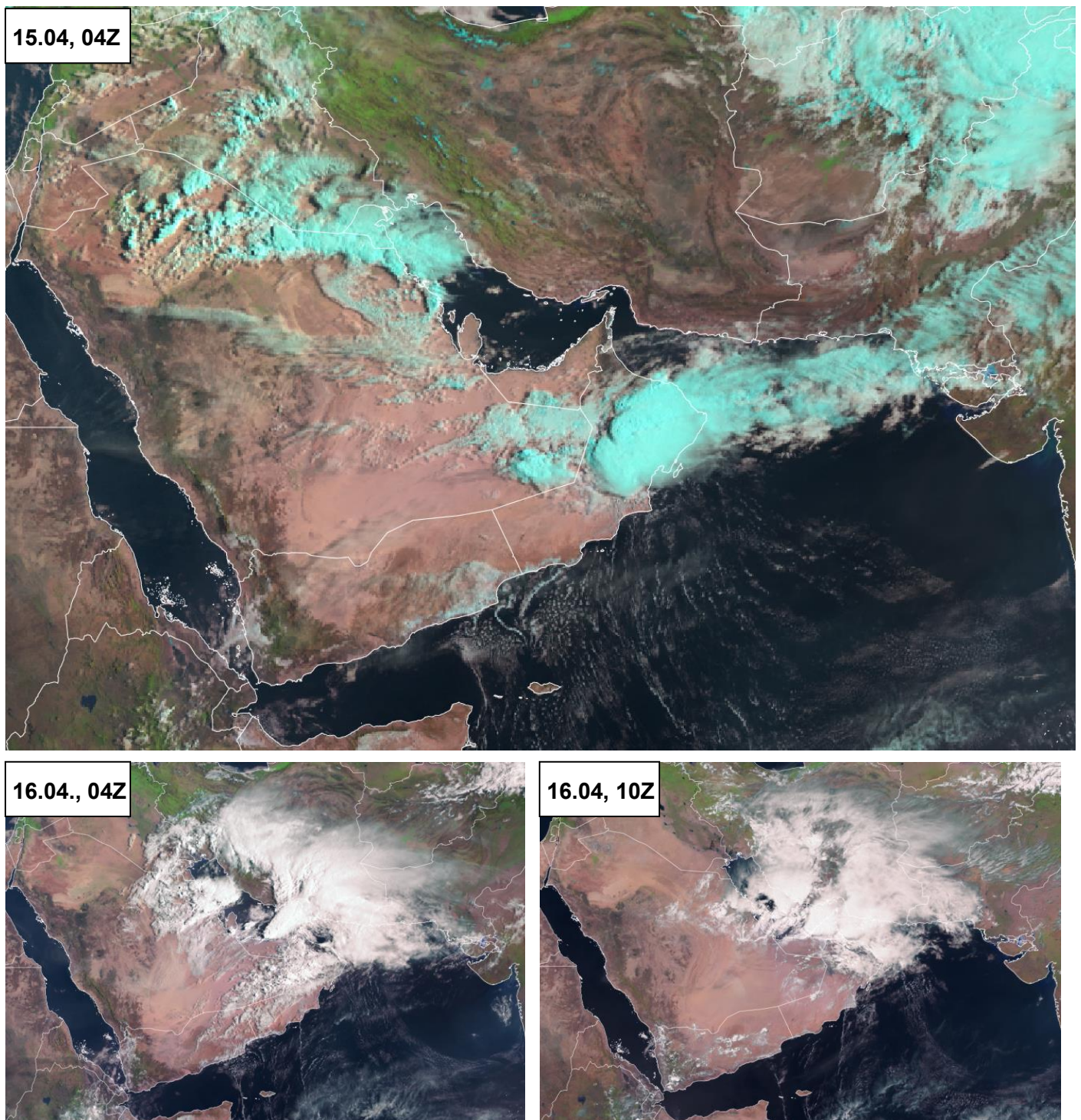


Abbildung 10: Satellitenbilder (VIS) für den 15.04.2024 (oben), sowie zwei Satellitenbilder für den 16.04.2024 Quelle: <https://view.eumetsat.int/productviewer?v=default>

3 Klimatologische Informationen

3.1 Langjährige Mittelwerte des Niederschlags

Die Niederschlagsverteilung (blaue Fläche) im Klimadiagramm des Internationalen Flughafens von Dubai (Abbildung 11, links) weist die Vereinigten Arabischen Emirate als ein Gebiet mit vorherrschendem Winterregen aus. Das gesamte Niederschlagsgeschehen im Jahr konzentriert sich auf die Monate Dezember bis April, die restlichen Monate präsentieren sich nahezu niederschlagsfrei. Im langjährigen Durchschnitt erreicht die Jahresniederschlagsmenge in Dubai noch nicht einmal 100 mm, was angesichts einer Jahresdurchschnittstemperatur von 26.9 °C nach der Klimaklassifikation von Köppen die Station einem „heißen Wüstenklima“ (BWh) zugehörig macht. Im April gehen im Durchschnitt noch nicht einmal 10 mm Regen nieder – umso bemerkenswerter erscheint die Niederschlagsmenge vom 16.04.2024 von 142.0 mm.

Mit einem ganz ähnlichen Klima kann die Station Khasab ganz im Norden des Oman aufwarten. Auch wenn die Jahresniederschlagsmenge mit 187 mm doppelt so groß ausfällt wie in Dubai, verlaufen auch hier die Monate von Juni bis Oktober praktisch vollständig trocken. Auch Khasab gehört dem „heißen Wüstenklima“, BWh, an.

Ariden und semiaride Klimate zeichnen sich durch unregelmäßige, seltene aber heftige Niederschlagsereignisse aus. Wenn sie denn manchmal nach Monaten oder Jahren der Trockenheit auftreten, führen die Regenfälle nicht selten zu größeren Überschwemmungen. In Khasab gingen allerdings bereits am 10.03.2024 81 mm Regen nieder – auch das ein außergewöhnliches Niederschlagsereignis!

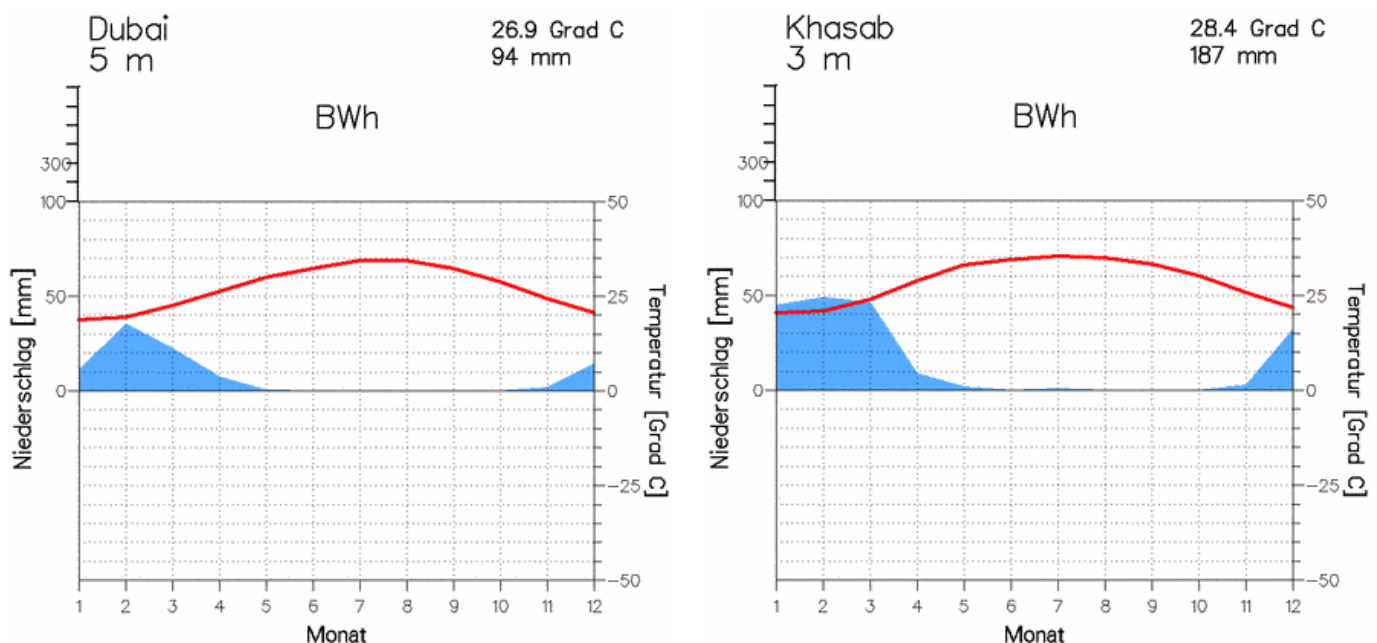


Abbildung 11: Jahrgang der Monatsmittelwerte von Temperatur und Niederschlag (Bezugsperiode 1961-1990) an den Stationen Dubai (Vereinigte Arabische Emirate), links, und Khasab (Oman), rechts. Quelle: www.klimadiagramme.de

Abbildung 12 illustriert die Verteilung der durchschnittlichen Niederschlagsmenge im Monat April (Referenzperiode: 1991.2020) in den Gebieten von Nordostafrika bis nach Indien. Üblicherweise gehen in den gesamten Vereinigten Arabischen Emiraten im einem Monat April nur 1-10 mm Regen nieder, ganz ähnlich geht es im größten Teil des Oman zu. Enzig im gebirgigen Nordosten des Landes sorgt konvektive Niederschlagsaktivität für etwas mehr Regen. Ebenfalls trocken mit nur 1 bis 10 mm Regen präsentiert sich im Mittel die Golfküste des Iran; auch dort konnten am 16. und 17.04.2024 gebietsweise insgesamt 100 bis

über 200 mm verzeichnet werden.

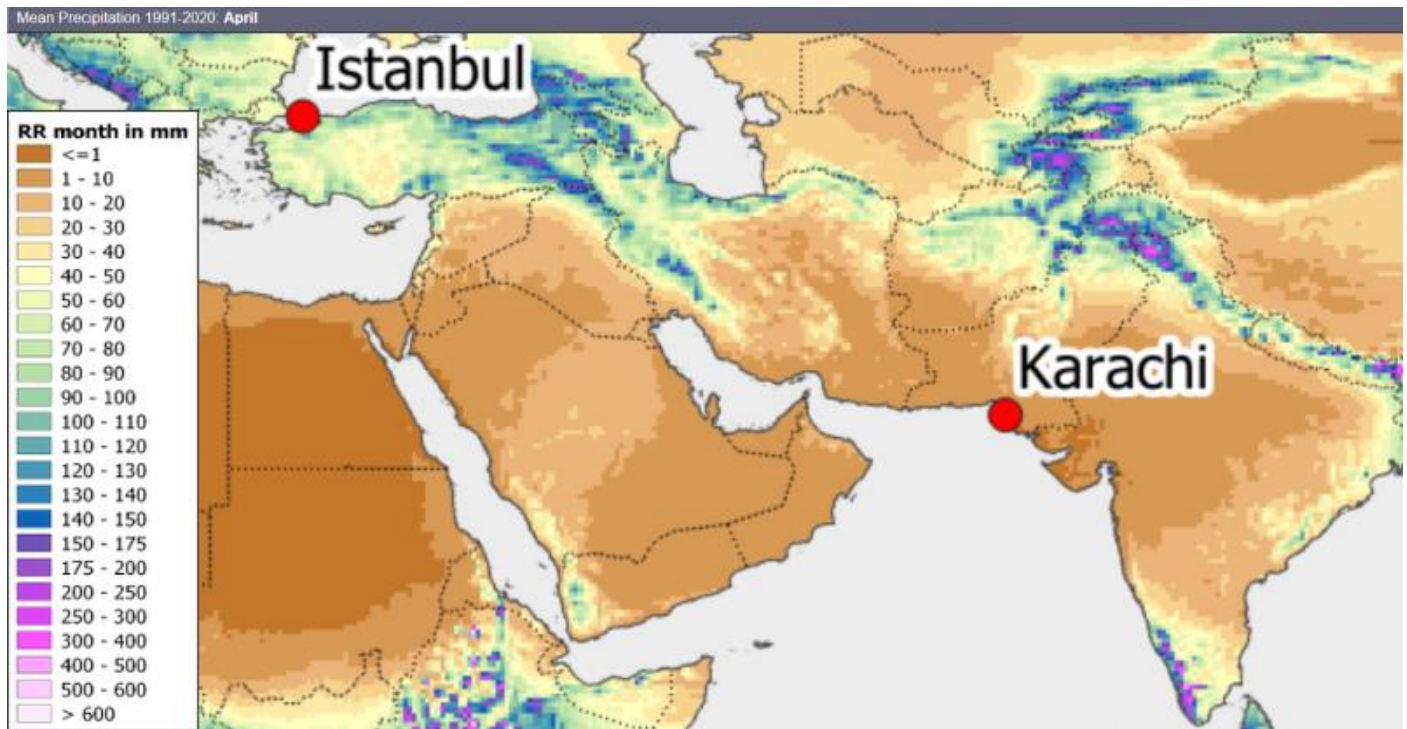


Abbildung 12: Langjähriger Mittelwert des Niederschlags im Monat April (1991-2020). Daten: ERA5-Reanalysen, Daten: <https://cds.climate.copernicus.eu/>

4 Auswirkungen und Schäden

Niederschlagsmengen von 100 bis mehr als 300 mm innerhalb von 1 bis 2 Tagen sorgten gebietsweise für große Überschwemmungen und erhebliche Beeinträchtigungen im Straßen- und Luftverkehr.

Am 14. und 15. April kam es im Nordosten Omans (insbesondere im nördlichen Gouvernement Ash Sharqiyah) zu heftigen Regenfällen, die Sturzfluten verursachten, Todesopfer forderten und zu erheblichen Schäden führten. In Oman wurden mehr als 1.400 Menschen in Notunterkünfte evakuiert, Schulen und Ämter vorsorglich geschlossen. Im Oman kamen mindestens 20 Menschen durch die Fluten ums Leben. Unter den Todesopfern sind auch 10 Schulkinder, die in Samad A'Shan, Oman, in einem Fahrzeug weggeschwemmt wurden.

In den Vereinigten Arabischen Emiraten gab es auch und insbesondere in Dubai größere Überschwemmungen. In ganz Dubai standen Straßen unter Wasser und Fahrzeuge blieben im Wasser stecken. Am Mittwoch, dem 17.04.2024, wurden nach Angaben von Flight Aware etwa 300 Flüge von und nach Dubai International Airport - einem wichtigen Drehkreuz für Anschlussflüge in alle Kontinente - gestrichen, und Hunderte weitere waren verspätet.

Der Flughafen, der im vergangenen Jahr mehr als 80 Millionen Passagiere abfertigte und damit neben Atlanta in den Vereinigten Staaten an zweiter Stelle steht, warnte, dass die Erholung "einige Zeit" dauern werde.

5 Literaturverzeichnis / Internetquellen:

- <https://earthobservatory.nasa.gov/images/152703/deluge-in-the-united-arab-emirates>
- <https://abcnews.go.com/International/wireStory/united-arab-emirates-struggles-recover-after-heaviest-recorded-109373628>
- <https://indianexpress.com/article/trending/trending-globally/heavy-rain-dubai-abu-dhabi-sparks-deluge-videos-social-media-9274879/>
- <https://www.thenationalnews.com/news/uae/2024/04/19/live-weather-rain-dubai-airport/>
- <https://twitter.com/ncmuuae/status/1780509120333750666/photo/1>
- <https://mf-models-on-aws.org/#arpege-world/v1/>
- <https://floodlist.com/asia/oman-floods-april-2024>
- <https://reliefweb.int/report/oman/oman-united-arab-emirates-flash-floods-and-floods-update-noaa-cpc-media-media-echo-daily-flash-18-april-2024>
- <https://www.theguardian.com/world/2024/apr/17/cloud-seeding-dubai-floods#:~:text=Severe%20floods%20inundated%20the%20United,on%20average%20in%20a%20year.>
- https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/GPM_3IMERGDL_06/summary
- <https://www.timesofisrael.com/at-least-one-dead-as-heavy-rains-set-off-flash-floods-in-uae/>
- <https://www.klimadiagramme.de>
- <https://view.eumetsat.int/productviewer?v=default>
- <https://www.pressreader.com/oman/oman-daily-observer/20240310/281608130400859>
- <https://cds.climate.copernicus.eu/>
- <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Hinweis: Abbildungen 1,2,3,4,5,6,8,9,11,12: Bernhard Mühr

8 Kontakt

CEDIM Head Office

Susanna Mohr

E-mail: info@cedim.de

Phone: +49 721 608 23522

KIT Public Relations

Monika Landgraf

E-mail: monika.landgraf@kit.edu

Phone: +49 721 608 48126