

**CEDIM Forensic Disaster Analysis Group (FDA)**  
**Kahramanmaraş & Elbistan Erdbeben Türkei**

DOI: 10.5445/IR/1000155770

Stand: 8 Februar 2023

**Autoren:** Andreas Schäfer, James Daniell, Bernhard Mühr, Jens-Udo Skapski,  
 Susanna Mohr, Michael Kunz

**Zusammenfassung**

Offizieller Katastrophen Name	Datum	UTC / Ortzeit	Zeitverschiebung
<b>2023 Kahramanmaraş/Marash Erdbeben</b>	<b>06.02.</b>	<b>1:17 UTC / 04:17</b>	<b>+3:00</b>
<b>2023 Elbistan Erdbeben</b>	<b>06.02.</b>	<b>10:25 UTC / 13:25</b>	<b>+3:00</b>

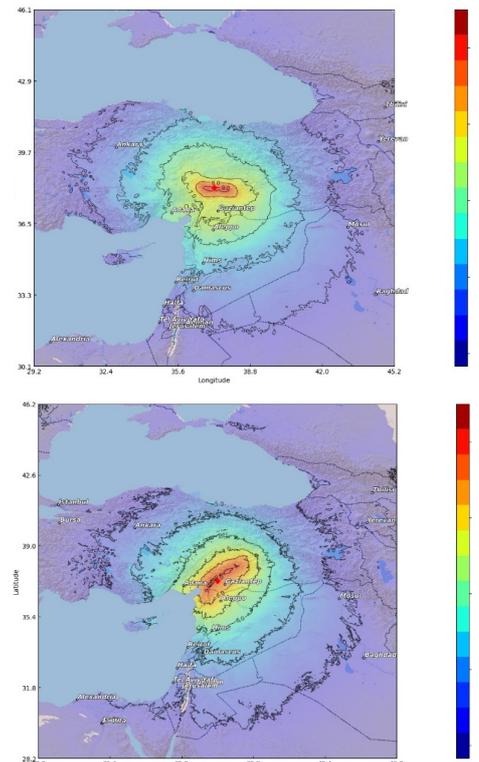
**Gefahren Information**

EQ_Latitude	EQ_Longitude	Magnitude	Hyp. Tiefe	Bruch	Quelle	Spektrum
<b>37.17</b>	<b>37.03</b>	<b>7.8 Mw</b>	<b>17.5 km</b>	<b>Strike-Slip</b>	<b>USGS</b>	<b>Avail.</b>
<b>38.02</b>	<b>37.20</b>	<b>7.5 Mw</b>	<b>10 km</b>	<b>Strike-Slip</b>	<b>USGS</b>	<b>Avail.</b>

**Betroffene Region:**

Land	ISO	Region	Größter Impact	Pop. (2020)
<b>Türkei</b>	<b>TUR</b>	<b>Southern Anatolia</b>	<b>Hatay, Marash, Adiyaman, Gaziantep, Osmaniye, Malatya</b>	<b>12.000.000</b>
<b>Syrien</b>	<b>SYR</b>	<b>North</b>	<b>Aleppo, Idlib, Lattakia, Hama</b>	<b>7.000.000</b>

**Impact Information**

EMS-98	MMI	PGA	ShakeMap
<b>IX</b>	<b>IX</b>	<b>&gt;0.88g*</b>	
<p><b>Gefährung (Intensität &amp; Bodenbewegung)</b></p> <p>Die höchsten Intensitäten wurden entlang eines etwa 200 km langen Abschnitts der Ostanatolischen Verwerfung zwischen Malatya und Iskenderun beobachtet (Mw7.8), sowie entlang einer zweiten Störung südlich von Elbistan (Mw7.5). Basierend auf Beobachtungen (Vielzahl eingestürzter Gebäude und Todesopfer) wurden Intensitäten von über IX geschätzt.</p> <p>Eine Vielzahl von Nachbeben hat zusätzlich die Schäden erhöht und die gesamte Intensität weiter gesteigert. Vorgeschädigte Gebäude durch das Hauptbeben konnten auch in Folge schwächerer Nachbeben einstürzen. Opfer und Schäden wurden auch weiter entfernt bspw. in Letakia (Syrien) oder Elazig (Türkei) gemeldet.</p> <p>Die Opferzahlen in Folge des zweiten Bebens fallen gering aus, da sich viele Menschen zu diesem Zeitpunkt nicht mehr in ihren Häusern aufhielten und seltener zu Schaden kamen. Jedoch ist davon auszugehen, dass dieses Beben besonders zur Steigerung der Schäden beitragen hat.</p> <p><i>*höchste bestätigte Bodenbeschleunigung</i></p>			

**Zivile Verluste**

Type	Bestätigt	Trend	Description	Source
Todesfälle	6234 (TUR) 2348 (SYR)	Anstieg	CATDAT- Schnellschätzung: 11.800 – 67.010	News, WHO, CATDAT
Verletzte	37011 (TUR) 4175 (SYR)	Anstieg		News
Obdachlos/Vertrieben	338000 (TUR)	Anstieg	Ungefähr 20 Millionen betroffen	News

Todesfälle sind vor allem auf den Einsturz von Gebäuden zurückzuführen. Das Auftreten des Bebens bei Nacht erhöhte die Zahl an Todesfällen und Verletzten zusätzlich.

**Wirtschaftliche Schäden**

Type	Value	Description	Source
Zerstörte Gebäude	>6200*	Eingestürzte Gebäude, Totalschäden	Vorort-Berichte & Nachrichten
<b>Gesamtschäden</b>	>\$10 Mrd.	Gesamtschäden geschätzt, einschließlich Gebäude und Infrastruktur	CATDAT

\*bestätigte Zahlen vom 08.02.2023, die noch deutlich steigen werden

# 1 Historische Ereignisse

## 1.1 Vergangene Schäden

Die Erdbeben in der Türkei und Syrien werden vermutlich zu den 20 tödlichsten Erdbeben weltweit seit 1900 gehören. Bislang ereigneten sich allein 11 der 100 tödlichsten Erdbeben seit 1900 in der Türkei (siehe Abb. 1).

Diese Todeszahlen wurden über 20 Jahre hinweg im Rahmen von CATDAT (Daniell et al., 2011) recherchiert und mit der Datenbank von Tony Pomonis abgeglichen, die ebenfalls umfangreiche Daten über Schäden und Todesfälle nach Erdbebenereignissen gesammelt hat (siehe auch [https://www.kit.edu/kit/pi\\_2016\\_058\\_bilanz-von-naturkatastrophen-seit-1900-acht-millionen-tote-sieben-billionen-dollar-schaden.php](https://www.kit.edu/kit/pi_2016_058_bilanz-von-naturkatastrophen-seit-1900-acht-millionen-tote-sieben-billionen-dollar-schaden.php)). Da viele Mängel in den Nachrichtenberichten beobachtet wurden, haben wir uns entschieden die Top-100-Ereignisse anhand der Top-100-Ereignisse in der Schadendatenbank CATDAT zu veröffentlichen. Diese Arbeit stammt aus einer Erweiterung des Papiers (Daniell et al., 2018).

## 1.2 Historischer Vergleich

Von Malatya im Osten bis nach Idlib im Süden stürzten Häuser ein. Hatay, gelegen im südlicheren Bereich des betroffenen Gebietes, ist aufgrund der Bilder aus Antakya besonders in den Medien präsent. Antakya ist moderner Nachfolger der historischen Weltstadt Antioch. Antioch erlebte in ihrer Geschichte wohl mehr schwere Erdbeben als die meisten vergleichbaren Orte. Diese Geschichte reicht bis in vorchristliche Zeiten zurück. 148 v. Chr., 115 n. Chr., 526, 587 und 1114 blieb von der Stadt wenig übrig; Zehntausende starben jeweils.

# The Top 100 Fatal Earthquakes since 1900 including the Risklayer CATDAT Fatality estimate for Turkey-Syria

This provides a detailed summary of the most fatal earthquake events including the preferred value plausible ranges, and ranges in the literature where errors are present.

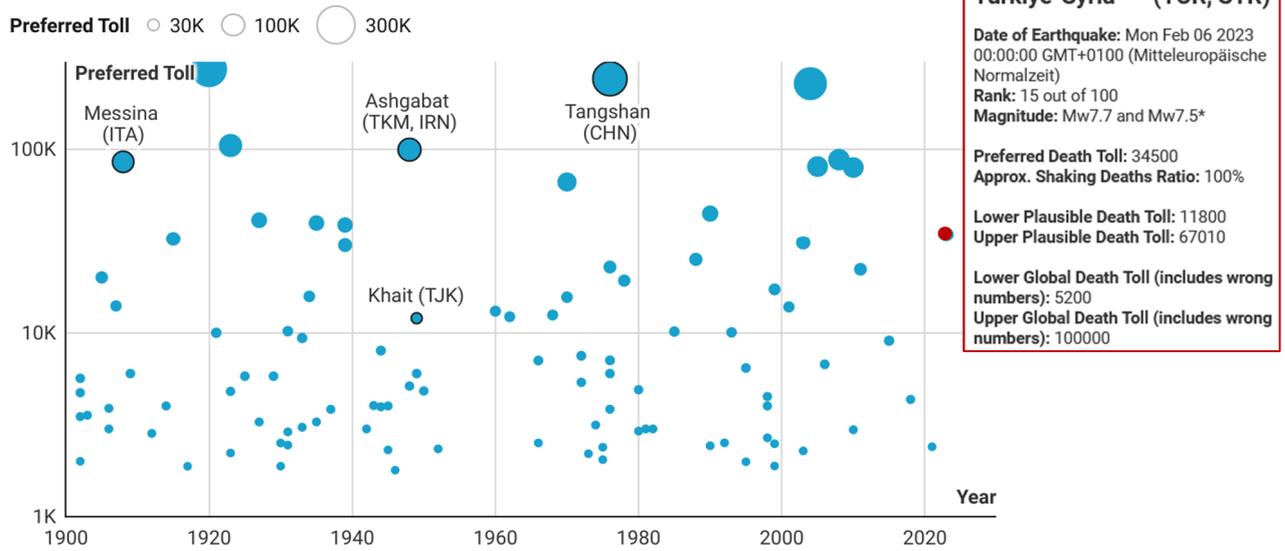


Chart: James Daniell (Risklayer) - CC BY • Source: CATDAT Loss Database checked as part of Daniell, Pomonis et al. (2018) - CC BY • Created with Datawrapper

## Die 100 tödlichsten Erdbeben seit 1900, einschließlich der CATDAT-Todesopferschätzung für die Türkei und Syrien

Dies bietet eine detaillierte Zusammenfassung der tödlichsten Erdbebenereignisse, einschließlich der bevorzugten plausiblen Wertebereiche

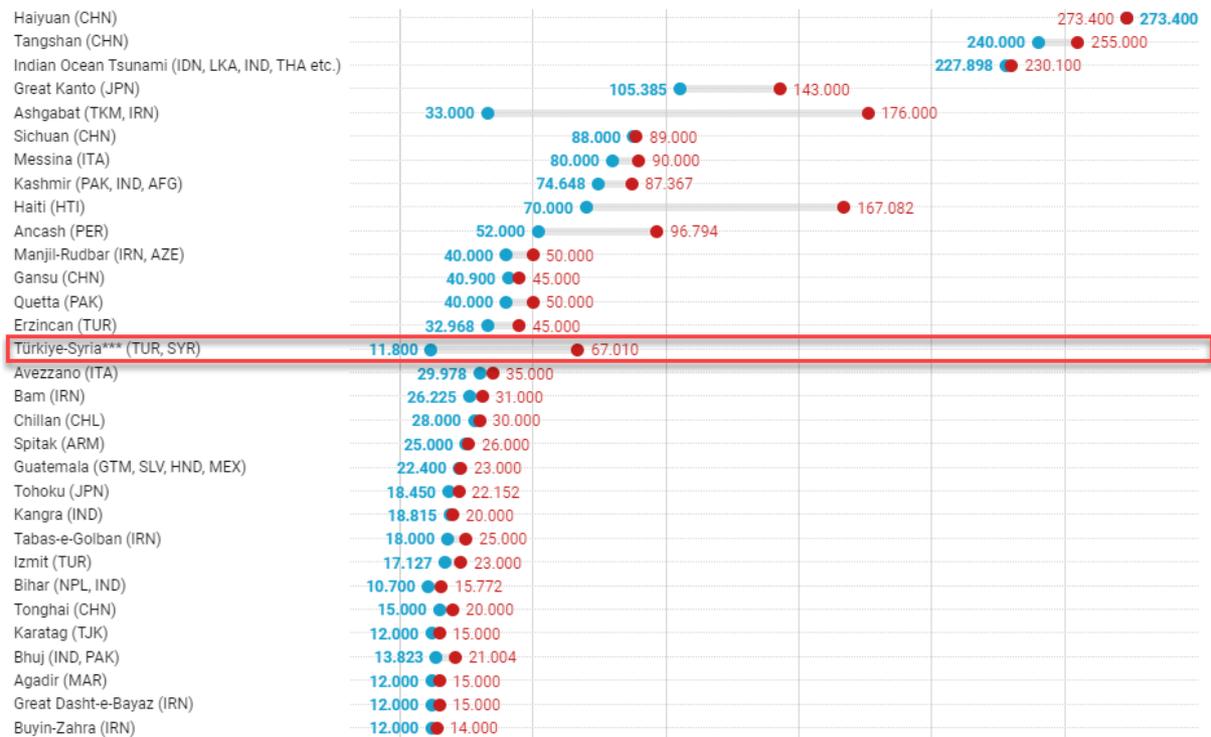


Abbildung 1: Vergleich der tödlichsten Erdbeben seit 1900 basierend auf CATDAT Statistik (Daniell et al., 2011) mit Stand 8. Feb. 2023. Obere Abbildung ist als interaktive Grafik mit weiteren Details unter [https://www.datawrapper.de/\\_pydN1](https://www.datawrapper.de/_pydN1) zu finden (Datawrapper und Open Data).

Für Handel und Politik sehr günstig, aber geologisch extrem instabil, ist die Lage nahe einer Flussmündung im Hinterland der östlichen Mittelmeerküste. Hier treffen gleich drei tektonische Platten aufeinander, und mit ihnen drei große Störungszonen: Im Südosten befindet sich die Arabische Platte, im Norden die Anatolische und im Südwesten die Afrikanische. Während Afrika und Eurasien vor der Küste kollidieren und eine Subduktionszone formen, bewegt sich Arabien horizontal an seinen Nachbarn vorbei. Die Totes-Meer-Störung im Süden und die Ostanatolische Störung im Norden bilden die Reibungsfläche, an der sich das Gestein verhakt (Abb. 2).

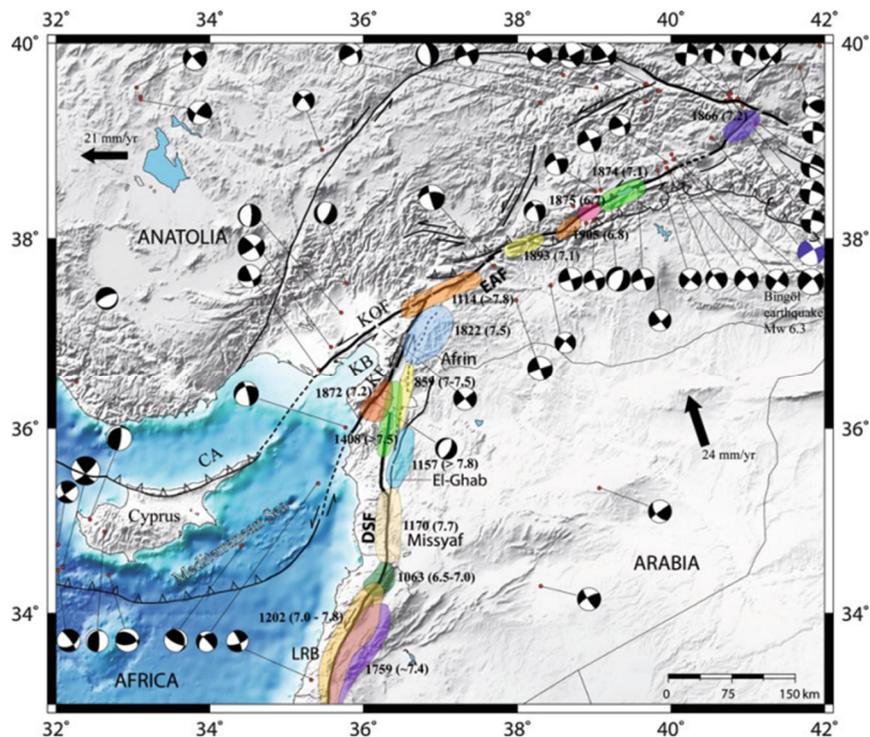


Abbildung 2: Übersicht großer Störungen und historischer Erdbeben mit mutmaßlichen Bruchzonen. Antakya liegt am Karasu-Zweig (KF) der Ostanatolischen Störung (EAF) nahe des Übergangs zur Zypern-Subduktion. Das stärkste Erdbeben in junger historischer Zeit, ein M7.2 im Jahr 1872, brach an diesem Segment und zerstörte ein Drittel aller Gebäude in Antakya. Es war das bis gestern letzte große Erdbeben dort (Grafik aus Meghraoui, 2015).

Die Region ist somit bekannt für ihre schweren Erdbeben. Wie in vielen Fällen heutiger Erdbeben, haben diese in ähnlicher Form bereits historisch zugetragen. So auch beim Erdbeben von 2023, dessen Vorfahr im Jahre 1114 ähnlich stark und zerstörerisch war – auch hier wird von Zehntausenden Todesopfern berichtet. Seither haben sich keine weiteren vergleichbaren Erdbeben vor Ort ereignet. Damit konnten sich seit 900 Jahre Spannungen an den Plattengrenzen entlang der Ostanatolischen Verwerfung (Eastern Anatolian Fault /EAF) aufbauen. Ähnliches lässt sich auch über die südlich daran angrenzende Störungszone des Toten Meeres (Dead Sea Fault / DSF) sagen, wo sich ebenfalls zuletzt im 12. Jahrhundert mehrere sehr schwere Erdbeben ereignet hatten. Mit dieser historischen Präsenz sind zukünftige Erdbeben in dieser Region wahrscheinlich, auch wenn ihr spezifisches Auftreten nicht vorhergesagt werden kann. Es ist absehbar, dass in Zukunft auch diese Verwerfung erneut brechen wird und schwere Schäden von Damaskus bis nach Jerusalem möglich sind – je nachdem, welcher Abschnitt dieser Störungszone seine Energie freisetzt. Hier bleibt nur die Frage des „Wann?“.

## 2 Nachbeben

In den ersten 48 Stunden nach dem ersten Hauptbeben (06.02.2023, 01:17 UTC) ereigneten sich über 270 Nachbeben mit einer Magnitude von über 4.0. Viele dieser Beben führten zu weiteren Schäden, da viele Gebäude bereits durch eines der beiden Hauptbeben vorgeschädigt waren. Hinzu kommen unzählige weitere kleinere Erdbeben, die jedoch nicht von den Instrumenten einzeln erfasst wurden, jedoch täglich wahrnehmbar waren (und sind).

Nachbeben können über Wochen, Monate und sogar Jahre andauern. Sie nehmen jedoch an Häufigkeit ab je länger das Hauptbeben zurückliegt. In diesem Fall überlagern sich die Nachbeben-Sequenzen von zwei Hauptbeben, welche die Gesamtzahl an Nachbeben insgesamt erhöht. Eine Übersicht der stärksten Nachbeben liefert *Abbildung 3*.

Üblicherweise sind die stärksten Nachbeben ca. 1 Magnitude schwächer als das zugehörige Hauptbeben – ein solches Ereignis (Mw6.7, 01:28 UTC) gab es unmittelbar, ca. 10 Minuten, nachdem ersten Hauptbeben (Mw7.8, 01:17 UTC). Allein dieses Nachbeben hätte bereits zu signifikanten Schäden geführt; im aktuellen Fall hatte es jedoch vor allem die Auswirkungen des vorangegangenen Bebens weiter verstärkt.

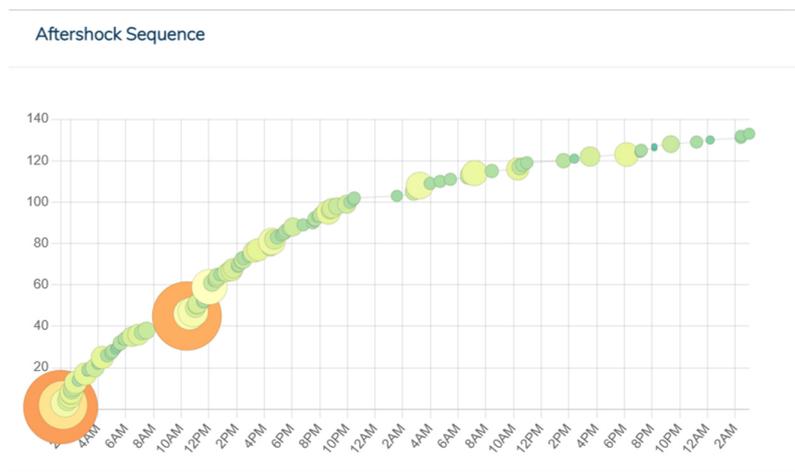


Abbildung 3: Abfolge der stärksten Nachbeben (ca. 133 von über 270) im CEDIM/risklayer-explorer bis ca.05:00 UTC (08/02/2022): <https://www.risklayer-explorer.com/event/4513/detail>

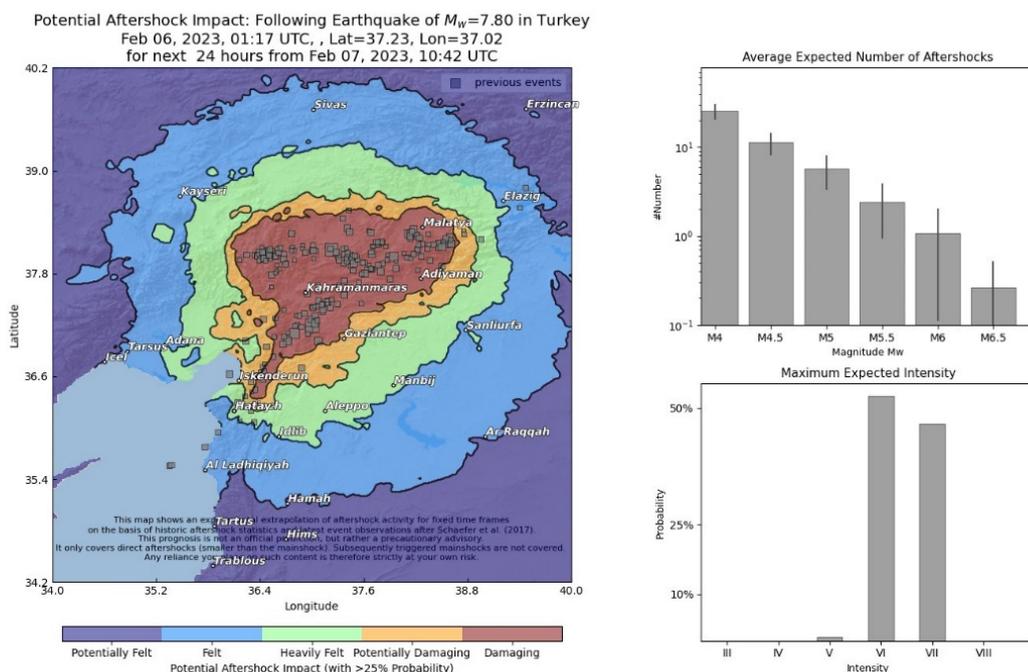


Abbildung 4: Abschätzung der erwarteten Nachbebenaktivität vom 07/02/2023, 10:42 UTC für die folgenden 24h.

Das zeitliche Auftreten von Nachbeben läßt sich mit der sogenannten Omori-Utsu-Gleichung abbilden, welche mathematisch die Abnahme der Nachbebenfrequenz über die Zeit hinweg abschätzt. Auf dieser Grundlage können dann auch kurzfristige Prognosen gegeben werden, wie viele Nachbeben über den kommenden Tag hinweg zu erwarten wären (siehe *Abbildung 4*). Es ist damit jedoch weder möglich, den genauen Ort zukünftiger Nachbeben zu bestimmen, noch starke Folge-Ereignisse wie das zweite Hauptbeben mit Mw7.5 zu prognostizieren.

### 3 Gefährdung / Schaden

#### 3.1 Bodenbewegung

Das schwere Erdbeben ist angesichts der großen Abfolge von Ereignissen sehr komplex. Wie stark waren also die Bodenbewegungen durch die Erdbeben und Nachbeben nach dem ersten großen Beben in der Türkei?

Der Vergleich der maximalen Bodenbewegungen (PGA) des ersten Bebens mit denen der folgenden Beben zeigt, dass die späteren Beben erwartungsgemäß stärkere Erschütterungen verursachten als das erste Beben im Zentrum und im Norden. Die nachstehende Karte (*Abbildung 5*) zeigt die PGA, wobei die Erschütterungen für Gebäude im Bereich von 3 bis 9 Stockwerken im Süden besonders hoch waren (0,3-1s  $S_a$ ). PGV (Peak ground velocity) ist oft ein guter Indikator für Schäden an der bebauten Infrastruktur (Gebäude, Straßen usw.). Die Werte waren im Süden mit über 100 cm/sec und bis zu 187 cm/sec je nach Station sehr hoch. Das Ausmaß der Schäden beim Erdbeben in der Türkei und Syrien in Richtung Hatay und Syrien ist nicht überraschend, da die stärkeren Erschütterungen beim ersten Beben in Richtung Süden gerichtet waren, was zu den großen Schäden an der Infrastruktur führte (dunkelrote und rote Punkte zeigen generell stärkere Erschütterungen an, siehe *Abbildung 5*).

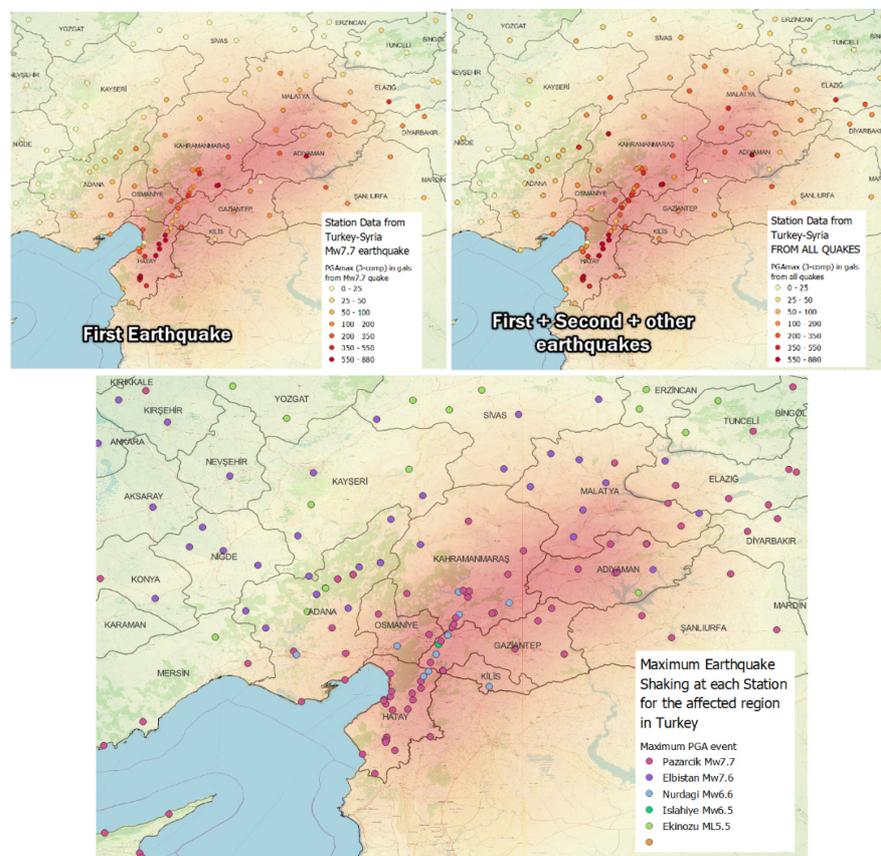


Abbildung 5: Hier sind die in PGA (gals) gemessenen maximalen Erdbebenerschütterungen durch die großen Hauptbeben (oben links) und Nachbeben (oben rechts) dargestellt. Die Bodenbewegungsdaten wurden als Teil der Analyse von AFAD bezogen. Sie zeigen, dass zahlreiche Ereignisse zu den Schäden beigetragen haben (unten).

### 3.2 Schadensschätzung: CATDAT-Modell von CEDIM/Risklayer

Im Rahmen der Analyse wurden in den letzten zwei Tagen eine Reihe von schnellen Schadensschätzungen vorgenommen, wobei das CATDAT-Modell von CEDIM/Risklayer für schnelle Schadenberechnungen (Daniell, 2014) und die Shakemaps kombiniert wurden, um die Schätzungen zu erstellen.

Tabelle 1: Zusammenfassung der CATDAT-Schätzungen zu den Opferstatistiken

CATDAT Version	Datum / Zeit (MEZ)	Karte	Mittlere Todesopferzahlschätzung	Min.	Max.
11	06.02.2023 02:57 MEZ	IPE und USGS	<b>6381</b>	947	19602
12	06.02.2023 05:19 MEZ	Risklayer v1	<b>11400*</b>	3200	25900
13	06.02.2023 06:30 MEZ	Risklayer v2	<b>17250*</b>	4400	31900
21	06.02.2023 12:30 MEZ	Risklayer v10	<b>20180 (all quakes)</b>	5200	48500
22	06.02.2023 13:30 MEZ	Risklayer v11	<b>20770</b>	5100	49400
23	06.02.2023 23:45 MEZ	Risklayer v12	<b>29260 (23.1k TUR, 6.2k SYR)</b>	9390	64800
24	07.02.2023 07:48 MEZ	Risklayer v13	<b>34250 (24.8k TUR, 9.5k SYR)</b>	11800	67010

\*Wirtschaftliche Schäden wurde um 10+ Mrd. USD geschätzt aber wegen viele Erdbeben danach ist jetzt ungültig

Tabelle 2: Die aktuellen Teilstatistiken (Stand 08.02.2023, 08:00 Uhr) zu Opfern, Verletzten und zerstörten bzw. schwer beschädigten Häusern lauten wie folgt (Anmerkung: Die subnationalen Daten werden noch erhoben. Die Angaben stammen aus Nachrichtenberichten, SA)

Land	Provinz	Todesopfer	Verletzte	Zerstörte / Schwer beschädigte Gebäude
<b>Türkiye</b>	<b>Alle</b>	<b>6234</b>	<b>37011</b>	<b>6217</b>
Türkiye	Hatay	1647	6200	200
Türkiye	Marash	1243	5000	
Türkiye	Adiyaman	896	400	100
Türkiye	Gaziantep	504	4809	581
Türkiye	Osmaniye	502	2173	23
Türkiye	Malatya	201	4900	300
Türkiye	Adana	167	3993	16
Türkiye	Sanliurfa	127	2551	60
Türkiye	Diyarbakir	120	854	6
Türkiye	Kilis	22	518	50
Türkiye	Elazig	5	379	8
<b>Syrien</b>	<b>Alle</b>	<b>2348</b>	<b>4175</b>	<b>2470</b>
Syrien	Aleppo	266	602	52
Syrien	Hama	49	67	
Syrien	Latakia	389	746	
Syrien	Jableh	182	200	
Syrien	Civil Defence / White Helmets (Idlib)	1220	2500	
Syrien	Government Held	1062	1513	
Syrien	AANES	6	62	
<b>Summe</b>		<b>8394</b>	<b>38985</b>	<b>8687</b>

Unter den Trümmern befinden sich noch viele Menschen, so dass die Zahl der Todesopfer und die Schäden noch steigen wird. Beim schweren Erdbeben in Van im Jahr 2011 (siehe CEDIM FDA Aktivitäten: <https://www.cedim.kit.edu/2884.php>) dauerte es mehrere Wochen, bis die Todesfälle endgültig bestätigt wurden. Damals lagen die bestätigten Zahlen 12 Stunden nach dem Beben bei etwa 20 bis 25 % der endgültigen Zahl der Todesopfer (Abb. 6). Bei früheren größeren Beben hat sich gezeigt, dass genaue Zahlen deutlich später erst vorliegen, so dass, zum Zeitpunkt dieses Berichts, wahrscheinlich weniger als 10 % der Todesfälle bestätigt sind.

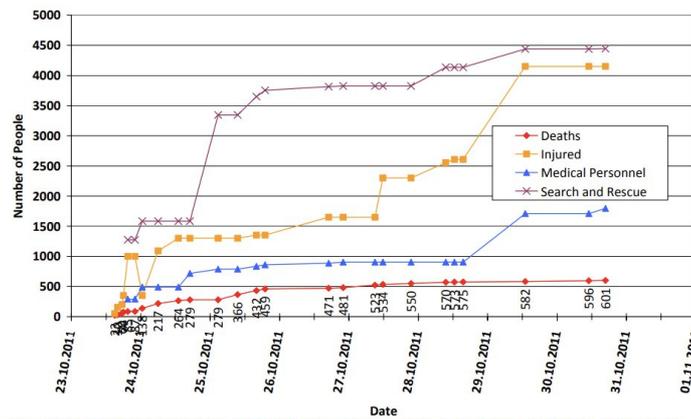


Figure 10: Deaths, Injured, Medical Personnel and Search and Rescue trends as collected from earthquake-report.com via AFAD

Abbildung 6: Entwicklung der Zahl der Toten und Verletzten des Erdbebens in den 2011 Van Erdbeben (CEDIM FDA Bericht 4; [https://www.cedim.kit.edu/download/CEDIMForensicEQAGTurkeyVanEQ\\_Report4.pdf](https://www.cedim.kit.edu/download/CEDIMForensicEQAGTurkeyVanEQ_Report4.pdf)).

Rund 50 % der Haushalte in den am stärksten betroffenen Regionen sind in der Türkei in irgendeiner Form gegen Erdbeben versichert. Die "obligatorische" Versicherung (DASK/TCIP) in der Türkei deckt nicht den gesamten Schaden an einem Haus, sondern bietet eine Teilauszahlung. In Abbildung 7 sind die Durchdringungsraten dargestellt. Schätzungen gehen davon aus, dass die Schäden in die 10 bis 50-Milliarden-Dollar-Grenze gehen, die jedoch in den kommenden Tagen und Wochen von internationalen Organisationen und lokalen Partnern berechnet werden.

İLLER	KONUT SAYISI	SİGORTALI KONUT SAYISI	SİGORTALILIK ORANI	PRİM
ANTALYA	713.000	393.204	%55,10	62.918.700
MERSİN	492.000	259.932	%52,80	19.844.694
ADANA	479.000	219.889	%45,90	30.933.340
HATAY	315.000	126.413	%40,10	33.168.175
KAHRAMANMARAŞ	210.000	113.011	%53,80	22.288.285
ISPARTA	136.000	48.983	%36,00	10.065.384
OSMANIYE	101.000	42.839	%42,40	9.269.262
BURDUR	71.000	28.103	%39,60	5.914.262
TOPLAM	2.517.000	1.232.374	%49,00	194.402.123

Abbildung 7: Versicherungsdurchdringungsraten und Prämien für einige Provinzen wie Hatay, K. Maras usw. (DASK, Türkei).

Natürlich sind nicht nur Gebäudeschäden entstanden, sondern auch erhebliche Schäden an Straßen, Brücken, Flughäfen, Strom- und Wassernetzen sowie an der IKT Infrastruktur und in der Landwirtschaft. Das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur hat mitgeteilt, dass die Autobahn Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG), die von den Erdbeben im Zentrum von Kahramanmaraş betroffen war, wieder befahrbar ist (siehe Abbildung 8).

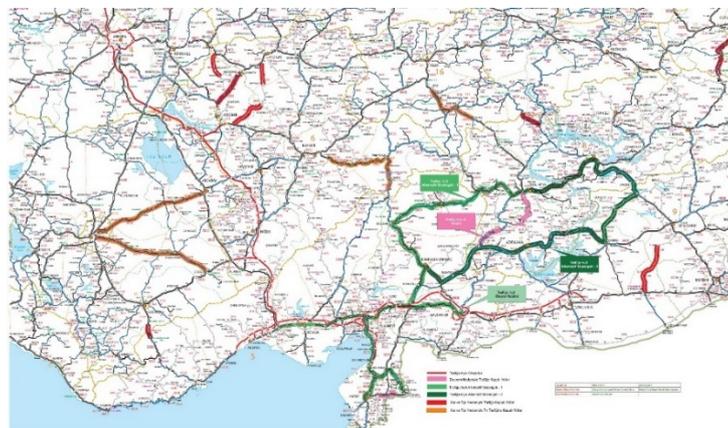


Abbildung 8: Geschlossene Straßen am 07.02.2023. Einige Straßen bleiben aufgrund von Erdbebenschäden (rosa) und Schnee (rot und orange) blockiert (<https://twitter.com/KarayollariGM/status/1622927978479984640/photo/1>).

## 4 Aktuelle Wettersituation

### 4.1 Klimatologische Übersicht

In Gaziantep und im Südosten der Türkei sowie im Grenzgebiet zu Syrien herrscht in den mittleren Höhenlagen ein gemäßigtes Klima mit warmen und trockenen Sommern und vorherrschenden Winterniederschlägen. Nach Köppen gehört Gaziantep zur Klimazone Csa (Mittelmeerklima). Im Februar liegen die monatlichen Mitteltemperaturen (1991-2020) bei 5.1 °C, sie erreichen tagsüber Werte von 10.2 °C und in den Nächten 0.9 °C. Nachtfrost ist durchaus üblich, im Extremfall können die Temperaturen sogar auf unter -10 °C absinken. Einen topographische Überblick über den Südosten Europas, die Türkei und den Nahen Osten gibt *Abbildung 9*.

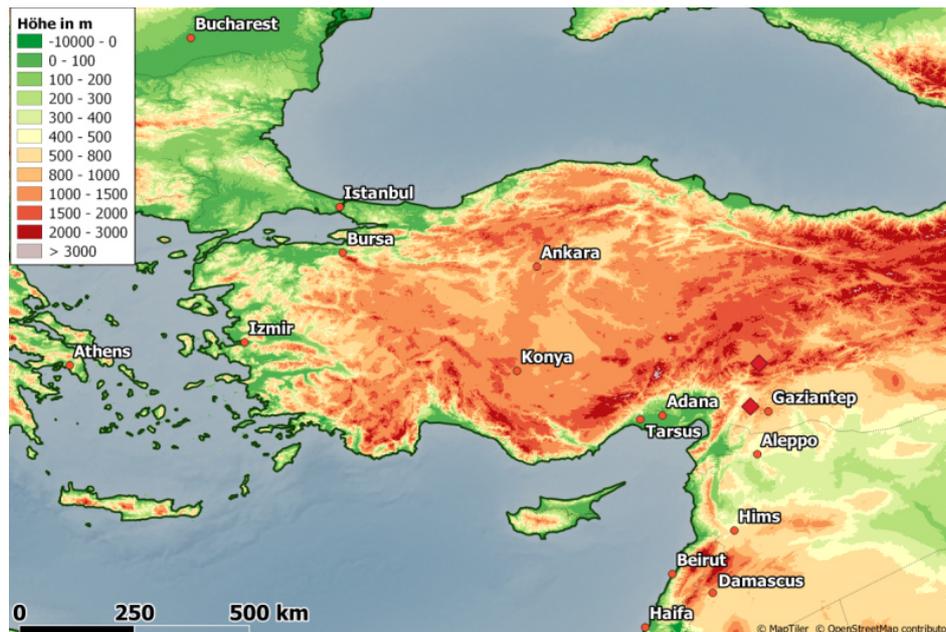


Abbildung 9: Topographische Übersicht über die Türkei und ihre südöstlichen Grenzgebiete. Die Epizentren der beiden Erdbeben vom 06. Februar 2023 sind durch rote Rauten markiert.

Das Niederschlagsgeschehen konzentriert sich auf die Wintermonate, im Februar gehen durchschnittlich 89,6 mm nieder, die sich auf 12,2 Niederschlagstage verteilen. Auch Schnee fällt gelegentlich, manchmal auch in größeren Mengen. Am 08. Februar 1968 wies die Schneedecke eine Mächtigkeit von 100 cm auf.

*Tabelle 3* gibt eine Übersicht über den Verlauf der monatlichen Mittelwerte einiger meteorologischer Parameter an der Station Gaziantep. Die Bezugsperiode ist 1991-2020.

Tabelle 3: Klimatologische Mittelwerte der Stadt Gaziantep, 700 m ü. NN (Daten: <https://www.mgm.gov.tr>).

GAZIANTEP	Zeitraum	Einheit	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Tmittel	1991-2020	°C	3.9	5.1	9.3	14.0	19.3	24.8	28.7	28.7	24.2	17.7	10.2	5.6	16.0
Tmax	1991-2020	°C	8.4	10.2	15.0	20.3	26.0	31.9	36.0	36.2	31.8	25.0	16.5	10.4	22.3
Tmin	1991-2020	°C	0.4	0.9	4.2	8.3	13.0	18.1	22.1	22.1	17.5	11.7	5.4	1.9	10.5
Mittlere Sonnenscheindauer	1991-2020	h	3.6	4.4	5.3	6.4	7.1	8.7	8.9	8.7	7.8	6.4	5.1	3.4	6.3
Niederschlagstage	1991-2020	Anzahl	13.2	12.2	12.2	10.7	8.0	2.5	0.8	0.7	2.2	6.9	8.6	12.7	90.6
Niederschlagsmittel	1991-2020	mm	98.1	89.6	68.9	56.1	32.9	9.2	10.6	8.5	13.1	42.6	67.5	104.5	601.6
Tmax abs	1940-2021	°C	19.0	24.3	28.1	34.0	37.8	40.2	44.0	42.8	40.8	36.4	27.3	25.2	44.0
Tmin abs	1940-2021	°C	-17.5	-15.6	-11.0	-4.3	0.4	4.5	9.0	10.8	3.4	-3.9	-9.7	-15.0	-17.5

*Abbildung 10* zeigt die monatliche Mitteltemperatur des Monats Februar im Südosten der Türkei und im angrenzenden Syrien. *Abbildung 11a)* gibt Auskunft über die mittleren nächtlichen Tiefsttemperaturen und *Abbildung 11b)* über die täglichen mittleren Höchstwerte der Temperatur für den Monat Februar im Zeitraum 1970-2000.

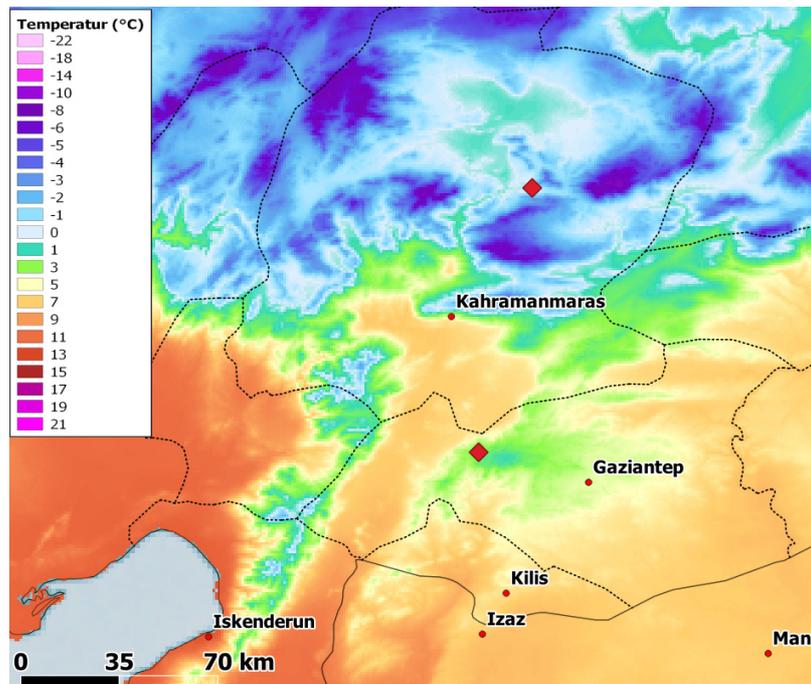


Abbildung 10: Monatsmittel Februar (1991-2020; Daten: Worldclim).

Im Durchschnitt tritt im Februar in den Nächten leichter, in den höheren Lagen auch mäßiger Frost auf. Tagsüber sind die Temperaturen dank der kräftiger werdenden Sonneneinstrahlung und 4.4 täglicher Sonnenstunden durchschnittlich im deutlich positiven Bereich.

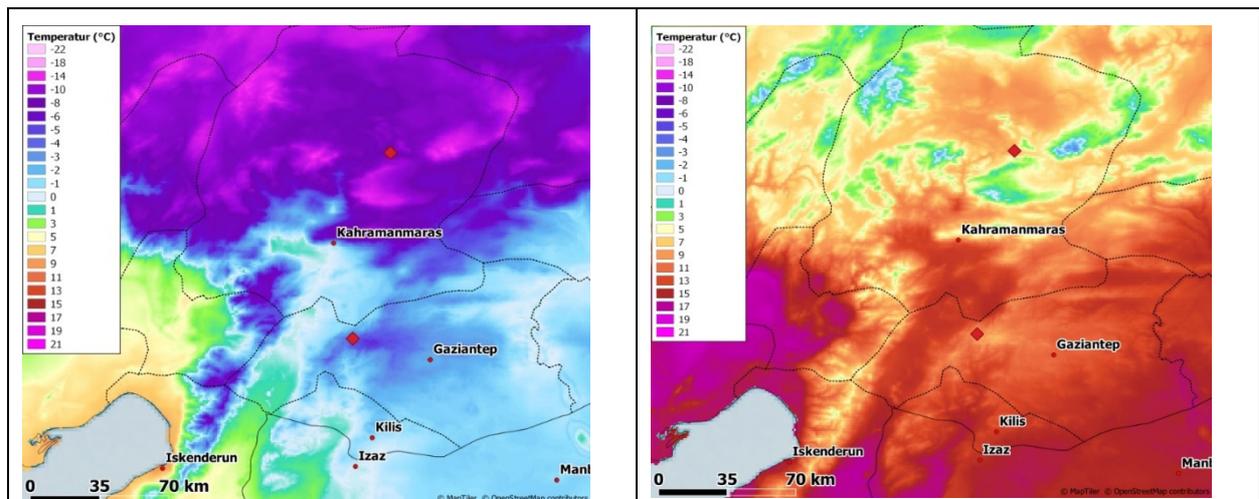


Abbildung 11: Mittlere monatliche Tiefsttemperaturen (a) und mittlere monatliche Höchsttemperaturen (b) im Monat Februar. Die beiden Epizentren der Erdbeben werden durch rote Rauten markiert (Bezugszeitraum: 1970-2000, Daten: worldclim).

#### 4.2 Meteorologische Übersicht am 06. Februar 2023 und Wetterprognose

Die Großwetterlage über Europa zeichnet sich am 6. Februar 2023 durch ein riesiges Gebiet hohen Geopotentials aus, das vom zentralen Nordatlantik über die Britischen Inseln bis nach Finnland reicht. Über Deutschland und dem östlichen Mitteleuropa korrespondiert dazu ein kräftiges Bodenhoch mit einem Kerndruck von mehr als 1040 hPa. Das massive Hochdruckgebiet und das Gebiet hohen Potentials in 500 hPa stellt eine riesige Anomalie dar. Die Abweichungen des Geopotentials der 500-hPa-Fläche in Bezug auf den langjährigen Mittelwert erreichen von der südlichen Nordsee bis ins Baltikum mehr als 40 gpdam. Am Südrand der umfangreichen Hochdruckzone verläuft über dem Mittelmeerraum ein Gebiet vergleichsweise tiefen Geopotentials, das sich bis die Türkei fortsetzt. Allerdings erscheinen dort die negativen Geopotentialabweichung vom langjährigen Mittelwert mit -4 hPa doch vergleichsweise bescheiden. Dennoch hat sich über dem östlichen Mittelmeerraum, der Türkei und dem östlichen

Schwarzen Meer auch am Boden ein großes Tiefdruckgebiet entwickelt, das zum einen zunehmend kalte Luft ins Erdbebengebiet transportiert und zum anderen Niederschläge auslöst, die teilweise als Schnee niedergehen (nicht gezeigt).

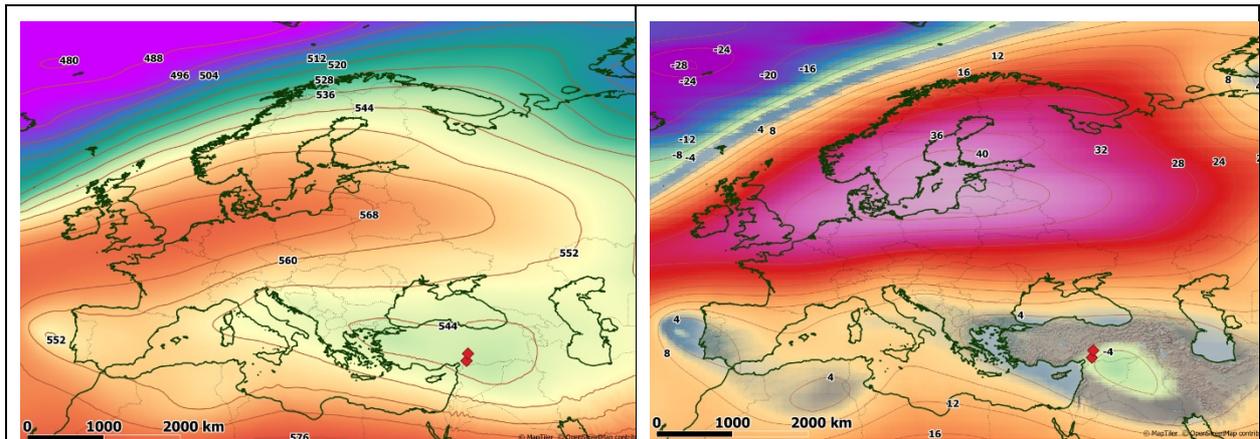


Abbildung 12: Geopotentialverteilung in 500 hPa mit Isohypsen (Zahlenwerte in gpdam) über Europa und der Türkei am 6. Februar 2023. GEM-Analyse von 12Z (links). Rechts die Abweichung des Geopotentials in 500 hPa vom langjährigen Mittel (Zahlenwert in gpdam; Bezugsperiode 1991-2020, Daten: ERA5).

### 4.3 Vorhersage

Den Charakter und die Temperatureigenschaften der Luftmassen zeigt ein Blick auf die Temperatur der 850 hPa-Fläche (ca. 1500 m ü NN) und deren Abweichung vom langjährigen Durchschnittswert. An der großräumigen Luftdruckverteilung ändert sich zunächst wenig. Bis zum 08. Februar 2023 werden für das Erdbebengebiet (rote Rauten) unterdurchschnittliche Temperaturen erwartet. Im 850 hPa-Niveau betragen die negativen Temperaturabweichungen -5 bis -8 K. Für die Temperaturen in Bodennähe resultieren daraus ebenfalls Werte, die unter den für den Monat Februar üblichen liegen. Tiefdruckeinfluss sorgt darüber hinaus für einen anfangs noch unbeständigen Wettercharakter mit zeitweiligen Niederschlägen, die in mittleren und höheren Lagen als Schnee niedergehen. Über die Menge des zu erwartenden Niederschlags für die kommenden 7 Tage bis zum 13. Februar gibt *Abbildung 13* Auskunft. Im Raum Gaziantep müssen etwa 20 bis 40 mm einkalkuliert erwartet werden, in höheren Lagen sind noch größere Niederschlagsmengen durchaus wahrscheinlich. Der größte Teil des Niederschlags ist dabei am 6. und am 07.02.2023 zu erwarten.

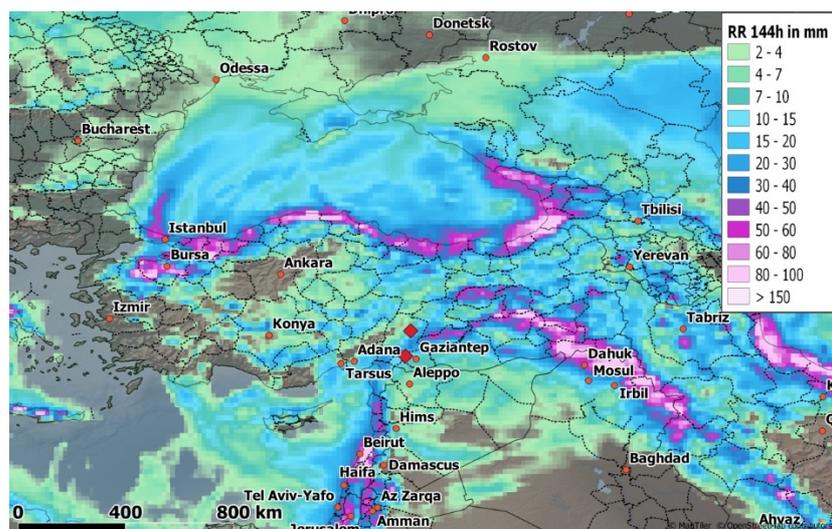


Abbildung 13: Vorhersage der 144-stündigen Niederschlagssumme für den Zeitraum 06.02.2023, 12Z, bis 13.02.2023 12Z (Daten: GEM).

#### 4.4 Mittelfristige Aussichten

Während sich die Niederschlagstätigkeit auf den 6. und den 7. Februar 2023 konzentriert und danach nur noch sporadisch auftritt, verspricht ein Blick auf die Temperaturentwicklung eine zwar langsame, aber beständige Erwärmung. Der Erwärmungstrend wird insbesondere im Verlauf der Temperaturen des 850 hPa-Niveaus sichtbar (*Abbildung 14*). Alle Ensembles des GFS-Wettervorhersagemodells lassen eine solche Entwicklung bis zum 15. Februar erkennen, in dem Temperaturen um etwa 6 K zulegen. Die weitere Entwicklung zeigt kein einheitliches Bild mehr, ab dem 17.02.2023 sind viele verschiedene Wetterszenarien denkbar.

#### 4.5 Zusammenfassung

Die Temperaturen bleiben im Erdbebengebiet unterdurchschnittlich, in den Nächten tritt leichter bis mäßiger Nachtfrost auf. Am Tage scheint ab dem 08.02.2023 häufig die Sonne, mit deren Hilfe sich die Temperaturen deutlich und bis in den Plusbereich vorarbeiten. Die Niederschlagsaktivität klang bereits am 07.02.2023 ab, danach setzte und setzt sich weitestgehend trockenes Wetter durch.

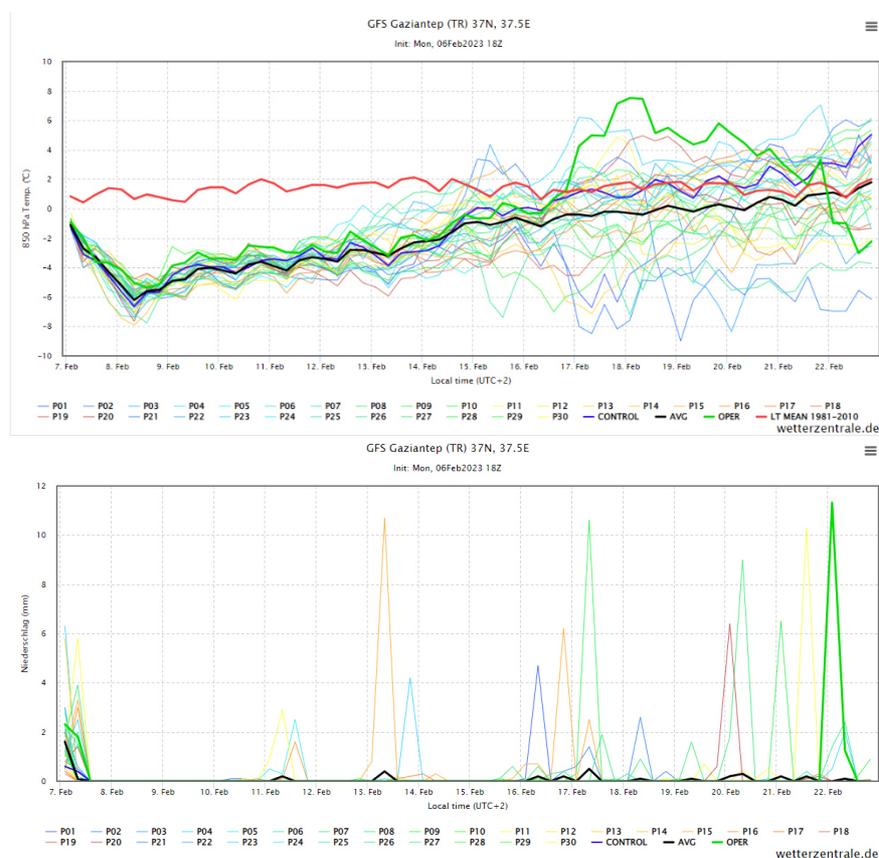


Abbildung 14: Ensembleprognosen (GFS-Modell) für die Temperatur im 850 hPa-Niveau sowie für den Niederschlag im Zeitraum 7. Februar 2023 bis 22. Februar 2022 (Quelle: [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)).

**Referenzen:**

Daniell, J., Khazai, B., Wenzel, F., Vervaeck, A. (2011): The CATDAT damaging earthquakes database. *Nat. Haz. Earth Syst. Sci.*, 11, 8, 2235–2251, doi:10.5194/nhess-11-2235-2011.

Daniell, J.E. (2014): Socioeconomic impact of earthquake disasters. In: Earthquake Hazard, Risk, and Disasters. Ed: Prof. Max Wyss, Earthquake and Seismic Hazards and Disasters. Elsevier.

Daniell, J. E., Pomonis, A., Hing-Ho, Tsang, H.-H., Wenzel, F., Gunasekera, R., Schäfer, A. (2018): The top 100 fatal earthquakes: examining fatality risk reduction globally with respect to seismic code implementation. 16th European Conference on Earthquake Engineering, Thessaloniki, Greece.

Meghraoui, M. (2015). Paleoseismic History of the Dead Sea Fault Zone. In: Beer, M., Kougiumtzoglou, I., Patelli, E., Au, I.K. (eds) Encyclopedia of Earthquake Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg. Doi:10.1007/978-3-642-36197-5\_40-1.

---

**Kontakt****CEDIM Head Office**

Susanna Mohr  
E-mail: info@cedim.de

**CEDIM Spokesman**

Prof. Dr. Michael Kunz  
E-mail: kunz@kit.edu

**KIT Public Relations**

Monika Landgraf  
E-mail: monika.landgraf@kit.edu