

Messung und Analyse des Meeresspiegels über das Jahr 2025 mittels Satelliten

geschrieben von Chris Frey | 20. Januar 2026

Dr. Alan Welch FBIS FRAS

Dieser Bericht präsentiert und analysiert die Meeresspiegeldaten für das Jahr 2025. Es war ein Jahr voller Höhen und Tiefen für diese Daten, das sich zu einer „Jagd nach Daten“ entwickelte. Daher besteht der Hauptzweck der Analyse darin, die neuen Daten mit den alten zu verknüpfen und ein neues Verfahren zu entwickeln, damit Veränderungen des Meeresspiegels im Jahr 2026 leichter beurteilt werden können.

Diese [NOAA-Website](#) lieferte Daten für Ende Januar, dann aber keine weiteren für den Rest des Jahres. Weiß jemand, warum das so ist und/oder ob die Daten auf andere Weise verfügbar sind?

Diese [NASA-Website](#) stellte Daten für Januar, April, Juli, August, September, November und Dezember bereit, aber im Juli 2025 änderte die NASA die Menge der bereitgestellten Daten drastisch. Bis April 2025 bestanden die Daten aus 13 Spalten mit Messwerten, Standardabweichungen und Ergebnissen mit und ohne Anwendung eines 60-Tage-Gauß-Filters, mit und ohne Anwendung von GIA und mit und ohne Entfernung des jährlichen und halbjährlichen Signals. Die analysierten Daten stammten aus SPALTE 12, die für geglättete (60-Tage-Gauß-Filter) GMSL-Schwankungen (ohne GIA) (mm) mit entfernten jährlichen und halbjährlichen Signalen vorgesehen war.

Im Juli hingegen erscheinen nur drei Datenspalten:

HDR 1 Jahr + Bruchteil des Jahres

HDR 2 GMSL (cm)

HDR 3 GMSL mit 60-Tage-Glättung (cm)

wobei die dritte Spalte für die Analyse verwendet wird.

Außerdem wurden die Daten bis April 2025 in einem Zyklus von etwa 10 Tagen veröffentlicht, aber im Juli änderte sich dies zu einem 7-Tage-Zyklus. Um das Ganze noch schlimmer zu machen, stellte die US-Regierung aufgrund ihres Shutdowns für einige Monate die Bereitstellung jeglicher Daten ein.

Um die Unterschiede in den für die Analysen verwendeten Daten zu veranschaulichen, zeigen die Abbildungen 1 und 2 die von der NASA für

April und Juli 2025 bereitgestellten Diagramme:

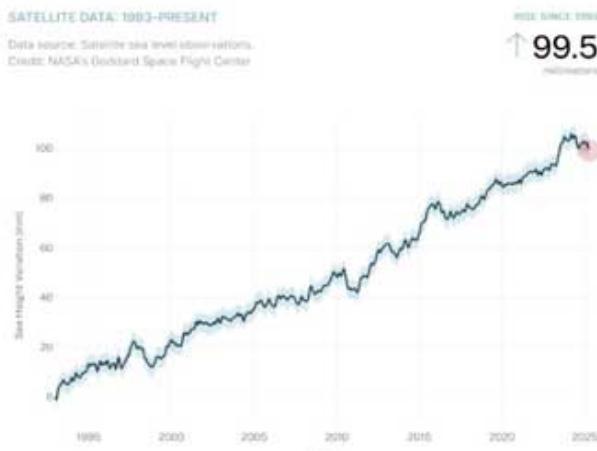


Figure 1

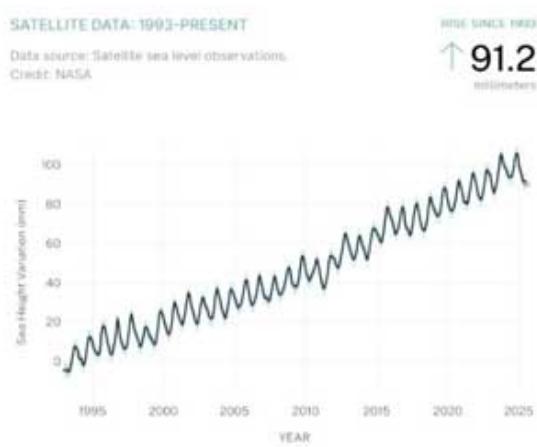


Figure 2

Was also tun?

Bis April 2025, nach sieben Jahren der Untersuchung der NASA-Daten, wurden mehrere Standard-Excel-Tabellen erstellt, die Diagramme der vollständigen Daten mit den am besten passenden linearen, quadratischen und sinusförmigen Kurven mit den zugehörigen Gleichungen und Diagrammen der Residuen, gemessen anhand der linearen Linie, mit den am besten passenden quadratischen und sinusförmigen Kurven erzeugten. Außerdem wurden statistische Ergebnisse und historische Diagramme darüber erstellt, wie sich die sogenannten „Beschleunigungen“ im Laufe der Zeit verändert haben.

Ein Ansatz wäre, die Daten so zu verwenden, wie sie in den alten Tabellenkalkulationen vorliegen, aber das würde zu sehr „unebenen“ Diagrammen führen. Das jährliche und halbjährliche Signal variiert zwischen -4,33 und 5,46 mm, was im Vergleich zum jährlichen Durchschnittsanstieg von etwa 3,3 mm ziemlich groß ist.

Eine zweite Methode wäre die Berechnung eines gleitenden Jahresdurchschnitts, wodurch die Unebenheiten beseitigt würden, aber auch viele der El-Niño-/La-Niña-Effekte verloren gingen, die für die Darstellung nützlich sind.

Das jährliche und halbjährliche Signal ist eine regelmäßige Schwankung, die sich Jahr für Jahr mit der gleichen Form wiederholt, sodass die Höhe nur vom Datum im Jahr abhängt. Anhand dieser Tatsache lässt sich der Wert des Signals zu jedem Zeitpunkt im Jahr aus den Messwerten mit und ohne Einbeziehung des Signals ermitteln. Dies geschah anhand der Differenz zwischen den Spalten 11 und 12 der Daten für April 2025, wobei eine Liste mit Daten und Differenzen erstellt und dann der Jahreswert vom Datum abgezogen wurde. So bleiben zwei Spalten für das Teiljahresdatum und das jährliche und halbjährliche Signal übrig, die in Abbildung 3 dargestellt sind:

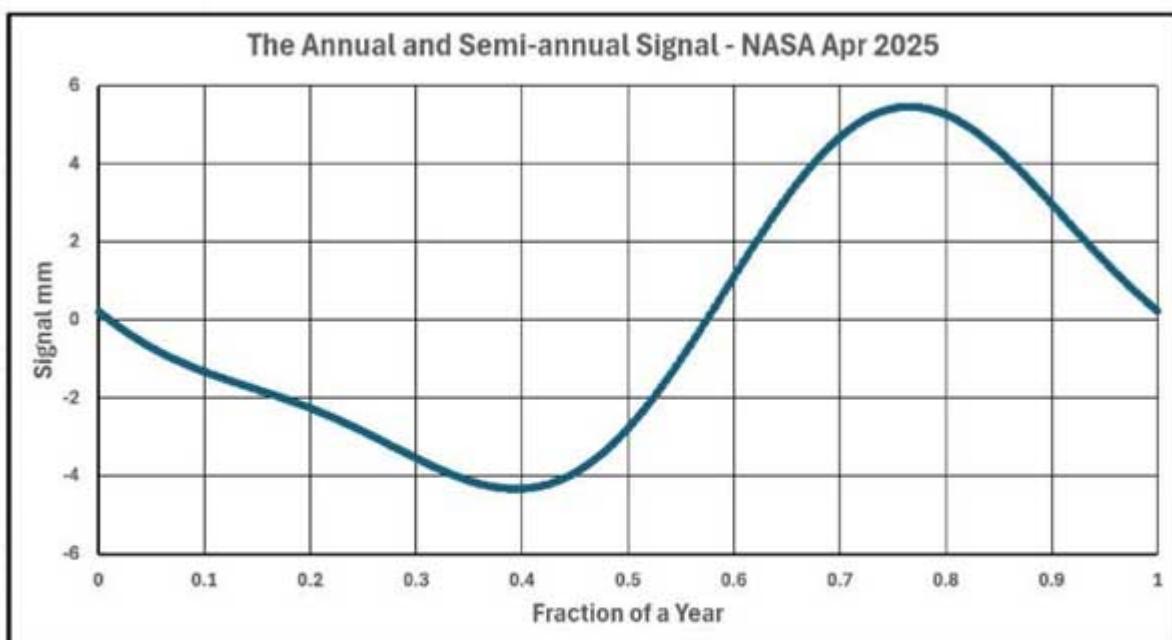


Figure 3

Eine Polynomkurve 8. Ordnung wurde mit der LINEST-Funktion in Excel an die Grafik in Abbildung 3 angepasst, was zu folgendem Ergebnis führte:

$$y = -6643.928484 x^8 + 25497.575242 x^7 - 37890.084128 x^6 + 27118.787657 x^5 - 9446.372672 x^4 \\ + 1420.212996 x^3 - 37.494970 x^2 - 18.784928 x + 0.200699$$

Gleichung 1

Die Ordnung und Genauigkeit mögen übertrieben erscheinen, aber eine Ordnung von 6 erwies sich an den äußersten Enden des Diagramms als zu ungenau, und obwohl zwei weniger signifikante Ziffern das Diagramm nur geringfügig veränderten, wurde beschlossen, bei dieser Gleichung zu bleiben. Abbildung 4 zeigt eine Darstellung der tatsächlichen und der angepassten Kurven, die nur eine geringe Ungenauigkeit an den äußersten Enden von etwa 0,1 mm aufweisen:

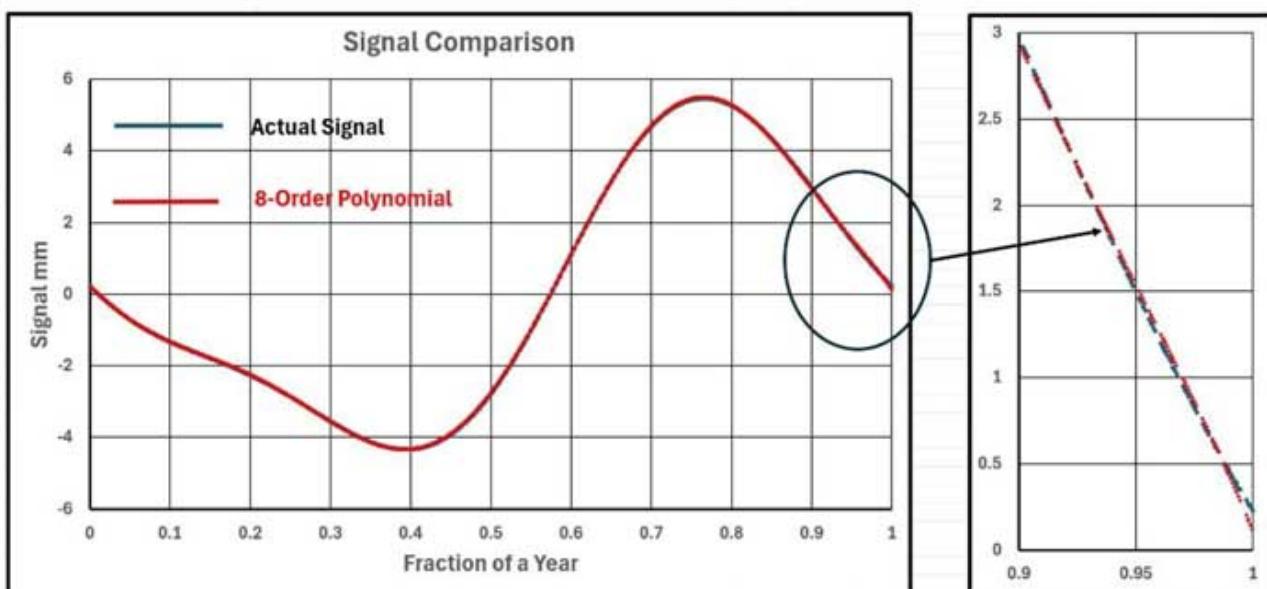


Figure 4

Die neuen Daten mit jährlichen und halbjährlichen Signalen können nun verarbeitet werden, indem der Meeresspiegel herangezogen und der Teil des Jahres mithilfe einer Berechnung in Excel ermittelt wird

Part year = year – INT(year)

und anschließend das Jahres- und Halbjahressignal anhand von Gleichung 1 berechnen. Dieses kann dann vom angegebenen Meeresspiegel abgezogen und die normale Verarbeitung durchgeführt werden.

Ich wünschte, das Leben wäre so einfach.

Dieser Prozess wurde auf die Daten der NASA vom August 2025 angewendet, die nur Daten mit dem Signal enthielten. Das Ergebnis war nicht zufriedenstellend, weil die Daten vom August eine scheinbar größere Abweichung aufwiesen als die zuvor veröffentlichten Daten.

Eine weitere Quelle für Messwerte sind unsere Freunde von der University of Colorado. Ihre [Website](#) ist eine nützliche Informationsquelle, auch wenn Ihnen die Schlussfolgerungen nicht gefallen, zu denen sie gelangen, wie beispielsweise die extrapolierten Meeresspiegel im Jahr 2100. Die Website enthält zwei Sätze verarbeiteter Daten, die in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt sind. Die angegebene „Beschleunigung“ beträgt $0,071 \text{ mm/Jahr}^2$, was mit anderen Schätzungen übereinstimmt. Seltsamerweise wurden auf dieser Website mehrere Abbildungen für Analysen entfernt, die zwischen 2020 und 2025 durchgeführt worden waren:

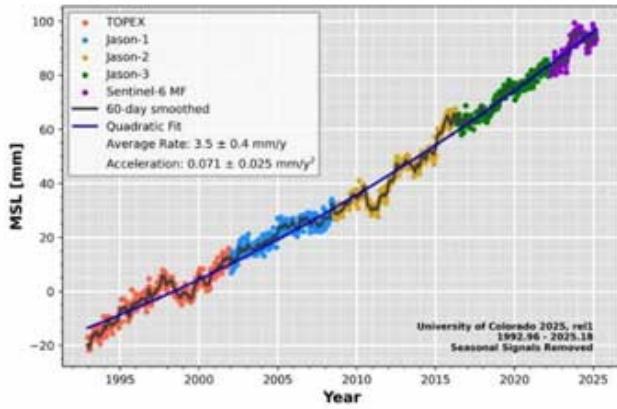


Figure 5

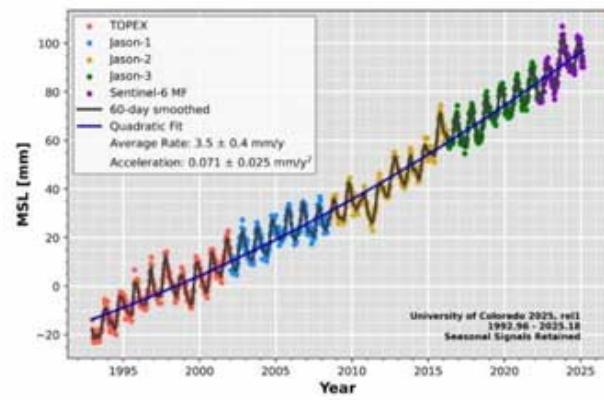


Figure 6

Die Wiederholung des in Abbildung 3 dargestellten Verfahrens führte zu

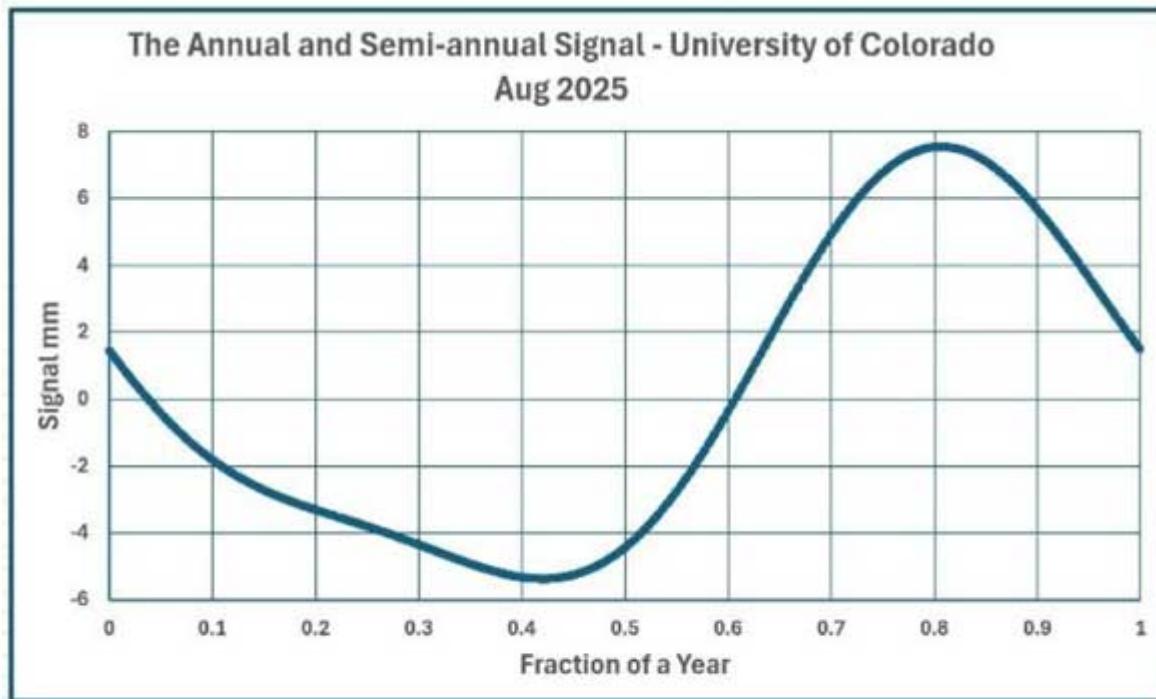


Figure 7

Die Gleichung für ein Polynom achter Ordnung ist in Gleichung 2 angegeben:

$$y = -7765.207058 x^8 + 32631.342618 x^7 - 54125.59435 x^6 + 44768.098468 x^5 - 19273.077711 x^4 \\ + 4111.056244 x^3 - 321.22496 x^2 - 25.210076 x + 1.282815$$

Gleichung 2

Der Vergleich dieses Polynoms achtter Ordnung mit den tatsächlichen Werten ist in Abbildung 8 dargestellt:

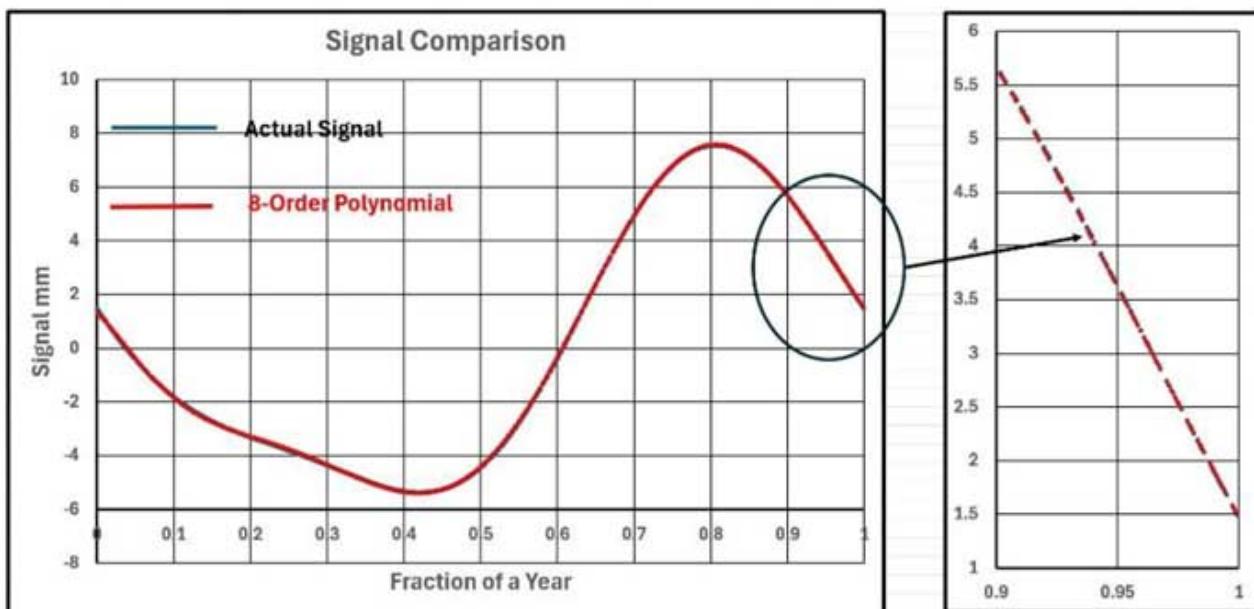


Figure 8

Dieser weist eine ähnliche Form mit einigen kleinen Abweichungen auf und liegt insgesamt etwa 30 % über dem Wert in Abbildung 3. Die beste Option ist daher, die von der NASA bereitgestellten Daten zu verwenden und zu akzeptieren, dass alle Grafiken von den jährlichen Signalen beeinflusst werden.

Die analysierten Datensätze sind daher Januar und April 2025 mit den vollständigen Daten sowie Juli, August, September, November und Dezember 2025 mit den reduzierten Daten. Die Daten für April 2025 und Dezember 2025 werden beide zum Vergleich verarbeitet.

Die Abbildungen 9 und 10 zeigen die linearen und quadratischen besten Anpassungen [best fits] der vollständigen Daten:

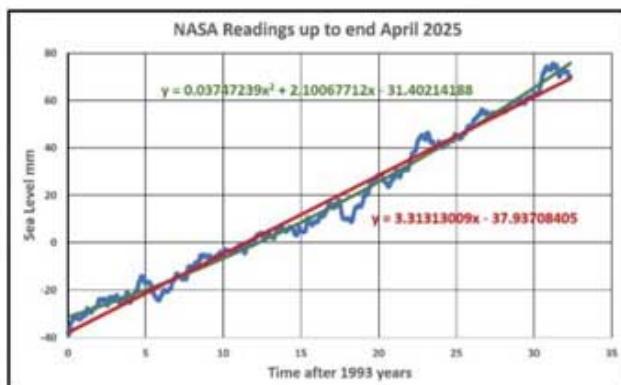


Figure 9

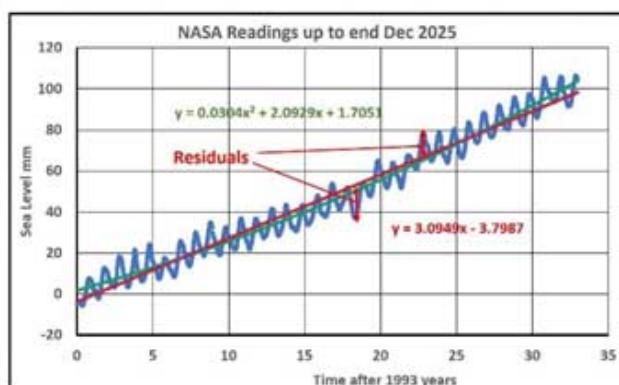


Figure 10

Die Unterschiede in den Koeffizienten der Gleichung scheinen größer zu sein als erwartet, aber aufschlussreicher ist die Veränderung von Jahr zu Jahr mit konsistenten Datensätzen, so dass die Daten für 2026 aussagekräftiger sein werden.

Die Residuen sind in den Abbildungen 11 und 12 zusammen mit den quadratischen Best-Fit-Kurven und den Standardabweichungen der hinzugefügten Fehler dargestellt. Um zu überprüfen, ob dieser Prozess korrekt durchgeführt worden ist, werden die quadratischen Terme mit denen für die vollständigen Daten verglichen und die linearen Anpassungen anhand von $y = 0 \cdot x + 0$ überprüft:

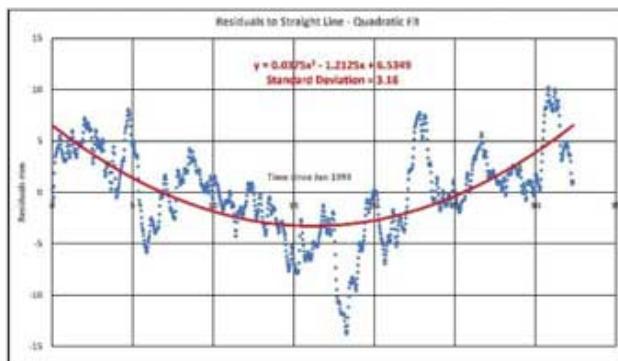


Figure 11

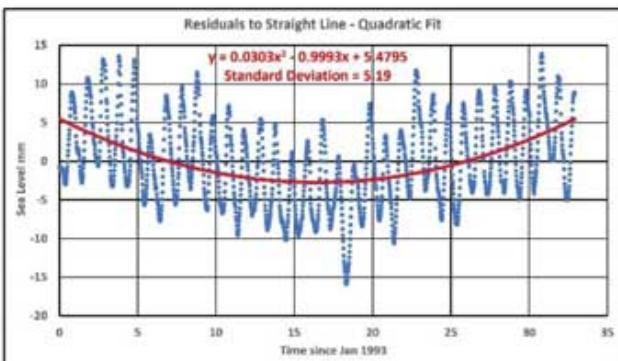


Figure 12

Als Nächstes werden in den Abbildungen 13 und 14 die Residuen zusammen mit einer Sinuskurve mit einer Amplitude von 4,2 mm und einer Periode von 29 Jahren dargestellt. Der Wert von 29 Jahren wurde für einige Jahre verwendet, die ursprünglich ins Auge gefasst worden waren, und ist wahrscheinlich nicht ganz die beste Passkurve, aber nicht weit davon entfernt:

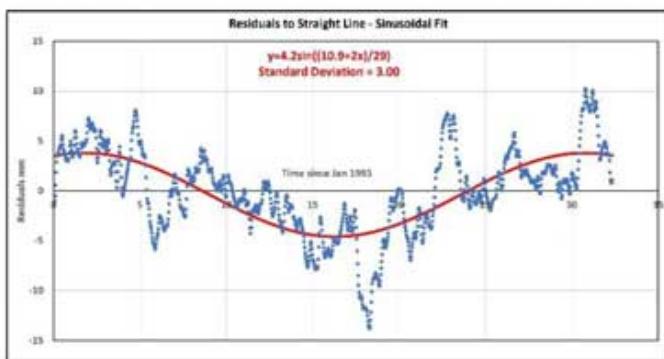


Figure 13

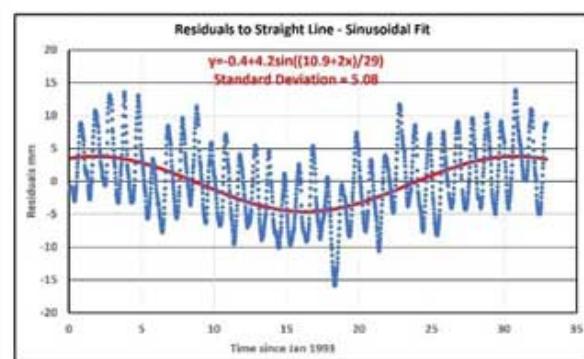


Figure 14

Die Standardabweichungen der Fehler mit der Sinuskurve sind sowohl für die April- als auch für die Dezember-Analyse geringer als die quadratischen. Die Einbeziehung des jährlichen und halbjährlichen Signals erhöht die Standardabweichung für beide Kurven erheblich:

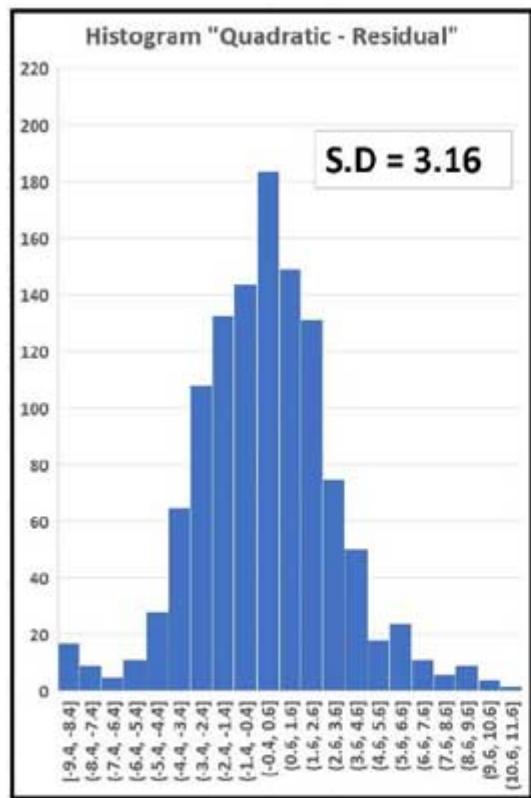


Figure 15

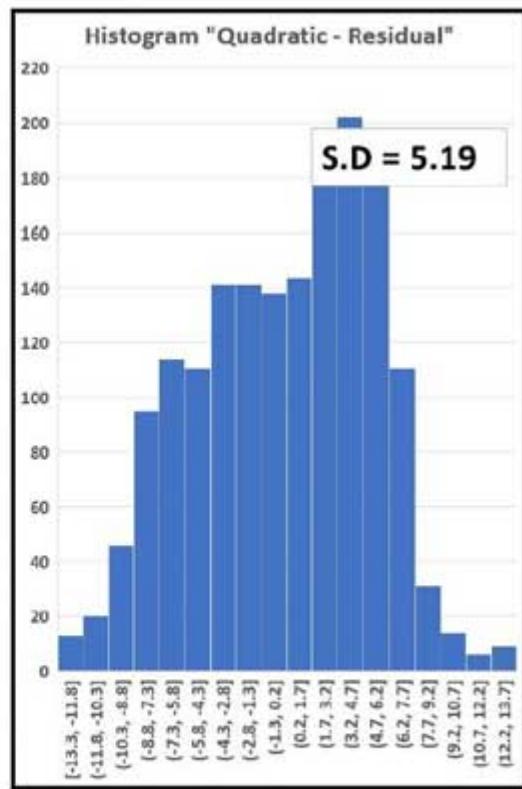


Figure 16

Die Abbildungen 15 bis 18 zeigen Histogrammdarstellungen der Fehler für die beiden Analysen:

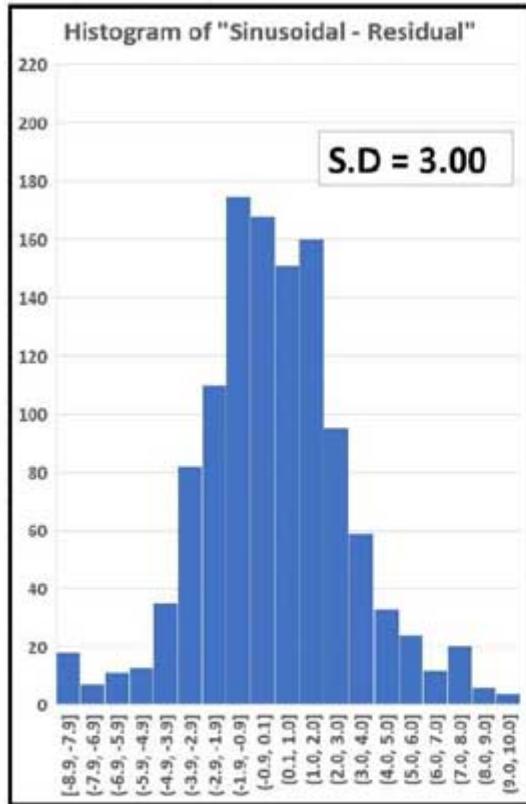


Figure 17

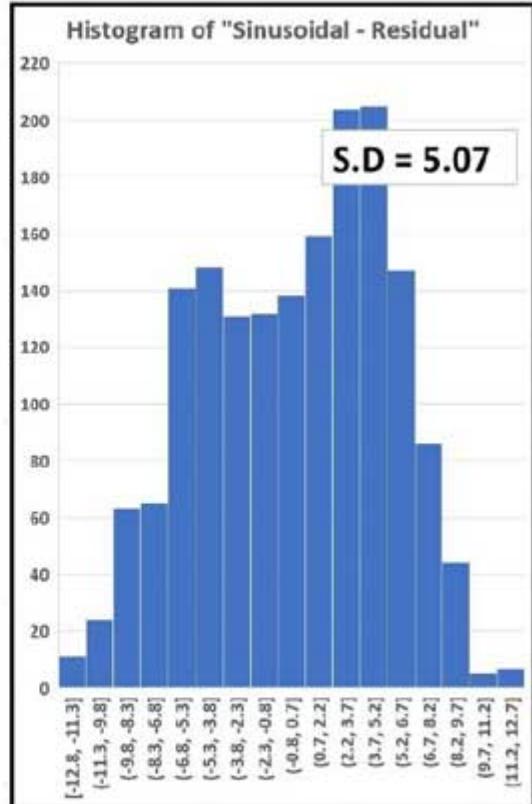


Figure 18

Die Abbildungen 15 und 17 zeigen eher normale Verteilungen, während die Abbildungen 16 und 18 aufgrund der Form des jährlichen und halbjährlichen Signals eine leichte Schiefe aufweisen.

Die Abbildungen 19 und 20 zeigen das Ergebnis der Spektralanalyse für die vollständigen Daten:

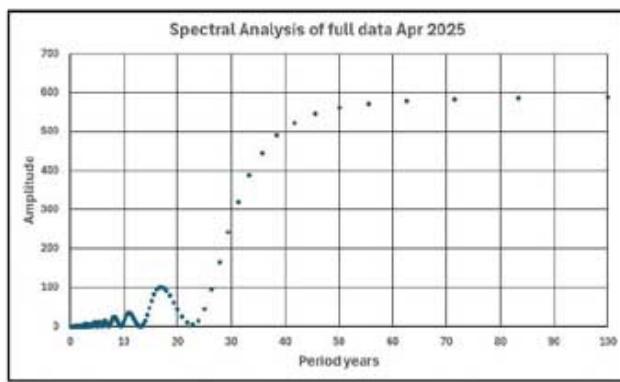


Figure 19

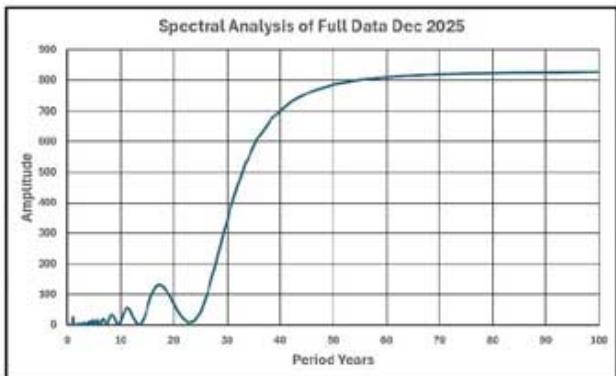


Figure 20

Beide zeigen, dass es eine sehr langfristige Variation gibt, und in Abbildung 20 erscheint das jährliche und halbjährliche Signal als Spitze mit einer Periode von einem Jahr. In diesem Diagramm erscheint es im Vergleich zu anderen Spitzen aufgrund von Sonnen- und Mondzyklen sehr

klein, lässt sich jedoch anhand der in Abbildung 22 unten dargestellten residuale Spektralanalyse besser beurteilen.

Die Abbildungen 21 und 22 zeigen das Ergebnis der Spektralanalyse für die Residuen in der NASA-Analyse:

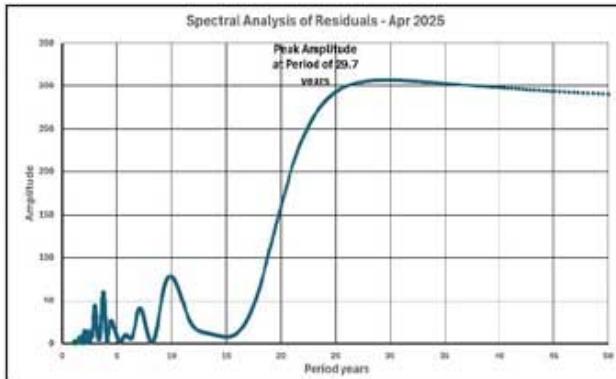


Figure 21

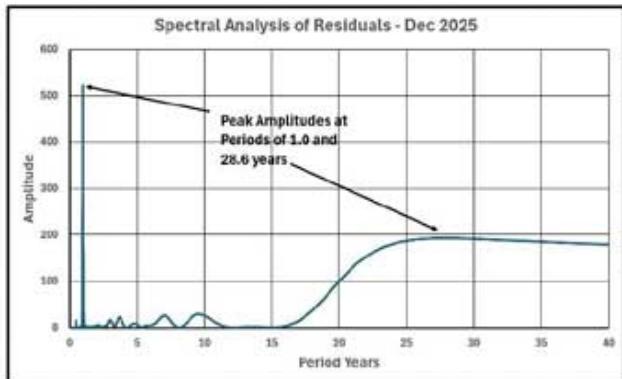


Figure 22

Die Abbildungen 23 und 24 stellen die „Beschleunigungswerte“ gegen das Datum dar, an dem sie auf der Grundlage der Daten vom Beginn des Jahres 1993 bis zu diesem Datum ermittelt wurden. Der Einfluss von El Niño und das jährliche und halbjährliche Signal sind erkennbar. Hätten die Residuen einer sinusförmigen Schwankung auf der Grundlage der 29-jährigen Sinuskurve gefolgt, hätte ein entsprechender Satz von „Beschleunigungen“ bestimmt werden können. Beachten Sie, dass die mit „sinusförmig“ bezeichnete Kurve **KEINE** Sinuskurve ist, sondern eine Kurve von „Beschleunigungen“ auf der Grundlage der Residuen mit einer sinusförmigen Schwankung:

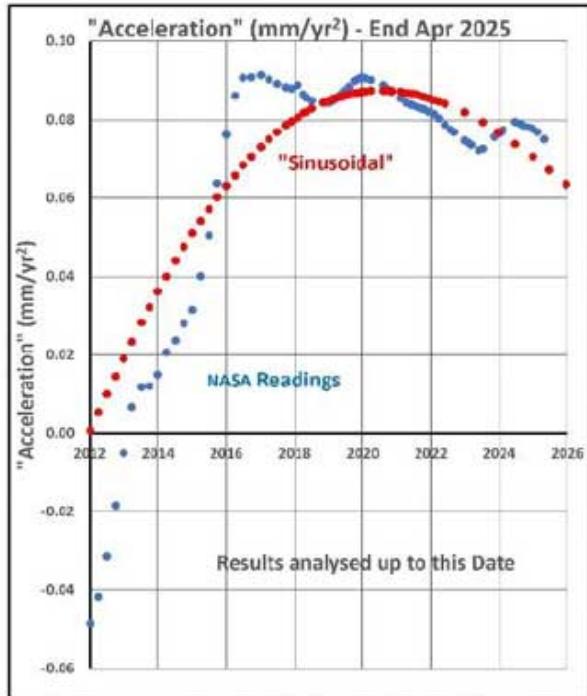


Figure 23

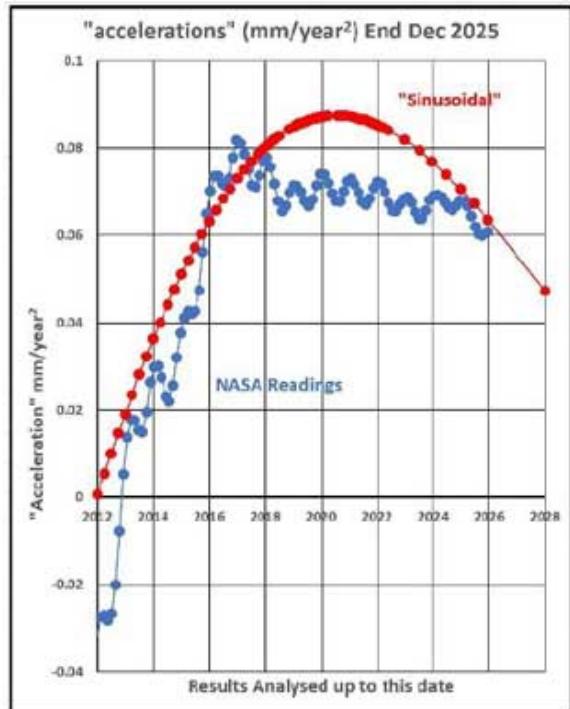


Figure 24

Die Abbildungen 25 und 26 zeigen die „Beschleunigungen“ zum Ende des Jahres 2025 mit den langfristig prognostizierten „Beschleunigungen“ bis in die 2060er Jahre, die anhand einer quadratischen Kurvenanpassung an einen Datensatz berechnet wurden, der wiederum aus einer 29-jährigen Kurve gewonnen wurde. Die Gültigkeit der Kurve wird sich bereits etwa 2034 zeigen, wenn sich die „Beschleunigungen“, sofern sie korrekt sind, den Werten der langfristigen Gezeitenpegel nähern, d. h. Werten von etwa 0,01 mm/Jahr².

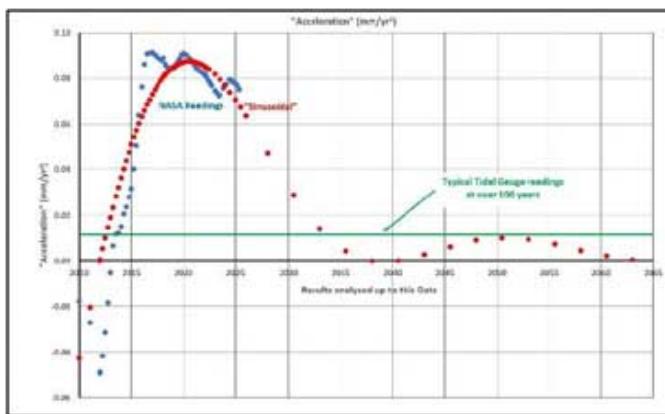


Figure 25

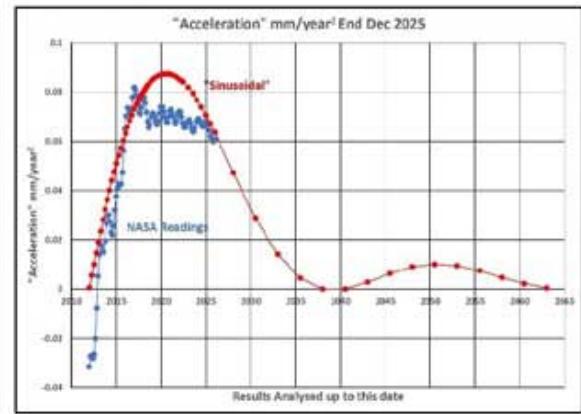


Figure 26

Es wurden keine Schlussfolgerungen zum Meeresspiegel im Jahr 2025 gezogen. Die Vergleiche zwischen April 2025 und Dezember 2025 zeigen keine wesentlichen Unterschiede, so dass sich die laufenden Arbeiten nun

auf die Veränderungen im Jahr 2026 konzentrieren müssen. Abbildung 26 gilt als die aussagekräftigste Grafik, die nun durch das jährliche und halbjährliche Signal, das die El-Niño-Schwankungen überdeckt, etwas kompliziert ist. Unter der Annahme, dass es keine weiteren Komplikationen bei der Datenpräsentation durch die NASA gibt, dürfte es jedoch im Laufe des Jahres 2026 zu einem stetigen Rückgang der „Beschleunigungen“ kommen.

Wenn es Leser gibt, die bis hierher durchgehalten haben, wünsche ich ihnen alles Gute für 2026 und hoffe, dass ich in zwölf Monaten über das Jahr 2026 berichten kann.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2026/01/14/measuring-and-analysing-sea-level-s-using-satellites-during-2025/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE