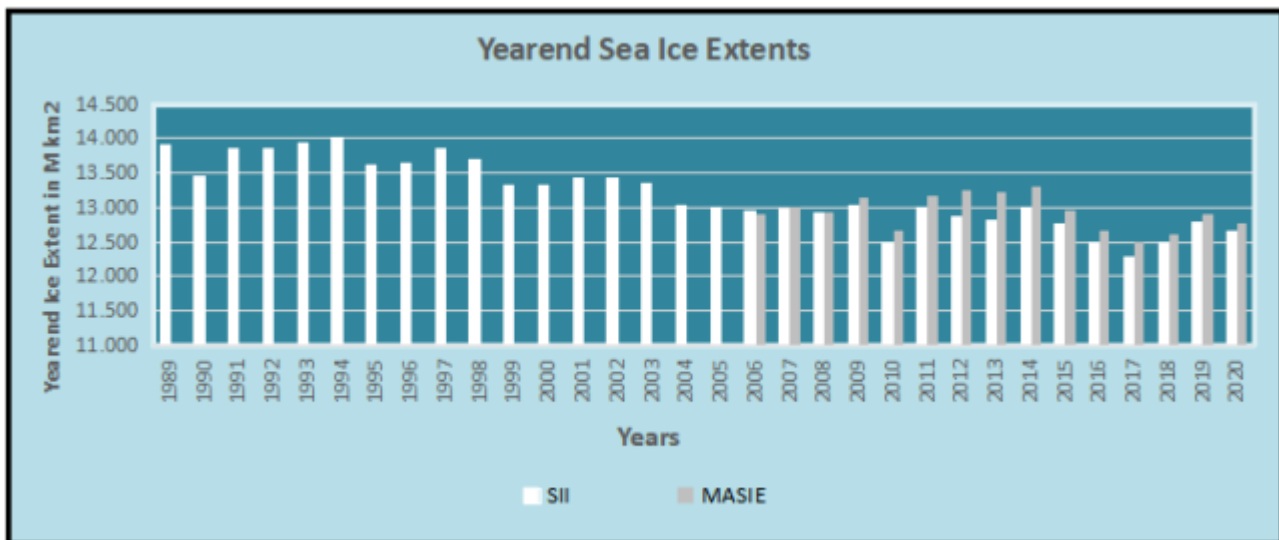
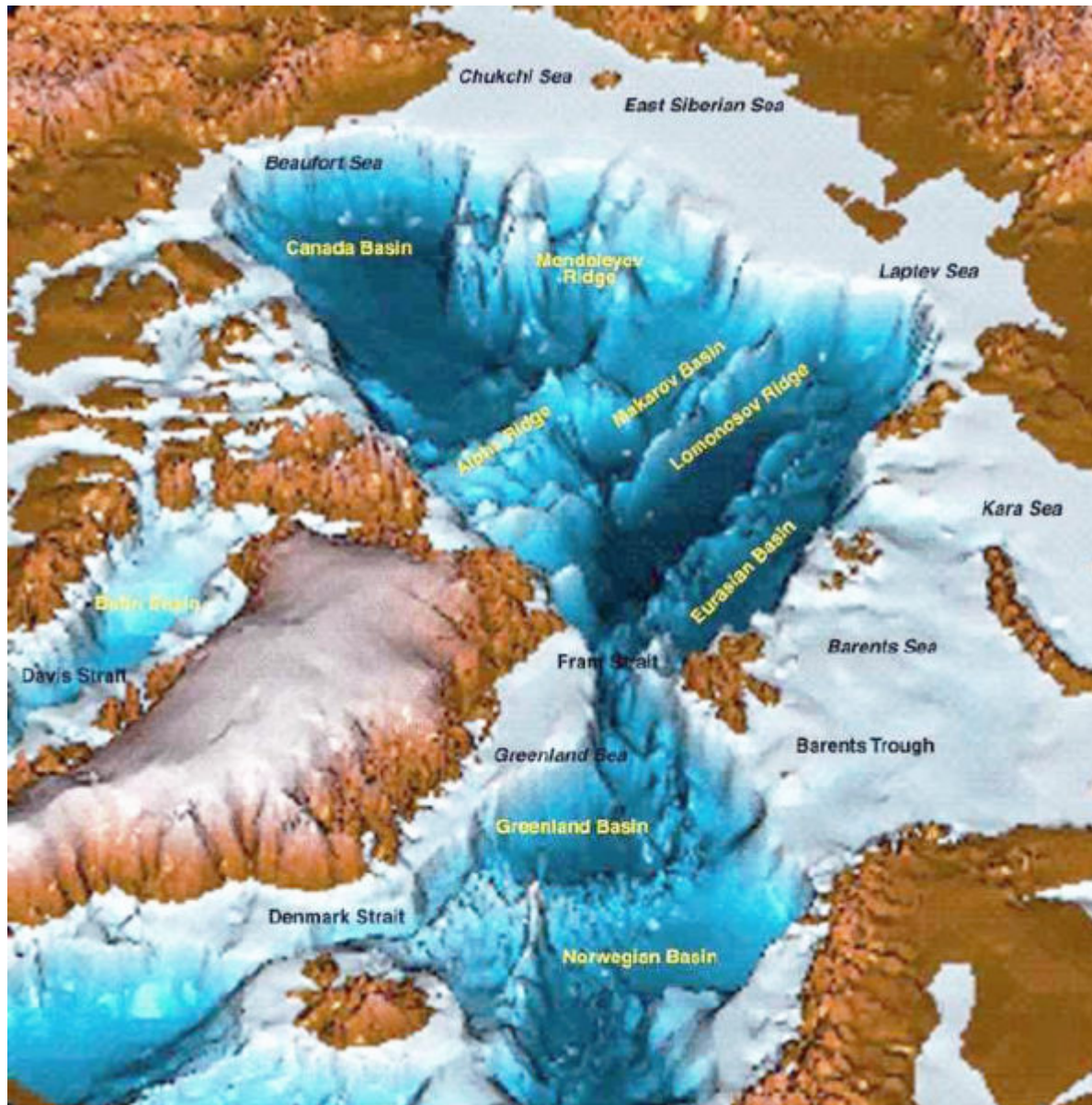


Die arktische Eisausdehnung zum Jahresende 2020



Das obige Diagramm zeigt den verfügbaren Datensatz des Meereisindex (Sea Ice Index SII) seit 1989, zusammen mit dem vergleichbaren Datensatz von MASIE 2006 bis heute. Es zeigt, dass 2020 um 150k km² (1 %) niedriger ist als 2019 und 300k km² über dem Tiefstwert von 2017 liegt. Tatsächlich ist 2020 fast der Durchschnitt für das letzte Jahrzehnt.

Wie bereits in einem früheren Beitrag erwähnt, wurden im Oktober Befürchtungen geäußert, dass die Arktis langsamer als im Durchschnitt wieder zufriert. Diese Befürchtungen wurden erstens durch den Anstieg der Eisausdehnung im November und zweitens durch das schnelle Gefrieren der Arktis im Dezember ausgeräumt. Im November wurden 3,5 Wadhams Meereis im Laufe des Monats hinzugefügt. (Die Metrik 1 Wadham = 1 Million km² stammt von den Vorhersagen des Professors über eine eisfreie Arktis, was weniger als 1 Million km² Ausdehnung bedeutet). Im Dezember kamen weitere 2,7 Wadhams hinzu. Die letzten beiden Monate haben das Defizit im Oktober mehr als ausgeglichen.



Hintergrund aus früherem Beitrag aktualisiert zum Jahresende

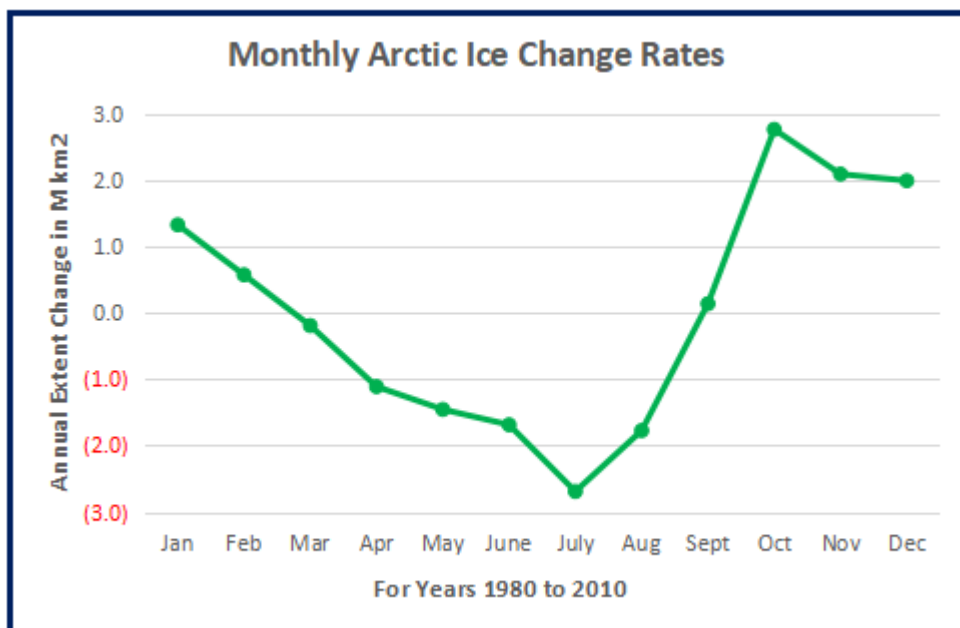
Als ich vor einigen Jahren einen Beitrag über die globale Erwärmung bei WUWT las, fiel mir der Kommentar einer Person auf: „Ich bin Versicherungsmathematiker mit begrenztem Wissen über Klimametrien, aber es scheint mir, wenn man Temperaturänderungen verstehen will, sollte man die Änderungen analysieren, nicht die Temperaturen“. Das ließ bei mir die Alarmglocken läuten, und ich wandte diese Einsicht in einer Reihe von Temperatur-Trend-Analysen von Temperaturaufzeichnungen von Oberflächenstationen an. Diese Beiträge sind unter dieser Überschrift verfügbar: [Climate Compilation Part I Temperatures](#).

In diesem Beitrag wird versucht, die Schwankungen des arktischen Meereises mit einem ähnlichen Ansatz zu verstehen: **Der Schwerpunkt liegt auf den Raten der Ausdehnungsänderungen und nicht wie üblich auf der Untersuchung der Eisausdehnung selbst.** Glücklicherweise bietet der Sea Ice Index (SII) der NOAA einen geeigneten Datensatz für dieses Projekt. Wie viele wissen, **stützt sich der SII auf passive Mikrowellensensoren von Satelliten, um Karten der arktischen Eisausdehnung zu erstellen, die bis ins Jahr 1979 zurückreichen.** Die aktuelle Version 3 hat sich stärker an MASIE, der modernen Form der

Marine-Eiskartenerstellung zur Unterstützung der arktischen Navigation, angelehnt. Wie man die SII-Daten lesen muss, steht [hier](#).

Es sind statistische Analysen verfügbar, und diejenige, die von Interesse ist (Tabelle unten), heißt **Sea Ice Index Rates of Change** ([hier](#)). Wie der Titel schon andeutet, besteht diese Tabelle nicht aus monatlichen Ausdehnungen, sondern aus **Änderungen der Ausdehnungen gegenüber dem Vormonat**. Konkret wird ein Monatswert berechnet, indem der Durchschnitt der letzten fünf Tage des Vormonats vom Durchschnitt der letzten fünf Tage dieses Monats subtrahiert wird. **Der Wert stellt also die Menge an Eis dar, die während des aktuellen Monats zu- oder abgenommen hat.**

Diese monatlichen Änderungsraten wurden zu einer **Basislinie für den Zeitraum 1980 bis 2010** zusammengestellt, die die Schwankungen der arktischen Eisausdehnung im Laufe eines Kalenderjahres zeigt. Unten ist ein Diagramm dieser **durchschnittlichen monatlichen Veränderungen während des Basiszeitraums zu sehen**. Diejenigen, die mit Studien zum arktischen Eis vertraut sind, werden von der Wellenform des Vorzeichens nicht überrascht sein. Ende Dezember ist ein relativ neutraler Punkt im Zyklus auf halbem Weg zwischen dem Minimum im September und dem Maximum im März.

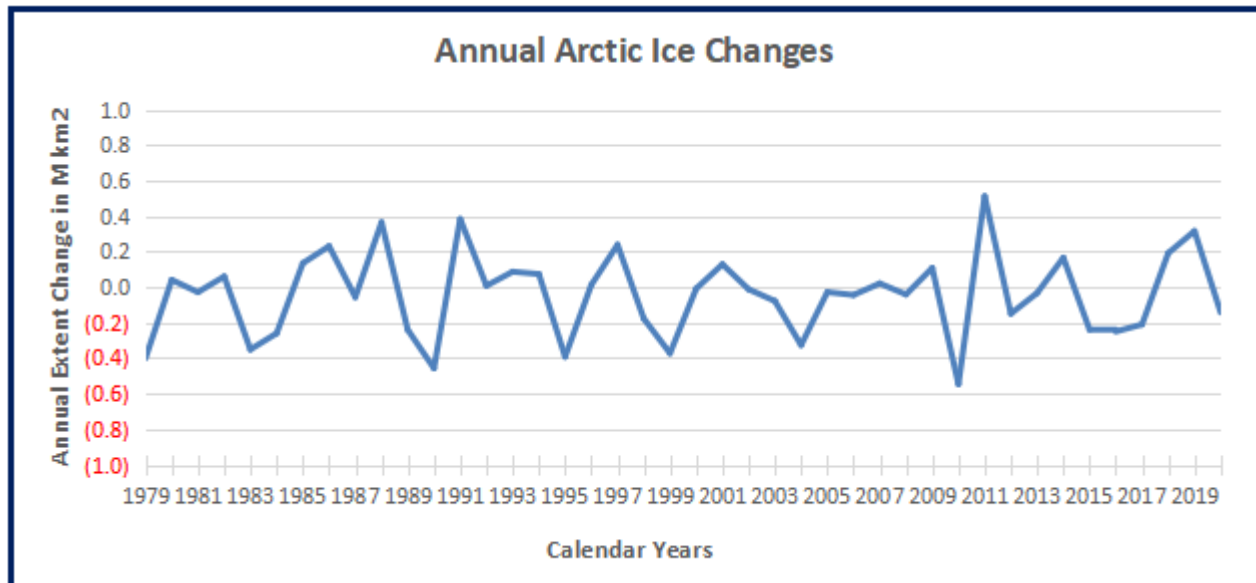


Die Grafik verdeutlicht die sechs Frühjahrs-/Sommermonate mit Schmelzen und die sechs Herbst-/Wintermonate mit Gefrieren. Man beachte, dass Juni-August den Großteil der Verluste produzieren, während Oktober-Dezember den Großteil des Zuwachses zeigen. Auch die Maximum- bzw. Minimum-Monate März und September zeigen von Anfang bis Ende nur sehr geringe Änderungen in der Ausdehnung.

Die Tabelle der monatlichen Daten zeigt die Variabilität der Eisausdehnung während der letzten 4 Jahrzehnte:

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Annual
1978											2.174	1.835	
1979	1.339	0.726	-0.691	-0.791	-1.806	-1.379	-2.519	-2.046	-0.158	2.691	1.994	2.24	-0.400
1980	1.197	0.852	-0.244	-0.905	-2.018	-1.454	-2.482	-1.44	0.405	1.974	2.479	1.677	0.041
1981	1.363	0.181	-0.17	-0.976	-1.253	-1.418	-2.854	-1.653	0.122	2.19	2.119	2.321	-0.028
1982	1.614	0.573	-0.362	-0.862	-1.744	-1.538	-2.568	-1.655	0.02	2.954	1.922	1.706	0.060
1983	1.381	0.74	-0.391	-1.512	-1.321	-1.182	-2.422	-1.999	0.253	2.528	2.072	1.502	-0.351
1984	1.054	0.688	-0.087	-0.988	-1.41	-1.47	-2.682	-1.795	0.326	1.967	2.471	1.666	-0.260
1985	1.683	0.408	0.276	-0.874	-1.609	-2.006	-2.984	-1.621	0.252	2.503	2.222	1.885	0.135
1986	1.524	0.759	-0.347	-1.071	-1.766	-1.269	-2.48	-1.538	0.32	2.414	2.038	1.647	0.231
1987	1.781	0.551	-0.489	-1.12	-1.363	-1.395	-2.681	-2.134	0.654	2.005	2.399	1.736	-0.056
1988	1.512	0.71	-0.39	-1.023	-1.711	-1.621	-2.42	-1.521	0.465	2.113	2.426	1.825	0.365
1989	1.243	0.263	-0.389	-1.628	-0.833	-1.109	-2.719	-1.742	-0.005	2.784	2.295	1.6	-0.240
1990	1.268	0.747	-0.411	-1.613	-1.177	-1.707	-3.117	-1.674	0.039	3.626	2.003	1.559	-0.457
1991	1.326	0.807	-0.266	-1.02	-1.282	-1.585	-3.127	-1.408	-0.364	3.084	2.092	2.127	0.384
1992	1.35	0.306	-0.043	-1.262	-1.292	-1.186	-2.519	-1.857	0.71	1.971	2.4	1.43	0.008
1993	1.689	0.096	0.065	-1.246	-1.765	-1.436	-2.724	-2.015	0.411	2.971	2.153	1.888	0.087
1994	1.41	0.299	-0.117	-1.034	-1.447	-1.683	-2.533	-1.633	0.315	2.565	1.913	2.019	0.074
1995	0.904	0.427	-0.02	-1.459	-1.571	-1.486	-2.992	-1.525	-0.188	3.645	2.024	1.849	-0.392
1996	0.991	0.626	-0.249	-1.149	-1.104	-1.086	-2.526	-1.572	0.62	1.576	1.519	2.367	0.013
1997	1.182	0.686	-0.191	-1.18	-1.53	-1.619	-2.612	-1.604	0.055	2.682	2.23	2.14	0.239
1998	1.481	0.612	-0.508	-1.065	-1.471	-2.157	-2.192	-1.726	-0.101	2.522	1.97	2.458	-0.177
1999	1.075	0.708	0.114	-0.981	-1.374	-2.575	-2.034	-2.308	0.487	2.95	1.6	1.966	-0.372
2000	1.601	0.407	-0.161	-0.983	-1.614	-1.525	-2.699	-1.888	0.122	2.801	1.79	2.141	-0.008
2001	1.419	0.827	-0.33	-0.794	-1.679	-2.324	-2.213	-1.243	-0.035	2.301	1.939	2.261	0.129
2002	1.486	0.479	-0.378	-1.206	-1.388	-1.486	-2.987	-1.997	0.289	2.902	1.276	1.998	-0.012
2003	1.406	0.647	-0.003	-1.569	-1.317	-1.781	-2.667	-1.669	-0.283	2.902	1.927	2.329	-0.078
2004	1.002	0.832	-0.324	-1.407	-1.241	-1.367	-2.479	-2.297	0.312	2.565	2.286	1.792	-0.326
2005	1.032	0.666	-0.264	-0.703	-1.437	-1.978	-2.949	-1.639	-0.201	3.553	1.992	1.9	-0.028
2006	0.833	0.534	-0.118	-0.794	-1.448	-2.054	-2.411	-1.533	-0.14	3.016	1.219	2.852	-0.044
2007	1.295	0.453	-0.386	-0.847	-1.197	-2.024	-3.539	-2.029	-0.351	3.704	2.636	2.306	0.021
2008	1.577	0.718	-0.214	-1.232	-1.505	-1.974	-2.861	-2.493	-0.099	4.22	2.015	1.807	-0.041
2009	1.403	0.63	-0.086	-0.714	-1.712	-1.963	-3.401	-1.681	0.058	2.904	2.48	2.19	0.108
2010	1.023	0.761	0.423	-1.066	-2.134	-2.649	-2.373	-1.8	-0.01	2.926	2.219	2.134	-0.546
2011	1.505	0.488	0.005	-0.795	-1.636	-2.354	-2.975	-2.009	0.134	3.43	2.407	2.312	0.512
2012	1.019	0.888	0.254	-1.108	-1.617	-2.915	-3.018	-2.775	0.123	3.809	2.901	2.29	-0.149
2013	1.426	0.8	-0.177	-1.176	-1.247	-2.172	-3.252	-1.69	0.158	3.241	2.2	1.856	-0.033
2014	1.352	0.451	-0.039	-0.937	-1.426	-2.357	-2.686	-1.712	-0.032	3.427	2.084	2.041	0.166
2015	1.056	0.423	-0.102	-0.94	-1.626	-1.603	-3.166	-2.371	0.345	3.491	2.273	1.981	-0.239
2016	1.127	0.58	-0.188	-1.116	-1.904	-1.672	-2.695	-2.382	0.674	1.937	2.607	2.782	-0.250
2017	1.211	0.613	-0.098	-0.806	-1.313	-2.38	-2.894	-1.898	0.203	2.959	2.351	1.842	-0.210
2018	1.185	0.73	0.064	-0.942	-1.633	-1.604	-3.204	-1.847	-0.146	2.942	3.037	1.61	0.192
2019	1.572	0.559	-0.403	-1.122	-1.454	-1.946	-3.386	-1.699	-0.011	2.84	2.856	2.51	0.316
2020	1.439	0.64	-0.567	-1.002	-1.676	-1.93	-3.585	-1.782	-0.08	2.207	3.480	2.714	-0.142
1981-2010	1.324	0.571	-0.194	-1.113	-1.457	-1.688	-2.692	-1.775	0.135	2.761	2.088	1.988	-0.039
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	

Die Werte im Januar zeigen die Veränderungen gegenüber dem Ende des vorangegangenen Dezembers, und durch Summierung von zwölf aufeinanderfolgenden Monaten können wir eine jährliche Veränderungsrate für die Jahre 1979 bis 2019 berechnen:



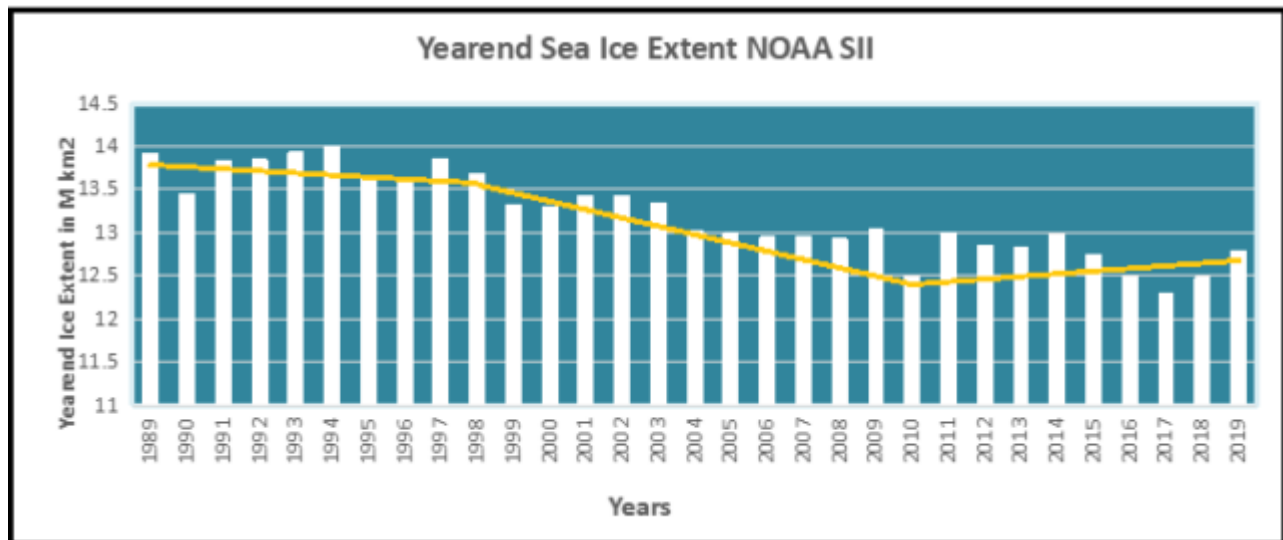
Wie viele wissen, hat die Eisausdehnung in der Arktis in diesen 40 Jahren abgenommen, im Durchschnitt um 40.000 km² pro Jahr. **Aber Jahr für Jahr wechseln die Veränderungen ständig zwischen Schrumpfen und Wachsen.**

Außerdem scheint es **Zufall zu sein, welche Monate für ein bestimmtes Jahr ausschlaggebend sind.** Zum Beispiel wurde viel Aufhebens darüber gemacht, dass die Eisausdehnung im Oktober 2020 langsamer als erwartet zunahm. Wie es in diesem Datensatz der Fall ist, **weist der Oktober die höchste Rate der Eiszunahme auf.** Die folgende Tabelle zeigt die verschiedenen monatlichen Raten in der Aufzeichnung als Anomalien gegenüber der Basislinie 1980-2010. In dieser Darstellung ist eine rote Zelle eine negative Anomalie (weniger als die Basislinie für diesen Monat) und blau ist positiv (höher als die Basislinie).

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Annual Sum
	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly	Anomaly
1979	0.015	0.155	-0.497	0.322	-0.349	0.309	0.173	-0.271	-0.293	-0.07	-0.094	0.252	-0.348
1980	-0.127	0.281	-0.05	0.208	-0.561	0.234	0.21	0.335	0.27	-0.787	0.391	-0.311	0.093
1981	0.039	-0.39	0.024	0.137	0.204	0.27	-0.162	0.122	-0.013	-0.571	0.031	0.333	0.024
1982	0.29	0.002	-0.168	0.251	-0.287	0.15	0.124	0.12	-0.115	0.193	-0.166	-0.282	0.112
1983	0.057	0.169	-0.197	-0.399	0.136	0.506	0.27	-0.224	0.118	-0.233	-0.016	-0.486	-0.299
1984	-0.27	0.117	0.107	0.125	0.047	0.218	0.01	-0.02	0.191	-0.794	0.383	-0.322	-0.208
1985	0.359	-0.163	0.47	0.239	-0.152	-0.318	-0.292	0.154	0.117	-0.258	0.134	-0.103	0.187
1986	0.2	0.188	-0.153	0.042	-0.309	0.419	0.212	0.237	0.185	-0.347	-0.05	-0.341	0.283
1987	0.457	-0.02	-0.295	-0.007	0.094	0.293	0.011	-0.359	0.519	-0.756	0.311	-0.252	-0.004
1988	0.188	0.139	-0.196	0.09	-0.254	0.067	0.272	0.254	0.33	-0.648	0.338	-0.163	0.417
1989	-0.081	-0.308	-0.195	-0.515	0.624	0.579	-0.027	0.033	-0.14	0.023	0.207	-0.388	-0.188
1990	-0.056	0.176	-0.217	-0.5	0.28	-0.019	-0.425	0.101	-0.096	0.865	-0.085	-0.429	-0.405
1991	0.002	0.236	-0.072	0.093	0.175	0.103	-0.435	0.367	-0.499	0.323	0.004	0.139	0.436
1992	0.026	-0.265	0.151	-0.149	0.165	0.502	0.173	-0.082	0.575	-0.79	0.312	-0.558	0.06
1993	0.365	-0.475	0.259	-0.133	-0.308	0.252	-0.032	-0.24	0.276	0.21	0.065	-0.1	0.139
1994	0.086	-0.272	0.077	0.079	0.01	0.005	0.159	0.142	0.18	-0.196	-0.175	0.031	0.126
1995	-0.42	-0.144	0.174	-0.346	-0.114	0.202	-0.3	0.25	-0.323	0.884	-0.064	-0.139	-0.34
1996	-0.333	0.055	-0.055	-0.036	0.353	0.602	0.166	0.203	0.485	-1.185	-0.569	0.379	0.065
1997	-0.142	0.115	0.003	-0.067	-0.073	0.069	0.08	0.171	-0.08	-0.079	0.142	0.152	0.291
1998	0.157	0.041	-0.314	0.048	-0.014	-0.469	0.5	0.049	-0.236	-0.239	-0.118	0.47	-0.125
1999	-0.249	0.137	0.308	0.132	0.083	-0.887	0.658	-0.533	0.352	0.189	-0.488	-0.022	-0.32
2000	0.277	-0.164	0.033	0.13	-0.157	0.163	-0.007	-0.113	-0.013	0.04	-0.298	0.153	0.044
2001	0.095	0.256	-0.136	0.319	-0.222	-0.636	0.479	0.532	-0.17	-0.46	-0.149	0.273	0.181
2002	0.162	-0.092	-0.184	-0.093	0.069	0.202	-0.295	-0.222	0.154	0.141	0.188	0.01	0.04
2003	0.082	0.076	0.191	-0.456	0.14	-0.093	0.025	0.106	-0.418	0.141	-0.161	0.341	-0.026
2004	-0.322	0.261	-0.13	-0.294	0.216	0.321	0.213	-0.522	0.177	-0.196	0.198	-0.196	-0.274
2005	-0.292	0.095	-0.07	0.41	0.02	-0.29	-0.257	0.136	-0.336	0.792	-0.096	-0.088	0.024
2006	-0.491	-0.037	0.076	0.319	0.009	-0.366	0.281	0.242	-0.275	0.255	-0.869	0.864	0.008
2007	-0.029	-0.118	-0.192	0.266	0.26	-0.336	-0.847	-0.254	-0.486	0.943	0.548	0.318	0.073
2008	0.253	0.147	-0.02	-0.119	-0.048	-0.286	-0.169	-0.718	-0.234	1.459	-0.073	-0.181	0.011
2009	0.079	0.059	0.108	0.399	-0.255	-0.275	-0.709	0.094	-0.077	0.143	0.392	0.202	0.16
2010	-0.301	0.19	0.617	0.047	-0.677	-0.961	0.319	-0.025	-0.145	0.165	0.131	0.146	-0.494
2011	0.181	-0.083	0.199	0.318	-0.179	-0.666	-0.283	-0.234	-0.001	0.669	0.319	0.324	0.564
2012	-0.305	0.317	0.448	0.005	-0.16	-1.227	-0.326	-1	-0.012	1.048	0.813	0.302	-0.097
2013	0.102	0.229	0.017	-0.063	0.21	-0.484	-0.56	0.085	0.023	0.48	0.112	-0.132	0.019
2014	0.028	-0.12	0.155	0.176	0.031	-0.669	0.006	0.063	-0.167	0.666	-0.004	0.053	0.218
2015	-0.268	-0.148	0.092	0.173	-0.169	0.085	-0.474	-0.596	0.21	0.73	0.185	-0.007	-0.187
2016	-0.197	0.009	0.006	-0.003	-0.447	0.016	-0.003	-0.607	0.539	-0.824	0.519	0.794	-0.198
2017	-0.113	0.042	0.096	0.307	0.144	-0.692	-0.202	-0.123	0.068	0.198	0.263	-0.146	-0.158
2018	-0.139	0.159	0.258	0.171	-0.176	0.084	-0.512	-0.072	-0.281	0.181	0.949	-0.378	0.244
2019	0.248	-0.012	-0.209	-0.009	0.003	-0.258	-0.694	0.076	-0.146	0.079	0.768	0.522	0.368
2020	0.115	0.069	-0.373	0.111	-0.219	-0.242	-0.893	-0.007	-0.215	-0.554	1.392	0.726	-0.09
Average	-0.007	0.018	0.016	0.034	-0.037	-0.093	-0.091	-0.051	0.007	0.046	0.108	0.020	-0.002

Man beachte, dass die +/- Kursanomalien sind über das gesamte Netz verteilt sind, Sequenzen verschiedener Monate in verschiedenen Jahren, wobei sich Gewinne und Verluste gegenseitig ausgleichen. Ja, der Oktober 2020 verzeichnete einen unterdurchschnittlichen Zuwachs, aber einen höheren als 2016. Der Verlust im Juli 2020 war der größte in diesem Jahr wegen des heißen sibirischen Sommers. Außerdem beachte man, dass die Anomalie des Eiszuwachses im November 2020 die Anomalie des Defizits im Oktober um mehr als das Doppelte überstieg. Der Dezember fügte mehr Überschuss hinzu, so dass die Anomalie für das Jahr Null war. Die untere Zeile zeigt die durchschnittlichen Anomalien für jeden Monat über den Zeitraum 1979-2020. Die Raten der Gewinne und Verluste gleichen sich größtenteils aus, und der Durchschnitt aller Monate in der unteren rechten Zelle ist praktisch Null.

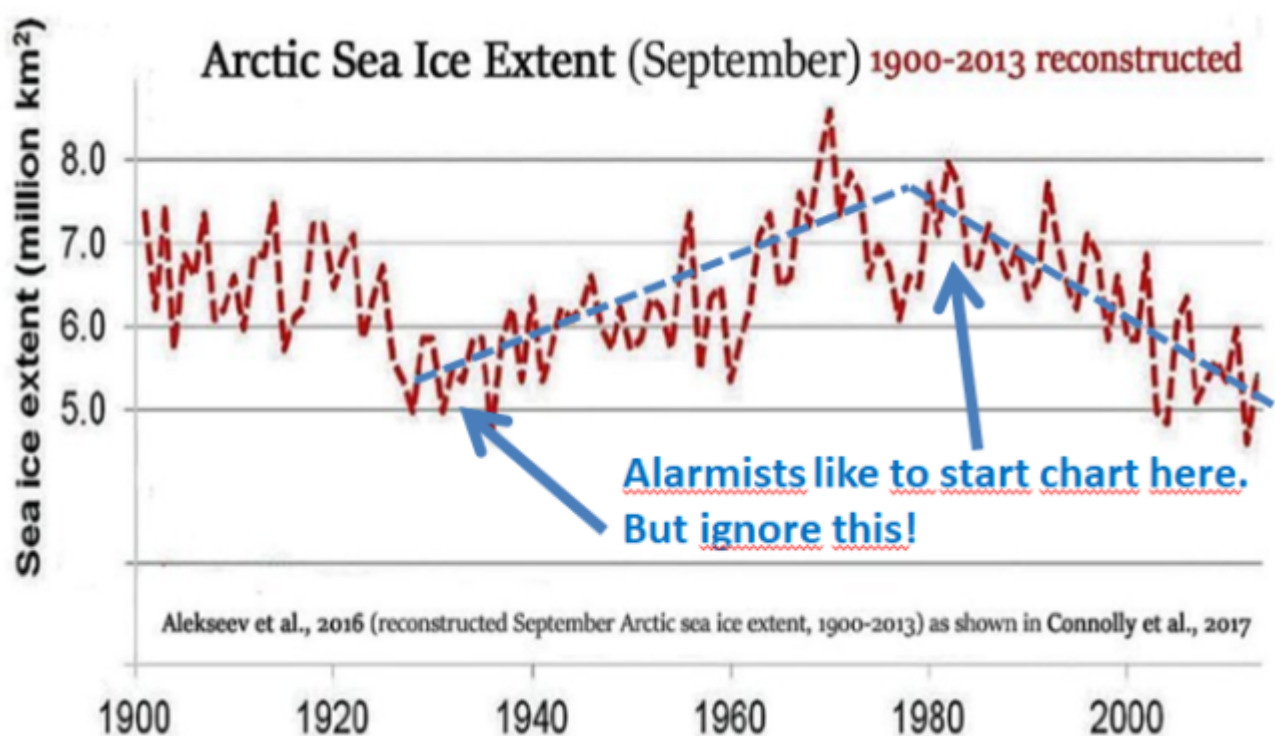
Eine letzte Betrachtung: Die Grafik unten zeigt die Jahresend-Eisausdehnung der Arktis für die letzten 30 Jahre.



Hinweis: Die tägliche SII-Eisausdehnungsdatei liefert keine vollständigen Werte vor 1988.

Die Eisausdehnung am Jahresende in der Arktis (die letzten 5 Tage im Dezember) zeigt drei verschiedene Regimes: 1989-1998, 1998-2010, 2010-2019. Die durchschnittliche Ausdehnung am Jahresende 1989-2010 betrug 13,4 Mio. km². In der letzten Dekade lag sie bei 13,0 Mio. km², und zehn Jahre später, 2019, bei 12,8 Mio. km². Bei all den Schwankungen betrug der Nettoverlust also 200k km² oder 1,5%. Das Gerede von einer Todesspirale des arktischen Eises ist Phantasterei.

Diese Daten zeigen ein höchst variables Naturphänomen. Es ist klar, dass unvorhersehbare Faktoren im Spiel sind, vor allem die Wasserstruktur und -zirkulation, atmosphärische Zirkulationen und auch Umwälzungen und Stürme. Und längerfristig gesehen sind die heutigen Ausmaße nicht ungewöhnlich.



Alekseev et al., 2016 (reconstructed September Arctic sea ice extent, 1900-2013) as shown in Connolly et al., 2017

Link:

https://rclutz.wordpress.com/2021/01/04/arctic-ice-year-end-2020/?mc_cid=3231bff1ad&mc_eid=08ba9a1dfb

Übersetzt von [Chris Frey](#) EIKE