

Sichttiefen-Trends über 20 Jahre (1991-2010) in Seen des Kreises Plön

Winfried Lampert

Auf den folgenden Seiten sind die mittleren Sichttiefen entsprechend dem Seenbeobachtungs-Programm über die Jahre aufgetragen. Die Darstellung erfolgte in 3 Gruppen:

1) Deskriptiv: Mittelwerte mit Standardabweichungen für den Sommer (Woche 28-37) und Mittelwerte für den Herbst (Woche 38-44). Die Graphiken sind (absteigend) nach den mittleren ST geordnet.

2) Um Trends in den einzelnen Seen sichtbar zu machen: relative Abweichung der Sommer-ST vom Mittelwert über 20 Jahre.

Definitionen: Relative Abweichung in einem Jahr [RA]
Mittlere Sommer-ST [ST]
Mittelwert der ST über alle vorhandenen Jahre [MST]

Berechnung: $[RA] = ([ST] - [MST]) / [MST]$

Wenn die RA positiv ist, war die Sommer-ST im betreffenden Jahr höher als im Durchschnitt. Zusätzlich sind die 95% Vertrauensbereiche für MST als unterbrochene Linien dargestellt. RA-Werte, die ausserhalb der Vertrauensbereiche liegen können als signifikant vom Durchschnitt abweichend angesehen werden.

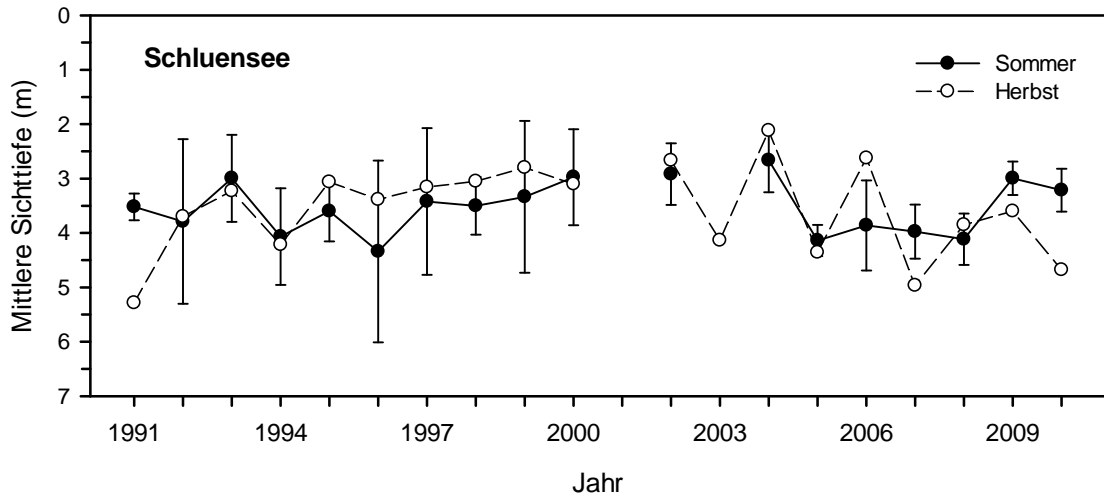
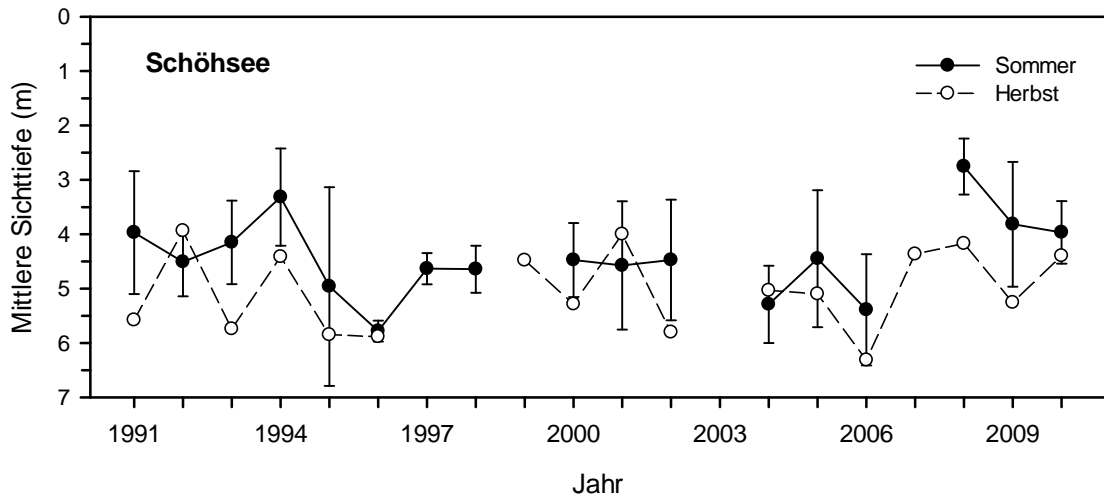
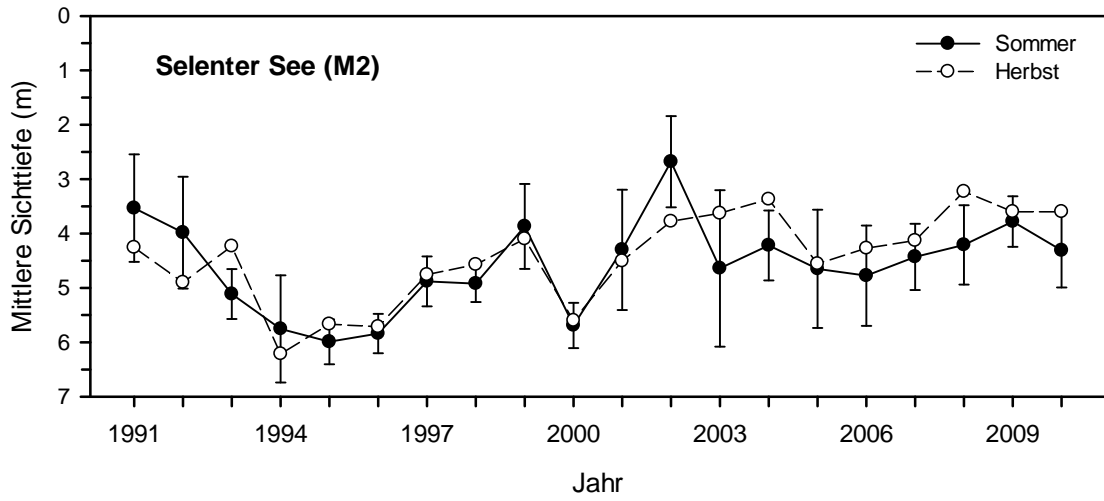
3) Um gemeinsame Trends in verschiedenen Seen sichtbar zu machen: Berechnung der mittleren RA (und der 95% Vertrauensbereiche) jeden Jahres für Gruppen von Seen, und Darstellung über die Jahre.

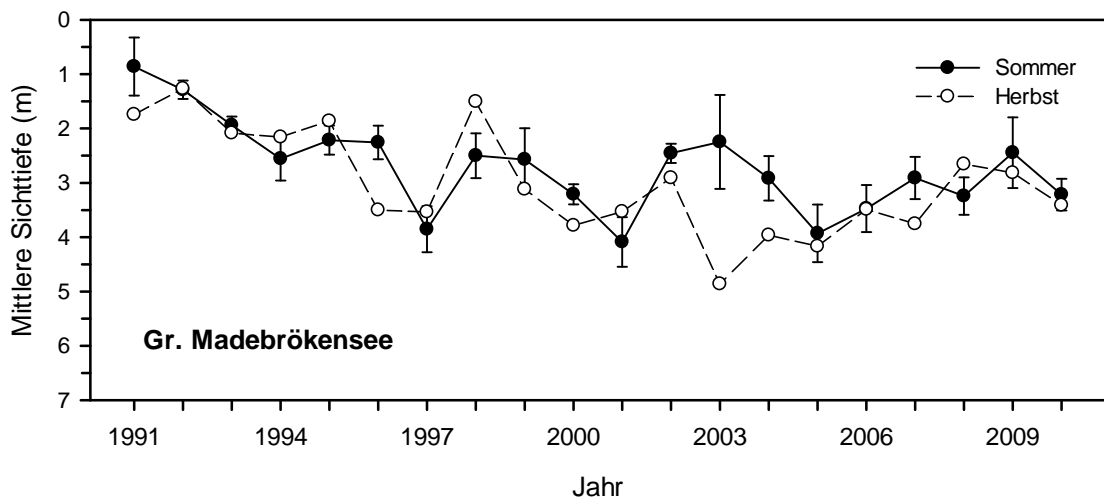
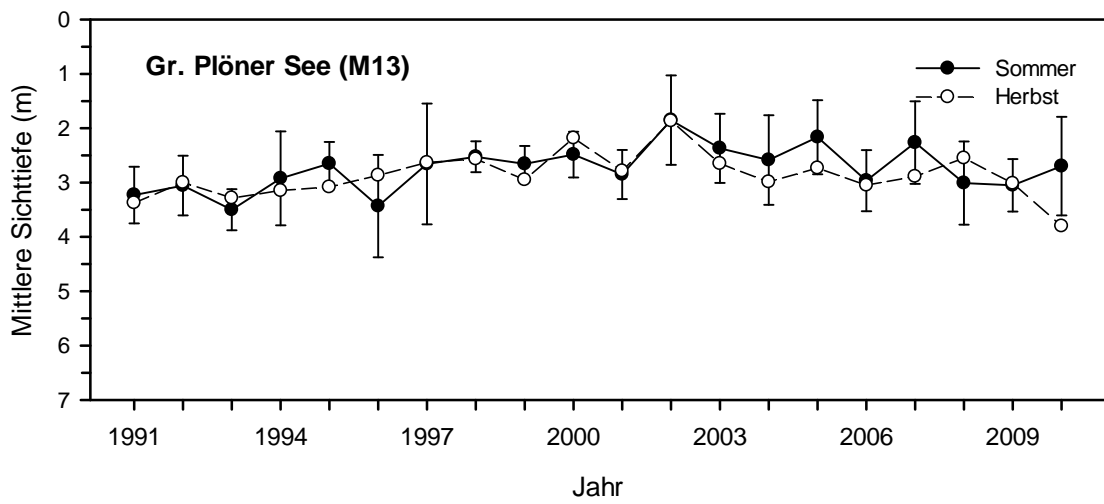
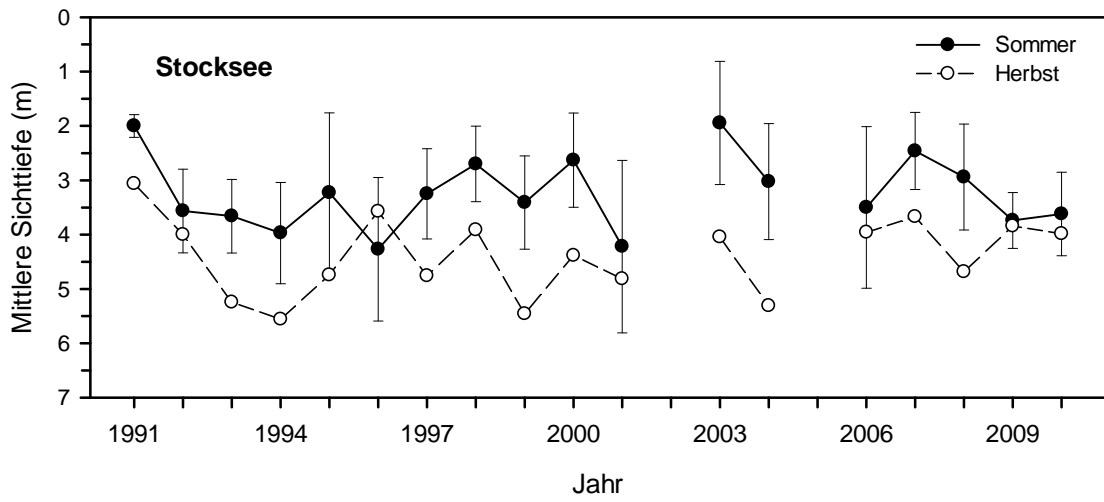
Dazu wurden die Seen in verschiedene Kategorien eingeteilt:

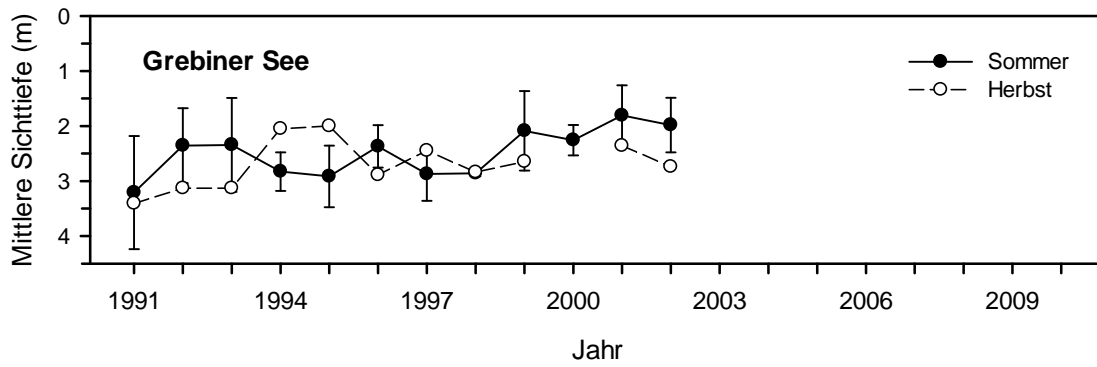
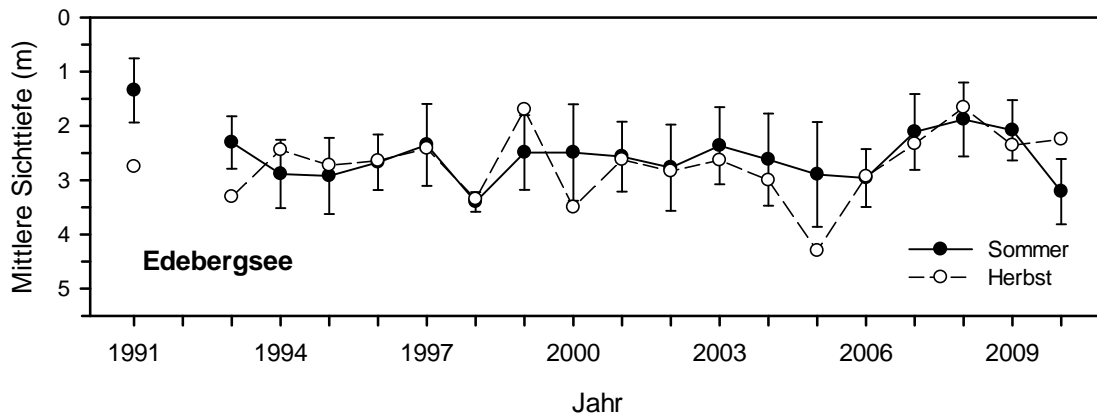
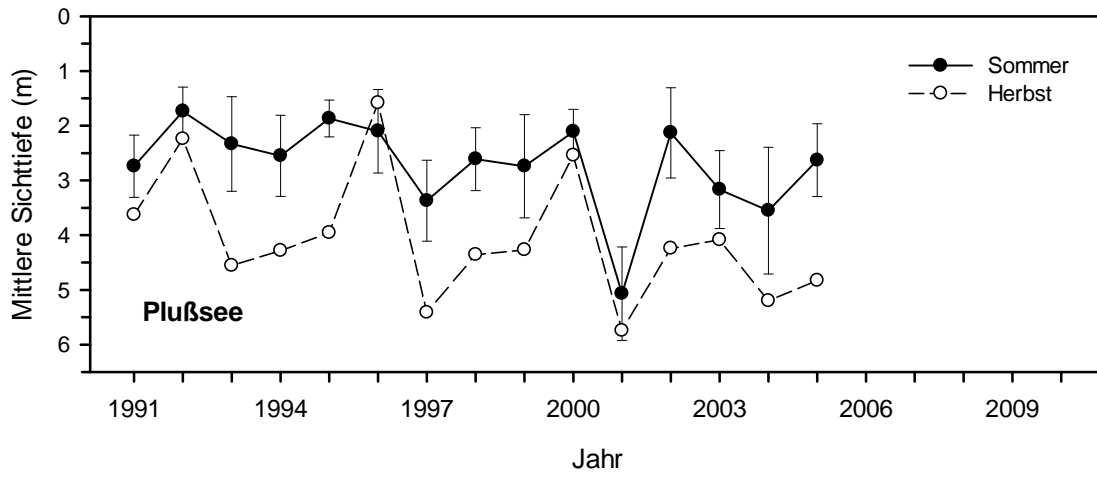
- a – alle Seen
- b – klare Seen (MST > 2.0 m)
- c – mittlere Seen (MST 1.0 – 2.0 m)
- d – trübe Seen (MST < 1.0 m)
- e – alle geschichteten Seen
- f – alle ungeschichteten Seen

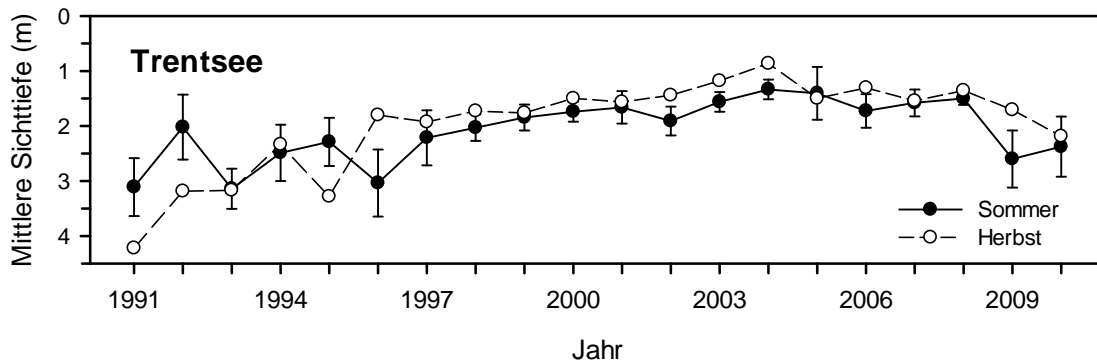
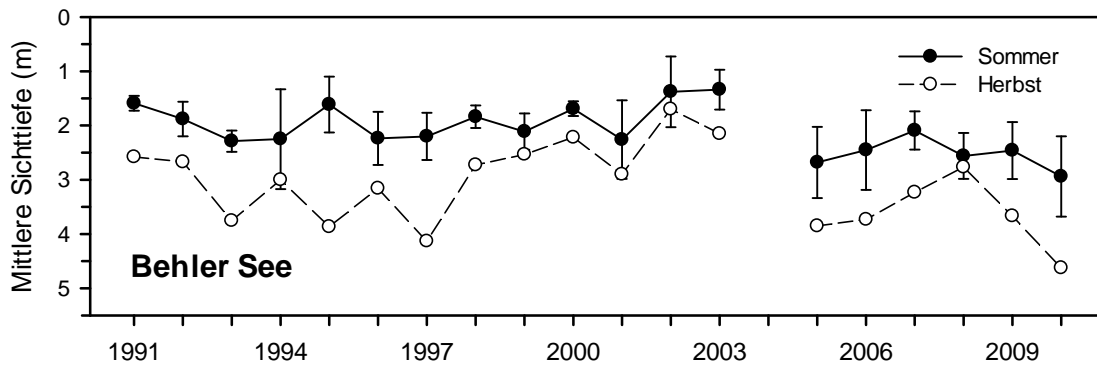
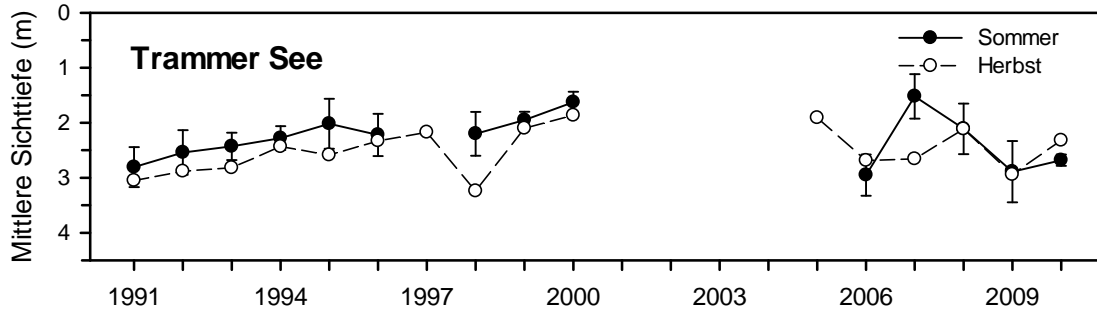
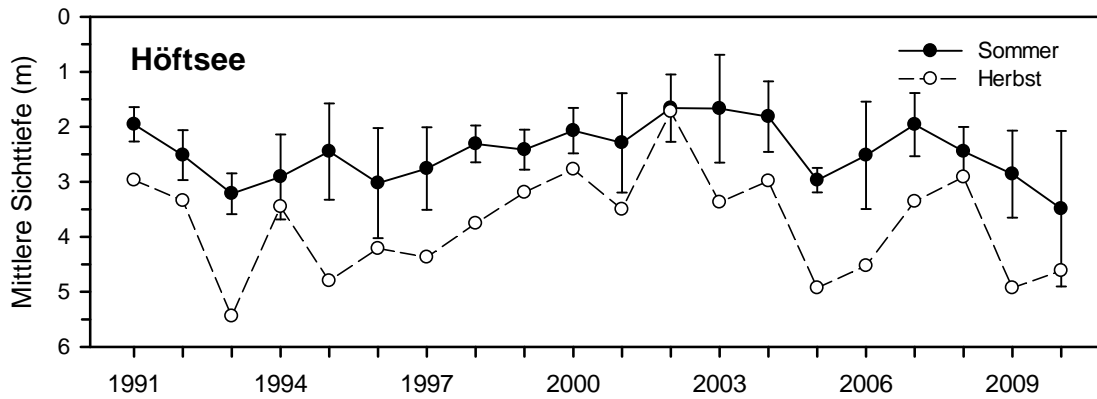
Wenn die 95% Vertrauensbereiche (error bars) den Nullwert nicht einschließen, weicht der Mittelwert der Seen dieser Kategorie in diesem Jahr signifikant vom langjährigen Mittel ab.

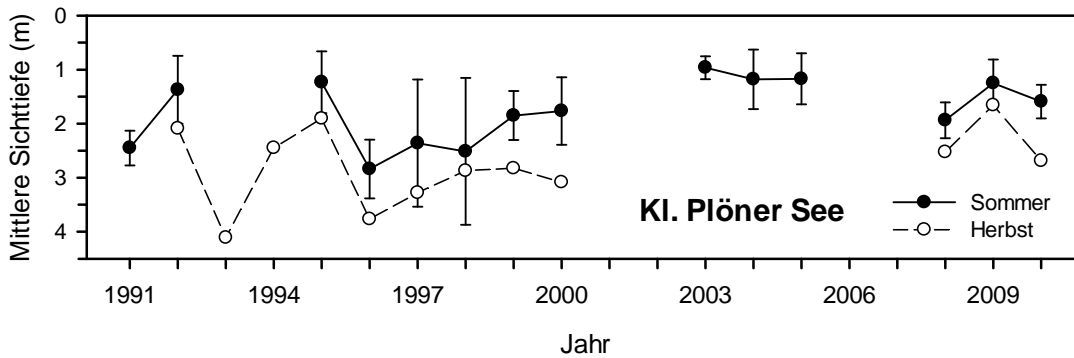
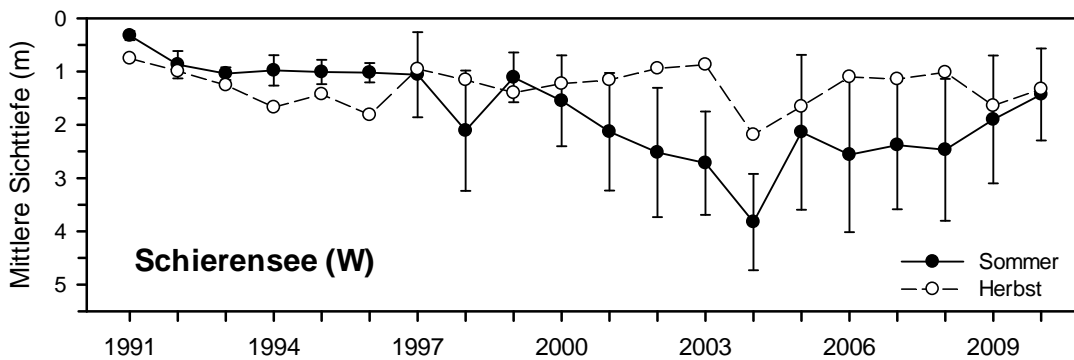
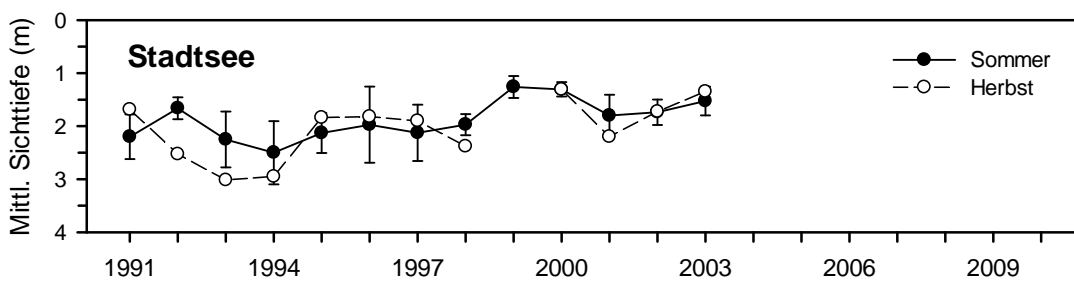
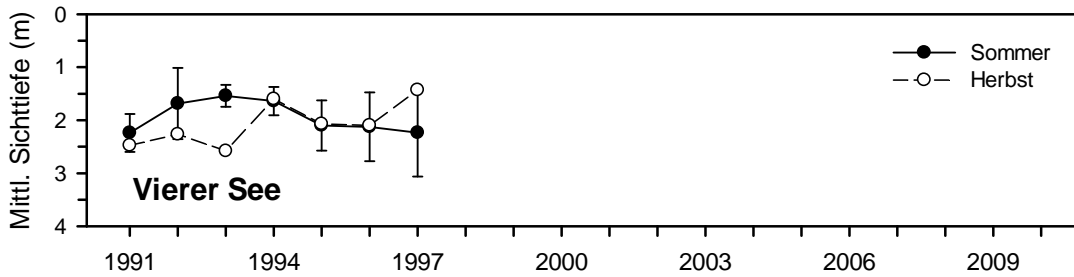
Gruppe 1

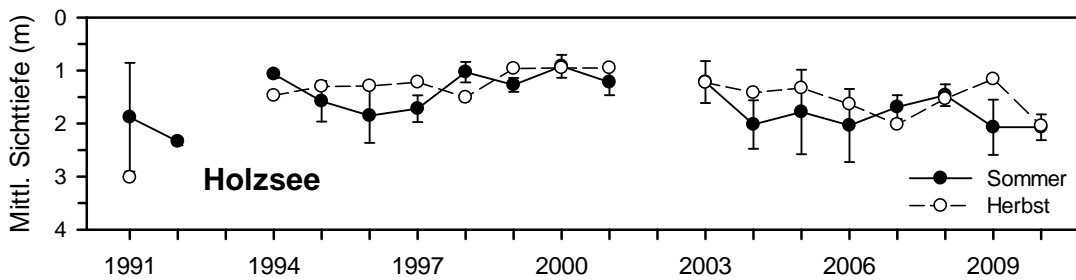
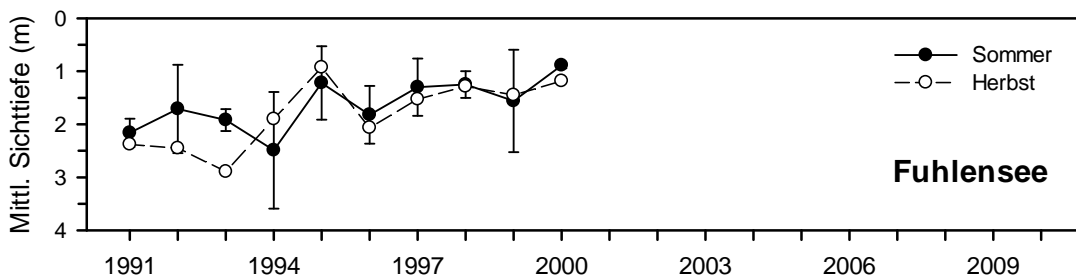
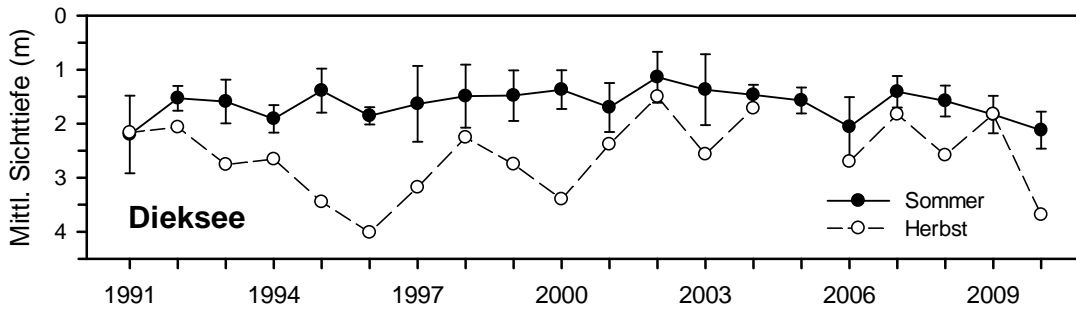
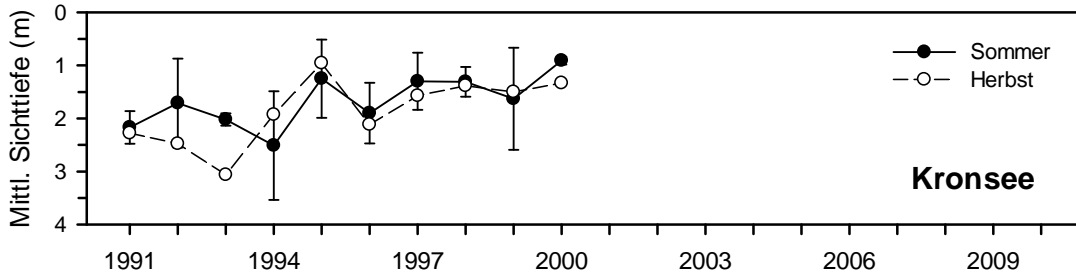
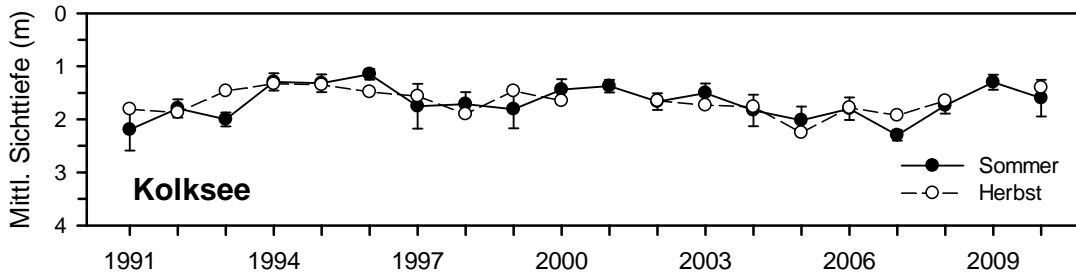




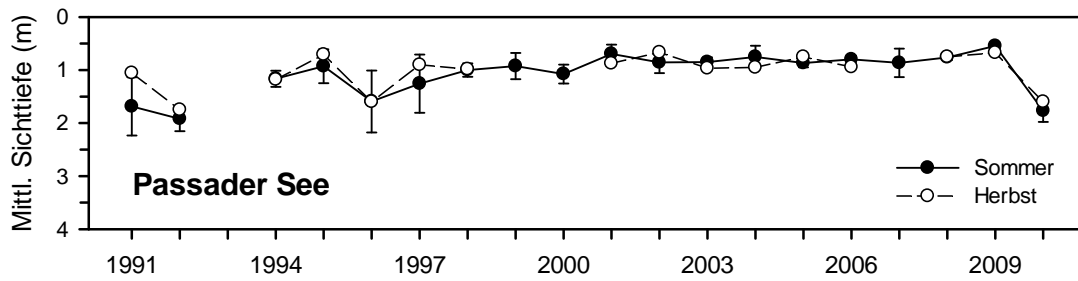
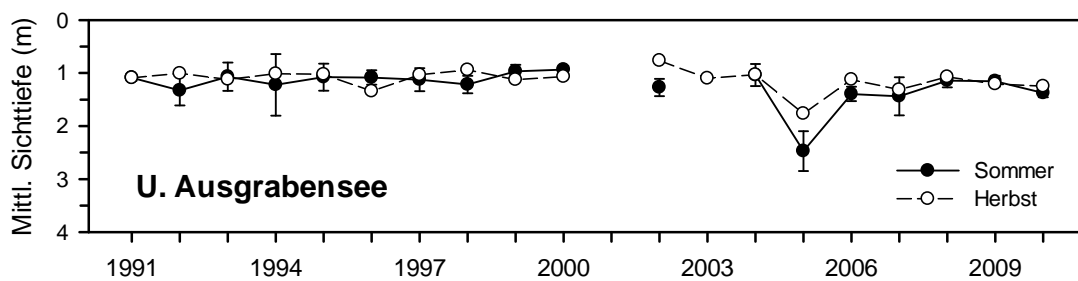
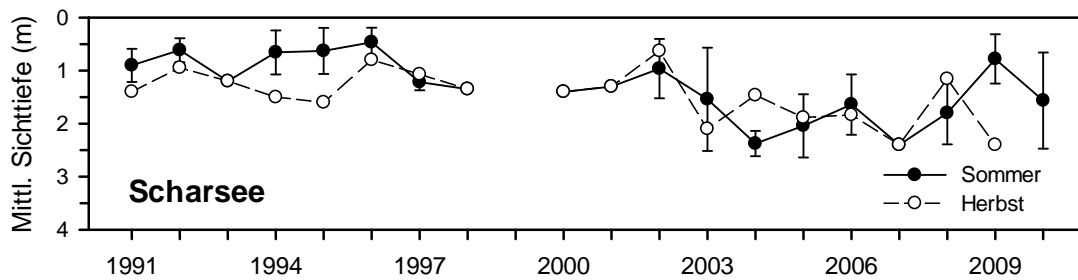
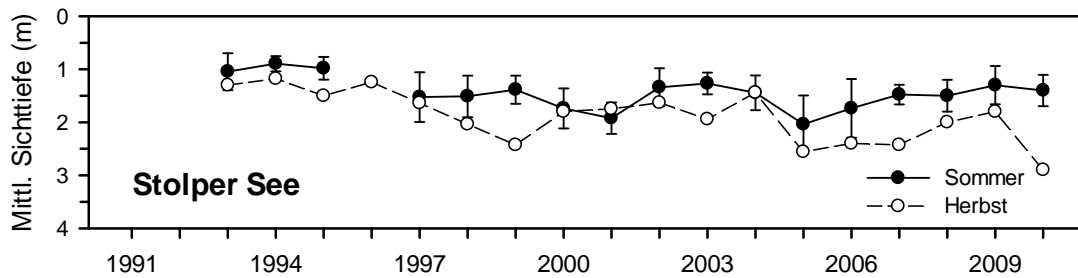
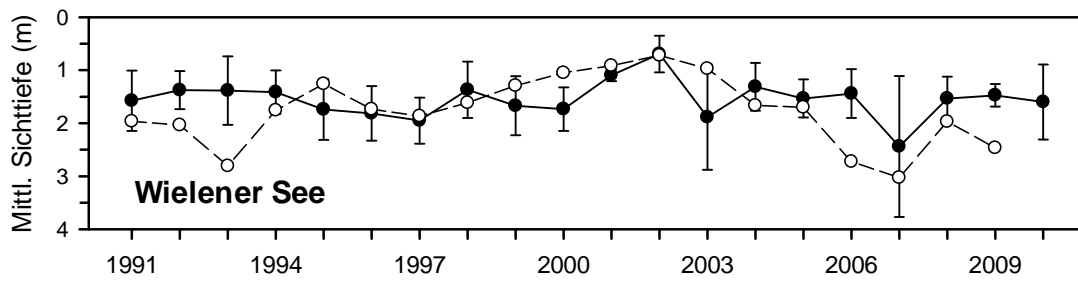




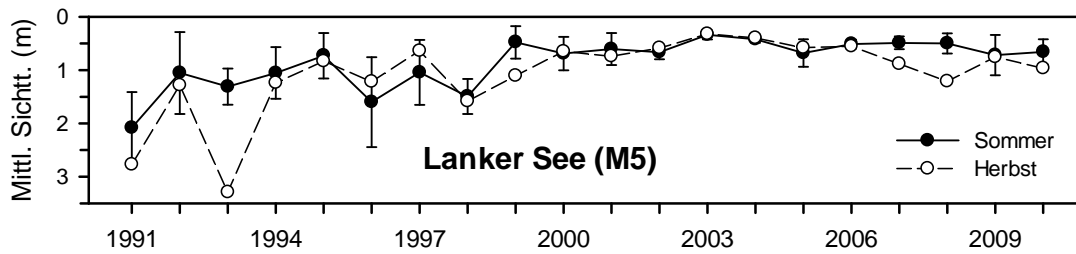
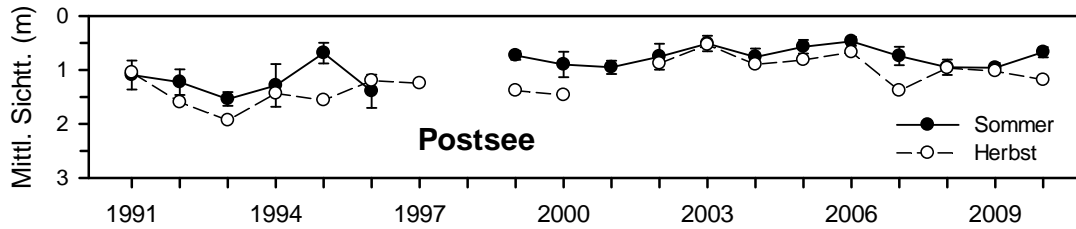
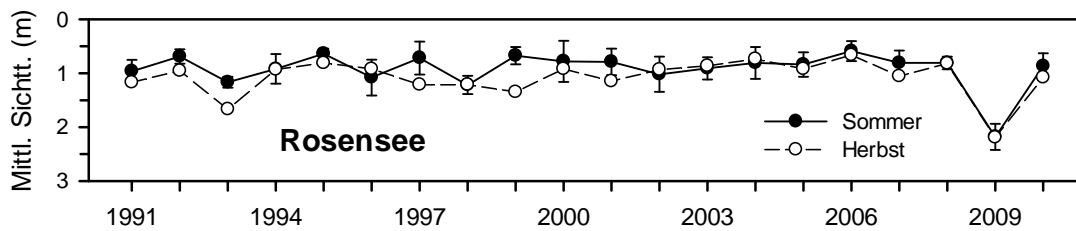
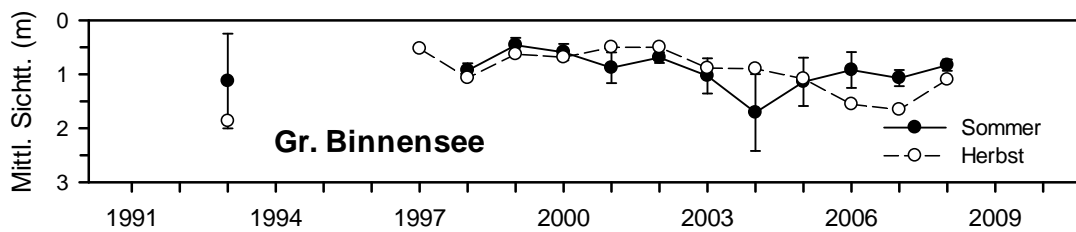
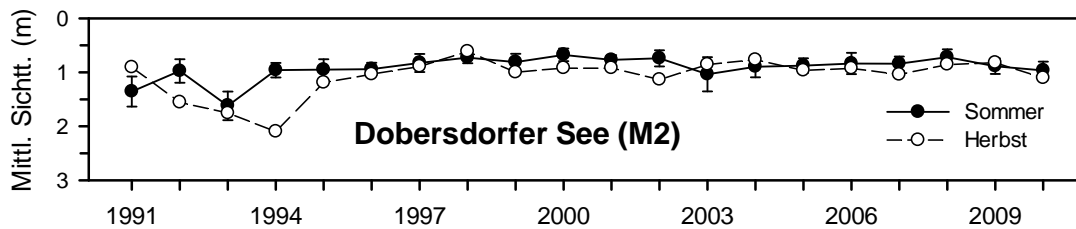
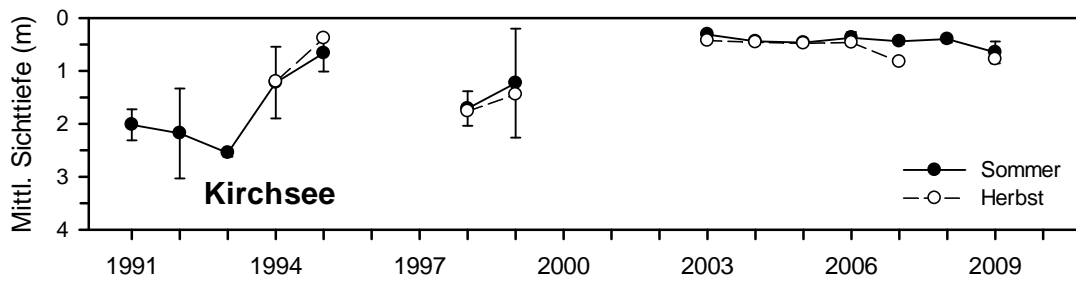




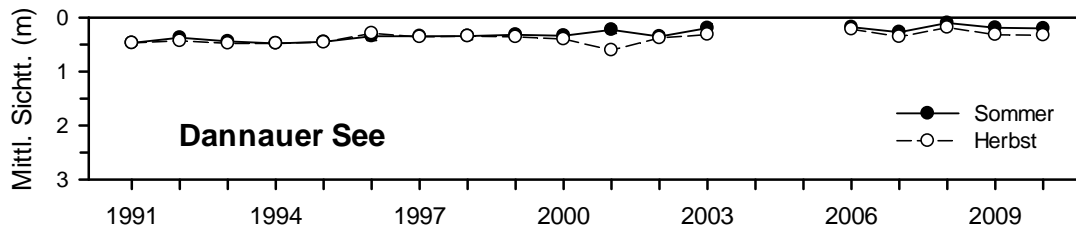
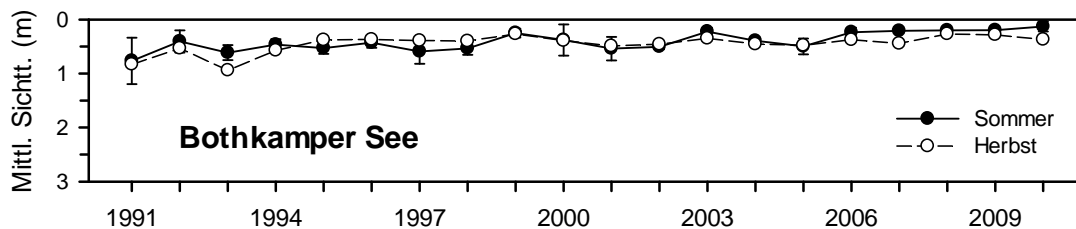
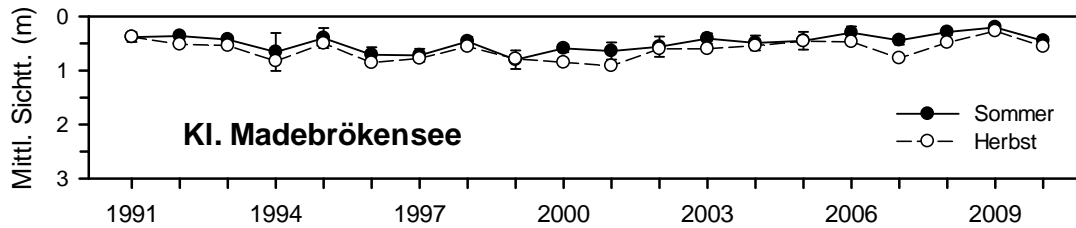
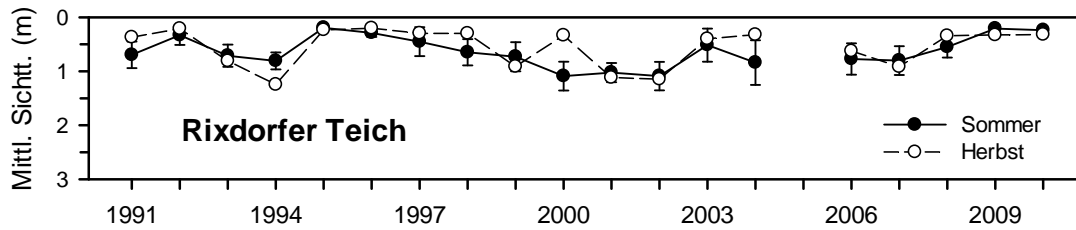
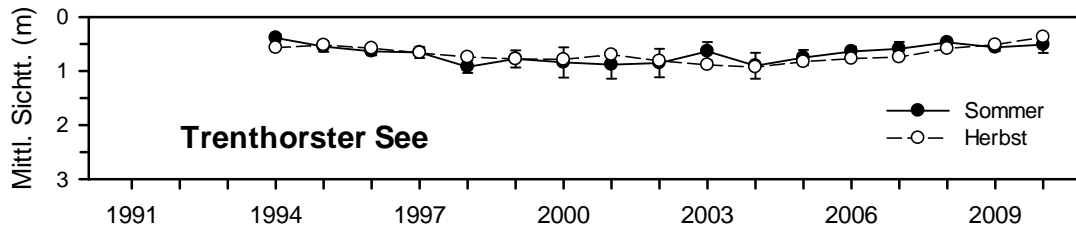
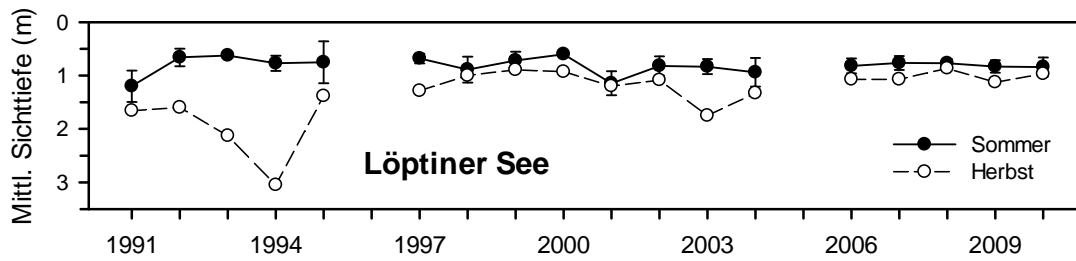
Jahr



Jahr

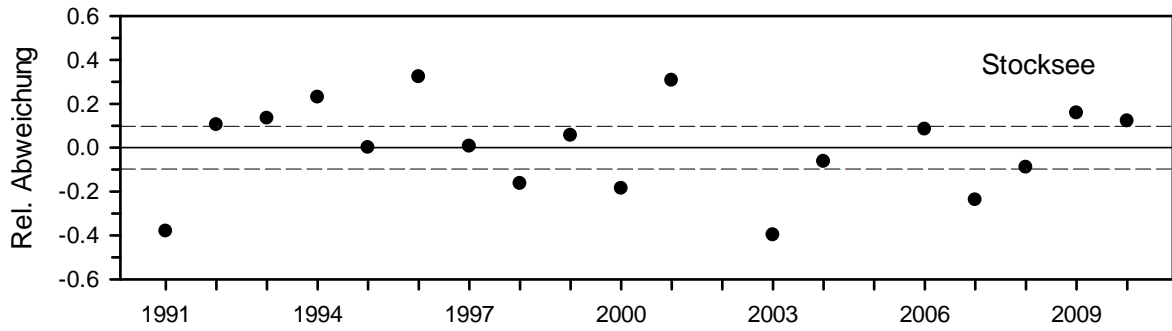
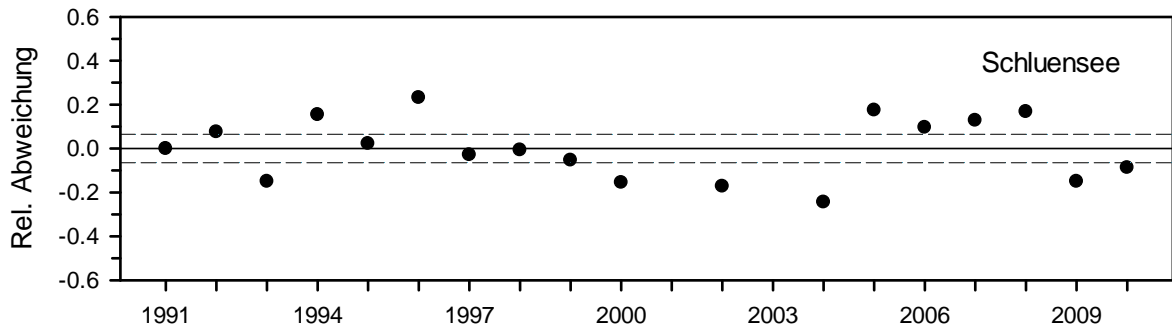
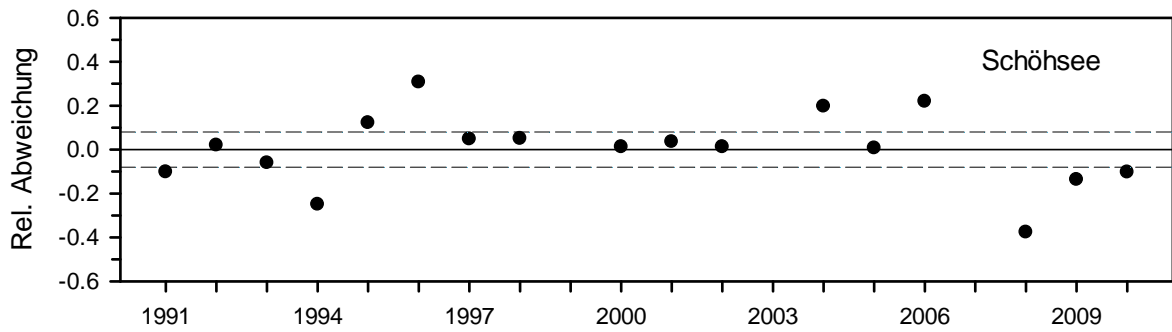
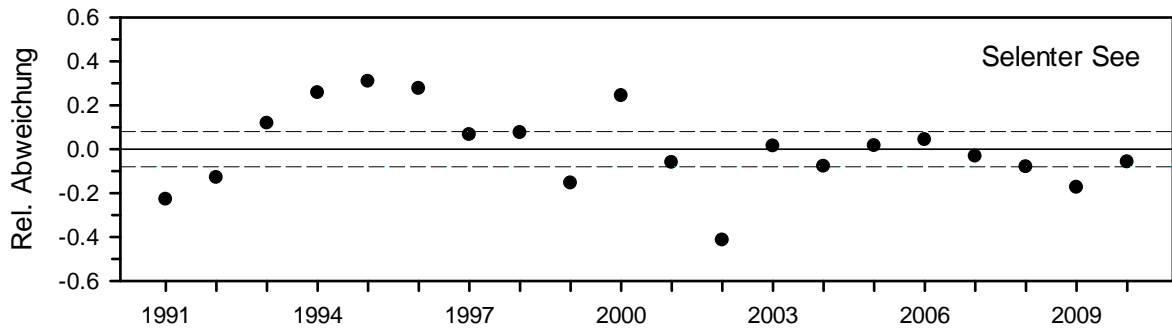


Jahr

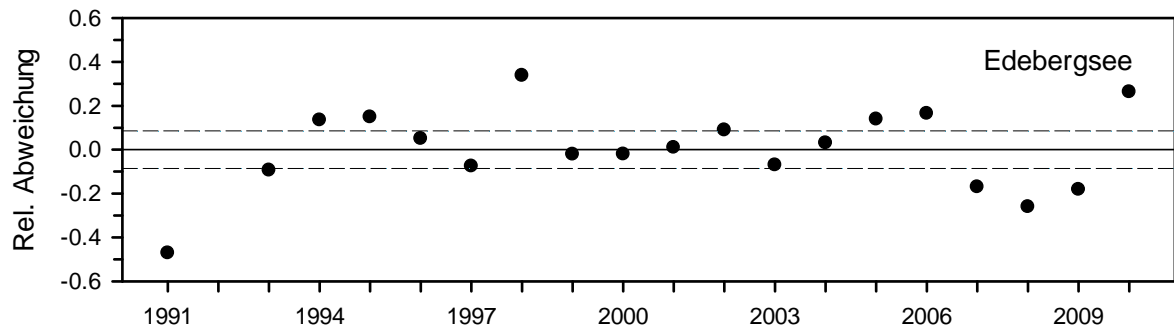
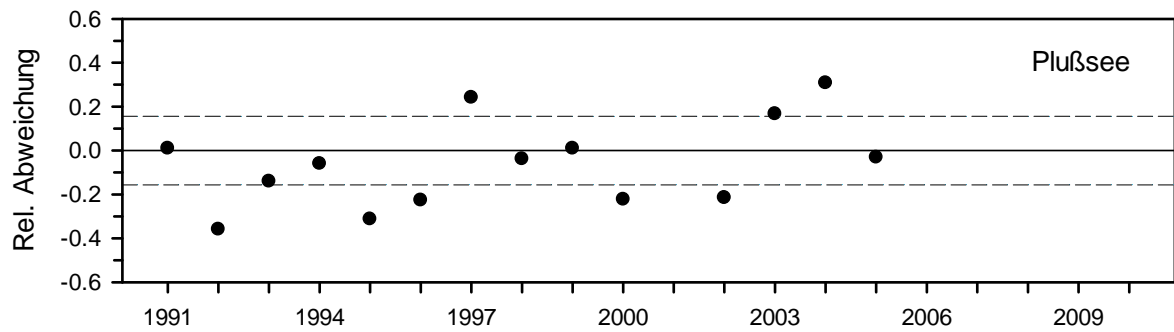
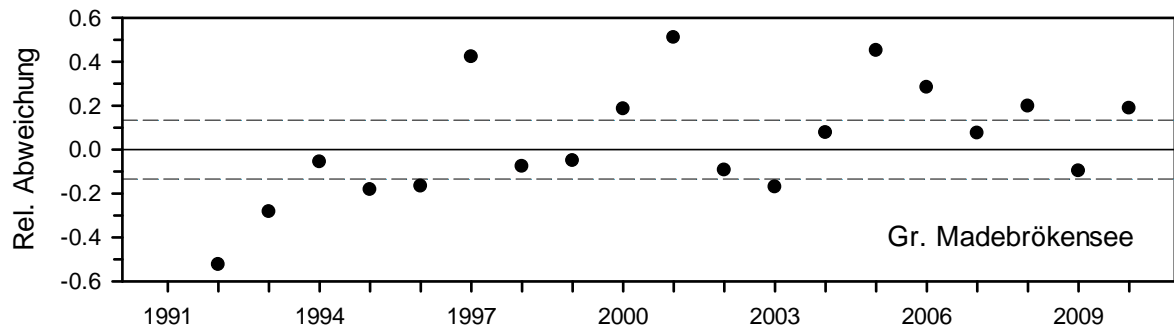
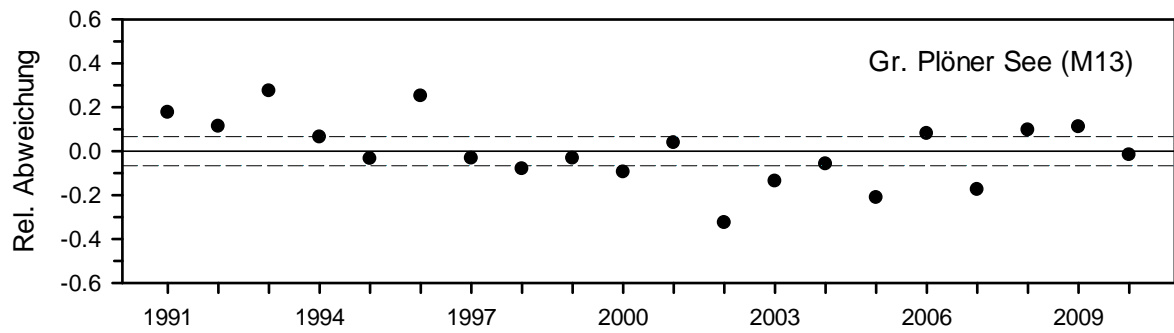


Jahr

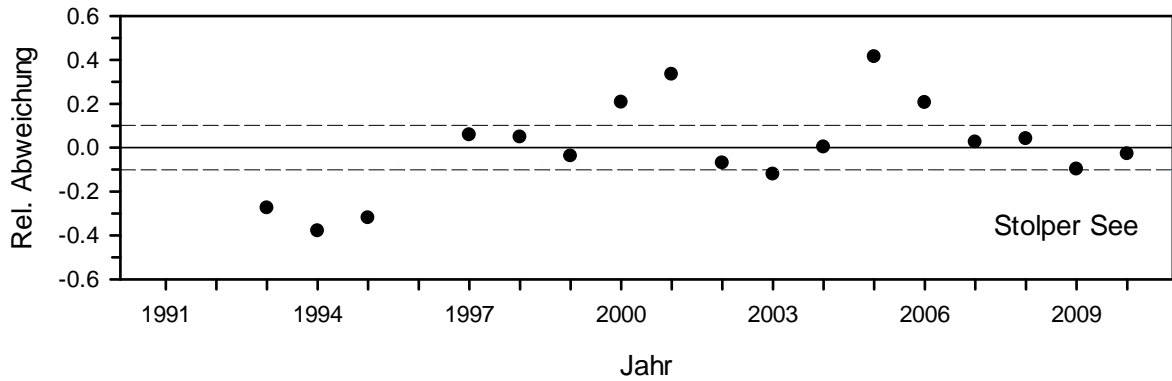
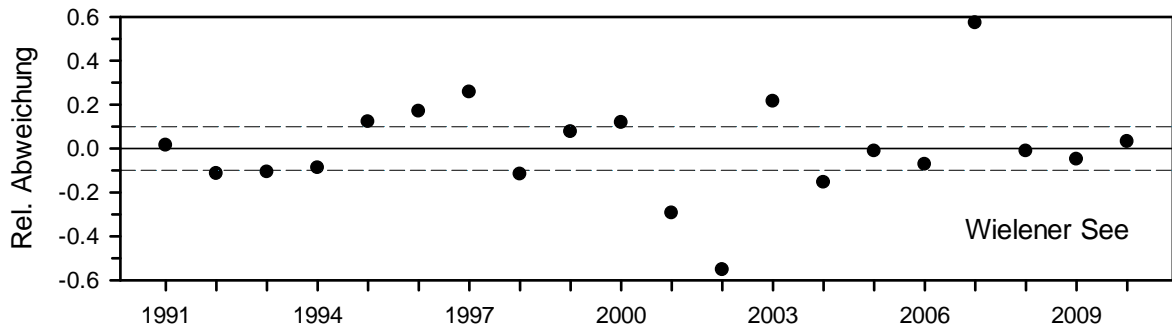
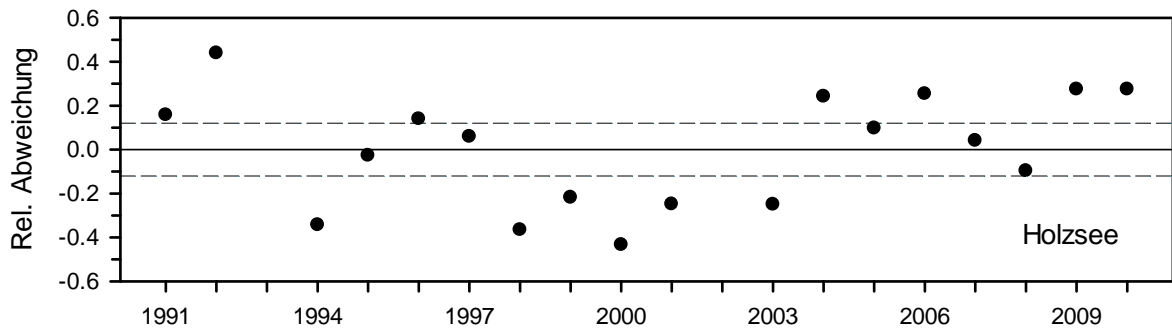
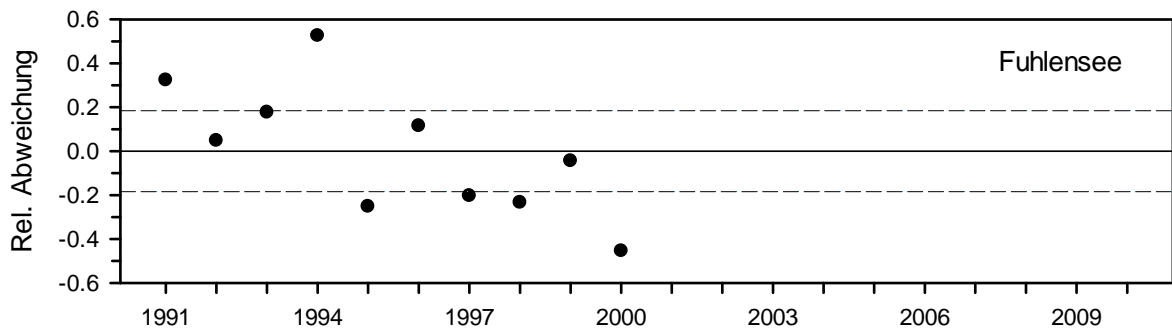
Gruppe 2

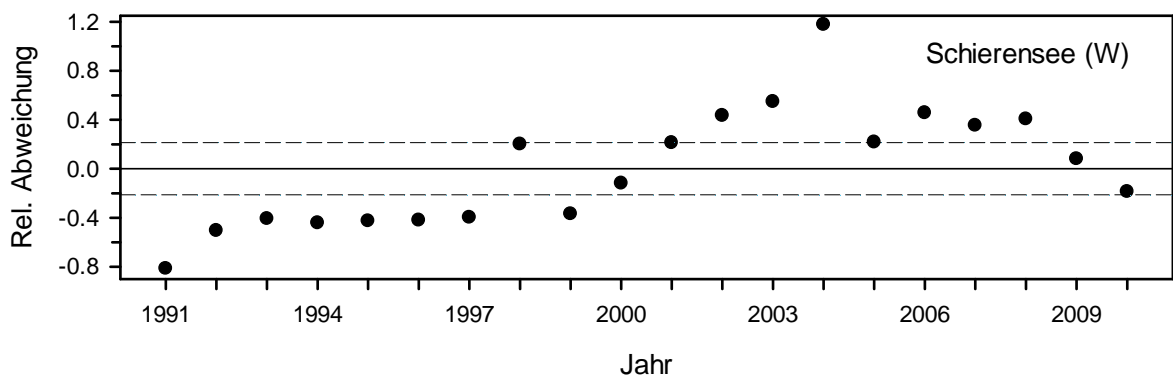
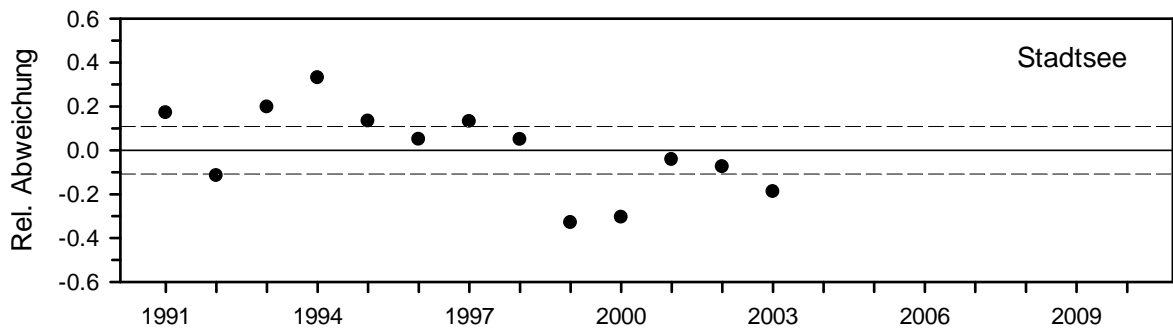
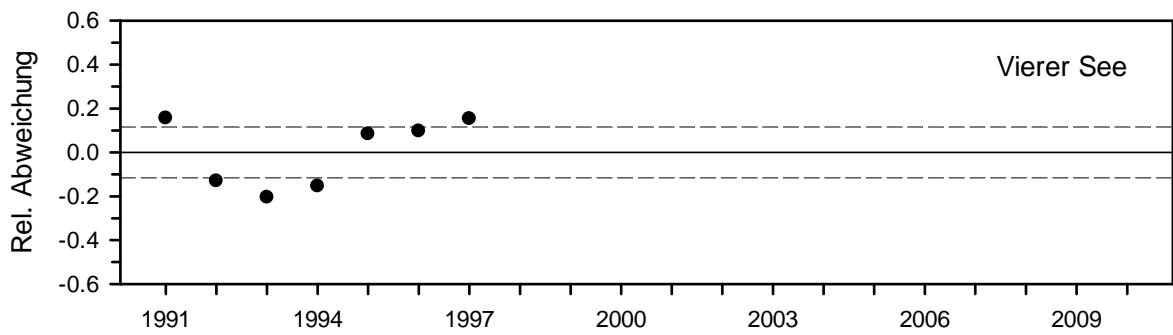
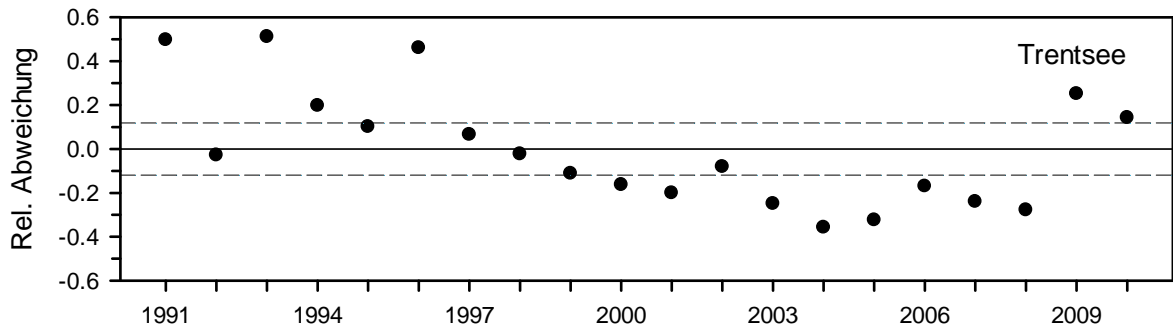


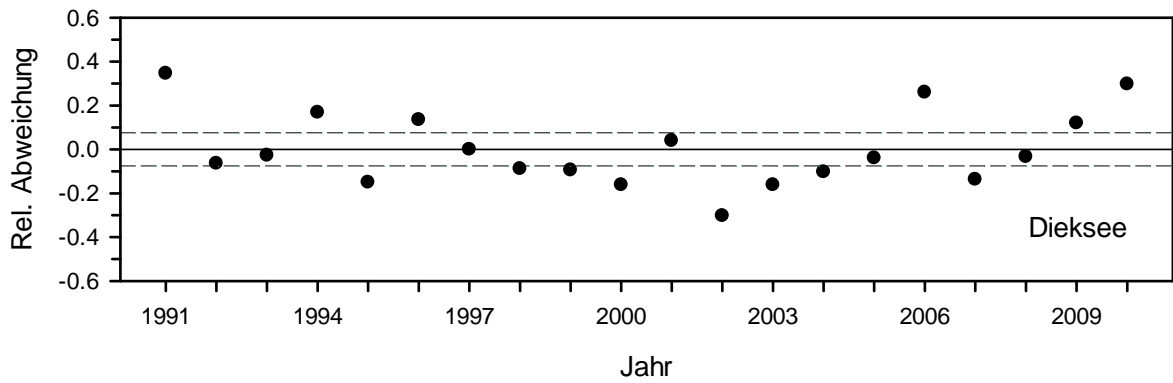
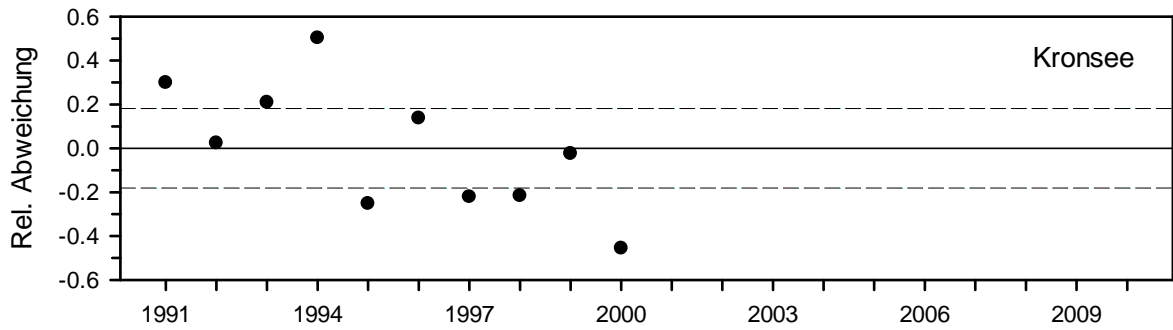
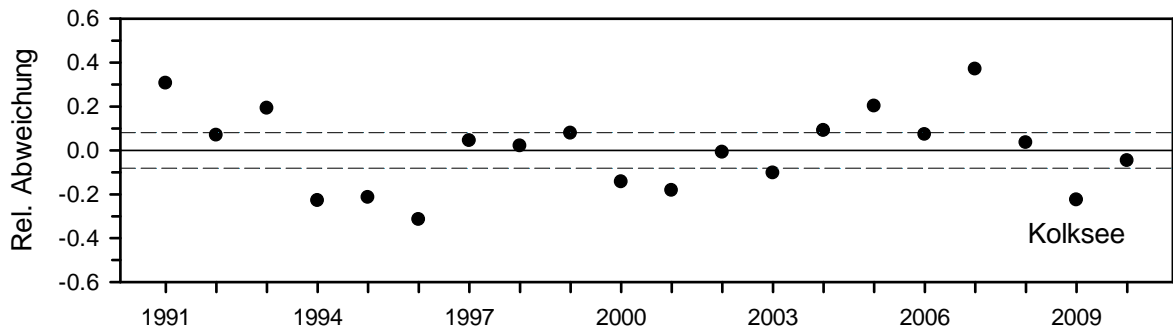
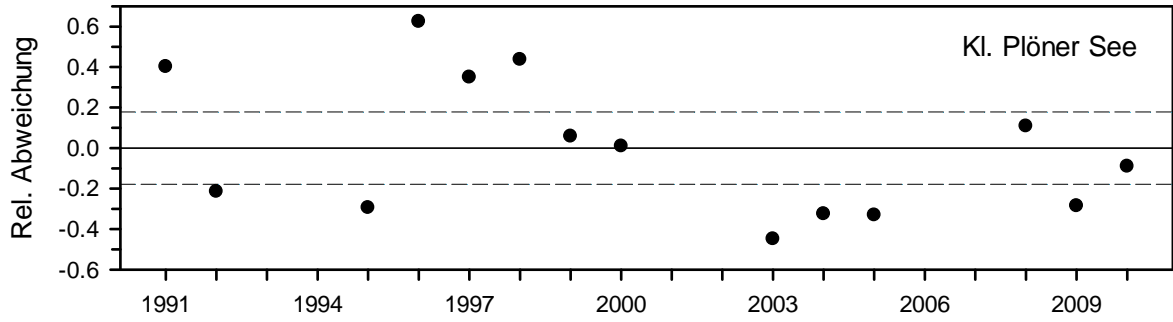
Jahr

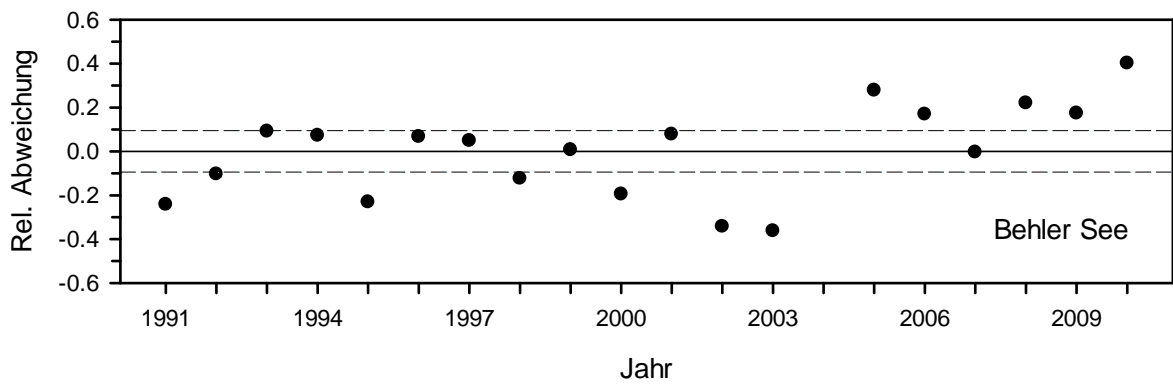
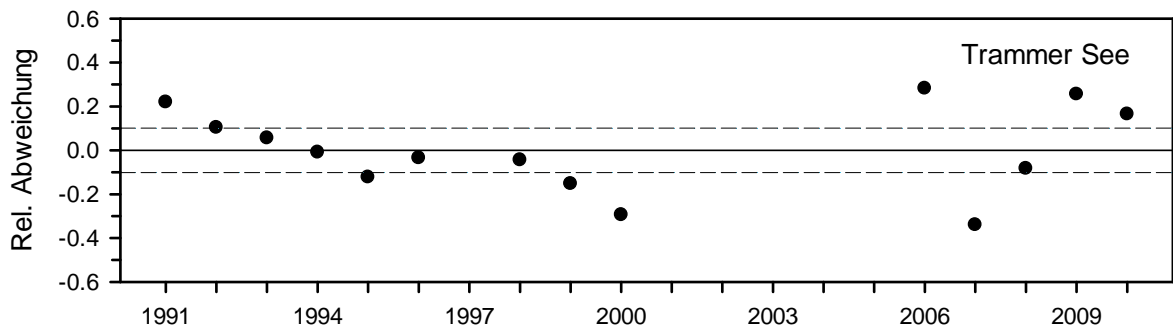
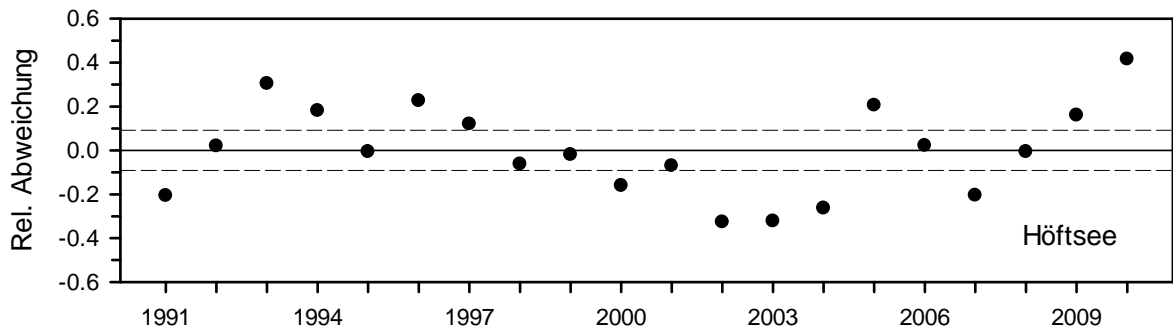
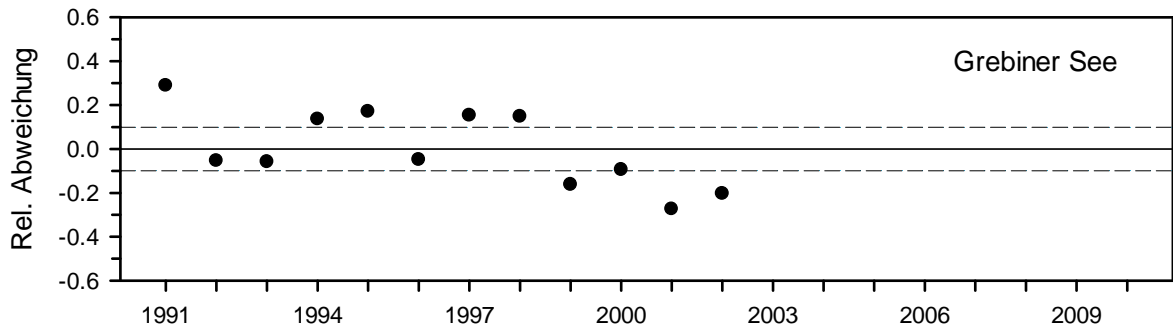


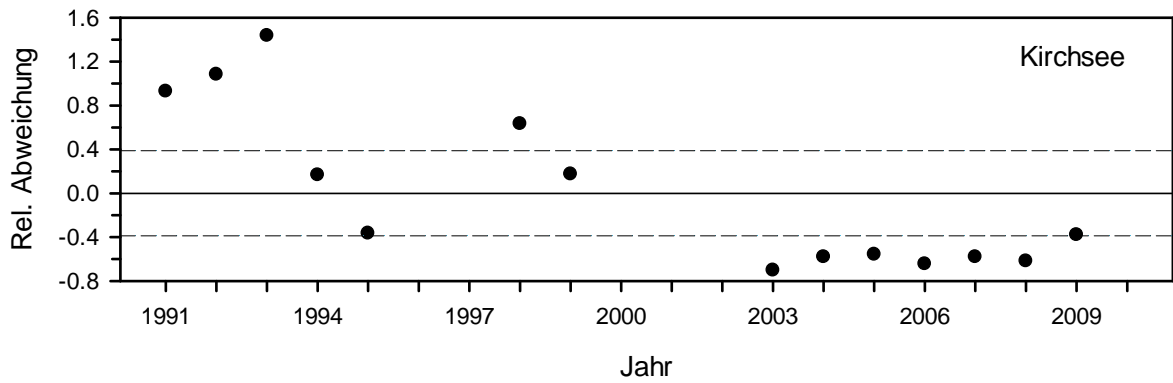
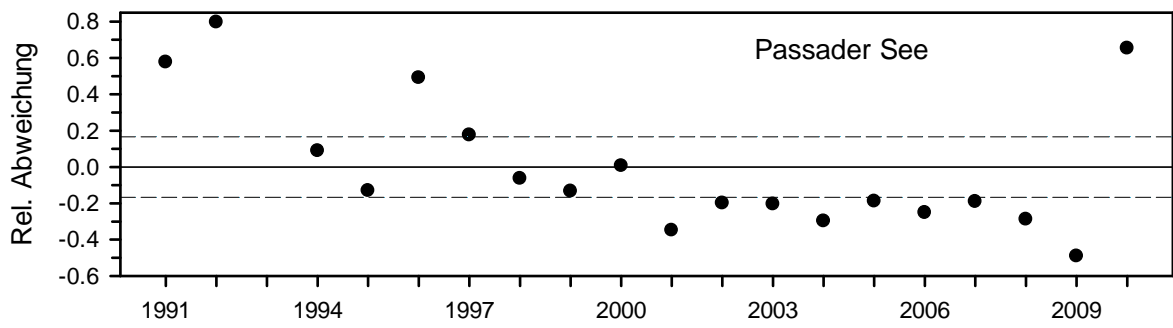
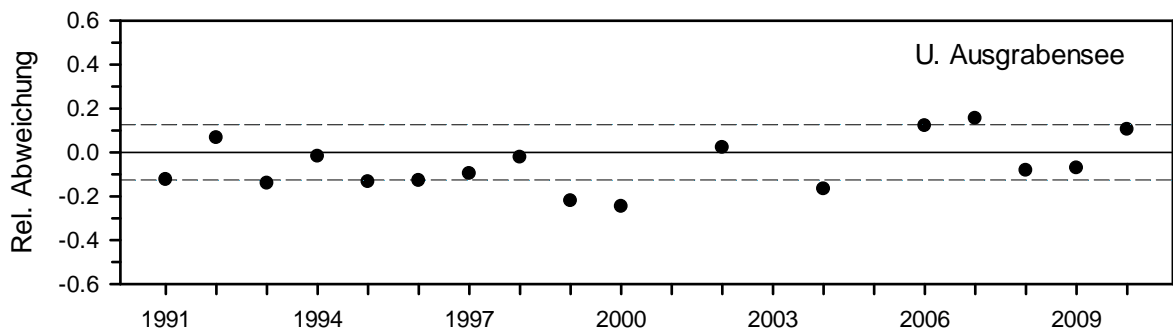
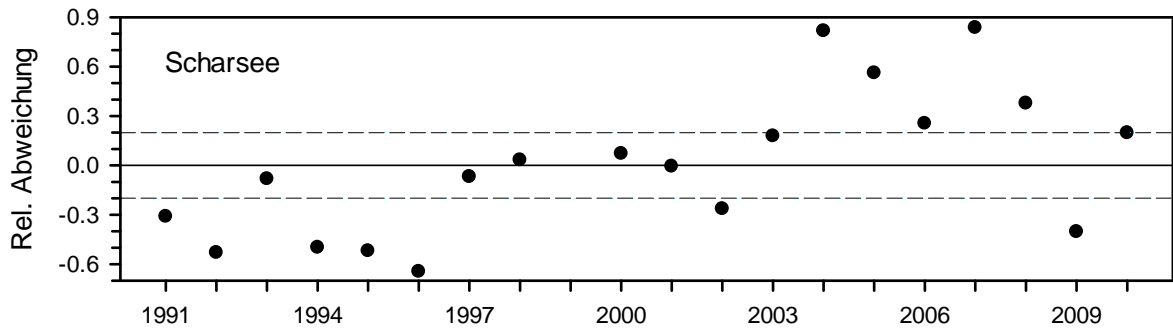
Jahr

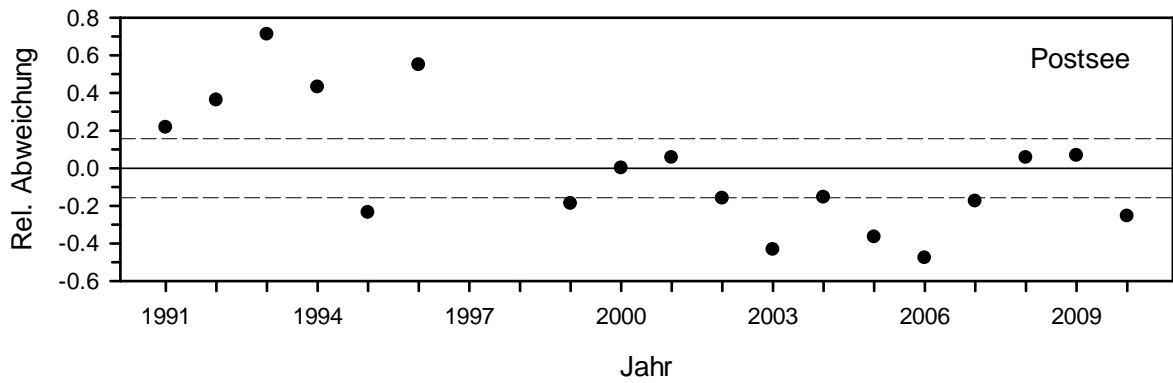
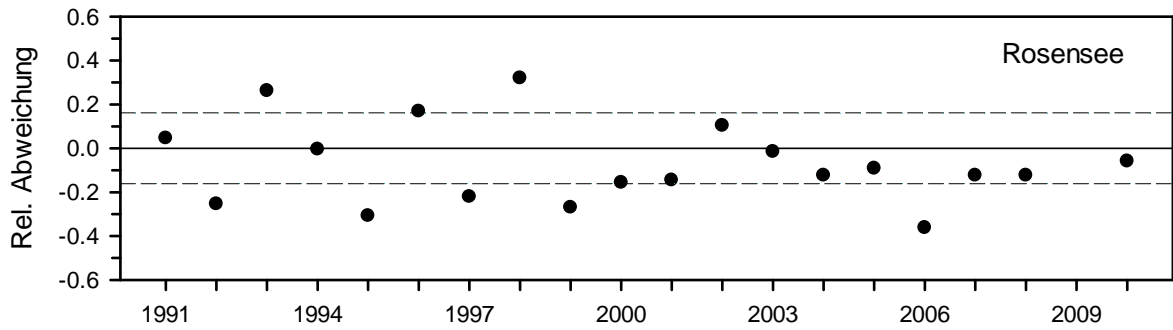
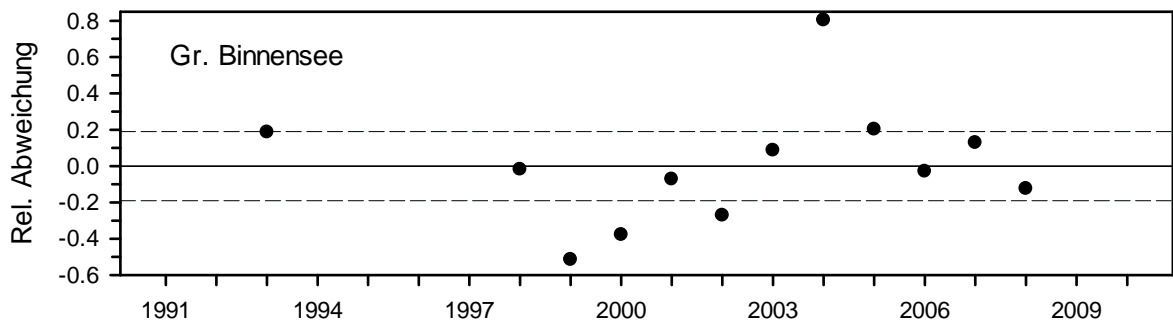
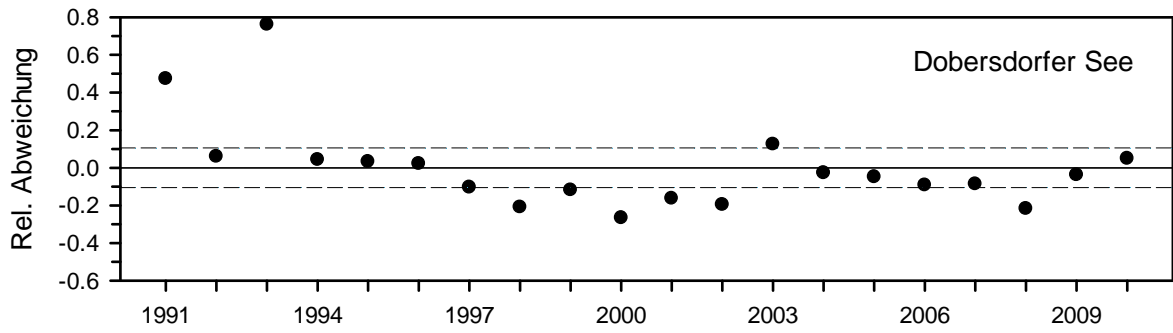


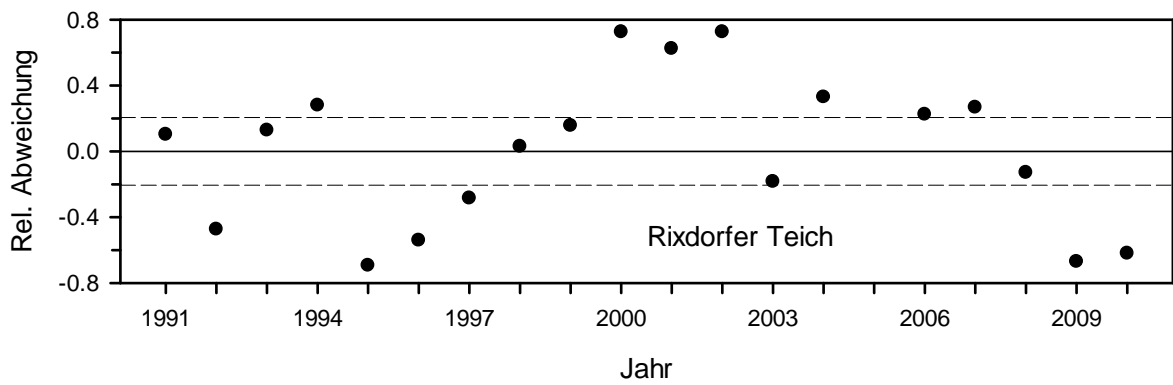
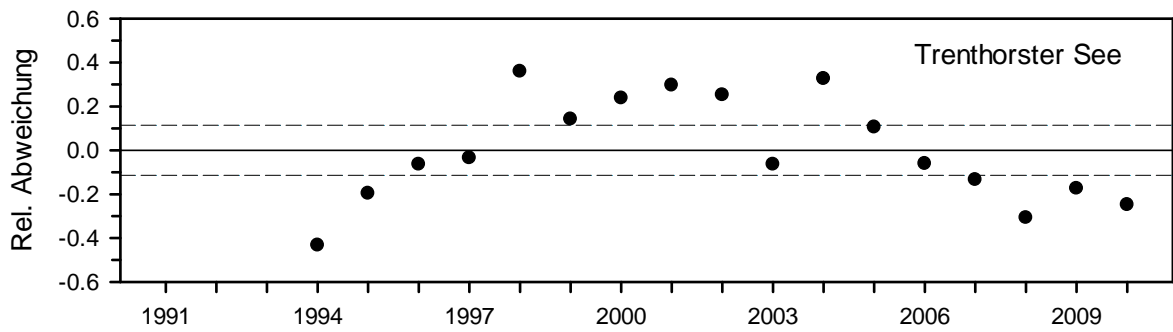
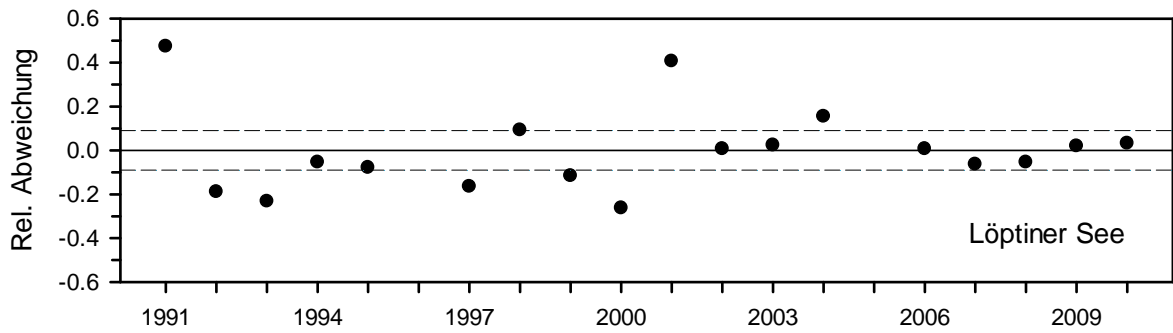
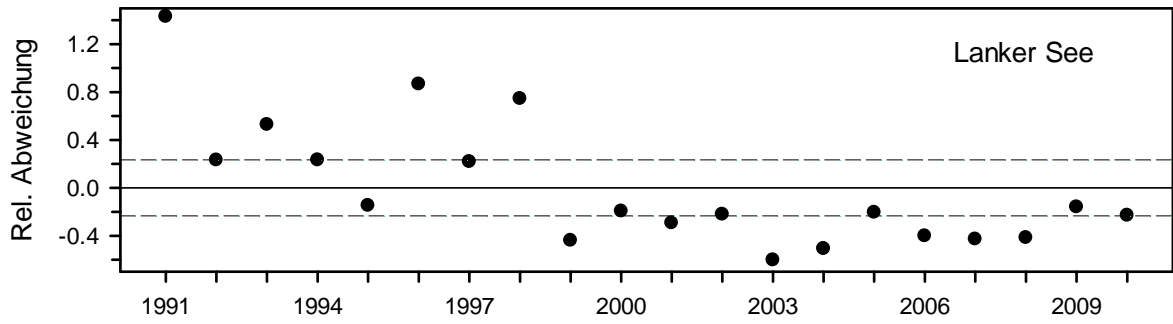


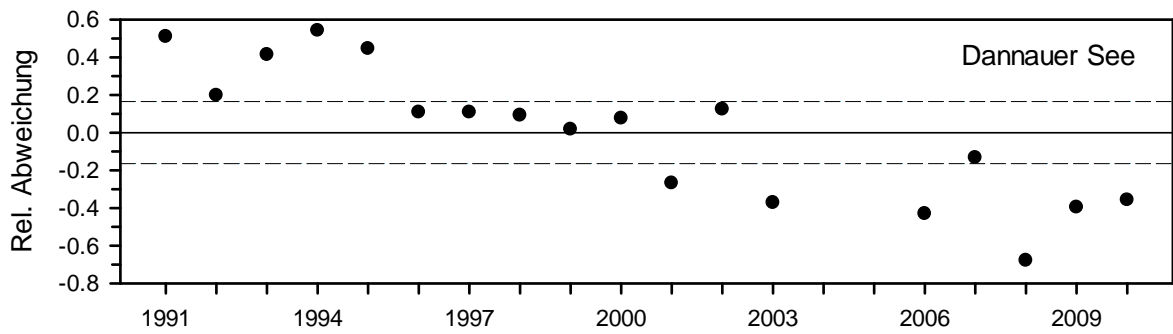
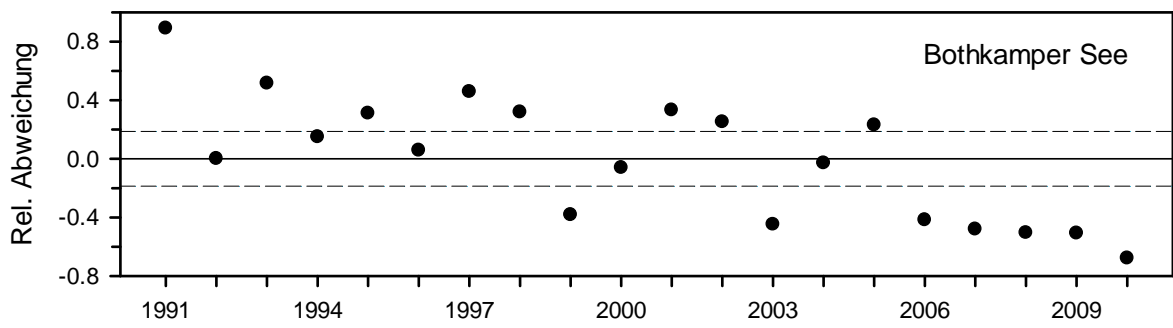
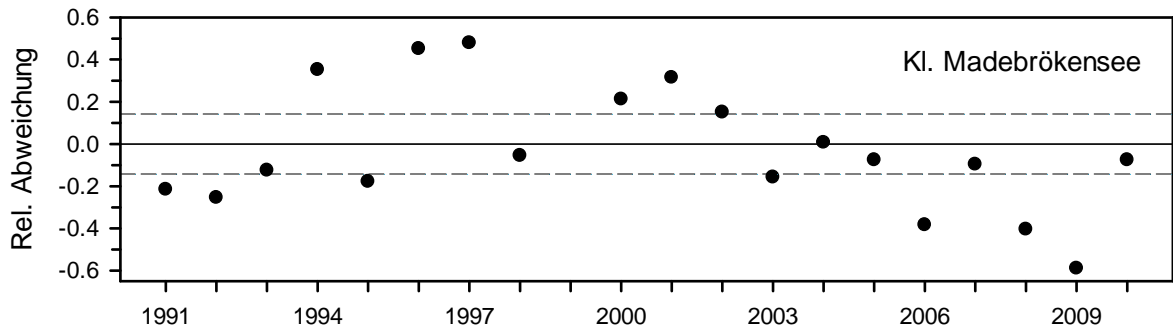




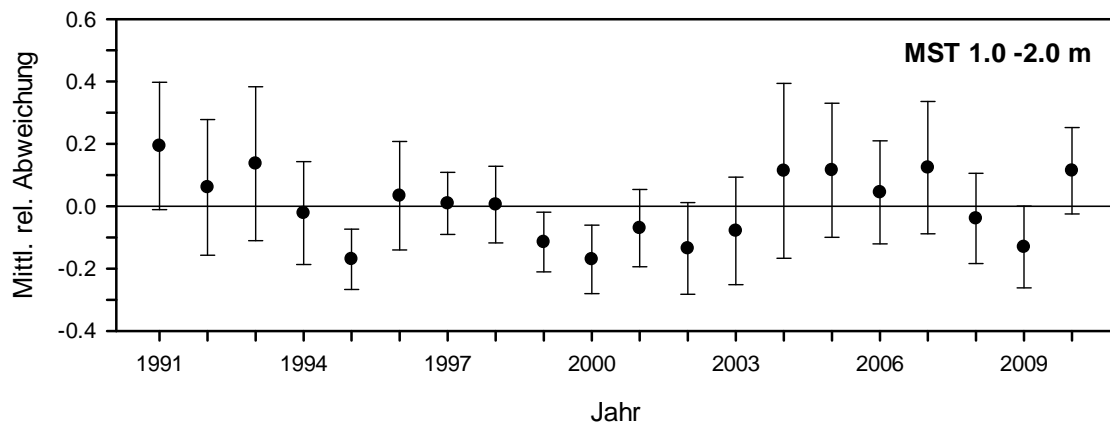
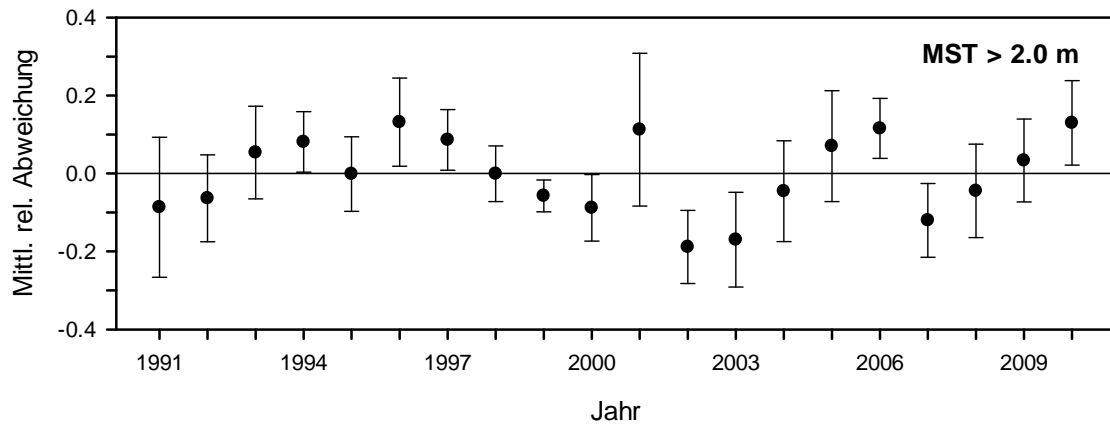
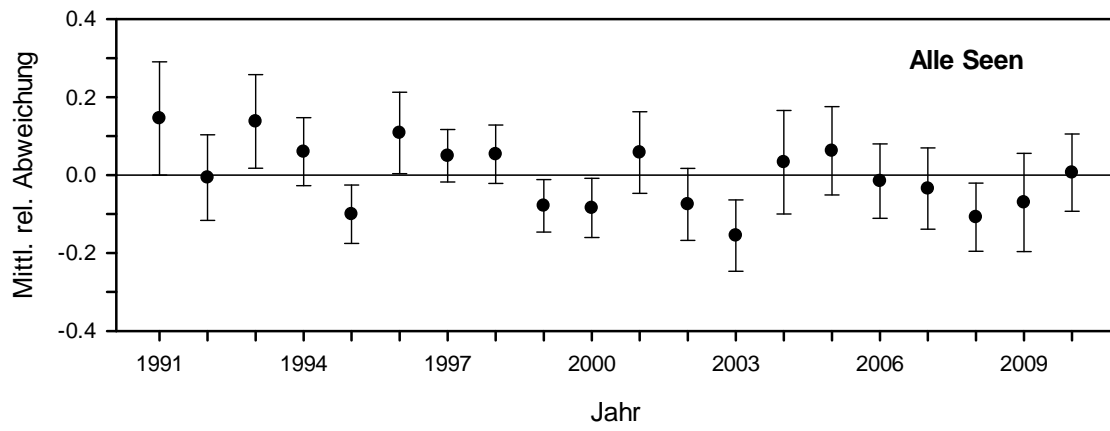


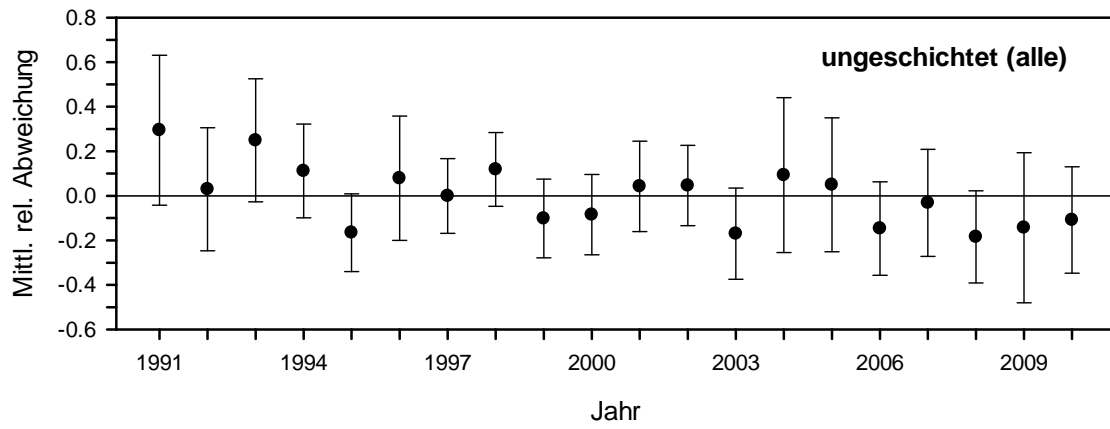
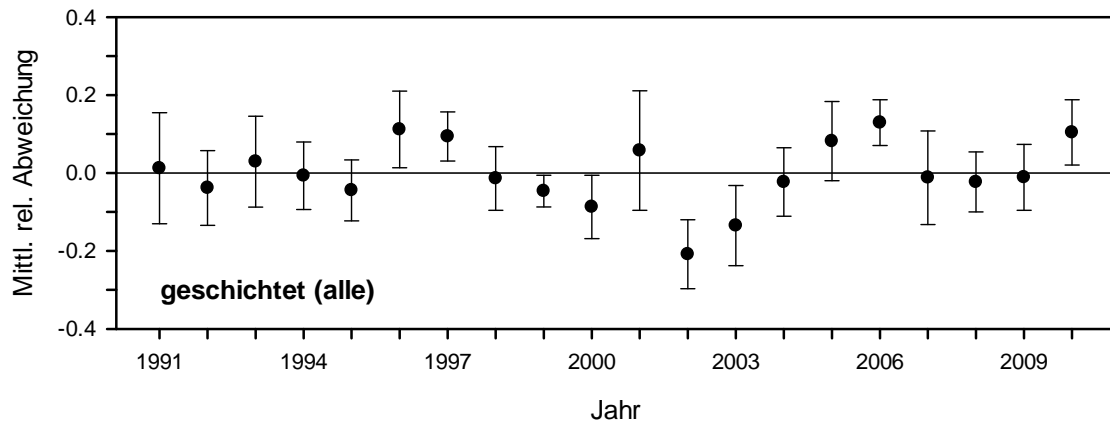
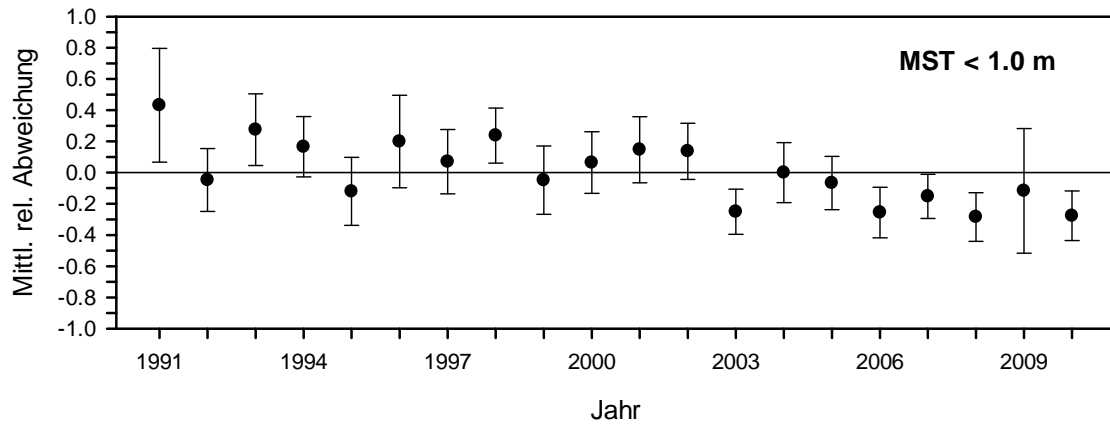






Gruppe 3





Einige Bemerkungen

Gruppe 1

Diese Darstellungsweise gibt die tatsächlichen Sichttiefen wieder, sowie die möglichen Schwankungen während eines Sommers (10 Wochen). Ausserdem zeigt sie, ob sich die Sichttiefe im Herbst (7 Wochen ab Mitte September) verändert hat. Sie demonstriert deshalb die individuellen Unterschiede zwischen den Seen. Leider zeigt sie auch die Lücken in den Daten.

Die Entwicklung der Sichttiefen über die Zeit kann selbst in großen Seen sehr unterschiedlich sein (vergl. Selenter See und Gr. Plöner See). Es gibt auch Seen die im Herbst klarer werden (z.B., Stocksee) und andere, deren Sichttiefe sich in dieser Zeit nicht ändert (z.B., Gr. Plöner See und die Seen mit sehr geringer Sichttiefe). Das mag Schlüsse zulassen wie weit die Sichttiefe von der Algenproduktion abhängig ist oder von anderen Faktoren (Wind, Zuflüsse, Calcitfällung).

Um zeitliche Trends darzustellen, eignet sich diese Darstellung weniger, da die große Variabilität falsche Eindrücke erzeugen kann, oder die absoluten Änderungen klein sind.

Gruppe 2

Diese Darstellung arbeitet zeitliche Trends für individuelle Seen gut heraus. Es gibt Seen, bei denen kein Trend zu erkennen ist (z.B., Stocksee, Unt. Ausgrabensee), in denen es offenbar Zyklen gegeben hat (Selenter See, Schierensee [W]), oder wo eine deutliche Verringerung der Sichttiefe stattgefunden hat, die in Gruppe 1 kaum zu erkennen war (Bothkamper See, Dannauer See).

Im Zusammenhang mit dem Laborwechsel nach 2006 wurde eine scheinbare Verschlechterung der Sichttiefe im Schöhsee (vgl. Gruppe 1) diskutiert. Bei der Darstellung der relativen Abweichung (Gruppe 2) zeigt sich allerdings, dass der Eindruck täuscht und auf einem einzigen Messwert (2008) beruht. Einen ähnlichen Ausreisser gab es schon einmal 1994. Die Werte für 2009 und 2010 weichen kaum signifikant von Null ab. Leider fehlt ein Messwert für 2007. Der niedrige Wert für 2008 ist möglicherweise auf eine besonders ausgeprägte Calcitfällung im Sommer zurückzuführen. Er kann keinen „Trend“ begründen.

Gruppe 3

Durch die Zusammenfassung vieler Seen lassen sich möglicherweise globale Trends erkennen, deren Ursachen man untersuchen kann.

Der Mittelwert aus **allen** Seen, unabhängig von deren Nährstoffgehalt, Tiefe, Zirkulation, Einzugsgebiet und Landnutzung sollte globale Faktoren (z.B., Wetter)

identifizieren. Die Graphik zeigt keinen generellen Trend, aber erhebliche Unterschiede zwischen den Jahren. Es sollte sich lohnen, diese auf eine Abhängigkeit von Sonnenscheindauer (biologische Produktion) oder Windbedingungen (Durchmischung) zu testen. Beispielsweise wurden über alle Seen in 2003 die niedrigsten Sichttiefen der 20 Jahre gemessen. 2003 war ein sehr heißer Sommer und ein hervorragender Weinjahrgang!

Um mehr Informationen über andere Faktoren, die die Sichttiefe bestimmen (Nährstoffe, Seemorphologie, Schichtung, Erosion, Calcitfällung etc.) kann man die Seen in Kategorien zusammenfassen. Ich habe sie zunächst entsprechend der mittleren Sichttiefe eingeteilt. Die Gruppe der klarsten Seen (**MST > 2.0 m**) zeigt die klarsten Trends. Es sieht so aus, als ob die Sichttiefe Zyklen durchläuft. Diese sind in der Regel die geschichteten, großen und tiefen Seen, bei denen die biologische Produktion (Phytoplankton-Dichte) die Sichttiefe bestimmt. Die Gruppe mit mittleren Sichttiefen (**MST 1.0 - 2.0**), meistens kleinere geschichtete Seen mit höherem Nährstoffeintrag, zeigt nicht die gleichen Zyklen wie die klaren Seen, aber große Variabilität. Eventuell spielen hier die Windverhältnisse eine Rolle (Durchmischung des Epilimnions, Nährstoffeintrag aus dem anoxischen Hypolimnion). Im Gegensatz dazu zeigen die trüben Seen (**MST < 1.0 m**) einen deutlichen Trend: kontinuierliche Abnahme der Sichttiefen über die 20 Jahre. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die absoluten Änderungen nur im Dezimeterbereich liegen. Der langfristige Trend weist darauf hin, dass neben dem Klima (vgl. „alle Seen“) auch Veränderungen im Einzugsgebiet (Landnutzung, Erosion) eine Rolle spielen. Diese Seen sind in der Regel flach und ungeschichtet. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass das Bild fast identisch ist mit der Kategorie „**ungeschichtet**“, während das Muster aller „**geschichteten**“ Seen eher dem der klaren Seen ähnelt.

Auch wenn 20 Jahre noch keinen Datensatz liefern der einen Beitrag zur „Klimaanalyse“ leisten könnte, und wenn ein solcher korrelativer Ansatz keine Kausalanalyse ermöglicht, sehe ich einen Sinn in der vertieften Analyse dieser Daten. Der Vergleich von Absolutwerten und Abweichungen in individuellen Seen zwischen den Jahren und die vergleichende Analyse der Muster in verschiedenen (Gruppen von) Seen könnte sehr wohl Erkenntnisse für die regionale Limnologie der holsteinischen Seen liefern.

Ich würde für ein solches Vorhaben mit den Wetterdaten (Sonnenscheindauer, Wind, Niederschläge) beginnen, da diese problemlos zu erhalten sind. Daten zu physischer Limnologie und Nährstoffen sind in der Datenbank schon vorhanden. Dann könnte man versuchen, Probleme durch Eigentümerinteressen, bürokratische Hindernisse und persönliche Eitelkeiten zu überwinden, um auch Daten wie Landnutzung und Fischerei einzubeziehen.