



Tobias MAHR, Andreas ZAHN und Christoph MONING

## Klimawandel und Landnutzung: Bedrohung für Toteiskessel und Kleingewässer in Oberbayern

### Abbildung 1:

Ein Toteiskessel bei Wang (Mühldorf), umgeben von Grünland. In der Ferne ist der Waldrand zu sehen (Foto: Tobias Mahr, 2024).

Toteiskessel und Weiher sind wertvolle Lebensräume. Doch Klimawandel und veränderte Landnutzung setzen diesen einzigartigen Ökosystemen stark zu. In der hier vorgestellten Studie wurden 71 Gewässer in Oberbayern untersucht. Dabei wurden dramatische Veränderungen festgestellt, die den fortschreitenden Verlust und die Degradierung dieser nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) streng geschützten Biotopbelegen. Die Ergebnisse verdeutlichen die Dringlichkeit, diese Relikte der Eiszeit besser zu schützen.

### Gewässerkartierung: Einblicke in den Wandel

Ziel der vom Bayerischen Naturschutzfonds aus Mitteln der Glücksspirale geförderten Studie des BUND Naturschutz (MAHR 2024) war es, den aktuellen Einfluss von Klimawandel und Landnutzung auf Toteiskessel und andere Kleingewässer zu betrachten. Dazu untersuchte Tobias Mahr an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf im Mai 2024 71 Toteiskessel und andere Kleingewässer wie Weiher und Teiche auf der Alzplatte und in den Jungmoränen der oberbayerischen Landkreise Traunstein, Rosenheim und Mühldorf (MAHR 2024). Die Daten wurden mit einer früheren Kartierung von 1988 durch Dr. Andreas Zahn (ZAHN 1990) verglichen. Betrachtet wurden Parameter wie Gewässergröße, -tiefe, Uferbeschattung und Vegetationstypen. Die Ergebnisse sind alarmierend: Von den 71 untersuchten Gewässern sind seit 1988

13 (18 %) vollständig verschwunden, trotz strengem Schutz nach § 30 BNatSchG. Besonders betroffen sind Weiher und Teiche, von denen neun (23 %) verloren gingen, während vier der 31 Toteiskessel (13 %) nicht mehr existieren.

### Ursachen: Klimawandel und Landnutzung

Die Untersuchung zeigt deutlich, dass der Klimawandel eine zentrale Rolle bei der Verschlechterung des Zustands der Gewässer spielt: Zwischen 1991 und 2020 ist die klimatische Wasserbilanz in Bayern gesunken, weniger Wasser ist verfügbar (URL 3). Dieser Trend trägt dazu bei, dass Gewässer austrocknen oder sich stark verkleinern. Besonders auffällig war der Rückgang der Wassertiefe in den verbliebenen Gewässern: Im Vergleich zu 1988 hat sie sich im Durchschnitt um mehr als 60 % verringert, was auf die Häufung niederschlagsarmer Jahre in

**Toteiskessel: Relikte der Eiszeit**

Toteiskessel entstehen, wenn sich nach dem Rückzug eines Gletschers große Eisblöcke von der Hauptzunge ablösen und unter Sedimenten langsam abschmelzen. Die dabei entstehenden Hohlformen, die sich mit Wasser füllen, sind charakteristisch für glazial geprägte Landschaften wie in Oberbayern. In den Landkreisen Mühldorf, Traunstein und Rosenheim entstanden während der Abschmelzphase der Inn-Gletscher über 150 dieser Gewässer. Bereits bis ins Jahr 1979 wurden 54 % vernichtet (RINGER 1979). Im Landschaftspflegekonzept Bayern wird beschrieben, dass „im Bereich der Endmoräne des Inn-gletschers [...] die Verlustrate an Kleingewässern (fast ausschließlich Toteislöcher) im Kulturland bei 70 %, im Wald bei 30 % (StMLU & ANL 1994) liegt. Die Zukunft der verbliebenen Kessel ist durch klimatische und anthropogene Veränderungen gefährdet (ZEPP 2002).

Bayern seit 2000 in Verbindung mit höheren Temperaturen und der damit verstärkten Verdunstung zurückzuführen ist (URL 1).

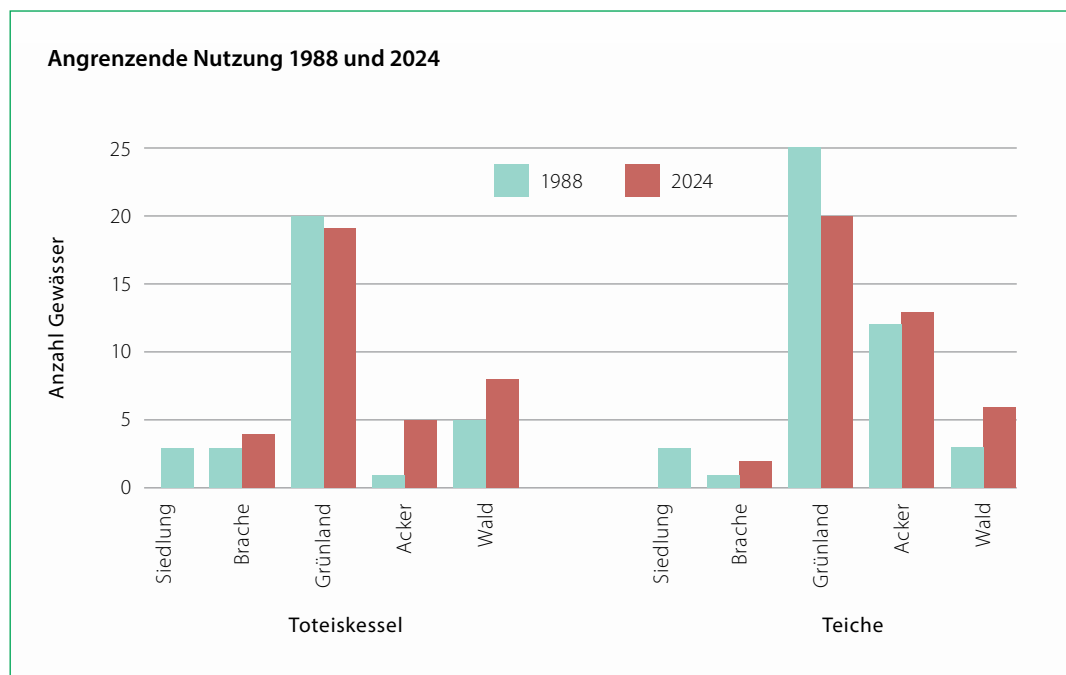
Erst das regenreiche Frühjahr 2024 brachte eine kurzfristige Linderung, die vorübergehend zu Wasserständen annähernd so hoch wie 1988 führte. Anhand der Wassertiefe über flächig überfluteter Landvegetation ließen sich jedoch die viel niedrigeren mittleren Wasserstände der Vorjahre einschätzen.

Die praktizierte Landnutzung verschärft die kritische Situation. Intensive Grünlandnutzung sowie mehr Ackerflächen in unmittelbarer Nähe zu den Gewässern (Abbildung 2) beschleunigen die Verlandungsprozesse. Dabei fanden die wesentlichen Änderungen nach 1988 statt. Wie ein Beispiel eines Kessels bei Wang (Mühldorf) belegt, änderte sich in Jahrzehnten davor nur wenig (Abbildung 3).

Eine höhere Nährstoffbelastung – sei es durch Nährstoffzufuhr aus der Landwirtschaft oder durch vermehrte Immissionen aus der Atmosphäre – fördert das Wachstum von hohem und dichtem Röhricht auf Kosten lockerer Kleinröhrichte sowie von Schwimmblatt- und submerser Vegetation, also Habitaten vieler seltener Arten. Besonders bei Toteiskesseln war der Trend deutlich. Im Schnitt betrug hier die Zunahme der von dichtem Röhricht bedeckte Gewässerfläche 27 %. Berücksichtigt man, dass drei der untersuchten Kessel in den letzten drei Jahren vor der Neuerfassung entlandet wurden (NIRSCHL, persönliche Kommunikation, ohne Jahresangabe), lag die Zunahme deutlich über 30 %.

Für den Anstieg der Nährstoffbelastung spricht zudem die Zunahme von Eutrophierungszeigerarten an den Ufern aber auch im Gewässer. Der Anteil von Toteiskesseln mit ausgedehnten Algenwatten oder Flächen mit

**Abbildung 2:**  
An die Gewässer angrenzende Nutzung 1988 und 2024. Angabe der Anzahl der Gewässer, bei denen die jeweilige Nutzung beziehungsweise Brachflächen direkt ans Ufer grenzen.





**Abbildungen 3 (a, b, c, d):**

Toteiskessel bei Wang (Mülldorf) zu drei verschiedenen Zeitpunkten (a, b) 1961, (c) 1988 und (d) 2023. Auf den Abbildungen a und b ist der Toteiskessel aus größerer Entfernung aufgenommen worden. Dort wuchsen vereinzelt Ufergehölze und im Hintergrund ist die Dorfkirche zu sehen. Auf den Abbildungen c und d ist der Toteiskessel aus geringerer Entfernung aufgenommen worden. Röhricht und Uferbesattung haben zugenommen, der Wasserstand ist gesunken, große Teile der Sohle liegen trocken (Äste und Schlammflächen im rechten Teil des unteren Bildes d; Fotos: Alfred Ringler [a, b], Andreas Zahn [c, d]).

Wasserlinsen lag bereits 1988 bei 28 %. 2024 waren es sogar zirka 72 %. Bei den Weihern und Teichen war die Tendenz ähnlich, der Anteil stieg von 42 % auf 71 %.

**Verlandung und die Rolle der Ufervegetation**

Eine weitere Entwicklung ist die zunehmende Beschattung der Gewässer durch Gehölze. In Abbildung 3 ist zu sehen, dass die zunehmende Verbuchung der Gewässer erst innerhalb der letzten 36 Jahre stattgefunden hat. Bei den Toteiskesseln hat der Anteil des beschatteten Ufers im Schnitt von 20 % auf 55 % zugenommen, bei den Weihern von 17 % auf 36 %. Manche Gewässer sind inzwischen völlig

beschattet. Dies ist hauptsächlich auf das vermehrte Vorkommen von Weiden und anderen schnell wachsenden Gehölzen zurückzuführen, die oftmals gezielt am Ufer angepflanzt wurden. Sie verdrängen einerseits lichtbedürftige Pflanzen und erhöhen andererseits in Trockenperioden den Wasserverlust der Gewässer durch Transpiration und beschleunigen so die Austrocknung. Zudem senkt eine zu starke Beschattung des Ufers die Habitatqualität für die Fauna. So etwa für Amphibien wie Grünfrösche, deren Bestände stark abgenommen haben (ZAHN & GERATSLÄGER 2023). Auch MAHR (2024) belegte eine deutliche Abnahme, besonders in stark beschatteten Gewässern.

**Temporäre Gewässer und klimatische Extreme**

Die Veränderungen im Wasserhaushalt und die Verlandung haben dazu geführt, dass sechs 1988 dauerhaft Wasser führende Gewässer, je drei Toteiskessel und drei Weiher, inzwischen periodisch trockenfallen. Weitere stark verlandete Gewässer weisen in Hitzeperioden keine offenen Wasserstellen mehr auf. Dieser Trend dürfte sich durch die Verlängerung stabiler Großwetterlagen infolge des Klimawandels verstärken (LFU 2021, 2023): Sommerliche Hitzewellen und Trockenperioden führen dazu, dass flache Gewässer durch höhere Temperaturen und damit zunehmende Verdunstung häufiger austrocknen. Für manche Arten, wie beispielsweise Laubfrösche (*Hyla arborea*), mag das periodische Trockenfallen von Gewässern vorteilhaft sein, für andere ist es fatal. So etwa für die nach der Roten Liste (EFFENBERGER et al. 2021) stark gefährdete Karausche (*Carassius carassius*), die ursprünglich viele der Toteiskessel im Untersuchungsgebiet besiedelte. Davon waren 2023 bereits viele trocken gefallen (ZAHN, ohne Jahresangabe).

Tabelle 1 fasst die Veränderungen, die im betrachteten Zeitraum an den untersuchten Gewässern stattgefunden haben, zusammen und bewertet sie.

**Handlungsempfehlungen: Renaturierung und Schutz**

Die fortschreitende Degradierung von Toteiskesseln und anderen Kleingewässern erfordert dringend Maßnahmen. Es gilt die Nährstoffeinträge zu reduzieren, Sedimenteinträge zu bremsen und die natürlichen Wasserstände zu stabilisieren. Eine extensive Grünlandnutzung und Pufferzonen um die Gewässer könnten helfen, Verlandungsprozesse zu verlangsamen. In vielen Fällen wäre zudem die Reduktion beschattender Ufergehölze sinnvoll. Im Wald gilt es, zumindest das Südufer freizustellen und so die Besonnung zu erhöhen.

Letztlich hat sich Bayern in Form des Landschaftspflegekonzeptes (StMUL & ANL 1994) bereits hervorragende fachliche Ziele für Erhalt und Renaturierung von Kleingewässern gesetzt, die leider kaum umgesetzt werden. Bislang wurden entgegen der Forderung der Naturschutzverbände an den meisten kleinen Stillgewässern der Region nicht einmal Gewässerrandstreifen ausgewiesen, die zumindest eine Grünlandnutzung vorschreiben würde. Ein positiver Schritt zum Schutz der Toteiskessel ist das Projekt „Schätze der Eiszeitlandschaft“ (URL 2; siehe auch GARSCHHAMMER et al. in diesem Heft). In diesem Projekt wurden für die einzelnen Gewässer konkrete Handlungsempfehlungen erstellt, die den Naturschutzbehörden zur Verfügung stehen und so weitere Maßnahmen erleichtern können. Letztlich wird der Erhalt dieser Feuchtlebensräume aber auch davon abhängen, ob es uns gelingt, den Klimawandel deutlich zu begrenzen.

	Toteiskessel	Teiche
Beschattung	▲	▲
Wassertiefe Durchschnitt	▼	▼
Anteil periodischer Gewässer	▲	▲
Schwimmbblatt-Vegetation	▼	=
Submerse Vegetation	▼	▲
Röhricht locker	▼	▼
Röhricht dicht	▲	=
Wasserlinsen und Algenmatten	▲	▲
Nährstoffliebende Stauden	▲	▲
Neophyten	▲	▲
Wald angrenzend	▲	▲
Acker angrenzend	▲	▲
Grünland angrenzend	▼	▼
Bache angrenzend	=	=
Siedlung angrenzend	▲	▲
Breite des Gewässerstreifens	=	=

**Tabelle 1:** Änderungen an untersuchten Gewässern. Zunahme (▲), Abnahme (▼), Gleichbleibend (=). Einstufung der Änderung negativ (rot), eher negativ (gelb), positiv oder negativ (grau) beziehungsweise Änderung unklar (?).

### Empfehlungen für die Praxis:

- Stark verlandete Gewässer (verteilt auf mehrere Jahre) unter Berücksichtigung relevanter Artvorkommen wieder entlanden
- Ausreichende Besonnung sicherstellen: Mindestens rund 50 % des Ufers von Gewässern im Offenland sollten besonnt sein
- Bei sehr kleinen Gewässern prüfen, ob der Rückschnitt der Ufergehölze den Wasserverlust in Trockenperioden (Transpiration der Gehölze) verringern kann
- Bei Waldgewässern prüfen, ob es sinnvoll ist, die Südufer für mehr Besonnung freizustellen
- Abstände von Äckern oder gedüngtem Grünland möglichst so erhöhen, dass der Nährstoffeintrag minimiert wird
- Teile des Ufers als ungenutzte, aber gehölzarme Brache als Rückzugsort für Amphibien belassen
- Submerse Vegetation fördern, eventuell lokaltypische Arten einbringen; pflanzenfressende Fische wie Graskarpfen entfernen
- Verzicht auf Fischbesatz
- Gewässer mit Wäldern, anderen Feuchtgebieten und so weiter vernetzen, beispielsweise durch Brachestreifen

#### Abbildung 4:

Der Voralpenraum wurde durch die Eiszeit geprägt. Die hügelige Landschaft der Endmoränen ist von Toteisseen und kleinen Toteiskesseln durchzogen. Sie bilden heute unsere wertvollsten Biotope (Foto: Wolfram Adelman).



**Literatur**

LFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2021): Bayerns Klima im Wandel – Klimaregion Alpenvorland. – S. 18; kostenlos downloadbar unter [www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00181.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00181.htm).

LFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2023): Klimaregion Südbayerisches Hügelland. – S. 20; kostenlos downloadbar unter [www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00179.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00179.htm).

StMLU & ANL (= BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN & BAYERISCHE AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE, 1994): Lebensraumtyp Stehende Kleingewässer. – Landschaftspflegekonzept Bayern II.8: [www.anl.bayern.de/publikationen/landschaftspflegekonzept/lpk08.htm](http://www.anl.bayern.de/publikationen/landschaftspflegekonzept/lpk08.htm).

EFFENBERGER, M., OEHM, J., SCHUBERT, M. et al. (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste Bayern – Fische und Rundmäuler. – LFU: 50.

MAHR, T. (2024): Einfluss von Klimawandel und Landnutzung auf Toteiskessel und andere Kleingewässer. – Unveröffentlichte Bachelorarbeit an der HSWT, Fakultät Landschaftsarchitektur, Projekt-Nr. 398/24, BUND Naturschutz, Projekt gefördert vom Bayerischen Naturschutzfonds aus Mitteln der Glücksspirale: S. 108.

NIRSCHL, A. (ohne Jahresangabe): Brieflich, persönliche Kommunikation.

RINGLER, A. (1979): Toteiskessel, Kleinsümpfe und Flur-tümpel – Auch in Südbayern stark bedroht.

URL 1: Wetter und Klima – Deutscher Wetterdienst – Leistungen – Zeitreihen und Trends; [www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.htm](http://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.htm) (abgerufen am 08.01.2025).

URL 2: BayernNetzNatur-Projekt „Schätze der Eiszeitlandschaft“, UN-Dekade Ökosysteme; [www.undekade-restoration.de/projekte/schaetze-der-eiszeitlandschaft/](http://www.undekade-restoration.de/projekte/schaetze-der-eiszeitlandschaft/) (abgerufen am 16.01.2025).

URL 3: CDC-Klimadatenzentrum – Deutscher Wetterdienst – offene Daten des CDC; [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/grids\\_germany/multi\\_annual/water\\_balance/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/multi_annual/water_balance/) (abgerufen am 30.01.2025).

ZAHN, A. (ohne Jahresangabe): Unpubliziert.

ZAHN, A. (1990): Auswirkungen von Habitatqualität und Habitatverinselung auf Grünfroschpopulationen.

ZAHN, A. & GERATSLÄGER, R. (2023): Hinweise auf eine Bestandsabnahme des Kleinen Wasserfroschs (*Pelophylax lessonae*) in Südbayern.

ZEPP, H. (2002): Grundriss allgemeine Geographie: Geomorphologie. – 1. Auflage, Schöningh, UTB für Wissenschaft.

**Autoren****Tobias Mahr**

Jahrgang 2001

Bundesfreiwilligendienst beim NABU-Bodensee-Zentrum in Konstanz. Studium der Landschaftsarchitektur mit Schwerpunkt Landschaftsplanung an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT). Währenddessen ein Jahr Werkstudent beim Landschaftsarchitekturbüro Gornik & Denkel Landschaftsarchitekten (GDLA) in Heidelberg. Aktuell Master-Student im Fach Landschaftsentwicklung an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTW Dresden).

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden  
+49 176 31373753  
[tmmahr01@gmail.com](mailto:tmmahr01@gmail.com)

**PD Dr. Andreas Zahn**

Jahrgang 1964

Artenschutzreferat des  
BUND Naturschutz in Bayern e.V.,  
Ludwig-Maximilians-Universität (LMU)  
+49 160 7619406  
[andreas.zahn@bund-naturschutz.de](mailto:andreas.zahn@bund-naturschutz.de)

**Prof. Dr. Christoph Moning**

Jahrgang 1976

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
+49 8161 71-2585  
[christoph.moning@hswt.de](mailto:christoph.moning@hswt.de)

**Zitiervorschlag**

MAHR, T., ZAHN, A. & MONING, C. (2025): Klimawandel und Landnutzung: Bedrohung für Toteiskessel und Kleingewässer in Oberbayern. – Anliegen Natur 47(2): online preview, 6 p., Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).