LAND KÄRNTEN

Kärntner Institut für Seenforschung

QUALITÄTSELEMENT MAKROPHYTEN WÖRTHERSEE
WIEDERHOLUNGSBEOBACHTUNG 2021
TEIL A BEWERTUNG

Abteilung 8-Umwelt, Energie und Naturschutz
Kärntner Institut für Seenforschung
Biologisches Labor

Kirchengasse 43
9020 Klagenfurt
Tel: +43(0)50536-18452
Fax: +43(0)50536-18450
E-mail: abt8.kis@ktn.gv.at

LAND KÄRNTEN
Institut für
Seenforschung (KIS)

QUALITÄTSELEMENT MAKROPHYTEN WÖRTHERSEE

WIEDERHOLUNGSBEOBACHTUNG 2021

TEIL A BEWERTUNG

Auftraggeber:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT)
Abteilung I/2 – Nationale und Internationale Wasserwirtschaft

Bearbeitung:

Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 8 Umwelt, Energie und Naturschutz
U-Abt. Geologie und Gewässermonitoring, Kärntner Institut für Seenforschung
Kirchengasse 43, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

Fachliche Koordination: Mag. Maria Friedl

Bearbeiter:
Mag. Maria Friedl
Mag. Ulrike Prochinig
Mag. Edgar Lorenz
Mag. Markus Reichmann
dott. Michael Schönhuber, MSc
Mag. Gabriele Wieser
Philipp Malle

Bildnachweise: Kärntner Institut für Seenforschung

Abbildungsnachweis: Abt. 12 Wasserwirtschaft, U-Abt. Hydrographie (Seite 8 und 37)

Kartengrundlagen: Land Kärnten

Klagenfurt am Wörthersee, Februar 2022

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 4
2 Zusammenfassung 5
3 Der Wörthersee 6
3.1 Allgemeines 6
4 Methodik 9
4.1 Auswahl der repräsentativen Transekte 9
4.2 Tauchkartierung 9
4.3 Auswertung 10
5 Bewertungsergebnisse Gesamtsee 15
6 Bewertungsergebnisse Einzelmetriken 18
6.1 Vegetationsdichte 20
6.2 Vegetationsgrenze 22
6.3 Vegetationszonierung 24
6.4 Trophische Indikation 26
6.5 Artenzusammensetzung 28
6.6 Artenspektrum 30
6.7 Dominanzverhältnisse 32
7 Diskussion der Transektergebnisse 34
7.1 Rückgang der Planzenmengen 34
7.2 Trübung 35
7.3 Wachstum konkurrenzstarker Arten 35
7.4 Characeen-Rückgang 35
7.5 Belastungszeiger 36
7.6 Frassdruck 37
8 Literaturverzeichnis 39
9 Abbildungsverzeichnis 41
10 Tabellenverzeichnis 41

1 EINLEITUNG

Der Wörthersee wurde von der Firma Systema im Jahre 2007 hinsichtlich des Qualitätselementes Makrophyten im Rahmen einer Erstbeobachtung untersucht und mit einer Gesamt-EQR von 0,73 (Pall, 2009) in die „gute“ ökologische Zustandsklasse eingestuft.

Fragestellungen seitens des Landes Kärnten (Naturschutz und Gewässerökologie) und die festgestellten Veränderungen des Makrophytenbestandes bei der Betauchung einzelner Transekte im Zuge von Beweissicherungen sowie die Ende 2021 anstehende Veröffentlichung des 3. NGP ergaben den Bedarf einer aktuellen Zustandsbewertung des Wörthersees.

Um den intensiven Arbeitsaufwand der Erstbeobachtung (83 Transekte) zu reduzieren, erging ein Methodenvorschlag für eine Wiederholungsbeobachtung ans Ministerium, bei dem die Anzahl der Transekte auf 37 begrenzt werden konnte und dennoch die Vergleichbarkeit der Bewertung gegeben war. Nach der Zustimmung durch das BMLRT wurde der Auftrag (Zahl: 2021-0.396.580) an das Kärntner Institut für Seenforschung (Abt. 8 Umwelt, Energie und Naturschutz) erteilt.

Zwischen 17. August und 1. September erfolgten die Betauchungen. Basierend auf den erhobenen Daten wurde für die Wiederholungsbeobachtung des Wörthersees ein Gesamt-EQR-Wert von 0,59 berechnet.

Neben der Gesamtbewertung (Teil A) wurde der Schwerpunkt des Berichts auf den Vergleich der Erhebungsjahre 2007 und 2021 (Teil B) gelegt, um Veränderungen der Makrophytengesellschaft auch lokal auf die einzelnen Transekte bezogen zu dokumentieren.

2 ZUSAMMENFASSUNG

2021 wurde das Qualitätselement Makrophyten im Rahmen einer Wiederholungsbeobachtung erhoben. Die Anzahl der betauchten Transekte konnte auf 37 beschränkt werden. Zwischen 17. August und 1. September 2021 wurde die Makrophytenkartierung durchgeführt.

Die Bewertung 2021 ergab einen Gesamt-EQR von 0,59 und entspricht einer „mäßigen" Zustandsklasse knapp an der Grenze zum „guten" Zustand. 2021 gab kein einziges Transekt den „sehr guten" Bereich wieder. Der Metrik Vegetationsdichte (VD) wies den „guten" Zustand aus, während die Vegetationsgrenze (VL) unverändert im „guten" Bereich blieb. Die Vegetationszonierung (VZ) verschlechterte sich in die „unbefriedigende" Zustandsklasse. Trophieindikation (TI) und Artenzusammensetzung (SC) zeigten „mäßige" Verhältnisse an.

2007 wurde das Qualitätselement Makrophyten mit einem EQR-Wert von 0,73 mit „gut" bewertet. Der Metrik Vegetationsdichte für den Gesamtsee lag im „sehr guten" Bereich, die übrigen 4 Kenngrößen Vegetationsgrenze, Vegetationszonierung, Trophieindikation und Artenzusammensetzung entsprachen dem „guten" Zustand.

Hinsichtlich der Pflanzenmenge war 2021 eine Verschiebung von *Najas intermedia* zu *Myriophyllum spicatum* zu beobachten. Die größten Veränderungen in Bezug auf die Vegetationsdichte wurden in der Veldener Bucht dokumentiert.

Der Metrik Vegetationsgrenze blieb in der Gesamtbewertung unverändert. Lokal verminderte sich die maximale Bewuchstiefe in mehreren Transekten in der Veldener Bucht.

Die Kenngröße Vegetationszonierung veränderte sich gegenüber dem Vergleichsjahr 2007 am deutlichsten. Zurückzuführen war die Verschlechterung auf die Artverschiebung von *Najas intermedia* zu *Myriophyllum spicatum* und den Rückgang bzw. das Fehlen der zonenspezifischen Characeen Arten.

Der Metrik Trophieindikation verschlechterte sich durch das Auftreten von Belastungszeigern wie *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton nodosus* und die Verschiebung zu *Myriophyllum spicatum,* deren Einstufung (Trophieindex) höheren Nährstoffverhältnissen entspricht.

In Bezug auf die Kenngröße Artenzusammensetzung war die Abweichung von den Referenztransekten vor allem auf die Artenverschiebung von *Najas intermedia* zu *Myriophyllum spicatum* und das Fehlen der Characeenarten zurückzuführen.

Das Artenspektrum der 37 Transekte umfasste 29 Arten. Davon waren 22 der submersen Vegetation zuzuordnen, 4 Arten *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Typha angustifolia* und *Carex* sp. repräsentierten die Röhricht-Vegetation, während *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba* und *Persicaria amphibia* zu den Schwimmblattformen zählten. 2021 wurden 4 Characeen-Arten (*Chara contraria*, *Ch. denudata*, *Nitella opaca* und *Nitellopsis obtusa*) erhoben. 1 Pflanze konnte nur mit *Chara* sp. bestimmt werden. 2007 hingegen waren 9 Characeen-Arten (*Chara contraria*, *Ch. globularis*, *Ch. gymnophylla*, *Ch. intermedia*, *Ch. tomentosa*, *Ch. virgata*, *Lychnothamnus barbatus*, *Nitella opaca* und *Nitellopsis obtusa*) vorhanden.

Für das Land Kärnten besteht aufgrund des „mäßigen" Zustandes des Qualitätselementes Makrophyten ein Handlungsbedarf. Im Rahmen des Seensanierungskonzeptes Wörthersee sollen die Ursachen erhoben und ein Maßnahmenkatalog zur Verbesserung des ökologischen Zustandes erstellt werden.

3 DER WÖRTHERSEE

3.1 ALLGEMEINES

Mit einer Fläche von 19,4 km² und 16,5 km Länge ist der Wörthersee der flächenmäßig größte See Kärntens. Eingebettet im Mittelkärntner Hügelland, liegt er in einer Talfurche abseits der Hauptentwässerungslinie Drau. Die sich in Ost-West Richtung erstreckende Seewanne ist durch Inseln, Halbinseln und unterseeische Schwellen in 3 Becken gegliedert. Das westliche und tiefste reicht von Velden bis Pörtschach (Fläche 7,9 km², max. Tiefe 85,2 m), das mittlere von Pörtschach bis Maria Wörth (Fläche 3,5 km², max. Tiefe 39,9 m) und das östliche von Maria Wörth bis Klagenfurt (Fläche 8,0 km², max. Tiefe 73,2 m).

Tabelle 1: Morphometrische Daten

Morphometrische Daten	
Geographische Länge	E 14,12194257
Geographische Breite	N 46,630346
Seehöhe [m ü. A.]	439
Fläche [km²]	19,3875
Max. Tiefe [m]	85,2
Mittlere Tiefe [m]	41,9
Volumen [m³]	816.440.455
Theoretische Wassererneuerungszeit [Jahre]	10,5
Abfluss MQ (1971 - 1990) [l/s]	2.470
Einzugsgebiet [km²]	162,23

Eine Vielzahl kleinerer Bäche münden von allen Seiten in den Wörthersee. Der Größte von ihnen ist der Reifnitzbach mit einer mittleren Wasserführung von 630 l/s. Der Abfluss, die Glanfurt/Sattnitz, verlässt den See im Osten und entwässert über die Glan und die Gurk in die Drau.

Im Zeitraum von 1996 bis 2020 wurde der Wörthersees mit mesotroph oder schwach mesotroph bewertet. Ab 2002 zählte der See besonders aufgrund der nährstoffarmen Situation im Epilimnion kontinuierlich zu den schwach mesotrophen Gewässern.

Die Oberflächentemperaturen des Wörthersees (Pegelstation Pörtschach) zeigen einen Anstieg von ca. 2° Grad über den Zeitraum 1980 bis 2020 (Abb. 1). Bei den höchsten Wassertemperaturen im Sommer ist die Zunahme sogar noch etwas höher und liegt bei ca. 3 °C.

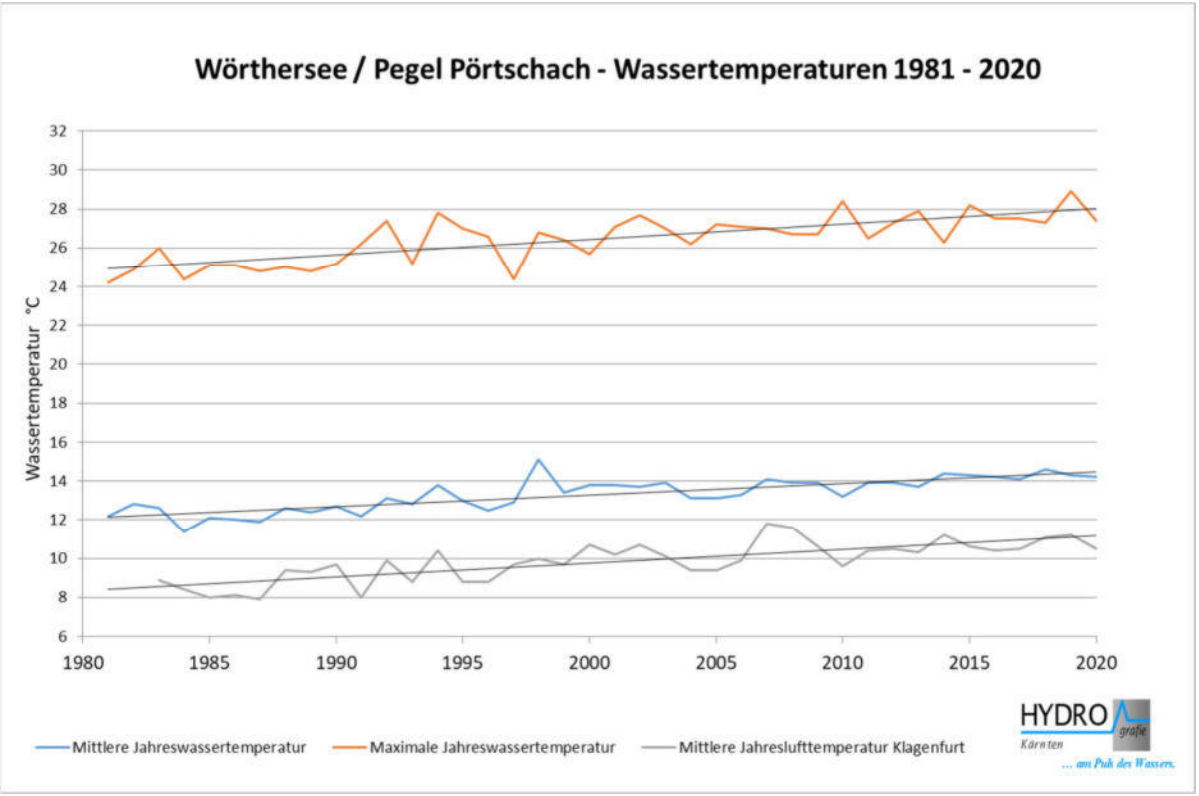


Abbildung 1: Anstieg der Pegeltemperatur (Zeitraum 1980 – 2020) – Abt. 12 Wasserwirtschaft

Die mittleren Gesamt-Phosphor-Konzentrationen des Epilimnions (0 - 6 m) lagen von 1996 bis 2020 zwischen 8,8 und 15,6 µg/l und entsprachen einer schwach mesotrophen Einstufung.

Die volumsgewichteten mittleren jährlichen Gesamtphosphor-Konzentrationen im Mixolimnion (0 – 50 m), als Komponente der Allgemein - physikalisch - chemischen Parameter in Seen (Wolfram et al., 2015) schwankten seit 1996 zwischen „mäßigem“ und „gutem“ Zustand (Abb. 2).

Die Sichttiefenwerte (Jahresmittel) schwankten seit 1996 zwischen 3 und 5,8 m.

Hinsichtlich des Qualitätselementes Phytoplankton lag der Wörthersee seit 2009 stabil in der „guten“ Zustandsklasse (3-Jahresmittel). Die Hauptart bildete die fädige Blaualge *Planktothrix rubescens.*

In Bezug auf das Qualitätselement Fische entsprachen die Ergebnisse der Fischbestandserhebung nach der WRRL aus dem Jahr 2004 dem „guten“ ökologischen Zustand. Alle typspezifischen Fischarten des Seentyps Laubensee kamen vor. Insgesamt wurden 23 Arten bestimmt. Nennenswerte Abweichungen vom Referenzzustand zeigten die Metriks „Nachweisqualität Kleinfischarten“, „Nachweisqualität stenöke Arten“ und vor allem die „Fischbiomasse“ an (Gassner et al., 2013).

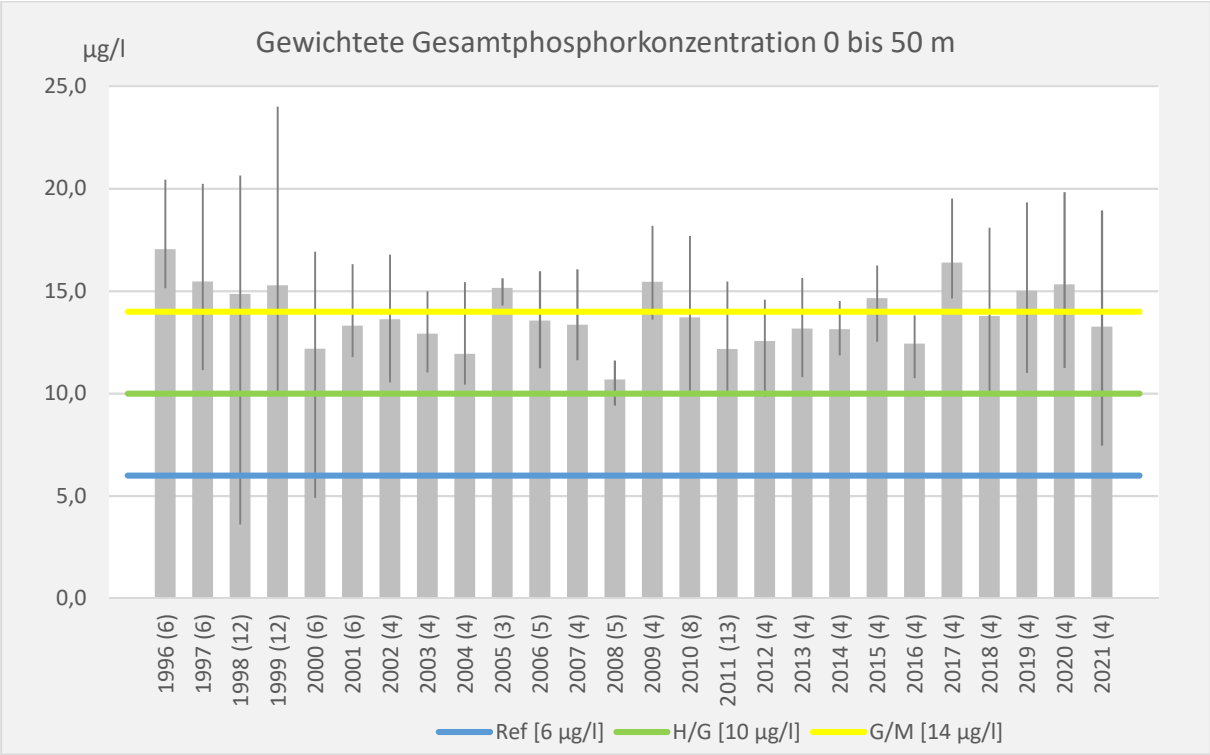


Abbildung 2: Volumsgewichtete mittlere jährliche Gesamt-Phosphor-Konzentration im Mixolimnion (0 – 50 m) bezogen auf die Klassengrenzen – (Ref = Referenz; H/G =sehr gut/gut; G/M = gut/mäßig)

4 METHODIK

4.1 AUSWAHL DER REPRÄSENTATIVEN TRANSEKTE

Zur Reduktion der Kosten und des Aufwandes wurde die Anzahl der neu zu erhebenden Transekte im Vergleich zu den 83 von der Firma Systema (Pall, 2009) erhobenen Transekten verringert. Auf eine Neuerhebung des Bewuchses mittels Echographie wurde aus den unten genannten Gründen verzichtet. Die Vergleichbarkeit der Bewertung sollte dennoch gegeben sein. Dafür wurden folgende Rahmenbedingungen definiert:

- Keine Definition neuer Transekte, sondern Selektion der Transekte aus der Erstbeobachtung 2007 (Pall, 2009)
- Möglichst verhältnismäßige Abbildung der Gesamt-EQR entsprechend der Verteilung aus Bericht (Pall, 2009)
- Berücksichtigung der EQR der einzelnen Metriken
- Abbildung aller 34 von Pall (2009) nachgewiesenen Arten in mindestens einem der ausgewählten Transekte
- Abbildung der Arten möglichst entsprechend ihrer Nachweishäufigkeit
- Bezugnahme auf die Häufigkeitsverteilung der Einzelarten
- Möglichst gleichmäßige Verteilung der Transekte entlang der Uferlinie
- Erfassung von mindestens einem Drittel der Uferlinie der homogenen Abschnitte (Pall, 2009)

Eine Bewertung anhand der Gesamt-EQR der gewählten Transekte musste stabil dem für das Jahr 2007 errechneten ökologischen Zustand entsprechen (Reichmann, 2021).

4.2 TAUCHKARTIERUNG

Die Feldarbeiten erfolgten zwischen 17. August und 1. September 2021 und entsprachen jahreszeitlich der Erhebung 2007, die im Zeitraum September 2007 durchgeführt wurde. Die Transekte wurden vom Ufer aus im rechten Winkel auf einer Breite von ca. 25 m bis zur Vegetationsgrenze betaucht. Das Kartierungsteam bestand aus 2 Tauchern und einem Bootsführer. Die Lage der 37 Transekte entsprach der Erhebung 2007 (Abb. 3).

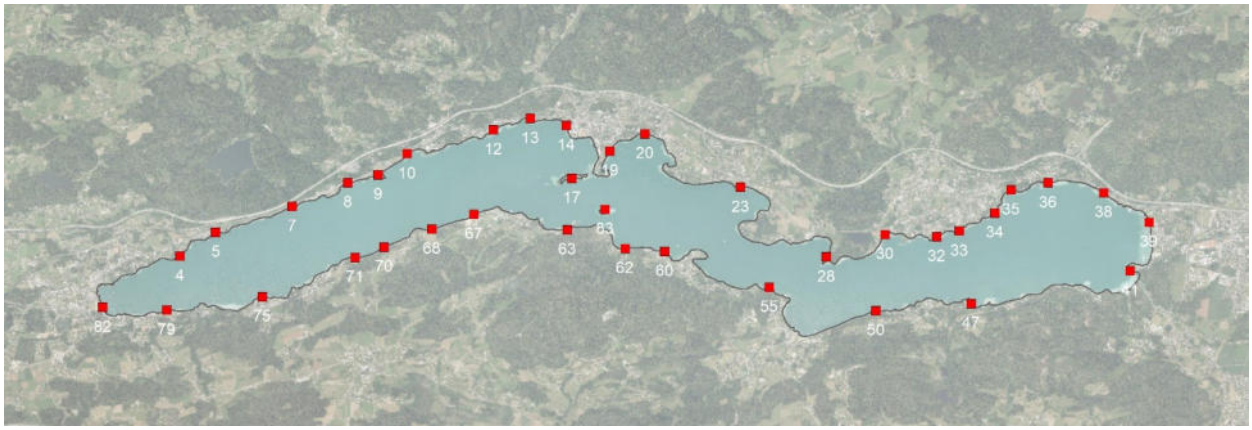


Abbildung 3: Lage der ausgewählten Transekte

4.3 AUSWERTUNG

Die Berechnung der erforderlichen Metriken für den ökologischen Zustand erfolgte gemäß dem „Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil B3-Makrophyten Version Nr.: B3-01g_MPH“ (Pall & Mayerhofer, 2015) ergänzt durch die „Makrophytenbasierte Bewertung von Seen in Österreich, SIBE“ (Pall, 2019).

Die ökologischen Zustandsklassen werden durch die Ecologial Quality Ratio (EQR) als Abweichung vom anthropogen unbeeinflussten Referenzzustand definiert.

Tabelle 2: Klassengrenzen EQR und Ökologische Zustandsklasse

EQR	Ökologische Zustandsklasse	Bezeichnung
>0,80 – 1,00	1	sehr gut
>0,60 – 0,80	2	gut
>0,40 – 0,60	3	mäßig
>0,20 – 0,40	4	unbefriedigend
≤ 0,20	5	schlecht

Zu den bereits im Jahr 2007 für den Wörthersee festgelegten Referenztransekten kamen nach SIBE (Pall, 2019) noch 4 Transekte aus dem Keutschacher und Klopeiner See hinzu.

Tabelle 3: Referenztransekte nach SIBE

See	Transekt
Wörthersee	WOE 09
	WOE 10
	WOE 12
	WOE 71
	WOE 83
Keutschacher See	KEU 01
	KEU 06
Klopeiner See	KLO 01
	KLO 02

Für den Metrik **Vegetationsdichte (VD)** wurde der Median (Vegetationsdichte [CMI_{raw}] aus den Referenztransekten von 2007 belassen. **Referenzwert SIBE: 3,80**

Der Referenzwert für die **Vegetationsgrenze** (VL) wurde als Maximum aller Werte aus den Referenztransekten festgesetzt. **Referenzwert SIBE: 13,0 m**

Der Metrik **Vegetationszonierung** (VZ) beschreibt, ob die für einen Seentyp vorgeschriebenen **zonenspezifischen Arten** in ausreichender Menge vorhanden sind. Für den Seentyp Inneralpine Becken wurden die Zonen „Characeen des Flachwassers“ (CF), „Characeen des mittleren Tiefenbereichs mit Arten des Laichkrautgürtels“ (CM) und „Characeen der Tiefe und/oder Nitella-Rasen“ (CT) bestimmt.

Tabelle 4: Zonenspezifische Arten für die Seen der Inneralpinen Becken

Zonenspezifische Arten Seentyp SIBE		
CF	**CM**	**CT**
Chara aspera		
Chara contraria	*Chara contraria*	
	Chara contraria var. hispidula	
Chara virgata/delicatula	*Chara virgata*	
		Chara globularis
	Chara intermedia	
	Chara tomentosa	
Lychnothamnus barbatus	*Lychnothamnus barbatus*	*Lychnothamnus barbatus*
		Nitella opaca
Nitellopsis obtusa	*Nitellopsis obtusa*	*Nitellopsis obtusa*
Najas intermedia	*Najas intermedia*	*Najas intermedia*
Potamogeton filiformis		
	Potamogeton gramineus	
	Potamogeton natans	

Des Weiteren werden bei der Berechnung die **allgemein-repräsentativen Arten** für die definierten Zonen der österreichischen Seen berücksichtigt, wenn in einer Zone keine zonenspezifischen Arten vorkommen.

Tabelle 5: Allgemein-repräsentative Arten für die definierten Zonen der Seen Österreichs (fett: Seentyp der Inneralpinen Becken)

Allgemein-repräsentative Arten Seen Österreichs		
CF	**CM**	**CT**
Chara aspera		
Chara contraria	***Chara contraria***	*Chara contraria*
	Chara contraria var. hispidula	
	Chara denudata	*Chara denudata*
Chara virgata/delicatula	***Chara virgata/delicatula***	
Chara filiformis	*Chara filiformis*	*Chara filiformis*
		Chara globularis
Chara hispida	*Chara hispida*	*Chara hispida*
Chara intermedia	***Chara intermedia***	*Chara intermedia*
Chara polyacantha	*Chara polyacantha*	
Chara tomentosa	***Chara tomentosa***	
Lychnothamnus barbatus	***Lychnothamnus barbatus***	***Lychnothamnus barbatus***
		Nitella opaca
	Nitellopsis obtusa	***Nitellopsis obtusa***
Littorella uniflora		
	Potamogeton alpinus	
Potamogeton filiformis		
	Potamogeton gramineus	
Ranunculus confervoides	*Ranunculus confervoides*	
		Scorpidium turgescens
		Tolypella glomerata

Jede typspezifische zu erwartende Vegetationszone wird separat geprüft und gegebenenfalls **Reduktionswerte (rv)** vergeben. Abweichend vom Leitfaden wurden für den Metrik Vegetationszonierung die Abzugswerte nach SIBE berücksichtigt.

Tabelle 6: Ermittlung der Reduktionswerte nach SIBE

Bedingung	**rv**
Keine Arten in allen Vegetationszonen	1,0
$CMI_{A\ Zone}$ der zonenspezifischen Arten in der Vegetationszone ≥ 3	0,0
$CMI_{A\ Zone}$ der zonenspezifischen Arten in der Vegetationszone > 0 &< 3	0,1
$CMI_{A\ Zone}$ der zonenspezifischen Arten in der Vegetationszone 0 und allgemein repräsentative Arten innerhalb der Vegetationszone vorhanden	0,2
$CMI_{A\ Zone}$ der zonenspezifischen Arten in der Vegetationszone 0 und **keine** allgemein repräsentative Arten innerhalb der Vegetationszone vorhanden.	0,3
Keine Arten in der aktuellen Vegetationszone	0,3

Referenzwert SIBE: rv = 0, alle Zonen CF, CM und CT sind in ausreichender Dichte (CMI ≥ 3) von den jeweiligen zonenspezifischen Arten besiedelt

Für den Metrik Trohieindikation wurde für die Seen der Inneralpinen Becken als Referenzzustand oligo-mesotrophe Bedingungen angenommen.

Tabelle 7: Indikationswerte für die eingestuften Arten (Pall & Pall 2019 n prep.)

Art	**Index**	**Art**	**Index**
Ceratophyllum demersum	5	*Littorella uniflora*	*2*
Chara aspera	1,5	*Potamogeton alpinus*	*2*
Chara contraria	2,5	*Potamogeton berchtoldii*	*3,5*
Chara contraria var. hispidula	1,5	*Potamogeton crispus*	*4,5*
Chara virgata	1,5	*Potamogeton filiformis*	*2*
Chara globularis	2	*Potamogeton friesii*	*5*
Chara hispida	1	*Potamogeton gramineus*	*2*
Chara intermedia	1	*Potamogeton lucens*	*3,5*
Chara polyacantha	1	*Potamogeton pectinatus*	*4*
Chara rudis	1	*Potamogeton perfoliatus*	*3*
Chara strigosa	1	*Potamogeton praelongus*	*2,5*
Chara tomentosa	2	*Potamogeton pusillus*	*3*
Elodea canadensis	4,5	*Potamogeton trichoides*	*4*
Elodea nuttallii	3	*Potamogeton natans*	*2,5*
Hippuris vulgaris	4	*Potamogeton nodosus*	*5*
Lagarosiphon major	4,5	*Potamogeton obtusifolius*	*4,5*
Lemna minor	5	*Ranunculus circinatus*	*4,5*
Nitella opaca	1,5	*Ranunculus confervoides*	*2*
Nitellopsis obtusa	2,5	*Ranunculus trichophyllus*	*4,5*
Myriophyllum spicatum	3	*Tolypella glomerata*	*2*
Myriophyllum verticillatum	3,5	*Utricularia australis*	*3*
Najas marina	4	*Zannichellia palustris*	*5*
Najas intermedia	2,5		

Als Grenze zwischen dem oligo- und oligo-mesotrohen Zustand wurde nach SIBE ein **Makrophytenindex von 2,0** als Referenzwert festgelegt.

Die konkrete **Artenzusammensetzung** (SC Species Composition) der einzelnen Transekte wird mit jener der Referenztransekte verglichen. Die bisherigen Referenztransekte des Wörthersees wurden nach SIBE mit den Referenztransekten des Klopeiner Sees und des Keutschacher Sees ergänzt.

Tabelle 8: Artenaustattung der Referenztransekte (SIBE) zur Ermittlung der Sörensen Distanz (Wörthersee - Aufnahme 2007, Klopeiner See und Keutschacher See – Aufnahme 2017)

	SIBE Ref 01	**SIBE Ref 02**	**SIBE Ref 03**	**SIBE Ref 04**	**SIBE Ref 05**	**SIBE Ref 06**	**SIBE Ref 07**	**SIBE Ref 08**	**SIBE Ref 09**
Art	**WOE 83**	**WOE 09**	**WOE 10**	**WOE 12**	**WOE 71**	**KEU 01**	**KEU 06**	**KLO 01**	**KLO 02**
Chara aspera						2	3		
Chara contraria	3	1	2		3	3	2	3	3
Chara contraria var. *hispidula*								2	2
Chara virgata/delicatula	1		2						
Chara globularis	2				2	2	2	3	3
Chara gymnophylla					2				
Chara intermedia			1	2	2				
Chara tomentosa		1					2		
Lychnothamnus barbatus					3				
Myriophyllum spicatum	3	2	2		3	2		2	3
Najas intermedia	4	4	4	2	4	2	2		
Nitellopsis obtusa	3	2	2	2		3	1		1
Nitella opaca	2		2				2		
Nymphaea alba			1				3		
Potamogeton alpinus								2	
Potamogeton filiformis	1		3	2			2		
Potamogeton gramineus						2	2		
Potamogeton natans									1
Potamogeton pectinatus				1			1		
Potamogeton perfoliatus								1	
Potamogeton pusillus	2		2	2				2	1

Für den Metrik **Artenzusammensetzung (SC)** wird die **Sörensen Distanz (SD)** zwischen dem untersuchtem Transekt und dem Referenztransekt verglichen: **SIBE Referenzwert SD = 0**.

Die Berechnung des EQR-Wertes beruht auf dem Vergleich mit jenem Referenztransekt, bei dem die Abweichung am geringsten ist.

Tabelle 9: Referenztransekte mit der geringsten Abweichung hinsichtlich Artenzusammensetzung

Transekt	Referenztransekt	Transekt	Referenztransekt
4	WOE 09	36	WOE 09
5	WOE 09	38	WOE 83, 10
7	WOE 09	39	WOE 09
8	WOE 09	41	KLO 02
9	WOE 09	47	WOE 83, 9, 10
10	WOE 09	50	WOE 09
12	WOE 09	55	WOE 09
13	WOE 09	60	WOE 09
14	KLO 02	62	WOE 09
17	WOE 09	63	WOE 09
19	WOE 09	67	KLO 01
20	KLO 02	68	WOE 09
23	WOE 83	70	WOE 09
28	WOE 09	71	WOE 09
30	KLO 02	75	WOE 09
32	WOE 09	79	WOE 09
33	WOE 09	82	KLO 02
34	WOE 09	83	WOE 09
35	WOE 10		

5 BEWERTUNGSERGEBNISSE GESAMTSEE

Die Auswertung der 37 im Jahr 2021 betauchten Transekte ergab für den Wörthersee einen Gesamt-EQR von 0,59 und entsprach einem „mäßigen“ ökologischen Zustand. Der Wert liegt knapp an der Klassengrenze zum guten Bereich. 55 % der, den zugehörigen Uferlinienlängen, Uferlinie wurden dem „mäßigen“ und 44 % dem“ guten“ Bereich zugeordnet. 1 % repräsentierte die „unbefriedigende“ Zustandsklasse.

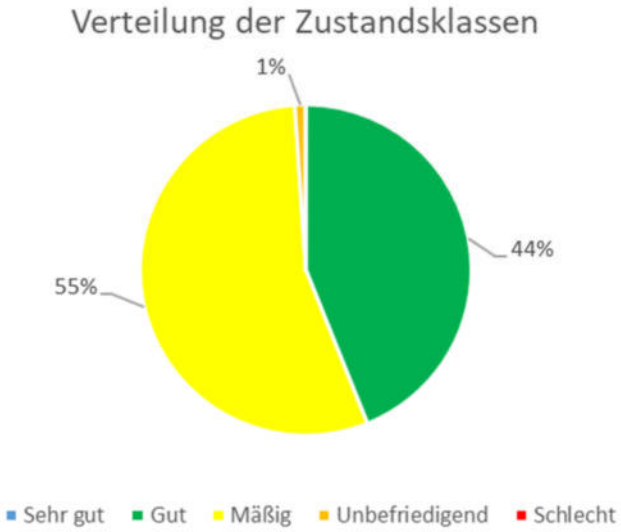
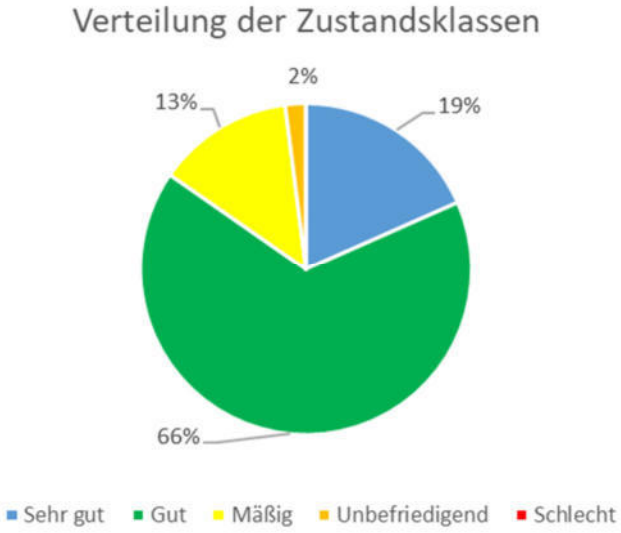
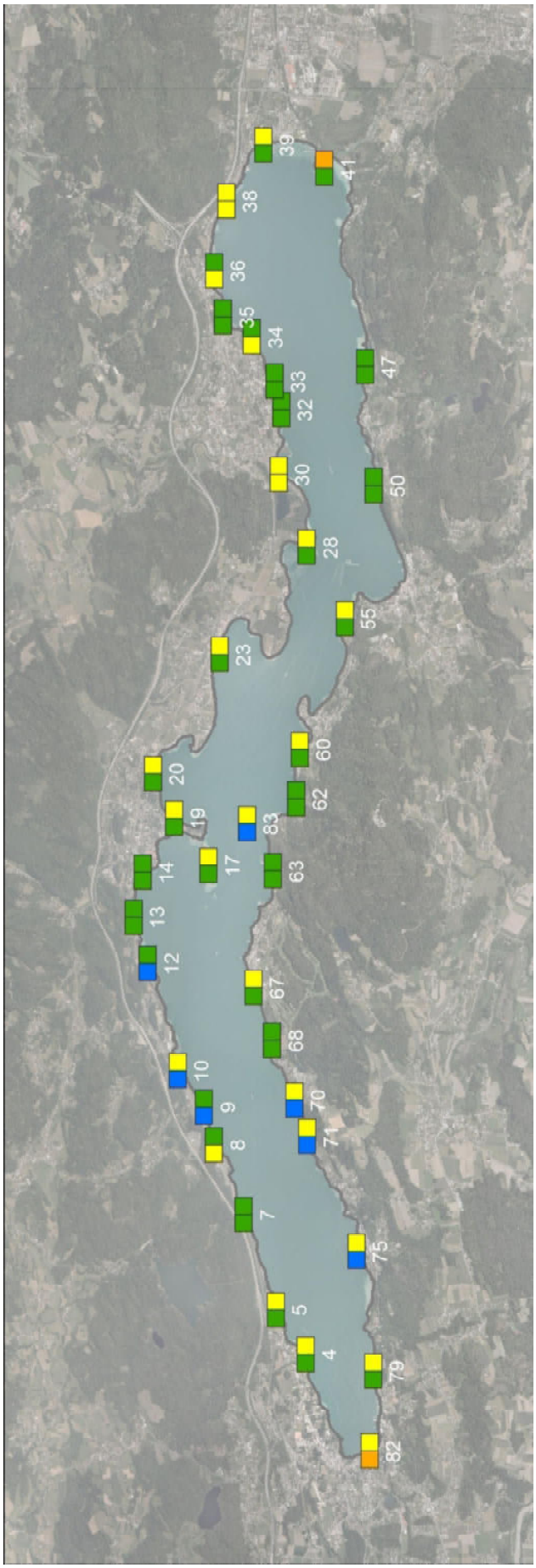
Ökologische Zustandsklasse 2021	**mäßig**
	**Gesamt-EQR 0,59**
Ökologische Zustandsklasse 2007	**gut**
	**Gesamt-EQR 0,71**

Abbildung 4: Prozentuale Anteile der Zustandsklassen gewichtet an der Uferlinie 2007 und 2021

Insgesamt entsprachen die 2021 bearbeiteten 37 Transekte 47 % der Uferlänge. Die Berechnung der 37 Transekte für das Jahr 2007 ergab einen Gesamt-EQR-Wert von 0,71 und lag im „guten“ Bereich. 66 % der Uferlinie entsprachen der „guten“ Zustandsklasse, während 19 % den „sehr guten“ Zustand repräsentierten. Nur 13 % lagen im „mäßigen“ Bereich, 2 % zeigten deutliche Defizite an. Die Abweichung des Gesamt-EQR-Wertes für den Gesamtsee 0,71 zum Ergebnis (0,73) der Erstbeobachtung (Pall, 2009) ergibt sich durch die Anpassung der Berechnung an die Definition von Referenzbedingungen für die Seen der Inneralpinen Becken – SIBE (Pall, 2009).



MS_BEZ	TR - 2007	TR - 2021
WOE04	0,67	0,59
WOE05	0,69	0,55
WOE07	0,72	0,61
WOE08	0,58	0,67
WOE09	0,83	0,61
WOE10	0,95	0,58
WOE12	0,82	0,75
WOE13	0,78	0,64
WOE14	0,79	0,61
WOE17	0,76	0,59
WOE19	0,66	0,51
WOE20	0,66	0,58
WOE23	0,70	0,60
WOE28	0,65	0,54
WOE30	0,51	0,59
WOE32	0,79	0,62
WOE33	0,71	0,63
WOE34	0,50	0,64
WOE35	0,61	0,61
WOE36	0,58	0,65
WOE38	0,59	0,60
WOE39	0,76	0,60
WOE41	0,63	0,39
WOE47	0,79	0,77
WOE50	0,73	0,65
WOE55	0,79	0,58
WOE60	0,73	0,54
WOE62	0,77	0,71
WOE63	0,63	0,64
WOE67	0,75	0,42
WOE68	0,76	0,61
WOE70	0,82	0,48
WOE71	0,86	0,47
WOE75	0,82	0,58
WOE79	0,72	0,44
WOE82	0,38	0,54
WOE83	0,90	0,58

Abbildung 5: Vergleich der Transektbewertungen 2007 und 2021

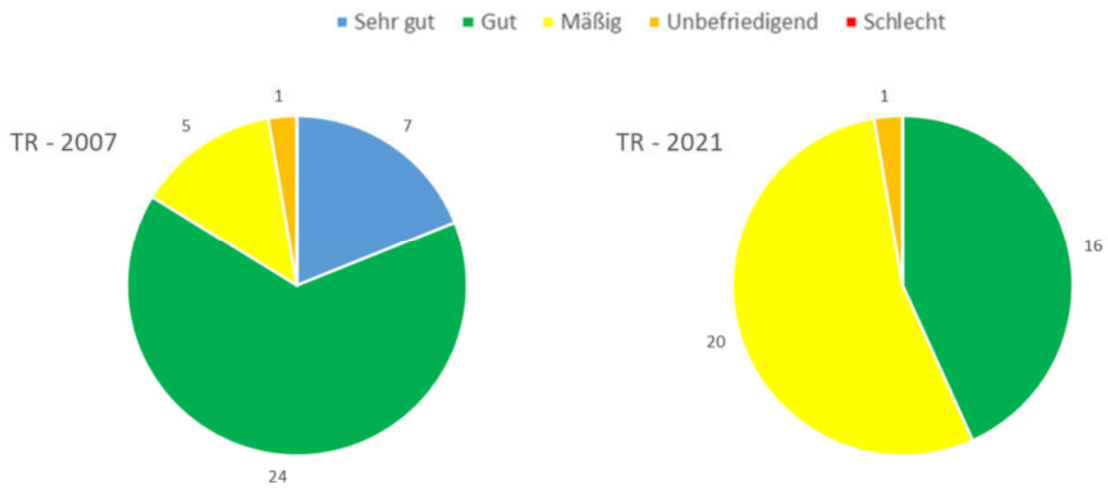


Abbildung 6: EQR-Werte der Einzeltransekte im Vergleich 2007 und 2021

Die Veränderung der Zustandsklasse bezogen auf die Gesamt-EQR-Werte der einzelnen 37 Transekte wird in Abbildung 6 dargestellt.

Während 2007 7 Transekte dem „sehr guten“ Zustand zugewiesen werden konnten, war 2021 kein Transekt im „sehr guten“ Zustand.

Die gute Zustandsklasse war 2007 mit 24 Transekten vertreten, 2021 wurde für 16 Probestellen ein „guter“ Bereich berechnet.

Dem „mäßigen“ Zustand entsprachen 2007 5 und 2021 20 Transekte. In beiden Untersuchungsjahren wurde je 1 Transekt mit „unbefriedigend“ bewertet, die von der Lage her nicht übereinstimmen.

Von den 2007 mit „sehr gut“ bewerteten 7 Transekte fielen 2 in die „gute“ und 5 in den „mäßigen“ Bereich.

Die 2007 mit „gut“ eingestuften 24 Probestellen veränderten sich 2021 in Richtung „mäßig“ (12) und „unbefriedigend“ (1), 11 Transekte blieben in der „guten“ Zustandsklasse.

Von den 5 „mäßig“ eingestuften Transekten verbesserten sich 3 Probestellen in Richtung „gute“ Zustandsklasse, während 2 Transekte unverändert „mäßig“ blieben.

Der 2007 mit „unbefriedigend“ bewertete Transekt 82 verbesserte sich 2021 auf „mäßig“.

Auffallend ist die Veränderung der Referenztransekte. Die Transekte 9 und 12 änderten sich von „sehr gut“ auf „gut“. Die Transekte 10, 71 und 83 verschlechterten sich um 2 Stufen und entsprachen 2021 der „mäßigen“ Zustandsklasse.

6 BEWERTUNGSERGEBNISSE EINZELMETRIKEN

Die Veränderung des Makrophytenbestandes in Hinblick auf die Einzelmetriken Vegetationsdichte (VD), Vegetationsgrenze (VL), Vegetationszonierung (VZ), Trophieindex (TI) und Artenzusammensetzung (SC) sowie in Bezug auf die Gesamttransekte (TR) wird im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre deutlich.

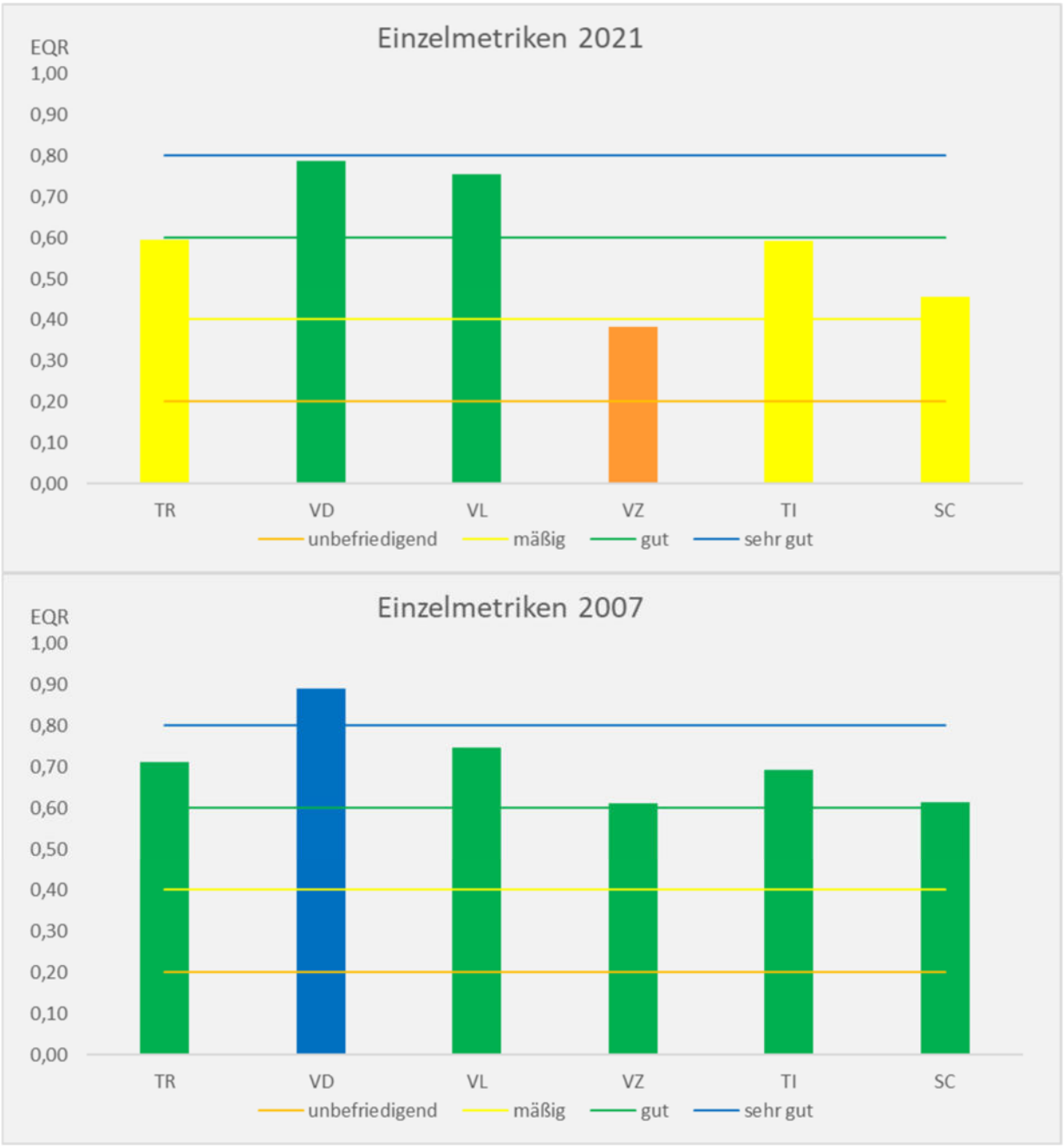


Abbildung 7: Vergleich der Einzelmetriken 2021 und 2007 gewichtet auf die Uferlinie

2021 entsprach kein Metrik dem „sehr guten“ Bereich. Vegetationsdichte und Vegetationstiefe gaben den „guten“ Zustand wieder, während Trophieindex und Artenzusammensetzung in den „mäßigen“ Bereich fielen. Der Metrik Vegetationszonierung zeigte „unbefriedigende“ Verhältnisse an und die Gesamtbewertung ergab knapp den „mäßigen“ Zustand für das Qualitätselement Makrophyten.

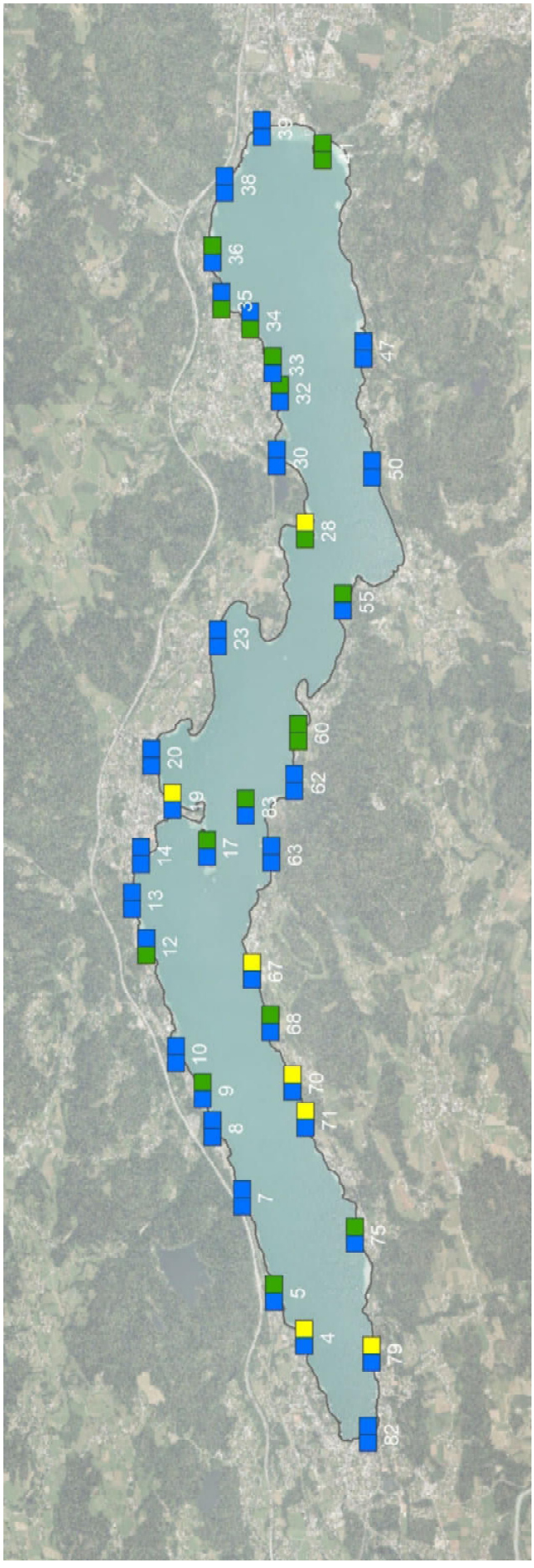
Mit einer Vegetationsdichte im „sehr guten“ Bereich und den Metriken Vegetationstiefe, Vegetationszonierung, Trophieindex und Artenzusammensetzung in der „guten“ Zustandsklasse wurde 2007 die „gute“ ökologische Zustandsklasse für den Gesamtsee ermittelt.

Die größte Veränderung wurde für den Metrik Vegetationszonierung errechnet. Während der EQR-Wert 2007 mit 0,61 knapp innerhalb der „guten“ Zustandsklasse lag, wurde 2021 ein EQR-Wert von 0,38 („unbefriedigender“ Zustand) ermittelt.

Tabelle 10: EQR-Werte im Jahr 2021 im Vergleich zu 2007 mit 37 und 83 Transekten

	T37 (2021) SIBE	T37 (2007) SIBE	T83 (2007) SIBE
Gesamt	0,59	0,71	0,71
VD	0,79	0,89	0,89
VL	0,75	0,75	0,75
VZ	0,38	0,61	0,63
TI	0,59	0,69	0,70
SC	0,45	0,62	0,60

6.1 VEGETATIONSDICHTE



MS_BEZ	VD - 2007	VD - 2021
WOE04	0,92	0,60
WOE05	0,87	0,79
WOE07	0,90	0,96
WOE08	0,91	0,95
WOE09	0,86	0,74
WOE10	1,00	0,82
WOE12	0,71	0,93
WOE13	0,97	0,99
WOE14	1,00	0,85
WOE17	0,97	0,72
WOE19	0,87	0,58
WOE20	0,90	0,84
WOE23	0,97	0,91
WOE28	0,71	0,59
WOE30	0,84	0,88
WOE32	0,98	0,63
WOE33	0,91	0,72
WOE34	0,74	0,95
WOE35	0,73	0,91
WOE36	0,93	0,79
WOE38	0,96	0,82
WOE39	0,90	0,88
WOE41	0,77	0,76
WOE47	0,90	0,98
WOE50	0,95	0,97
WOE55	0,93	0,67
WOE60	0,77	0,69
WOE62	0,95	0,90
WOE63	0,85	0,86
WOE67	0,98	0,46
WOE68	0,99	0,75
WOE70	0,98	0,55
WOE71	0,96	0,59
WOE75	0,94	0,63
WOE79	0,87	0,52
WOE82	0,86	0,81
WOE83	0,98	0,79

Abbildung 8: Vegetationsdichte im Vergleich 2007 und 2021

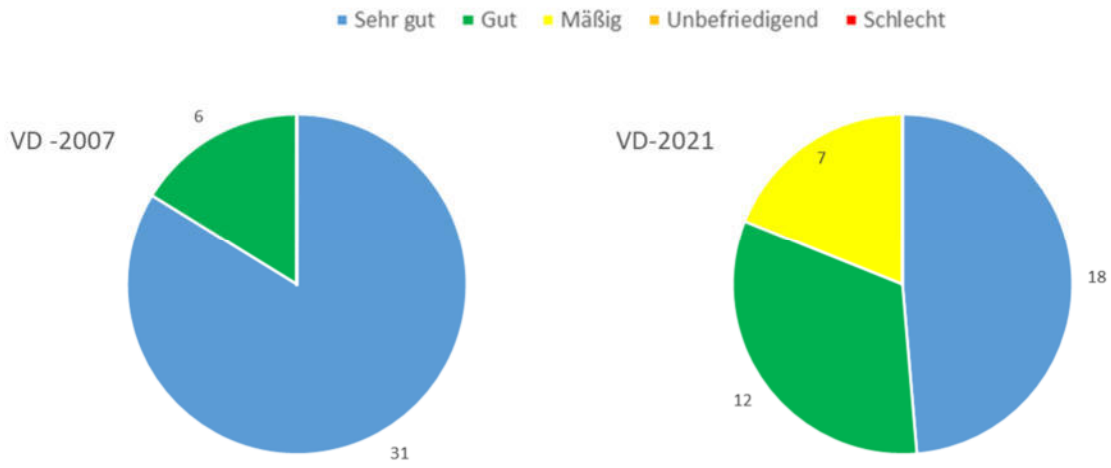


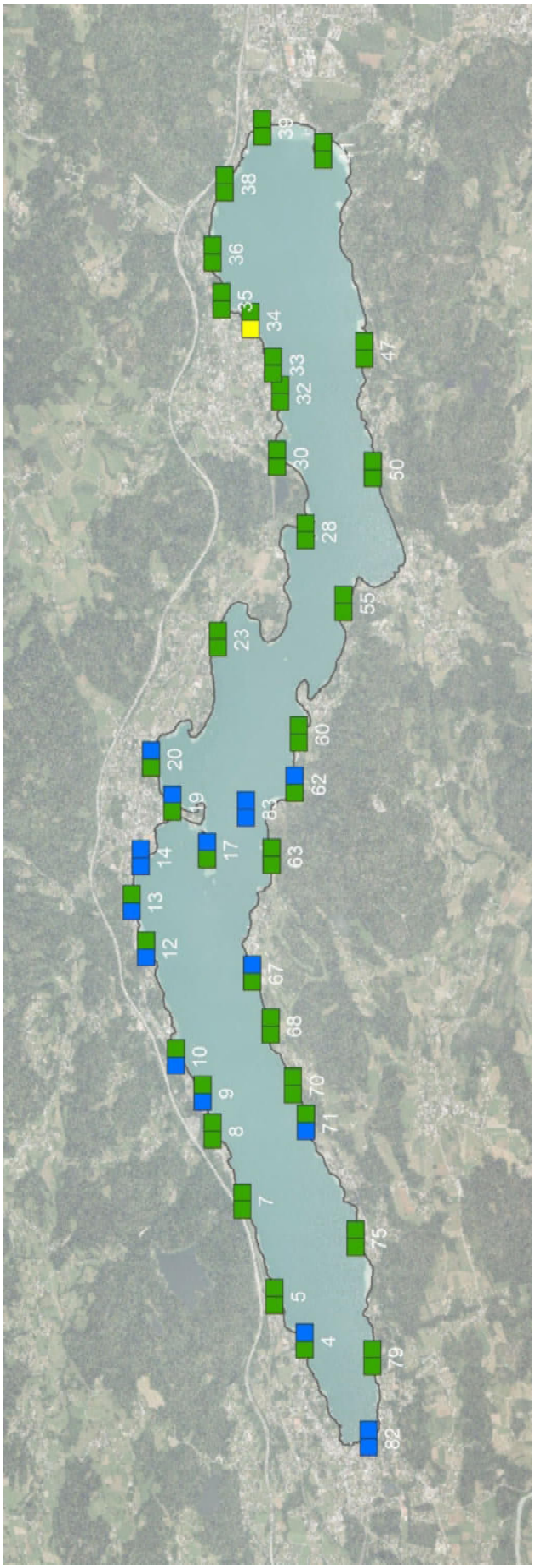
Abbildung 9: Vegetationsdichte - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021

2007 entsprachen 31 Transekte hinsichtlich ihrer Pflanzendichte dem „sehr guten“ und 6 Stellen dem „guten“ Zustand. 2021 wurden noch 18 Transekte mit „sehr gut“ bewertet, 12 lagen in der „guten“ Zustandsklasse und 7 Stellen waren im „mäßigen“ Bereich.

Die Vegetationsdichte wird durch Uferverbau, künstliche Wasserstandsschwankungen und Wellenbelastung vermindert. Eine erhöhte Nährstoffsituation kann die Pflanzenentwicklung in beide Richtungen beeinflussen (Pall, 2009). Diese Komponente reagiert im Gegensatz zu anderen Metriken relativ rasch auf Trophieänderungen.

Vor allem auf der Südseite der Veldener Bucht verschlechterte sich der Pflanzenbewuchs (VD)von der „sehr guten“ in die „gute“ bzw. „mäßige“ Zustandsklasse.

6.2 VEGETATIONSGRENZE



MS_BEZ	VL - 2007	VL - 2021
WOE04	0,73	0,80
WOE05	0,70	0,63
WOE07	0,70	0,76
WOE08	0,70	0,79
WOE09	0,89	0,79
WOE10	0,88	0,73
WOE12	0,90	0,73
WOE13	0,90	0,67
WOE14	0,89	0,84
WOE17	0,70	0,87
WOE19	0,66	0,81
WOE20	0,67	0,85
WOE23	0,67	0,72
WOE28	0,73	0,67
WOE30	0,70	0,75
WOE32	0,73	0,73
WOE33	0,73	0,73
WOE34	0,59	0,79
WOE35	0,73	0,73
WOE36	0,63	0,67
WOE38	0,76	0,73
WOE39	0,80	0,79
WOE41	0,79	0,73
WOE47	0,75	0,76
WOE50	0,63	0,67
WOE55	0,79	0,73
WOE60	0,66	0,71
WOE62	0,75	0,84
WOE63	0,74	0,78
WOE67	0,76	0,84
WOE68	0,79	0,78
WOE70	0,76	0,73
WOE71	0,84	0,70
WOE75	0,79	0,70
WOE79	0,67	0,67
WOE82	0,83	0,89
WOE83	0,84	0,93

Abbildung 10. Vegetationsgrenze im Vergleich 2007 und 2021

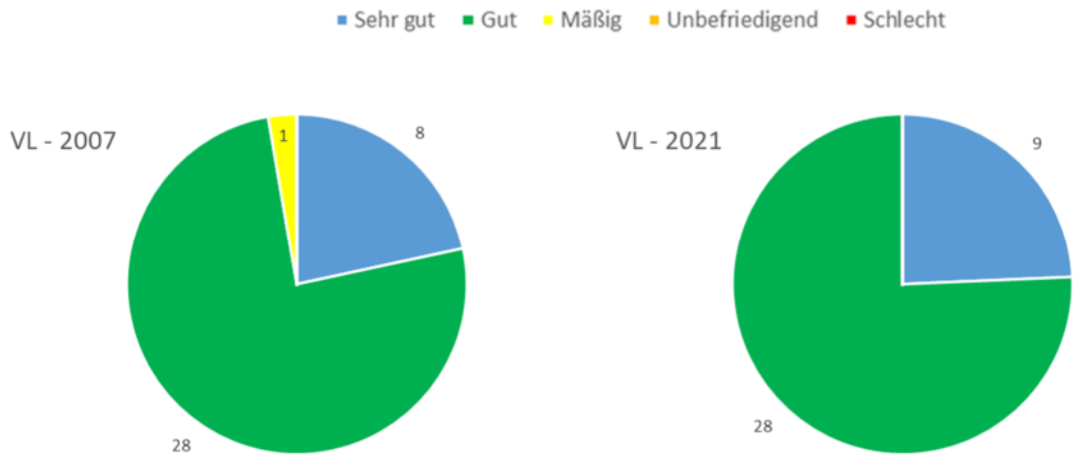


Abbildung 11: Vegetationsgrenze - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021

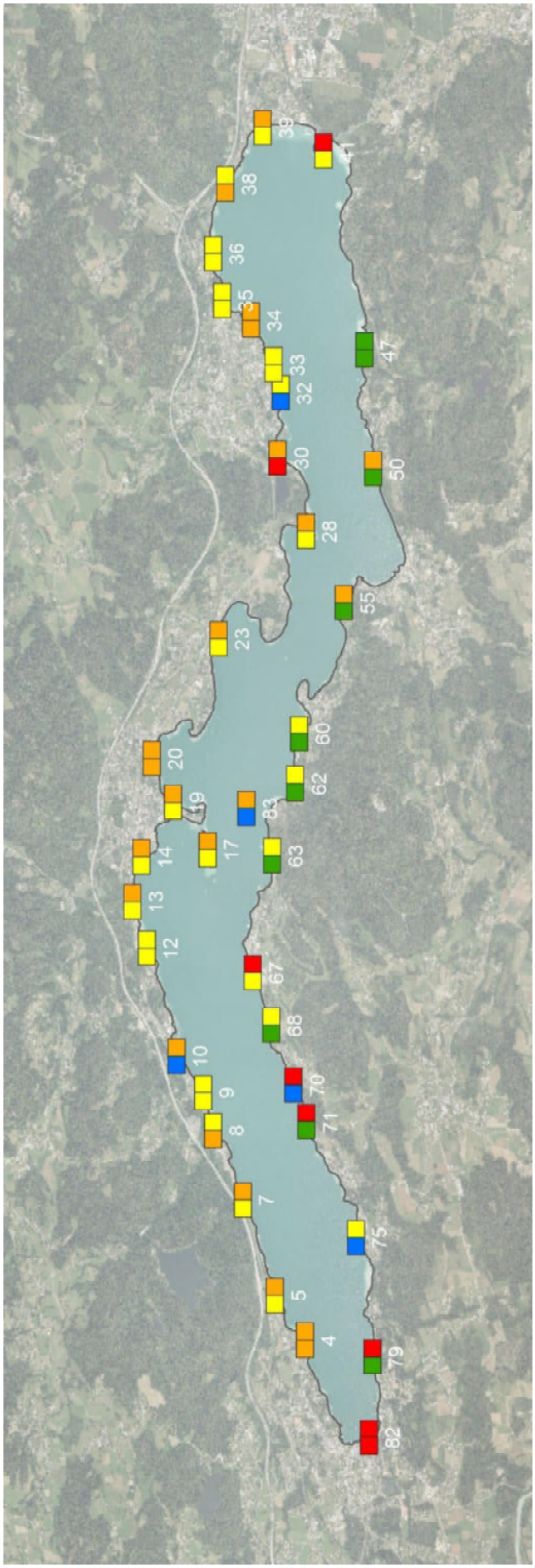
Der von Makrophyten besiedelte Tiefenbereich wird durch die Lichtverfügbarkeit bestimmt, die abhängig von den Trophieverhältnissen durch Phytoplankton oder anorganischen Teilchen getrübt sein kann. Wie die Vegetationsdichte passt sich die Vegetationsgrenze rasch an wechselnde Nährstoffsituationen an (Pall, 2015).

Die Vegetationsgrenze blieb von allen 5 Kenngrößen im Vergleich zu 2007 nahezu unverändert. 28 Transekte blieben in der „guten“ Zustandsklasse. 9 Transekte entsprachen dem „sehr guten“ Bereich. Der 2007 mit „mäßig“ bewertete Transekt 34 verbesserte sich mit einem EQR-Wert von 0,59 knapp im „mäßigen“ Bereich auf 0,79 (2021) in die „gute“ Zustandsklasse.

Die Transekte 4, 17, 19, 20, 62 und 67 verbesserten sich von „gut“ auf „sehr gut“.

In einzelnen Transekten auf der Nordseite (9, 10, 12 und 13) und auf der Südseite (71) der Veldener Bucht verringerte sich die maximale Bewuchstiefe.

6.3 VEGETATIONSZONIERUNG



MS_BEZ	VZ - 2007	VZ - 2021
WOE04	0,40	0,30
WOE05	0,60	0,30
WOE07	0,60	0,30
WOE08	0,30	0,60
WOE09	0,60	0,50
WOE10	1,00	0,30
WOE12	0,60	0,60
WOE13	0,60	0,40
WOE14	0,60	0,30
WOE17	0,60	0,30
WOE19	0,60	0,30
WOE20	0,40	0,30
WOE23	0,60	0,30
WOE28	0,60	0,30
WOE30	0,10	0,30
WOE32	0,90	0,50
WOE33	0,60	0,50
WOE34	0,30	0,40
WOE35	0,50	0,60
WOE36	0,60	0,60
WOE38	0,40	0,50
WOE39	0,60	0,30
WOE41	0,60	0,10
WOE47	0,70	0,80
WOE50	0,70	0,30
WOE55	0,80	0,30
WOE60	0,80	0,50
WOE62	0,80	0,60
WOE63	0,70	0,50
WOE67	0,60	0,10
WOE68	0,80	0,50
WOE70	0,90	0,20
WOE71	0,70	0,10
WOE75	0,90	0,50
WOE79	0,70	0,10
WOE82	0,10	0,10
WOE83	0,90	0,30

Abbildung 12: Vegetationszonierung im Vergleich 2007 und 2021

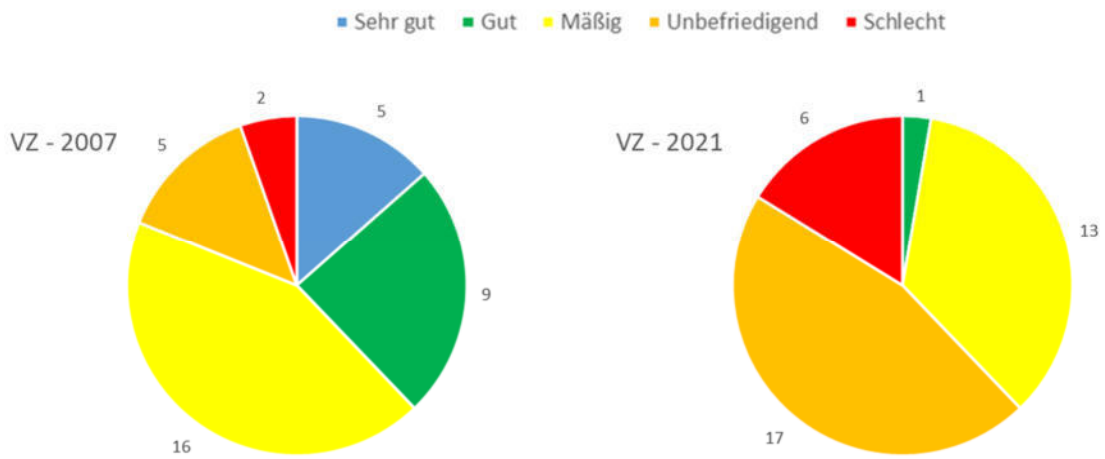


Abbildung 13: Vegetationszonierung - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021

Die für den Seentyp erforderlichen Zonen wurden mit „Characeen des Flachwassers“ (CM), „Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit Arten des Laichkrautgürtels“ (CM) und „Characeen der Tiefe und/oder Nitella-Rasen“ (CT) mit jeweils zonenspezifischen Arten festgelegt. Ergänzend werden in die Berechnung die „allgemein-repräsentativen Arten für den Seentyp Inneralpine Becken“ berücksichtigt (Pall, 2019).

Der Metrik Vegetationszonierung ist die am „schlechtesten“ bewertete Kenngröße und zeigte in der Gesamtbewertung den „unbefriedigenden“ Zustand an. Die Südseite der Veldener Bucht wies hinsichtlich der zonenspezifischen Arten die größten Defizite auf. Neben dem Referenztransekt 71 fielen die Transekte 70 und 79 von „gut“ und der Transekt 67 von „mäßig“ in die „schlechte“ Zustandsklasse.

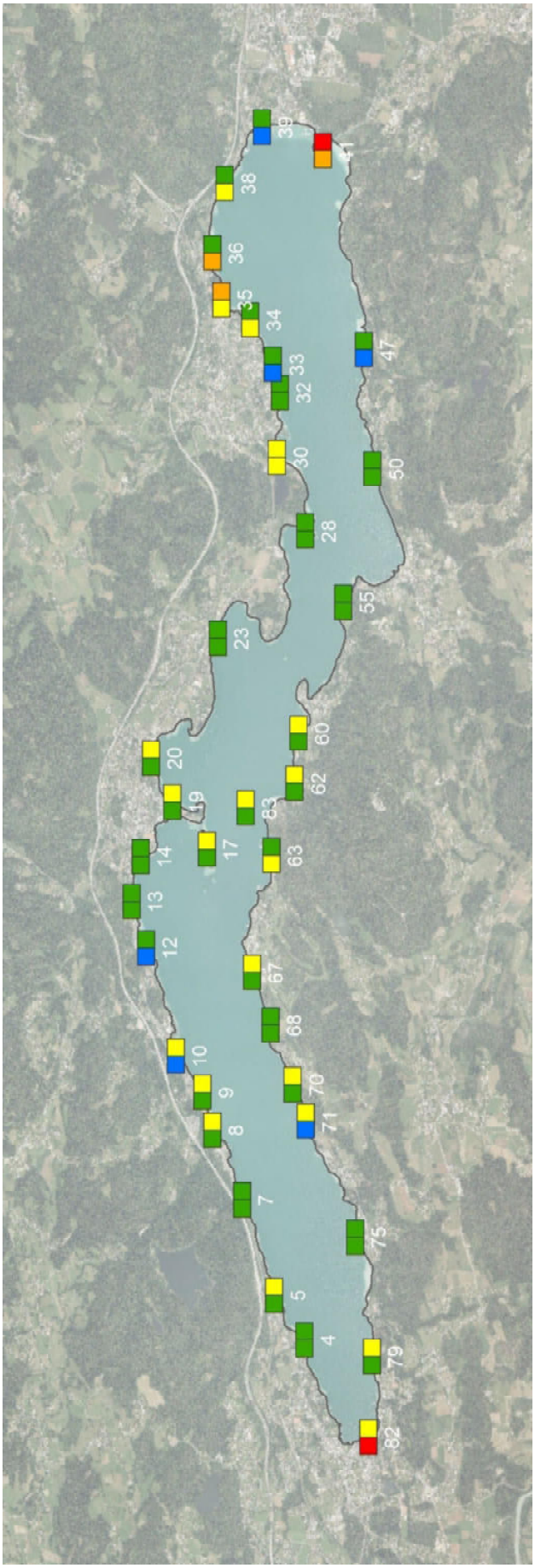
In Velden entsprach der Transekt 82 unverändert dem „schlechten“ Zustand.

Von „mäßig“ auf „schlecht“ veränderte sich außerdem die Zonierung im Transekt 41 im Bereich des Lendkanales.

Da *Najas intermedia* in allen drei vorgegebenen Tiefenbereichen als zonenspezifische Art gilt, führte die Artverschiebung zu *Myriophyllum spicatum* zusammen mit dem Defizit an zonenspezifischen Characeen-Arten zu einer Verschlechterung dieser Kenngröße.

Störungen der Zonierung können Hinweise auf lokal begrenzte Uferverbauung, erhöhte Wellendynamik durch Schifffahrt oder veränderte Trophiebedingungen sein. Die Vegetationszonierung (Pall, 2009) ist eine langsam reagierende Komponente, die sich erst nach und nach an die vorherrschenden Bedingungen anpasst.

6.4 TROPHISCHE INDIKATION



MS_BEZ	TI - 2007	TI - 2021
WOE04	0,75	0,69
WOE05	0,70	0,56
WOE07	0,78	0,62
WOE08	0,60	0,50
WOE09	0,78	0,44
WOE10	0,85	0,53
WOE12	0,90	0,74
WOE13	0,68	0,68
WOE14	0,73	0,63
WOE17	0,73	0,58
WOE19	0,66	0,58
WOE20	0,72	0,55
WOE23	0,66	0,61
WOE28	0,75	0,63
WOE30	0,56	0,60
WOE32	0,75	0,69
WOE33	0,80	0,64
WOE34	0,45	0,63
WOE35	0,60	0,37
WOE36	0,39	0,68
WOE38	0,41	0,62
WOE39	0,93	0,60
WOE41	0,38	0,07
WOE47	0,88	0,74
WOE50	0,69	0,64
WOE55	0,77	0,63
WOE60	0,73	0,46
WOE62	0,73	0,60
WOE63	0,51	0,66
WOE67	0,75	0,50
WOE68	0,71	0,61
WOE70	0,78	0,60
WOE71	0,82	0,60
WOE75	0,75	0,65
WOE79	0,73	0,60
WOE82	0,09	0,60
WOE83	0,79	0,46

Abbildung 14:Trohieindikation im Vergleich 2007 und 2021

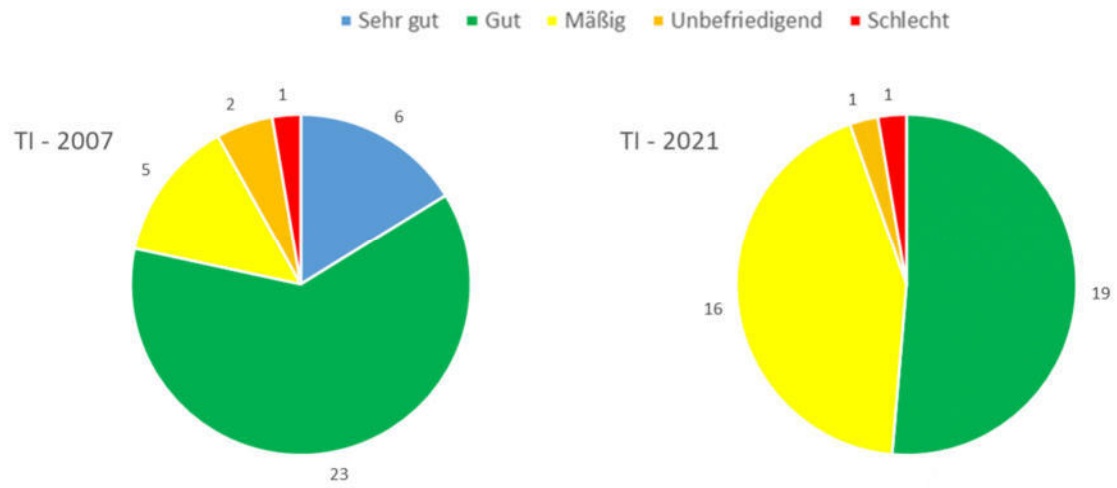


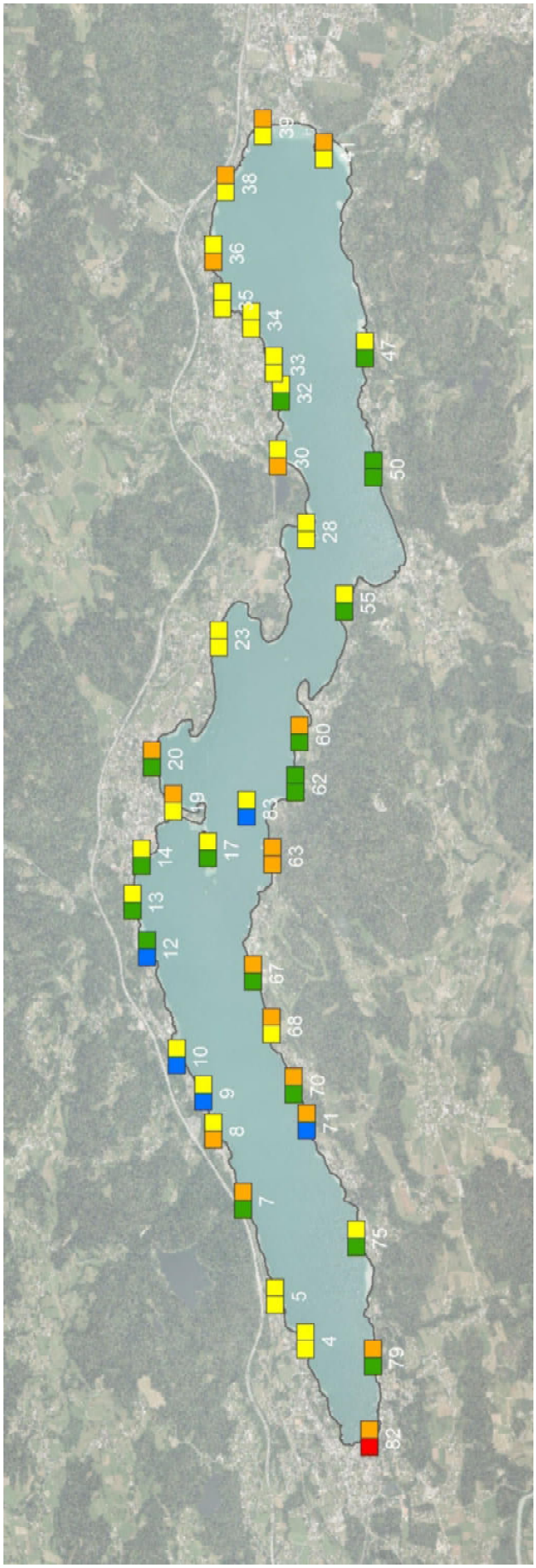
Abbildung 15: Trophieindex - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021

Die eingestuften Arten des Metrik Trophie-Indikation geben Aufschluss über die trophischen Verhältnisse des Gewässers im Uferbereich, wenn sich Sediment und Wasserkörper im Gleichgewicht befinden. Bei Änderungen der Nährstoffverhältnisse reagieren Makrophyten verzögert. (Pall, 2009)

2021 wurde für 19 Transekte die „gute“ Zustandsklasse ermittelt, 16 Stellen wurden mit „mäßigem“ Zustand bewertet und jeweils 1 Transekt entsprachen dem „unbefriedigenden“ und „schlechten“ Zustand.

Zurückzuführen war die Verschlechterung der Kenngröße auf die Zunahme von *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton nodosus* und *Myriophyllum spicatum*, das mit einem leicht höheren Index (3) als *Najas intermedia* (Index 2,5) eine höhere Nährstoffsituation indizierte.

6.5 ARTENZUSAMMENSETZUNG



Zustandsklassen

- sehr gut
- gut
- mäßig
- unbefriedigend
- schlecht

Jahr 2007 (links)/Jahr 2021 (rechts)

MS_BEZ	SC - 2007	SC - 2021
WOE04	0,55	0,53
WOE05	0,57	0,47
WOE07	0,63	0,40
WOE08	0,40	0,52
WOE09	1,00	0,56
WOE10	1,00	0,53
WOE12	1,00	0,75
WOE13	0,76	0,53
WOE14	0,73	0,42
WOE17	0,80	0,48
WOE19	0,53	0,29
WOE20	0,63	0,38
WOE23	0,59	0,44
WOE28	0,44	0,50
WOE30	0,35	0,42
WOE32	0,61	0,53
WOE33	0,52	0,53
WOE34	0,44	0,42
WOE35	0,50	0,42
WOE36	0,33	0,53
WOE38	0,41	0,31
WOE39	0,59	0,40
WOE41	0,60	0,31
WOE47	0,71	0,55
WOE50	0,67	0,67
WOE55	0,68	0,59
WOE60	0,67	0,33
WOE62	0,62	0,63
WOE63	0,37	0,40
WOE67	0,67	0,22
WOE68	0,50	0,40
WOE70	0,69	0,31
WOE71	1,00	0,33
WOE75	0,73	0,44
WOE79	0,65	0,33
WOE82	0,00	0,32
WOE83	1,00	0,42

Abbildung 16: Artenzusammensetzung im Vergleich 2007 und 2021

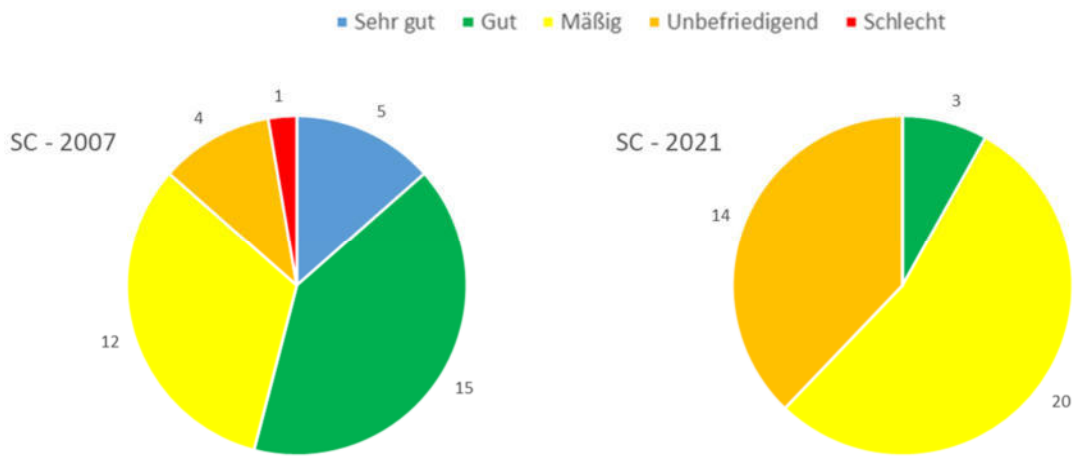


Abbildung 17: Artenzusammensetzung - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021

Die konkrete Artengemeinschaft wird mit der Zusammensetzung aller Referenztransekte der inneralpinen Becken verglichen. Für den Wörthersee wurden als Referenztransekte die Stellen 9, 10, 12, 71 und 83 der Aufnahme 2007 definiert (Pall, 2019). Wie die Vegetationszonierung und der Trophieindex passt sich die Artenzusammensetzung nur langsam neuen Bedingungen an.

2021 entsprachen nur 3 Transekte dem „guten“ Zustand, 20 Transekte wurden mit ,“mäßigem“ Zustand bewertet und 14 Transekte fielen in die „unbefriedigende“ Einstufung. Die 14 unbefriedigenden Transekte lagen im Bereich südlich der Veldener Bucht, im mittleren Becken und im nordöstlichen Teil der Klagenfurter Bucht.

Die Transekte 8, 30 und 36 verbesserten sich von „unbefriedigend“ auf „mäßig“ und Transekt 82 von „schlecht“ auf „unbefriedigend“.

Die Referenztransekte 9, 10 und 83 verschlechterten sich um 2 Stufen auf „mäßig“ und der Transekt 71 um 3 Stufen auf „unbefriedigend“.

Methodisch bedingt führt jede Abweichung vom jeweiligen Referenztransekt zu einer Verschlechterung dieser Kenngröße. Auch wenn Characeen-Arten hinzukommen, die im Referenztransekt nicht vorkamen, wie bei Transekt 23, ergibt sich im Vergleich ein schlechterer EQR-Wert.

6.6 ARTENSPEKTRUM

In der Artenliste wurde der Gefährdungsgrad entsprechend der Roten Liste der gefährdeten Gefäßpflanzen in Kärnten 2021 (Keusch et al., 2020) und der Roten Liste Österreichs (Niklfeld, 1999) angeführt.

Im Zuge der Makrophytenaufnahme wurden in den ausgewählten 37 Transekten 29 Taxa nachgewiesen, während im Vergleich 2007 in denselben 37 Transekten 34 Taxa bestimmt wurden.

Tabelle 11: Artenlisten im Vergleich 2007 und 2021

Kürzel	Arten	Deutscher Name	RL A	RL Ktn	2007	2021
	Charophyta					
CHA CON	*Chara contraria* A.BRAUN EX KÜTZING	Gegensätzliche Armleuchteralge	*		o	o
CHA DEN	*Chara denudata* A. BRAUN	Nackte Armleuchteralge	*			o
CHA GLO	*Chara globularis* T. HUILLIER	Zerbrechliche Armleuchteralge	*		o	
CHA GYM	*Chara cf. gymnophylla* A. BRAUN	Nacktblättrige Armleuchteralge	*		o	
CHA INT	*Chara intermedia* A. BRAUN	Kurzstachelige Armleuchteralge	*		o	
CHA SP.	*Chara* sp.		*			o
CHA TOM	*Chara tomentosa* L.	Hornblättrige Armleuchteralge	*		o	
CHA VIR	*Chara virgata* KÜTZ.	Zarte Armleuchteralge	*		o	
LYC BAR	*Lychnothamnus barbatus* (MEYEN) LEONHARDI	Bart-Glanzleuchteralge	*		o	
NIT OPA	*Nitella opaca* (BRUZELIUS) AGHARDH	Dunkle Glanzleuchteralge	*		o	o
NIT OBT	*Nitellopsis obtusa* (DSEVAUX in LOISELEUR-DELONGCHAMPS) J. GROVES	Stern-Armleuchteralge	*		o	o
	Bryophyta					
FON ANT	*Fontinalis antipyretica* HEDW.	Gewöhnliche Quellmoos		LC	o	o
OXY SPE	*Oxyrrhynchium speciosum* (BRUCH, SCHIMP.& W. GÜMBEL) WARNST	Sumpf-Schattenschön-Schnabelmoos		VU		o
	Spermatophyta					
CER DEM	*Ceratophyllum demersum* L.	Raues Hornblatt	- r	NT	o	o
ELO CAN	*Elodea canadensis* MICHAUX FIL.	Kanadische Wasserpest			o	
LYS NUM	*Lysimachia nummularia* L.	Pfennigkraut		LC		o
MYR SPI	*Myriophyllum spicatum* L.	Ähriges Tausendblatt	- r	LC	o	o
MYR VER	*Myriophyllum verticillatum* L.	Quirliges Tausendblatt	3	NT	o	

Kürzel	Arten	Deutscher Name	RL A	RL Ktn	2007	2021
NAJ INT	*Najas intermedia* WOLFGANG ex GORSKI in EICHWALD	Mittleres Nixenkraut		CR	o	o
NAJ MAR	*Najas marina* L.	Großes Nixenkraut		LC	o	o
NAJ MIN	*Najas minor* ALLIONI	Kleines Nixenkraut	2 r!	CR	o	o
POT BER	*Potamogeton berchtoldii* FIEBER	Berchtolds Zwerg-Laichkraut	- r	LC		o
POT CRI	*Potamogeton crispus* L.	Krauses Laichkraut		VU	o	o
POT FIL	*Potamogeton filiformis* PERSOON	Faden-Laichkraut	2	VU	o	o
POT FRI	*Potamogeton friesii* RUPRECHT	Stachelspitziges Laichkraut	2	EN	o	
POT GRA	*Potamogeton gramineus* L.	Gras-Laichkraut	2	CR	o	
POT LUC	*Potamogeton lucens* L	Spiegelndes Laichkraut	3	NT	o	
POT NOD	*Potamogeton nodosus* POIR.	Knoten-Laichkraut	2	EN		o
POT PEC	*Potamogeton pectinatus* L.	Kamm-Laichkraut		NT	o	o
POT PER	*Potamogeton perfoliatus* L.	Durchwachsenes Laichkraut	3	VU	o	o
POT PUS	*Potamogeton pusillus* L. sec. DANDY et TAYLOR	Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut	3	DD/G	o	o
POT TRI	*Potamogeton trichoides* CHAM. et SCHL TDL.	Haarblättriges Laichkraut	3	VU		o
POT COO	*Potamogeton* x *cooperi* (FRYER) FRYER	Coopers Laichkraut			o	o
ZAN PAL	*Zannichellia palustris L.*	Teichfaden	- r	VU	o	
	Schwimmblattarten					
NUP LUT	*Nuphar lutea* (L.) SMITH in SIBTHORP et J.E. SMITH	Gelbe Teichrose	3	LC	o	o
NYM ALB	*Nymphaea alba* L.	Weiße Seerose	3 r!	VU	o	o
PER AMP	*Persicaria amphibia* L. DELARBRE	Wasser-Knöterich	- r	NT, kb LC	o	o
	Röhrichtarten					
CAR SP.	*Carex* sp.					o
ELE ACI	*Eleocharis acicularis* (L.) ROEM.& SCHULT.	Nadel-Sumpfbinse	2	VU	o	
PHR AUS	*Phragmites australis* (CAVANILLES) TRINIUS ex STREUDEL	Schilfrohr		LC	o	o
SCH LAC	*Schoenoplectus lacustris* (L.) PALLA	Gewöhnliche Teichbinse	- r	LC	o	o
TYP ANG	*Typha angustifolia* L.	Schmalblättriger Rohrkolben	- r	LC	o	o

RL Ktn	Rote Liste Österreich
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet

RL A	Rote Liste Kärnten
CR	vom Aussterben bedroht
DD	Data Deficient
EN	stark gefährdet

RL Ktn	Rote Liste Österreich
*	Vertreter der Characeen und daher generell gefährdet
r	Regional gefährdet (Kat. -r)
r!	regional noch stärker gefährdet

RL A	Rote Liste Kärnten
LC	ungefährdet
NT	beinahe gefährdet
kb	Klagenfurter Becken
DD/G	Data Deficient (Datenlage ungenügend) / gefährdet
RE	Regionally Extinct
UN	Unbeständig
VU	verletzlich

Der submersen Vegetation wurden 2021 22 Arten zugeordnet. 2007 waren 28 untergetauchte Vertreter zu finden. 2021 wurde zusätzlich zum 2007 determinierten Vertreter der Moose *Fontinalis antipyretica* ein weiteres Moos *Oxyrrhynchium speciosum* dokumentiert. 15 Arten waren Vertreter der Höheren Pflanzen. Die häufigsten Arten waren *Myriophyllum spicatum* und *Najas intermedia* gefolgt von *Ceratophyllum demersum*. Neu bestimmt wurde *Potamogeton nodosus*.

2021 wurden 4 Characeen-Arten (*Chara contraria*, *Ch. denudata*, *Nitella opaca* und *Nitellopsis obtusa*) erhoben. 1 Pflanze konnte nur mit *Chara* sp. bestimmt werden. 2007 hingegen waren 9 Characeen-Arten vorhanden. *Chara globularis*, *Chara gymnophylla*, *Chara intermedia*, *Chara tomentosa*, *Chara virgata* und *Lychnothamnus barbatus* waren 2021 in den 37 Transekten nicht vorhanden, wobei die letztgenannte Art zuletzt 2019 an anderen Stellen des Sees gefunden wurde.

Die Schwimmblattarten *Nuphar lutea, Persicaria amphibia* und *Nymphaea alba* kamen ebenso wie die Röhrichtarten *Phragmites australis, Schoenoplectus lacustris* und *Typha angustifolia* in beiden Untersuchungsjahren vor, während *Eleocharis acicularis* 2021 nicht bestimmt wurde.

6.7 DOMINANZVERHÄLTNISSE

Zur Darstellung der mengenmäßigen Anteile wurde die relative Pflanzenmenge (RPM) berechnet (Pall & Janauer, 1995). Der RPM-Wert einer Art beschreibt den prozentualen Anteil an der Gesamtpflanzenmenge.

Bei der Auswahl der repräsentativen 37 Transekte wurde die Häufigkeitsverteilung der Arten berücksichtigt. Die ausgewählten repräsentativen 37 Transekte spiegeln die Artenverteilung des Gesamtsees wider. In die Grafik der mengenmäßigen Verteilung der Einzelarten wurden daher alle 83 Transekte der Erhebung von 2007 aufgenommen.

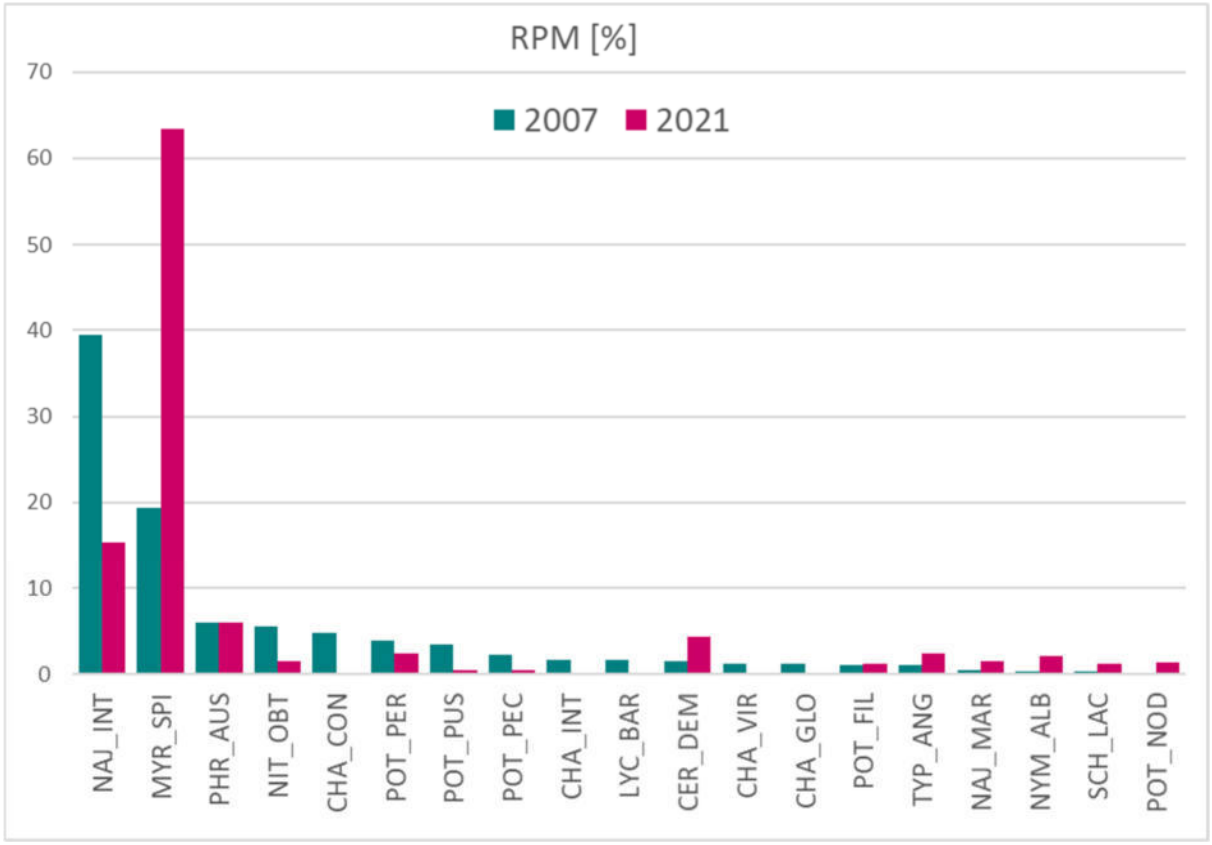


Abbildung 18: Mengenanteile der vorkommenden Arten

In der Grafik sind Arten zusammengefasst, die entweder 2007 und/oder 2021 eine RPM über 1 % aufwiesen.

Während 2007 mengenmäßig *Najas intermedia* mit 39 % den höchsten Anteil an der Pflanzenmenge bildete, wurde 2021 für diese Art eine RPM von 15 % berechnet. *Myriophyllum spicatum* als zweitstärkste Art (19 %) im Jahr 2007, dominierte die Artengemeinschaft 2021 mit 63 %. Der Anteil des Schilfes blieb insgesamt gleich hoch.

Einen deutlichen mengenmäßigen Rückgang wiesen alle Characeen-Arten gegenüber 2007 auf. *Chara intermedia*, *Ch. virgata, Ch. globularis*, *Lychnothamnus barbatus* wiesen 2007 RPM-Werte über 1 % auf, 2021 wurden diese Arten nicht mehr bestimmt. *Nitellopsis obtusa* 2007 mit einem RPM-Wert von 5,5 % berechnet, erreichte 2021 nur 1,6 % der relativen Pflanzenmenge. *Chara contraria* war 2007 mit einem mengenmäßigen Anteil von 4,8 % vorhanden, und lag 2021 unter 1 %.

Der Mengenanteil von *Ceratophyllum demersum* legte mit einem Mengenanteil von 4,4 % im Vergleich zu 2007 (1,5) zu. Eine leichte Zunahme war bei *Schoenoplectus lacustris*, *Typha angustifolia* und *Nymphaea alba* zu verzeichnen. Einen Anteil über 1 % bildete die Art *Potamogeton nodosus*, die 2021 hinzukam.

7 DISKUSSION DER TRANSEKTERGEBNISSE

7.1 RÜCKGANG DER PLANZENMENGEN

Im westlichen Teil des Sees in der obersten Tiefenzone war ein Rückgang der Pflanzenmenge im Vergleich zu 2007 auffällig. Betroffen waren die Transekte 4, 5, 9, 17 und 19 auf der Nordseite und die Transekte 67, 68, 70, 75 und 79 auf der Südseite der Veldener Bucht. Im Transekt 70 wurde als einzige Art in geringen Mengen *Myriophyllum spicatum* protokolliert, während 2007 insgesamt 7 Arten ausreichend entwickelt waren.

Die Vegetationsdichte wird durch Uferverbau, künstliche Wasserstandsschwankungen und Wellenbelastung vermindert. Eine erhöhte Nährstoffsituation kann die Pflanzenentwicklung in beide Richtungen beeinflussen, indem es zu Massenentfaltungen kommen kann oder ein Rückgang der Makrophyten beobachtet wird (Pall, 2015).

Die mittleren Gesamt-Phosphor-Konzentrationen im Epilimnion (0 - 6 m) lagen von 1996 bis 2020 zwischen 8,8 und 15,6 µg/l und entsprachen einer schwach mesotrophen Einstufung. Ab 2002 zählte der See aufgrund der nährstoffarmen Situation im Epilimnion kontinuierlich zu den schwach mesotrophen Gewässern.

Die volumsgewichteten mittleren jährlichen Gesamt-Phosphor-Konzentrationen im Mixolimnion (0-50 m) lagen seit 1996 zwischen 10 und 20 µg/l und auch die Maxima stiegen nicht über 20 µg/l. Eine Eutrophierung kann nur lokal begrenzt festgestellt werden und kann nicht generell für den Makrophyten-Rückgang festgehalten werden.

Wind und Wellen können das Sediment aufwirbeln und mit Sandteilchen eine mechanische Schädigung (Abrasion) bewirken. Schiffswellen beeinflussen eine wesentlich größere Fläche des Flachwasserbereiches und wirken in tiefere Bereiche, wo eine Resuspension von Nährstoffen verstärkt wird, als unter natürlich entstandenen Windwellen. Uferparallele Kurse weisen eine stärkere Belastung des Litorals auf (Hoffmann & Ostendorp, 2019).

Motorboote bzw. Elektroboote haben durch ihre Größe eine schwächere Wirkung, können aber in Engstellen des Sees eine Beeinträchtigung verursachen (Hoffmann, 2019). Transekt 83 im östlichen Teil der Kapuzinerinsel liegt nahe der stark frequentierten Wasserski-Route, die mit hohen Geschwindigkeiten den Schilf- und Unterwasserpflanzenbestand beeinflusst. Mitten im See gelegen, gilt auch die sonst in Ufernähe einzuhaltende Geschwindigkeitsbegrenzung nicht. Hinter dem 2019 errichteten Schilfschutzzaun erholt sich die Makrophytenvegetation. 2021 wurden bereits Patches von *Najas intermedia* dokumentiert.

Im Zuge der Ursachenforschung sollte erhoben werden, ob sich eine verstärkte Wellenbelastung des Litorals durch eine vermehrte Frequenz von Schiffen und Booten seit dem Vergleichsjahr 2007 feststellen lässt. Aktuell sind etwa 1000 Motorboote bzw. Elektroboote am Wörthersee zugelassen.

Der Transekt 28 bei Walterskirchen liegt den Westwinden ausgesetzt und wird von Trittbelastung durch anlegende Boote und Paddelboote beeinträchtigt.

Transekt 55 im Bereich von Reifnitz liegt mehr Wind und Wellen exponiert ausgerichtet, als die in geschützten Buchten liegenden benachbarten Transekte, die Schwimmblattbestände aufweisen.

Welchen Einfluss Seeeinbauten auf die Bewertung des Qualitätselementes Makrophyten haben, soll durch den Bezug der überbauten Seeflächen mit den bewerteten Flächen erhoben werden.

Im Zuge der Ursachenforschung sollte der Bezug zur Uferstruktur hergestellt werden, da hart verbaute Ufer die Wellen stärker reflektieren als Naturufer (Hoffmann & Ostendorp, 2019)..

7.2 TRÜBUNG

Der Metrik Vegetationsgrenze zeigte in der Bewertung des Gesamtsees gegenüber 2007 keine Veränderung. Auf einzelne Transekte bezogen verringerte sich die maximale Bewuchstiefe lokal auf der Nordseite der Veldener Bucht (Transekte 9,10,12 und 13) und auf der Südseite im Transekt 71 und 75.

Aufgrund der im Sommer geringen Phytoplanktonbiovolumina ist eine Trübung und damit Lichtlimitation nicht auf Algen zurückzuführen, sondern auf aufgewirbeltes Sediment und anorganisches Material (AG, 2016).

7.3 WACHSTUM KONKURRENZSTARKER ARTEN

Die Kenngröße Vegetationszonierung zeigte die größte Verschlechterung in Bezug auf die Bewertung des ökologischen Zustands Makrophyten. Vor allem die Artenverschiebung von *Najas intermedia* zu *Myriophyllum spicatum* verschlechterte zusammen mit dem Characeendefizit diesen Metrik. *Najas intermedia* wird als zonenspezifsche Art in allen drei Soll-Zonen Characeen des Flachwassers (CF), Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit Arten des Laichkrautgürtels (CM) und Characeen der Tiefe und/oder *Nitella*rasen (CT) aufgelistet (Pall, 2019).

Der Rückgang von *Najas intermedia* wurde in der Veldener Bucht auf der Südseite (Transekte 67, 70, 71, 75 und 79) und auf der Nordseite (Transekte 9 und 10) dokumentiert. Weitere Bereiche waren im mittleren Seebecken (Transekte 17, 19, 20, 23, 17, 55, 83 und vor allem der Transekt 60) vom Rückgang dieser zonenspezifischen Art betroffen. Im östlichen Klagenfurter Becken war eine Artenverschiebung von *Najas intermedia* zu *Myriophyllum spicatum* im Transekt 39 nahe des Strandbades zu verzeichnen. Eine Ausnahme bildete der Transekt 41, wo *Najas intermedia* nicht nur von *Myriophyllum spicatum*, sondern auch von *Ceratophyllum demersum* verdrängt wurde. Allgemein wird *Najas intermedia* als wärmeliebende, vom der Klimaerwärmung profitierende Art angesehen.

Myriophyllum spicatum wird eine lichtabhängige, wachstumshemmende (allelopathische) Wirkung gegenüber Algen (z.B. Epiphyten) und anderen Makrophyten (z.B. *Najas marina*) zugeschrieben. *Myriophyllum spicatum* kann als konkurrenzstarke Art einerseits der Beschattung durch Aufwuchs „entwachsen“ und die photosynthetisch wirksamen Pflanzenteile nahe an die Oberfläche bringen und hat durch seine langen Triebe einen Vorteil gegenüber kleinwüchsigeren Formen (Schneider, 2004). Im Wörthersee wurden für *Najas intermedia* maximale Wuchshöhen bis zu 40 cm und für *Myriophyllum spicatum* bis zu 250 cm dokumentiert.

7.4 CHARACEEN-RÜCKGANG

Die Transekte, die einen Characeen-Rückgang aufwiesen waren zum Teil dieselben, wo auch *Najas intermedia* nicht mehr in entsprechender Menge vorhanden war. In der Veldener Bucht war das nahezu völlige Verschwinden der Characeen am ausgeprägtesten in den Transekten 70, 71, 75 und 79 auf der Südseite und 5, 9 und 10 auf der Nordseite. Weitere auffallende Stellen waren die Transekte 50 und 55 bei Reifnitz, Transekt 28 bei Walterskirchen, Transekt 83 auf der Kapuzinerinsel sowie wieder die Transekte 39 und 41 im Ostteil des Sees.

Characeen werden auch durch die Klimaerwärmung je nach Art beeinflusst. Einige Arten zählen zu den potentiellen Gewinnern (*Chara globularis*), andere würden bei einer Erwärmung um 2°C

den potentiellen Verlierern zugeordnet werden. *Chara contraria* und *Nitellopsis obtusa*, zwei aktuell im Wörthersee vorkommende Arten, zählen zu den letzteren (Auderset Joye & Aurelie, 2014). Die Temperaturmessung der Pegeloberflächen zeigt jetzt einen Anstieg der Oberflächentemperaturen des Wörthersees und auch der anderen Seen. Weitere Messungen, nicht nur der Oberflächentemperaturen, bis in potentiell von Wasserpflanzen besiedelbaren Wassertiefen mit Data-Loggern bestätigen diesen Trend.

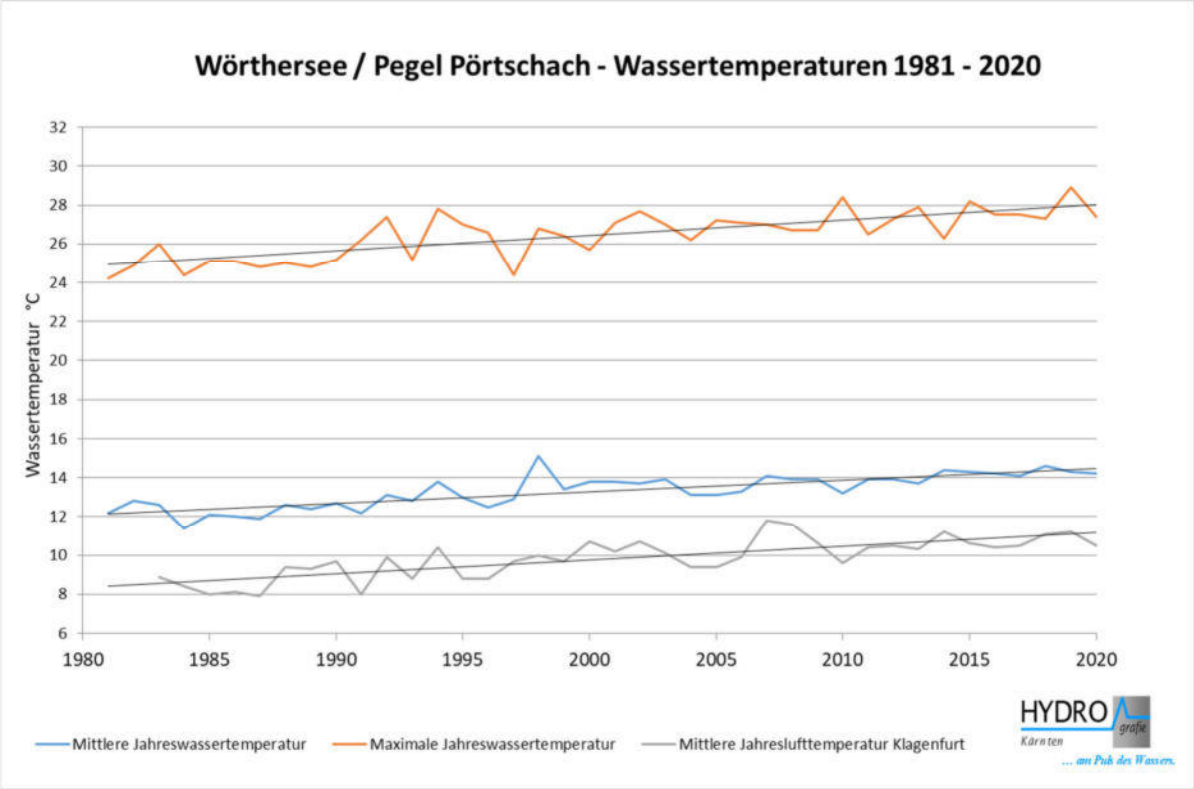


Abbildung 19: Anstieg der Pegeltemperatur (Zeitraum 1980 – 2020) – Abt. 12 Wasserwirtschaft

Generell meiden die meisten Characeen Gewässer mit hohem Nährstoffgehalten und können deshalb als Bioindikatoren für nährstoffarme Seen eingesetzt werden. In nährstoffreichen Gewässern werden Armleuchteralgen durch Phytoplankton und epiphytische Algen an der Photosynthese gehemmt. Ausgesprochene Tiefenformen wie *Nitellopsis obtusa* weichen bei leichter Eutrophierung in Flachwasserbereiche aus (AG, 2016). Während die submersen Spermatophyten physikalisch bedingt in unseren Breiten eine Wassertiefe von ca. 10 m nicht unterschreiten, sind Characeen an den hydrostatischen Druck angepasst und erreichen bei günstigen Lichtverhältnissen Tiefen über 20 m.

Characeen sind in gewissem Maße zur Allelopathie befähigt, üben aber einen geringeren Effekt als *Myriophyllum spicatum* und *Ceratophyllum demersum* aus.

7.5 BELASTUNGSZEIGER

In einigen Transekten kamen im Untersuchungsjahr 2021 vermehrt sogenannte Belastungszeiger vor, die mit einem Indikatorwert von 5 auf einen Nährstoffeintrag hinwiesen und den Metrik Trophieindikation negativ beeinflussten. *Ceratophyllum demersum* kam 2021 in insgesamt 10 Transekten vor, während die Art 2007 nur in 2 von den 37 untersuchten Stellen auftrat. Dagegen wurde *Potamogeton perfoliatus* (Indikatorwert 3) 2021 nur in 2 Transekten bestimmt, während die Art 2007 in 14 Transekten protokolliert wurde.

Neu im Artenspektrum trat 2021 *Potamogeton nodosus* (Indikatorwert 5) zwischen Dellach und Maria Wörth in den Transekten 62 und 63, sowie an einer Stelle in der Ostbucht im Transekt 35 auf.

Eine Änderung des Metriks Trophieindikation durch Arten (*Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton nodosus* und *Potamogeton crispus*), die auf eine erhöhte Trophie hinweisen, wurde in den Transekten 9,10 auf der Nordseite der Veldener Bucht und in den Transekten 17, 19, 20, 83, 60 im mittleren Becken und im Osten beim Seeausrinn Transekt 41 verzeichnet. Ob das vermehrte Auftreten der Arten auf einen Nährstoffeintrag aus Zubringern, oberflächliche Abschwemmung bei Starkregenereignissen oder auf eine Belastung durch Badenutzung zurückzuführen ist, sollte als weiterführende Fragestellung bearbeitet werden.

Bei den Transekten 12, 20, 39 und 71 war die Veränderung des Trophieindex in Richtung „mäßig“ auf die Artenverschiebung von *Najas intermedia* (Trophieindex 2,5) zu *Myriophyllum spicatum* (Trophieindex 3) zurückzuführen.

7.6 FRASSDRUCK

Ein weiterer Einflussfaktor, der sich auf Makrophyten negativ auswirken kann, sind benthivore Fische, die durch die Wühltätigkeit bei der Nahrungssuche bewuchsfreie Flächen verursachen. Der Besatz mit Karpfen und anderen benthivoren Fischen ist als kritisch zu betrachten. Versuche mit Enclosures zeigten, dass Characeen wie *Nitellopsis obtusa* besonders stark im Bestand geschädigt werden. Die stachelblättrige Gattung *Najas* hingegen weniger (Gilbert et al., 2019).

Eine indirekte Wirkung erfolgt durch die Rücklösung von Nährstoffen aus dem Sediment, durch die Aufwirbelung bei der Nahrungsaufnahme oder durch Ausscheidung der aufgenommenen Sedimentanteile (Ichthyoeutrophierung).

Verstärkend hinsichtlich einer Eutrophierung wirkt auch die Fütterung mit Boillies, die zum Anlocken der Fische gebräuchlich sind und eine Nährstoffbelastung darstellen.

Auch am Wörthersee wurden bei den Taucherhebungen in den Transekten 8, 10, 13, 17, 23, 35, 28, 38, 39, 47, 60, 63, 37 und 83 sogenannte Wühltrichter dokumentiert. Gemäß den bisher gemeldeten Besatzdaten wurden 2019 2600 Stück Karpfen besetzt. Die fischereiliche Bewirtschaftung des Wörthersees sollte im Einklang mit den ökologischen Aspekten erfolgen. Vorgeschlagen wird, dass die gesetzlich vorgegebene Meldung des Fischbesatzes auch tatsächlich durchgeführt wird.

Fische sind eines der biologischen Qualitätselemente, die letzte Fischbestandserhebung erfolgte 2004 und ergab den „guten“ Zustand. Eine aktuelle Fischbestandsaufnahme sollte in weiterer Folge im Rahmen des Monitorings erfolgen.

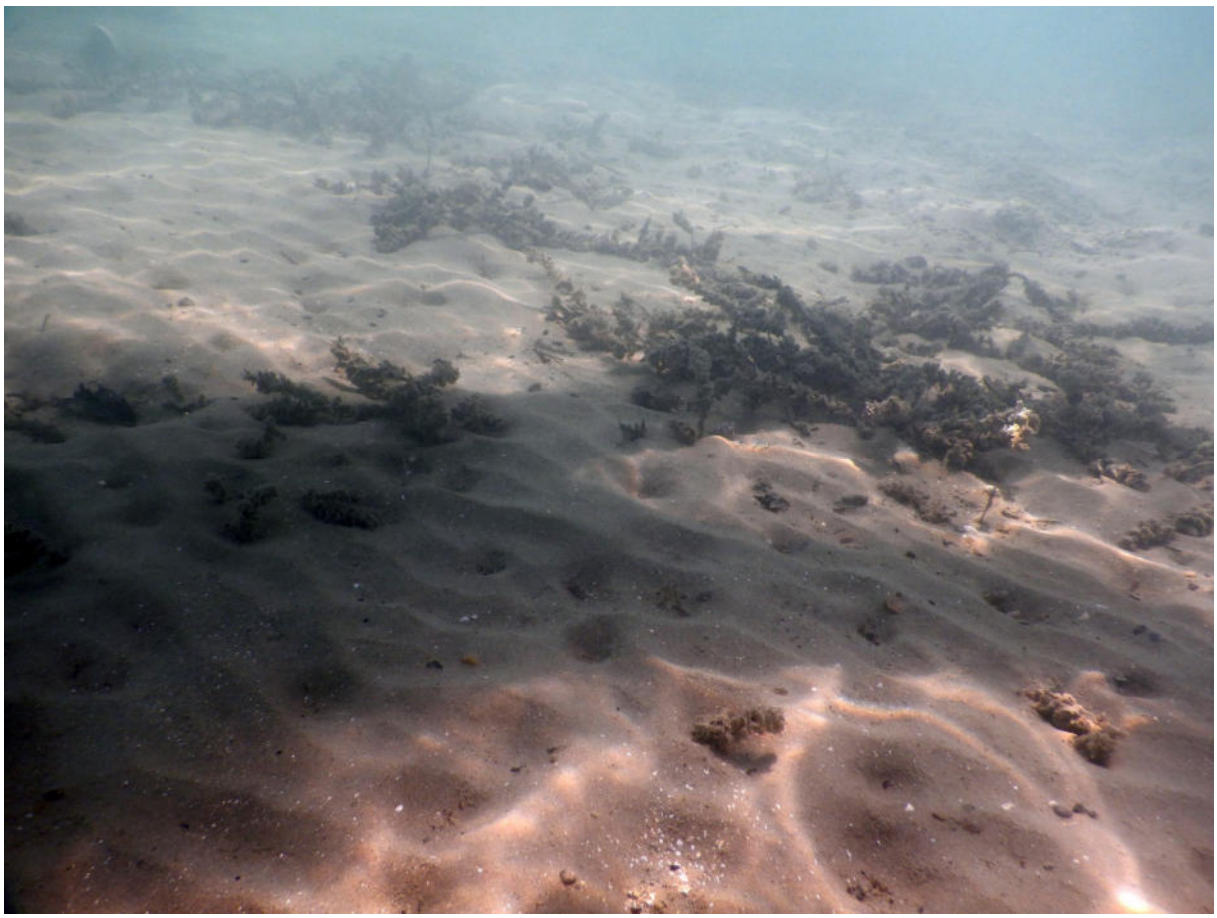


Abbildung 20: Wühlrichter durch benthivore Fische

An Stellen entlang von Promenaden und bei Parkanlagen, wo Wasservögel gefüttert werden, kann es lokal zu Ansammlungen und damit zur Nährstoffanreicherung kommen. Das bereits geltende Entenfütterungsverbot sollte weiterhin beibehalten werden. Der Vollständigkeit halber sind pflanzenfressende Wasservögel zu nennen, die zur Reduktion von Makrophyten beitragen können (Gilbert et al., 2019).

8 LITERATURVERZEICHNIS

AG (Arbeitsguppe) Characeen, Deutschlands. (2016): Armleuchteralgen - Die Characeen Deutschlands. – Springer Spektrum, 618 pp.

Auderset Joye D. & Aurelie, R.-B. (2014): Will charophyte species increase or decrease their distibution in a changing climate? Aquatic botany 120: 73-83.

Buch C., Jagel A. & Van de Weyer K. (2012): *Najas marina* L. subsp. *intermedia* (WOLFG. ex GORSKI) CASPER (Hydrocharitaceae), das Mittlere Nixkraut, am Niederrhein. Erstnachweis für Nordrhein-Westfalen– Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 4: 44-449.

Casper S.J. & Krausch H.- D. (1980): Pteridophyta und Anthophyta 1. – In: Ettl, H., Gerloff, J. Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Bd 23. 403 pp.

Casper S.J. & Krausch H.- D. (1981): Pteridophyta und Anthophyta 2.- In Ettl, H., Gerloff, J. Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Bd 24.: 412-942.

Gassner H., Luger M. & Achleitner, D. (2013): Wörthersee (2004). Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. – Bundesamt für Wasserwirtschaft, Scharfling. 27 pp.

Gilbert M., Weiß J., Vogel B., Bernhard S. & Brümmer F. (2019): Der Kulkwitzer See (Leipzig, Sachsen) als Referenzgewässer für die neuen Seen der Bergbaufolgelandschaft Mitteldeutschlands-Tauchuntersuchungen zur Ökologie und Biodiversität. – Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Würtemberg. Bd. 175: 293-387.

Hoffmann H. & Ostendorp W. (2019): Seeufer: Wellen – Erosion – Schutz – Renaturierung. Handlungsempfehlungen für den Gewässerschutz – Ergebnisse aus dem ReWaM-Verbundprojekt HyMoBioStrategie (2015-2018). 174 pp.

Keusch C., Köstl T., Kirchmeir H., Stöhr O., Gewolf S. & Franz W. (2020): Neuauflage der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzenarten Kärntens. Amt der Kärntner Landesregierung. In prep.

Melzer A. (1988): Der Makrophytenindex - eine biologische Methode zur Ermittlung der Nährstoffbelastung von Seen. – Habilitationsschrift TUM. 249 pp

Niklfeld H. (ed.) (1999): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe, Band 10, BMUJF. 292 pp.

Pall K. & Mayerhofer V. (2015): Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente Teil B3 - Makrophyten. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 63 pp.

Pall, K. (2009): Makrophytenkartierung Wörthersee – Bericht. Lebensministerium und Amt der Kärntner Landesregierung Abt 8 - Umwelt, Wasser und Naturschutz. 69 pp.

Pall K. (2019): Makrophyten-basierte Bewertung von Seen in Österreich. Definition von Referenzbedingungen für die Seen der Inneralpinen Becken. BMNT und AKL Abt.8. 26 pp.

Pall K. & Janauer G.A. (1995): Die Makrophhytenvegetation von Flußstauen am Beispiel der Donau zwischen Fluß-km 2552,0 und 2511,8 in der Bundesrepublik Deutschland. Archiv für Hytrobiol. Suppl. 101, Large Rivers 9: 91-109.

Pall K. & Pall S. (2019) in prep.: Makrohytenindex Austria (Arbeitstitel).

Reichmann M. (2021): Wörthersee Wiederholungsbeobachtung Mögliche Reduktion der Transekte. – AKL. KIS, Interner Arbeitsbericht.13 pp.

Schneider S. (2004): Indikatoreigenschaften und Ökologie aquatischer Makrophyten in stehenden und fließenden Gewässern. – Habilitationsschrift TUM. 196pp.

Wolfram G. & Donabaum K. (2015): Leitfaden zur typspezifischen Bewertung allgemein physikalisch-chemische Parameter. – Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 54 pp.

9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anstieg der Pegeltemperatur (Zeitraum 1980 – 2020) – Abt. 12 Wasserwirtschaft... 7
Abbildung 2: Volumsgewichteten mittleren jährlichen Gesamt-Phosphor-Konzentrationen im Mixolimnion (0 – 50 m) bezogen auf die Klassengrenzen – (Ref = Referenz; H/G =sehr gut/gut; G/M = gut/mäßig) 8
Abbildung 3: Lage der ausgewählten Transekte 9
Abbildung 4: Prozentuale Anteile der Zustandsklassen gewichtet an der Uferlinie 2007 und 2021 15
Abbildung 5: Vergleich der Transektbewertungen 2007 und 2021..... 16
Abbildung 6: EQR-Werte der Einzeltransekte im Vergleich 2007 und 2021 17
Abbildung 7: Vergleich der Einzelmetriken 2021 und 2007 gewichtet auf die Uferlinie 18
Abbildung 8: Vegetationsdichte im Vergleich 2007 und 2021 20
Abbildung 9: Vegetationsdichte - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021..... 21
Abbildung 10. Vegetationsgrenze im Vergleich 2007 und 2021..... 22
Abbildung 11: Vegetationsgrenze - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021 23
Abbildung 12: Vegetationszonierung im Vergleich 2007 und 2021..... 24
Abbildung 13: Vegetationszonierung - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021.. 25
Abbildung 14:Trohieindikation im Vergleich 2007 und 2021 26
Abbildung 15: Trophieindex - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021..... 27
Abbildung 16: Artenzusammensetzung im Vergleich 2007 und 2021..... 28
Abbildung 17: Artenzusammensetzung - Anzahl der Transekte (37) im Vergleich 2007 und 2021 29
Abbildung 18: Mengenanteile der vorkommenden Arten..... 33
Abbildung 19: Anstieg der Pegeltemperatur (Zeitraum 1980 – 2020) – Abt. 12 Wasserwirtschaft36
Abbildung 20: Wühlrichter durch benthivore Fische 38

10 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Morphometrische Daten..... 6
Tabelle 2: Klassengrenzen EQR und Ökologische Zustandsklasse 10
Tabelle 3: Referenztransekte nach SIBE..... 10
Tabelle 4: Zonenspezifische Arten für die Seen der Inneralpinen Becken..... 11
Tabelle 5: Allgemein-repräsentative Arten für die definierten Zonen der Seen Österreichs (fett: Seentyp der Inneralpinen Becken)..... 11
Tabelle 6: Ermittlung der Reduktionswerte nach SIBE..... 12
Tabelle 7: Indikationswerte für die eingestuften Arten (Pall & Pall 2019 n prep.) 12
Tabelle 8: Artenaustattung der Referenztransekte (SIBE) zur Ermittlung der Sörensen Distanz (Wörthersee - Aufnahme 2007, Klopeiner See und Keutschacher See – Aufnahme 2017)..... 13
Tabelle 9: Referenztransekte mit der geringsten Abweichung hinsichtlich Artenzusammensetzung 14
Tabelle 10: EQR-Werte im Jahr 2021 im Vergleich zu 2007 mit 37 und 83 Transekten..... 19
Tabelle 11: Artenlisten im Vergleich 2007 und 2021 30