

# Ein Verfahren zur Erfassung und Dokumentation von Schäden durch benthivore Cypriniden an submersen Makrophyten in Stillgewässern

Sebastian Meis, Klaus van de Weyer (Nettetal) und Joachim Stuhr (Kiel)

## Zusammenfassung

Makroskopisch wahrnehmbare höhere und niedere Pflanzen, die untergetaucht im Wasser wachsen (submerse Makrophyten), können durch Karpfen- und Weißfische, die im Sediment nach Nahrung suchen (benthivore Cypriniden), erheblich beeinträchtigt werden. Obwohl der Einfluss von benthivoren Cypriniden auf Makrophyten bekannt und dokumentiert ist, fehlt in Deutschland eine einheitliche Anleitung zur Erfassung dieser Schäden. In der Praxis hat sich eine Methode bewährt, welche die Erfassung der Schäden im Zuge des routinemäßigen Makrophyten-Monitorings ohne großen Mehraufwand ermöglicht. Bei Tauchuntersuchungen werden hierzu primäre (Wühlschäden) und sekundäre Schäden (Sedimentablagerungen) von benthivoren Cypriniden anhand einer fünfstufigen Skala getrennt für die einzelnen Tiefenstufen (0-1 m, 1-2 m, 2-4m etc.) bzw. die einzelnen Vegetationszonen erfasst. Die Verwendung derselben Bezugsfläche für die Erhebung der Makrophytendaten sowie der Schäden kann es ermöglichen, einen Zusammenhang zwischen fehlender bzw. gestörter Submersvegetation und benthivoren Cypriniden herzustellen. Die erhobenen Daten stellen ein wichtiges Hilfsmittel bei der Ableitung von Maßnahmen dar.

**Schlagwörter:** Bewertung, Gewässermanagement, Monitoring, Ökosystem-Ingenieure, Wasserrahmenrichtlinie, benthivore Cypriniden, Makrophyten, Makrophytendaten

DOI: 10.3243/kwe2018.03.001

## Abstract

### **A method to identify and document damage caused by benthivore cyprinids to submerged macrophytes in standing water bodies**

Benthivore cyprinids can cause significant damage to aquatic plants (submerged macrophytes) when looking for food in sediment. Even though the impact of benthivore cyprinids on aquatic plants is well known and documented, no standard guideline exists for assessing this damage in Germany. A method that allows damage to be identified with little additional effort during routine monitoring of macrophytes has proven effective in practice. Primary damage (digging activity) and secondary damage (sedimentation) caused by benthivore cyprinids can be assessed during diving surveys. This damage can be evaluated using a pentamerous scale for each water depth gradient (0-1 m, 1-2 m, 2-4m etc.) or for each vegetation zone separately. Using the same reference area to gather data on aquatic plants and damage can allow a link to be drawn between missing or damaged submerged vegetation and benthivore fish. The collected data can be a useful aid in the decision-making process for selecting appropriate measures.

**Key words:** evaluation, water body management, monitoring, eco-system engineers, Water Framework Directive, benthivore cyprinids, aquatic plants, macrophyte data

## Veranlassung

Submerse Makrophytenbestände können durch benthivore Cypriniden wie z. B. Spiegel- und Schuppenkarpfen (*Cyprinus carpio*) oder Brassen (auch Brachsen, Bresen oder Blei genannt; *Abramis brama*) erheblich beeinträchtigt werden. Im Zuge der Nahrungssuche durchwühlen benthivore Cypriniden das Sediment nach im Boden lebenden Organismen und verändern da-

bei das von ihnen besiedelte Ökosystem (Ökosystem-Ingenieure) mit zum Teil weitreichenden direkten und indirekten Folgen für Makrophyten (Abbildung 1) [1, 2, 3]. Zu den direkten Folgen zählen die mechanische Schädigung durch Verbiss, Losreißen und Unterwühlen von Makrophyten [4]. Zu den indirekten Folgen zählen die verringerte Lichtverfügbarkeit infolge

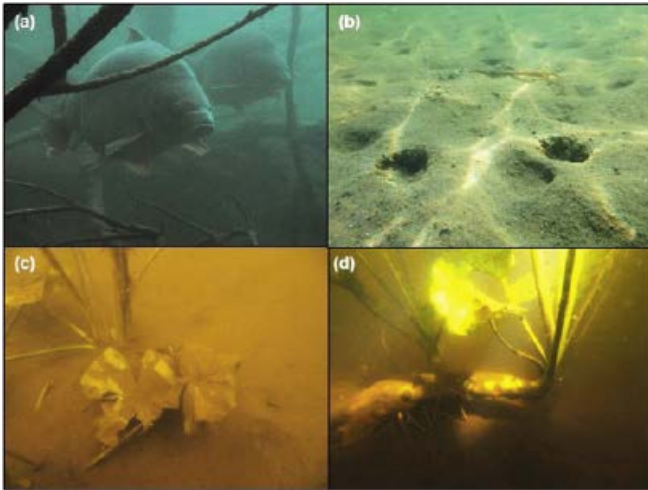


Abb. 1: Bei der Nahrungssuche durchwühlen Karpfen (a) das Sediment und verursachen Wühlschäden, die als „Wühltrichter“ erkennbar sind (b). Die erhöhte Sedimentresuspension verursacht insbesondere in Weichsedimenten eine verstärkte Sedimentablagerung auf Makrophyten, hier auf den Submersblättern der Gelben Teichrose (c), und die Wühl­tätigkeit kann Rhizome von Schwimmblattpflanzen wie beispielsweise der Gelben Teichrose freilegen (d) (Fotos: K. van de Weyer)

der durch die Wühl­­tätigkeit (Bioturbation) erhöhten Sedimentresuspension (Aufwirbelung von Sedimenten) und anschließenden Sedimentablagerungen auf den Makrophyten [2, 3, 5]. Des Weiteren kann die Wühl­­tätigkeit zu einer verstärkten Freisetzung von Nährstoffen aus dem Sediment führen (insbesondere Phosphorfreisetzung), wodurch es zu einem verstärkten Phytoplanktonwachstum (pflanzliches Plankton) in der Wassersäule kommen kann, welches die Lichtverfügbarkeit für Makrophyten vermindert [5, 6, 7].

Die beschriebenen Auswirkungen von benthivoren Cypriniden auf Makrophyten sind bekannt und dokumentiert [2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Auch die zugrundeliegenden Zusammenhänge zwischen dem Ausmaß der Schäden und der Bestandsdichte benthivorer Fische sowie der Nahrungs­­verfügbarkeit für benthivore Fische im Sediment sind in der Literatur beschrieben [3, 10]. Trotz der weitreichenden Implikationen dieser Kenntnisse fehlt in Deutschland eine einheitliche Anleitung zur Erfassung von Schäden an submersen Makrophyten durch benthivore Cypriniden. Dies betrifft derzeit auch angewandte Verfah-

rensanleitungen zum Monitoring von Makrophyten für die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [12, 13] oder die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) [14].

Langjährige praktische Erfahrungen in der Kartierung von Makrophyten in Deutschland, einschließlich der flächenhaften Kartierungen mit Hilfe von UW-Videokameras und/oder Harten [15] sowie Transektkartierungen mittels Tauchuntersuchungen [16], haben gezeigt, dass die von benthivoren Cypriniden verursachten Schäden nur durch Tauchuntersuchungen belastbar erfasst und quantifiziert werden können [15, 16]. Die vorliegende Arbeit möchte daher eine praxistaugliche Anleitung zur Erfassung und Dokumentation von Schäden durch benthivore Cypriniden an Makrophyten in Seen vorstellen. Die vorliegende Arbeit versteht sich dabei als einen Ansatzpunkt, um eine Diskussion und Erarbeitung geeigneter Verfahrensanleitungen voranzubringen. Ziel ist es, wissenschaftlich belastbare und praxistaugliche Erfassungsmöglichkeiten zu entwickeln.

### Anleitung zur Erfassung und Dokumentation von Schäden durch benthivore Cypriniden

Zur Erfassung von Schäden an Makrophyten durch benthivore Cypriniden hat sich in der Praxis eine Methode bewährt, die sich in ihren Grundzügen an der häufig verwendeten PHYLIB-Methodik (in Deutschland angewandtes Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos) zur Kartierung von Makrophyten mittels Tauchuntersuchungen orientiert [13]. Bei der PHYLIB-Methodik werden Bandtransekte von 20-30 m Breite, in der Regel ausgehend vom Ufer bis über die Tiefengrenze der Makrophyten hinaus, untersucht und die Häufigkeiten der Makrophytenarten anhand einer fünfstufigen Skala [17] getrennt für die einzelnen Tiefenstufen (0-1 m, 1-2 m, 2-4 m, 4-6 m, 6-8 m etc.) erfasst. Darüber hinaus werden verschiedene Sedimenttypen getrennt für die einzelnen Tiefenstufen dokumentiert.

Zur Erfassung von Schäden durch benthivore Cypriniden hat sich, wie bei der PHYLIB-Methodik, eine Schadkartierung getrennt für die einzelnen Tiefenstufen als praxistauglich erwiesen. Bei der Verwendung anderer Kartiermethoden, in denen eine Unterteilung in Vegetationszonen erfolgt [12], hat sich eine Schadkartierung getrennt für die einzelnen Vegetationszonen als zielführend erwiesen. Zur Erfassung der Schäden eignet sich eine fünfstufige Skala (Tabelle 1).

In Gewässern bzw. Untersuchungsflächen, in denen Hartsubstrate (z. B. Fels, Blöcke, Steine) vorherrschen, sind Wühl-

	<b>Wühlschäden</b> (primäre Schäden)	<b>Sedimentablagerungen</b> (sekundäre Schäden)
n.d.	<b>nicht detektierbar</b> (Hart- bzw. Weichsubstrate vorherrschend)	<b>nicht detektierbar</b> (Hartsubstrate vorherrschend)
0	<b>keine Wühlschäden</b> (0 % der Fläche in einer Tiefenstufe)	<b>keine Sedimentablagerungen</b> (0 % der Submersvegetation bedeckt)
x	<b>geringe Wühlschäden</b> (1-25 % der Fläche in einer Tiefenstufe)	<b>geringe Sedimentablagerungen</b> (1-25 % der Submersvegetation bedeckt)
xx	<b>mittlere Wühlschäden</b> (25-50 % der Fläche in einer Tiefenstufe)	<b>mittlere Sedimentablagerungen</b> (25-50 % der Submersvegetation bedeckt)
xxx	<b>starke Wühlschäden</b> (>50 % der Fläche in einer Tiefenstufe)	<b>starke Sedimentablagerungen</b> (>50 % der Submersvegetation bedeckt)

Tabelle 1: Fünfstufige Skala zur Erfassung primärer und sekundärer Schäden durch benthivore Cypriniden

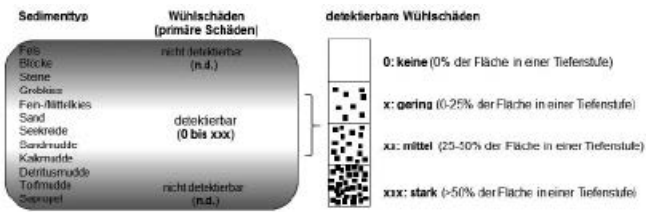


Abb. 2: Detektierbarkeit und Ausmaß von Wühlschäden durch benthivore Cypriniden in Abhängigkeit des vorherrschenden Sedimenttyps (grau hinterlegte Flächen: Schäden auf Sedimenttypen nicht detektierbar, weiß hinterlegte Fläche: Schäden auf Sedimenttypen detektierbar)



Abb. 3: Beispielhafte Darstellung von geringen, mittleren und starken Wühlschäden in sandigen Sedimenten (Fotos: lanaplan GbR)

schäden (primäre Schäden durch benthivore Cypriniden) nicht detektierbar (vgl. obere grau hinterlegte Fläche in Abbildung 2). Dies gilt auch für Untersuchungsflächen, in denen Substrate mit sehr geringer Stabilität bzw. adhäsiven Eigenschaften (z. B. sehr feiner Schlamm) vorherrschen, da diese Substratarten bereits kurz nach der Störung wieder in sich zusammenfallen, so dass keinerlei Spuren der Wühltätigkeit erkennbar bleiben (vgl. untere grau hinterlegte Fläche in Abbildung 2). Im Gegensatz zu solchen Hart- bzw. Weichsubstraten lassen sich Wühlschäden in einer Reihe von Sedimenttypen gut nachweisen (vgl. weiß hinterlegte Fläche in den Abbildungen 2 und 3). In Abhängigkeit der spezifischen Verhältnisse lassen sich zudem Wühlschäden zum Teil auch noch auf von Grobkies bzw. auf von bestimmten Mudden (Kalk- und Detritusmudde) geprägten Sedimenten erkennen (vgl. Übergangsbereich grau und weiß hinterlegte Fläche in Abbildung 2).

Wie oben beschrieben, führt die Nahrungssuche benthivorer Cypriniden neben den primären Schäden (Wühlschäden) auch zu sekundären Schäden bzw. Beeinträchtigungen. In der Praxis lassen sich sekundäre Schäden insbesondere in Form von Sedimentablagerungen auf der Submersvegetation detek-

tieren (Abbildung 1c). Hierdurch ist es auch möglich, Hinweise auf benthivore Cypriniden in Gewässern bzw. Untersuchungsflächen zu erhalten, in denen Weichsubstrate vorherrschen (weiß hinterlegte Fläche in Abbildung 4). Die Erfassung von Sedimentablagerungen kann sowohl durch die Makrophytendeckung selbst als auch durch die dominierenden Wuchsformen beeinflusst werden. In Transekten mit geringer Makrophytendeckung, in denen Arten mit kleinen Blattflächen (z. B. Myriophylliden wie *Myriophyllum spicatum* oder Parvopotamiden wie *Potamogeton pectinatus*) dominieren, sind Sedimentablagerungen beispielsweise weniger ausgeprägt als in Transekten mit hoher Makrophytendeckung und Arten mit großen Blattflächen (z. B. Magnopotamiden wie *Potamogeton perfoliatus* oder *Potamogeton lucens*). Des Weiteren können Sedimentablagerungen durch wellenbedingte Sedimentresuspension, hohe Durchflussraten bei gleichzeitig hoher Sedimentfracht (z. B. in Flusseen) oder durch Hochwasserereignisse bedingt sein. Folglich gilt es bei der Erfassung und Dokumentation von Sedimentablagerungen diese Faktoren zu berücksichtigen.

### Anwendungsbeispiel

Am Arendsee wurde die Makrophytenvegetation im Rahmen des WRRL-Monitorings im Auftrag des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt an insgesamt sechs Transekten gemäß der PHYLIB-Methodik durch Tauchkartierungen erfasst. Dabei wurde die oben beschriebene Anleitung zur Erfassung und Dokumentation von Schäden durch benthivore Cypriniden angewandt. Als vorherrschende Substrattypen fanden sich im Arendsee Sand und Sandmudde. In den Transekten 2 bis 6 fanden sich Wühlschäden auf mehr als 50 % der Fläche der jeweilig untersuchten Tiefenstufen (= starke Wühlschäden), während in Transekt 1 zwischen 25 und 50 % der Fläche der untersuchten Tiefenstufen Wühlschäden aufwies (= mittlere Wühlschäden). Sedimentablagerungen wurden nur sehr vereinzelt und in geringer Ausprägung nachgewiesen (1 bis 25 % der Submersvegetation bedeckt). Es ist anzunehmen, dass die geringe Ausprägung von Sedimentablagerungen am Arendsee mit der insgesamt schütterten Besiedlung mit submersen Makrophyten (Kohler 1-3) und der Dominanz von Arten mit kleinen Blattflächen (u. a. *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*) in Zusammenhang steht. Abbildung 5 zeigt die im Arendsee erfassten Schäden durch benthivore Cypriniden und verdeutlicht eine einfache Möglichkeit zur visuellen Dokumentation der Schäden.

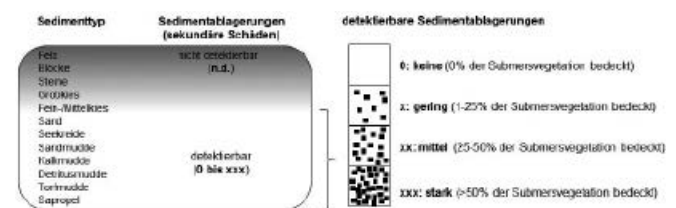


Abb. 4: Detektierbarkeit und Ausmaß von Sedimentablagerungen (sekundärer Schäden) durch benthivore Cypriniden in Abhängigkeit des vorherrschenden Sedimenttyps (grau hinterlegte Fläche: Schäden auf Sedimenttypen nicht detektierbar, weiß hinterlegte Fläche: Schäden auf Sedimenttypen detektierbar)

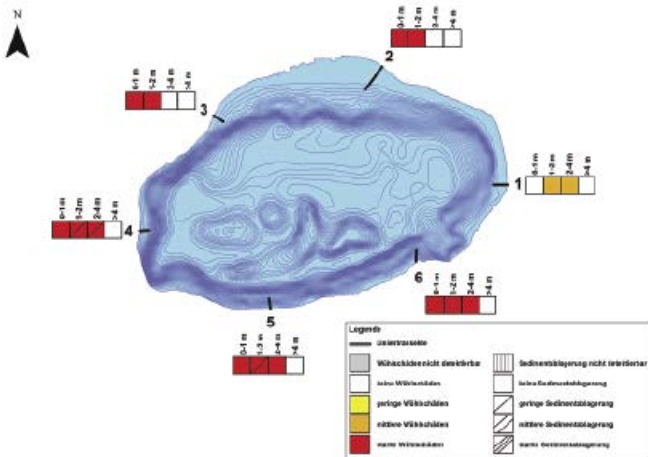


Abb. 5: Karte der Wühl Schäden benthivorer Cypriniden am Arendsee (Quelle: Modifiziert nach Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt 2015, unveröffentlichter Bericht)

**Fazit**

Die vorgestellte Methodik ermöglicht die Erfassung und Dokumentation von Schäden durch benthivore Cypriniden im Zuge des routinemäßigen Monitorings von Makrophyten ohne großen Mehraufwand. Die Verwendung derselben Bezugsfläche für die Erhebung der Makrophytendaten sowie der Schäden durch benthivore Cypriniden (nach Tiefenstufen bzw. Vegetationszonen) hat sich als praxistauglich erwiesen und kann es ermöglichen, einen Zusammenhang zwischen fehlender bzw. gestörter Submersvegetation und benthivoren Cypriniden herzustellen. Die Darstellung primärer und sekundärer Schäden auf einer Übersichtskarte ermöglicht eine einfache visuelle Erfassung der Schäden und kann ein sinnvolles Hilfsmittel bei der Ableitung von Maßnahmen darstellen.

**Dank**

Ein besonderer Dank gilt Friedemann Gohr (LHW Sachsen-Anhalt) und Birgit Kormann (LHW Sachsen-Anhalt) für die Genehmigung zur Verwendung der Daten und der Karte des Arendsees.

**Literatur**

[1] Nikolsky, G. U.: *The Ecology of Fishes*. Academic Press, London, 1963.  
 [2] Breukelaar, A. W., E. H. R. R. Lammens, J. G. P. Klein Breteler & I. Tátrai: *Effects of benthivorous bream (Abramis brama) and carp (Cyprinus carpio) on sediment resuspension and concentrations of nutrients and chlorophyll a*. In: *Freshwater Biology*, 32, 1994, S. 113-121.  
 [3] Becker, R: *Gefährdung und Schutz von Characeen*. In: *Armluchteralgen – Die Characeen Deutschlands* (Hrsg. Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands), S. 618, Springer, Berlin, 2016.  
 [4] Blindow, I. & K. van de Weyer: *Ökologie der Characeen*. In: *Armluchteralgen – Die Characeen Deutschlands* (Hrsg. Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands), S. 618, Springer, Berlin, 2016.  
 [5] Lougheed, V. L., B. Crosbie & P. Chow-Fraser: *Predictions on the effect of common carp (Cyprinus carpio) exclusion on water quality, zooplankton, and submergent macrophytes in a Great Lakes wetland*. In: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55, 1998, S. 1189-1197.

[6] Bajer, P. G. & P. W. Sorensen: *Effects of common carp on phosphorus concentrations, water clarity, and vegetation density: a whole system experiment in a thermally stratified lake*. In: *Hydrobiologia*, 746, 2015, S. 303-311.  
 [7] Huser, B., P. Bajer, C. J. Chizinski & P. W. Sorensen: *Effects of common carp (Cyprinus carpio) on sediment mixing depth and mobile phosphorus mass in the active sediment layer*. In: *Hydrobiologia*, 763, 2016, S. 23-33.  
 [8] Meijer, M.-L., d. M. W. Hann, A. W. Breukelaar & H. Buiteveld: *Is reduction of the benthivorous fish an important cause of light transparency following biomanipulation in shallow lakes?* In: *Hydrobiologia* 200/201, 1990, S. 303-315.  
 [9] Roberts, J., A. Chick, L. Oswald & P. Thompson: *Effect of carp, Cyprinus carpio L., an exotic benthivorous fish, on aquatic plants and water quality in experimental ponds*. In: *Marine and Freshwater Research* 46, 1995, S. 117-1180.  
 [10] Zambrano, L., M. Scheffer & M. Martinez-Ramos: *Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction*. In: *Oikos*, 94, 2001, S. 344-350.  
 [11] Miller, S. A. & T. A. Crowl: *Effects of common carp (Cyprinus carpio) on macrophytes and invertebrate communities in a shallow lake*. In: *Freshwater Biology* 51, 2006, S. 85-97.  
 [12] Pätzolt, J.: *Der Makrophytenindex Brandenburg – ein Index zur Bewertung von Seen mit Makrophyten*. In: *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg*, 16, 2007, S. 116-121.  
 [13] Schaumburg, J., et al.: *Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EG- Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos*. Auftraggeber: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA Projekt-Nr. O 10.10. Bayrisches Landesamt für Umwelt, München, S. 137, 2015.  
 [14] Bundesamt für Naturschutz (BfN) und Bund-Länder-Arbeitskreis (BLAK) FFH-Monitoring und Berichtspflicht: *Bewertung des Erhaltungszustandes der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Deutschland – Bewertungsschemata für die Bewertung des Erhaltungsgrades der Bestände der Lebensraumtypen – 2. Überarbeitung*. Bundesamt für Naturschutz und Bund-Länder-Arbeitskreis FFH-Monitoring und Berichtspflicht, 2015.  
 [15] van de Weyer, K., I. Nienhaus, P. Tigges, A. Hussner & U. Hamann: *Eine einfache und kosteneffiziente Methode zur flächenhaften Erfassung von submersen Pflanzenbeständen in Seen*. In: *Wasser und Abfall* 6, 2007, S. 20-22.  
 [16] van de Weyer, K., S. Meis & V. Krautkrämer: *Die Makrophyten des Großen Stechlinsees, des Wummsees und des Wittwesees*. In: *Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV)*, Heft Nr. 145, 2015.  
 [17] Kohler, A.: *Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen*. In: *Landschaft und Stadt*, 10, 1978, S. 73-85.

**Autoren**

Dr. Sebastian Meis  
 Dr. Klaus van de Weyer  
 lanaplan GbR  
 Lobbericher Straße 5  
 41334 Nettetal  
  
 E-Mail: [sebastian.meis@lanaplan.de](mailto:sebastian.meis@lanaplan.de)  
[klaus.vdweyer@lanaplan.de](mailto:klaus.vdweyer@lanaplan.de)  
  
 Dipl.-Biol. Joachim Stuhr  
 Büro B.i.A. – Biologen im Arbeitsverbund  
 Kantstraße 16  
 24116 Kiel  
  
 E-Mail: [JoStuhr@gmx.de](mailto:JoStuhr@gmx.de)

