

# Praxisorientierte Versuche zur Verarbeitung von Forellen (*Oncorhynchus mykiss*)

## Teil 2: Temperaturverlauf beim Räuchern

Monika Manthey-Karl, Dr. Horst Karl, Dr. Reinhard Reiter

### Einleitung

Zu dem traditionellen Angebot frischer Forellen aus deutschen Zuchtbetrieben ist auch in kleineren Produktionsstätten in den letzten Jahren verstärkt eine weitergehende Verarbeitung und Veredelung der Rohware hinzugekommen. Insbesondere geräucherte Forellen erfreuen sich einer großen Beliebtheit. Typische Forellenprodukte sind heißgeräucherte, d. h. ausgenommene, ganze, auf mindestens 60 °C erhitzte Fische. Eine weitere Veredelung stellt das zusätzliche Filetieren und Entgräten dar. Geräucherte Filets sind vor allem im Süden Deutschlands beliebt und werden dort hauptsächlich vakuumverpackt angeboten, während der Verbraucher in Norddeutschland den Kauf offener Ware bevorzugt.

Im Rahmen eines vom „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ geförderten Projektes (BÖL, 2007) wurden die beiden Verarbeitungsschritte Salzen und Räuchern näher untersucht. Die Auswirkungen verschiedener häufig praktizierter Salzungsverfahren wurden bereits in Teil 1 veröffentlicht (MANTHEY, 2007). Zusätzlich wurden verschiedene Handelsproben mit Methoden untersucht, die den Nachweis ermöglichen, ob tatsächlich 60 °C im Kern erreicht wurden (REHBEIN, H., 1992). Diese Temperatur ist zwar für heißgeräucherte Fischereierzeugnisse in den Leitsätzen für Fische, Krebs- und Weichtiere und Erzeugnissen daraus vorgeschrieben (Deutsches Lebensmittelbuch, 2003), wird aber, wie eigene Untersuchungsergebnisse offenbarten, nicht zuverlässig erreicht.

Besuche in mehr als 20 vor allem kleinen und mittelständischen Betrieben in verschiedenen Teilen Deutschlands zeigten, dass Temperaturmessungen in den Forellen während der Räucherung nur äußerst selten durchgeführt werden. Überwiegend wurde nach Erfahrung und Gefühl geräuchert. Das traf vor allem für die kleinen Produktionsstätten zu. Kerntemperaturmessungen gehörten nur bei vier der befragten Betriebe zur Regel.

Die Variationsbreite der vorhandenen Räucheröfen war groß (Tabelle 1). Das Räuchern fand bei mehr als der Hälfte der Befragten in Öfen basierend auf dem Typ Altonaer Ofen (gemauerter Ofen) statt, die durch Eigenbau oftmals sehr individuell ausgestaltet waren. Die Erhitzung erfolgte durch offenes Feuer. Größere Betriebe hatten eher elektrisch betriebene Anlagen, vielfach programmierbare Räucherautomaten. Der Räucherrauch wurde bei allen durch Verglimmen von

Holzspänen unterschiedlichen Zerkleinerungsgrades erzeugt. Verwendet wurde hauptsächlich Material aus Buche, Erle und Weide, auch Mischungen daraus, teilweise mit aromatisierenden Zusätzen wie Wacholder.

Räucherofen	Erhitzungsart	Rauch-erzeugung
Typ Altonaer Ofen (gemauerter Ofen, vielfach Eigenbau)	- Holz - Gas - Elektrizität	Verglimmung im Ofen
Klimarauchanlage	- Gas - Elektrizität - Gas + Elektrizität	- externer Glimmraucherzeuger - interner Glimmraucherzeuger - Reibrauch

**Tabelle 1: Übersicht über die vorhandenen Räucheröfen. Ergebnis der Befragung in 23 Kleinbetrieben (Haupterwerb) und mittelständischen Betrieben**

Die gesalzenen Forellen wurden mit dem Kopf nach oben auf Spitten (Räucherstangen) oder Haken aufgehängt. Nur in jeweils einer Räucherei wurde generell liegend bzw. mit dem Schwanz nach oben geräuchert.

Im Räucherofen wurden die Fische in nahezu allen Betrieben zunächst bei niedrigen Temperaturen getrocknet. Dadurch wird die Haut fester. Die Programme für den Temperaturverlauf beim anschließenden Erhitzen waren sehr vielfältig und umfassten von kurz (schneller Temperaturanstieg) und relativ hoch in der Endtemperatur bis langsam ansteigend bei geringerer Maximaltemperatur unterschiedliche Varianten. Die Zugabe von Rauch erfolgte sofort oder im Laufe der Garphase (Tabelle 2).

Die Erhitzungstemperatur, die im Innern der Forellen beim Räuchern erreicht wird, ist für die Qualität, Haltbarkeit und Lebensmittelsicherheit der Endpro-

dukte von Bedeutung. Um festzustellen, welche Temperaturen tatsächlich erreicht werden, wurden mehrere Versuchsreihen durchgeführt, die den Einfluss des Temperaturprogramms auf die Kerntemperaturen näher untersuchten.

### Material und Methoden

Die im Folgenden beschriebenen Versuche zur Ermittlung des Temperaturverlaufs in verschiedenen Räucheröfen wurden am Institut für Fischerei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Starnberg (Räucherversuche 1 und 2) und in der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel in Hamburg (Räucherversuch 3) durchgeführt.

#### Vorbereitung der Forellen (gleich für Räucherversuche 1 und 2):

60 Forellen (durchschnittlich rd. 450 g Lebendgewicht), ausgenommen mit Kopf (amK), wurden über Nacht (15 Stunden) bei 3 °C Raumtemperatur in einer 6 % igen Salzlösung (G/G, 47 L Wasser + 3 kg Salz) gelakt. Verhältnis Lake: Fisch 1:1.

#### Räucherversuch 1: Räucherofen mit Holzfeuer, Typ Altonaer Ofen

Die Forellen wurden vor dem Räuchern gründlich gewaschen und auf Haken gebracht. Sie wurden mit dem Kopf nach oben an die Stangen eines Räucherwagens gehängt, wobei vier Reihen mit jeweils 7 bis 8 Forellen auf zwei Ebenen bestückt wurden. Eine Forelle pro Ebene wurde mit einem Einstichmessfühler versehen, eine weitere Messung erfolgte zwischen den Fischen im Zentrum (Abbildung 1).

Der Räucherofen stand im Freien. Die Außentemperatur betrug ca. 15 °C. Die Forellen hatten zu Beginn des Räuchervorgangs eine Kerntemperatur von 11 °C.

#### Räucherversuch 2: Edelstahlöfen mit Elektroheizung – schnelles Erhitzen

Vorbereitung der Forellen und Anordnung im Räucherofen wie bei Versuch 1. Zur Räucherzeugung wurden feine Buchen-

	Verfahren	Ofentemperatur	Erfolgt Kerntemperaturmessung?
Trocknen	Ohne (selten) Überwiegend 30–60 min	----- 30–50 °C	
Garen + Räuchern	30 min–3 Stunden	70–90 °C, kurzfristig auch höher	18 x nein 4 x ja
Rauchzugabe	Sofort – nach 1 Stunde		1 x gelegentlich

**Tabelle 2: Zusammenfassung der üblichen Räucherverfahren. Ergebnis der Befragung in 23 Haupterwerbsbetrieben**

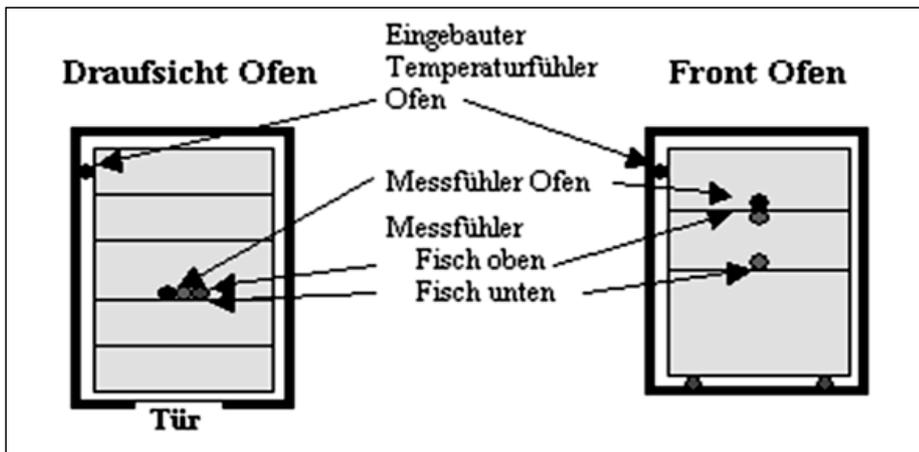


Abbildung 1: Verteilung der Messfühler während des Räucherns (Räucherversuch 1)

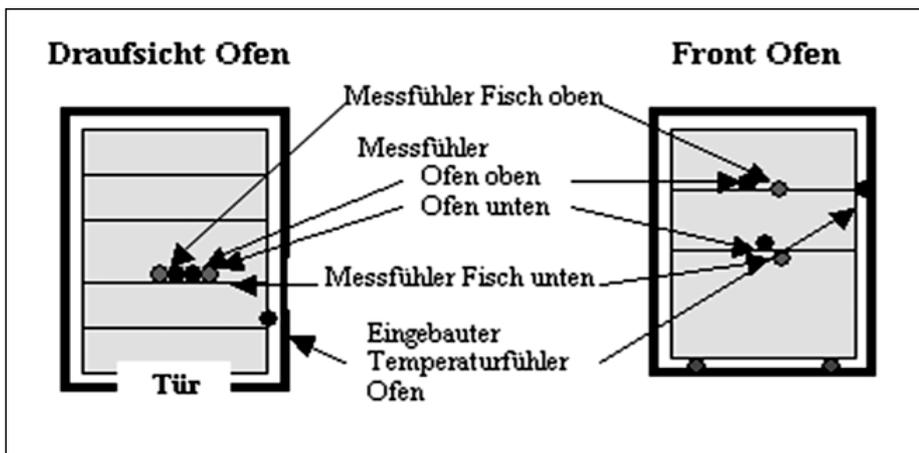


Abbildung 2: Verteilung der Messfühler während des Räucherns (Räucherversuch 2)

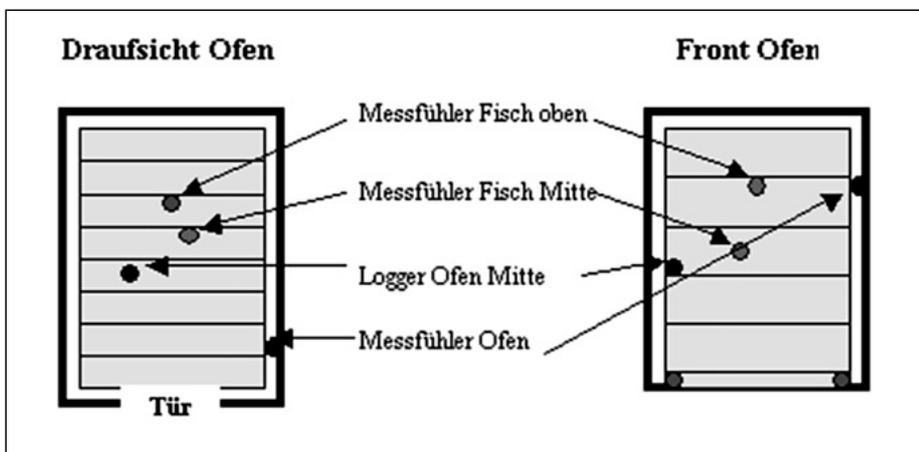


Abbildung 3: Verteilung der Messfühler während des Räucherns (Räucherversuch 3)

späne benutzt. Der Räucherofen stand ebenfalls im Freien.

Es wurden wieder mehrere Messfühler in den Forellen und im Ofen verteilt (Abbildung 2).

### Räucherversuch 3: Edelstahl-ofen mit Elektroheizung - langsames Erhitzen

#### Vorbereitung der Forellen:

60 Forellen (amK ohne Kiemen), Durchschnittsgewicht 320 g (280–369 g), wurden über Nacht (15 Stunden) bei 16 °C Raumtemperatur in einer 6 %igen Salzlösung gelakt (G/G). Verhältnis Lake: Fisch 1:1.

Die gewaschenen Forellen wurden mit dem Kopf nach oben auf Spalten gehängt und gleichmäßig auf zwei Ebenen verteilt. Der Ventilator war während des gesamten Räucherprozesses in Betrieb. Der Ofen stand in einem Raum mit 20 °C (Abbildung 3).

Die Temperaturmessungen erfolgten mit zwei Messfühlern (Kerntemperatur von 2 Forellen) und einem Datenlogger (Ofentemperatur).

### Ergebnisse und Diskussion

Die Messung der Temperatur im Innern der Forellen während der Räucherung

ist in großen bzw. in EU-zertifizierten Betrieben Standard. In den besuchten kleinen Räuchereien war sie die Ausnahme. In der Regel wird auf Erfahrung gesetzt. So wird gegen Ende des Räuchervorganges eine ausreichende Erhitzung dadurch festgestellt, dass sich die Rückenflosse leicht und ohne anhaftendes Fleisch herausziehen lässt.

Die Räucheröfen haben außen ein Thermometer, das die aktuelle Temperatur des Ofens an der Messstelle des Fühlers anzeigt. Nicht erkennen kann man das Temperaturgefälle innerhalb eines jeden Ofens, hervorgerufen durch bauliche Gründe oder durch die Dichte der Beschickung mit Fisch. Die Temperatur im Innern der Forellen ist immer niedriger als die angezeigte Ofentemperatur, was je nach Erhitzungsrate unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Auch sehr niedrige Außentemperaturen wirken sich auf das Temperaturprogramm aus.

### Erfassung des Temperaturverlaufs während der Räucherung

#### Räucherversuch 1:

Eingesetzt wurde ein übliches Programm zur Räucherung von Forellen. Zunächst wurde der Ofen leer und bei geöffneter Tür vorgeheizt. Nach dem Einbringen der Forellen dauerte es etwa 90 Min. (einschließlich einer Trocknungsphase von etwa 30 Min.) bis die Fische die Kerntemperatur von 60 °C erreicht hatten. Während der Garphase wurde zwischenzeitlich eine Ofentemperatur von 170 °C erreicht, ungeachtet dessen stiegen die Kerntemperaturen in den Forellen nur langsam und relativ gleichmäßig an (Abbildung 5).

#### Räucherversuch 2:

Bei diesem Programm wurde lange vorge-trocknet und dann während der Garphase schnell auf 100 °C bzw. kurzfristig 110 °C erhitzt. Trotz der hohen Temperatur im Ofen stieg sie im Fisch nur langsam an. Nachdem die Ofentemperatur reduziert und konstant gehalten wurde, dauerte es noch mindestens 30 Minuten bis eine Kerntemperatur im Fisch von 60 °C erreicht wurde (Abbildung 6).

#### Räucherversuch 3:

Dieses Beispiel (Abbildung 7) zeigt die Messdaten für einen Räucherversuch in einem elektrischen Räucherofen, bei dem der gesamte Vorgang inklusive Trocknen mehr als 3 Stunden dauerte. Nach 30 Minuten Trocknen wurde langsam erhitzt. Die Kurven zeigen, dass die Differenz zwischen der Temperatur im Ofen und der im Räucherfisch nahezu konstant blieb. Beide Kurven verliefen fast parallel. Es musste mehr als 3 Stunden geräuchert werden, um sicher 60 °C im Fischkern zu erreichen.

Phase 1: Vorheizen des leeren Ofens (Holzfeuer ohne Rauchentwicklung)

Phase 2: Trocknen der Forellen im Ofen bei halboffener Tür, Ofenklappe offen

Phase 3: Garen der Forellen, Tür geschlossen

Phase 4: Rauchphase, Glut wird mit (Buchen-)Sägemehl abgedeckt, Ofenklappe zu

Phase 5: optional, nochmaliges Erhitzen, Räucherergebnis nach Phase 4 nicht zufrieden stellend

Fasst man die Ergebnisse unserer Befragung zum Räuchern zusammen, lässt sich feststellen, dass viele unterschiedliche Programme eingesetzt werden. Eignigkeit herrschte jedoch in der Meinung, dass es beim Räuchern vor allem auf die Person ankommt. Eigene Kontrollen durch Temperaturmessung im Kern der Fische waren insbesondere in den kleinen Verarbeitungsbetrieben die Ausnahme. Gleiches gilt übrigens auch für die Protokollierung der Verarbeitungsparameter und -daten.

Die durchgeführten Räucherversuche zeigen Beispiele für Temperaturverläufe. Sie können natürlich variieren, denn sie sind abhängig von der Rohware, der Beschickung im Ofen, vom Ofentyp, der Ventilation der heißen Luft bzw. des Räucherrauchs und der Umgebungstemperatur. Und nicht zu vergessen von der Person, die räuchert. Bei so vielen Unwägbarkeiten sind Kerntemperaturmessungen hilfreich, um den gesetzlichen Anforderungen zu genügen. Das Ablesen der Ofentemperatur bietet keine hinreichende Sicherheit. Nachdem das Programm durch Messen der Kerntemperatur im Fisch einmal an verschiedenen Stellen des Ofens getestet wurde, reicht es aus, wenn bei jeder Räucherung eine Forelle entnommen und die Temperatur durch Einstechen gemessen wird. Die Geräte, die dazu auf dem Markt sind, sind einfach, robust und vor allem nicht teuer.

Der Verkauf vakuumverpackter geräucherter Forellenfilets (meistens als Doppelfilets mit Haut und Zwischenfolie) hat auch in kleinen Betrieben in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Wegen der bequemerer Handhabung und der gegenüber offener Lagerung längeren Haltbarkeit werden sie auch von vielen Verbrauchern favorisiert. Es darf dabei jedoch nicht übersehen werden, dass sie dennoch ein leicht verderbliches und aus mikrobiologischer Sicht risikobehaftetes Lebensmittel bleiben.

Wenn geräucherte Forellen und -filets vakuumverpackt werden, gehören sie auch bei Einhaltung der geforderten Kerntemperatur von 60 °C zu den nicht ausreichend hitzebehandelten Produkten, so dass die Möglichkeit einer Toxinbildung nicht ausgeschlossen werden kann. Daher muss auf die Einhaltung der Kühlkette während der gesamten Herstellung und Lagerung vom Erzeuger bis zum Verbraucher besonderer Wert gelegt werden. Das Erhitzen und Räuchern auf 60 °C kann die Keimbelastung reduzieren, man erhält jedoch kein keimfreies Produkt. Eine Vakuumverpackung verhindert das Wachstum von Mikroorganismen, die

auf Sauerstoff angewiesen sind und die Schimmelbildung. Dagegen kann sich eine ganze Reihe anderer anaerober Bakterien, die im sauerstofffreien Medium leben, nahezu konkurrenzlos vermehren. Zu dieser Gruppe gehören auch die Clostridien, die beim Verbraucher Botulismus verursachen können (SIKORSKI, Z.E., KOLODZIEJSKA, I., 2002).

In einer sauerstofffreien Atmosphäre können ein Keimwachstum und eine Toxinbildung nur durch Kühlung auf unter 7 °C, besser noch unter 3 °C, erreicht werden (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2000). Die empfohlenen Lagertemperaturen sollten deshalb unbedingt eingehalten werden. Außerdem sollte die Lagerzeit von vakuumverpackten Räucherforellen und -filets auf 14 Tage begrenzt werden. Dies entspricht den Empfehlungen des Bundesverbandes der deutschen Fischindustrie und des Fischgroßhandels, die Restlaufzeit im Einzelhandel unter dem Aspekt eines vorbeugenden Verbraucherschutzes auf max. 12 Tage zu beschränken.

## Zusammenfassung

Temperaturmessungen in Forellen während des Räucherns, die gewährleisten, dass eine Kerntemperatur im Fisch von 60 °C erreicht wird, sind insbesondere in kleinen Verarbeitungsbetrieben nicht üblich. Daher wurden Versuche in verschiedenen Räucheröfen durchgeführt, die den Einfluss des Temperaturprogramms auf die resultierenden Kerntemperaturen näher untersuchten. Die Temperaturen im Räuchergut waren stets niedriger als die Ofentemperatur, unabhängig davon, ob schnell oder langsam erhitzt wurde. Die Anzeige der Ofentemperatur ließ daher keine zuverlässigen Rückschlüsse auf die Kerntemperatur zu und sollte bei den praxisüblichen Verfahren durch Messungen in den Forellen nachgeprüft werden.

## Literatur

- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), ehem. BgVV Pressedienst, 2000: Botulismus nach dem Verzehr von Räucherfisch. <http://www.bfr.bund.de/cms5w/sixcms/detail.php/889>.
- Bundesprogramm ökologischer Landbau (BÖL), 2007: Untersuchungen zur Qualitätsveränderung bei der Verarbeitung und Lagerung von ausgewählten Erzeugnissen aus Bioforellen und konventionell erzeugten Forellen als Voraussetzung für die Erstellung einer Handlungsanweisung für handwerkliche Forellenzuchtbetriebe (Abschlussbericht).
- Deutsches Lebensmittelbuch, 2003: Leitsätze für Fische, Krebs- und Weichtiere und Erzeugnisse. GMBL Nr. 8 - 10 vom 20. 02. 2003, S. 150, 157.
- MANTHEY, M., 2007 Praxisorientierte Versuche zur Verarbeitung von Forellen (*Oncorhynchus mykiss*). Teil 1: Salzen der Rohware vor der Räucherung. Fischer und Teichwirt 8/2007, S. 303.
- REHBEIN, H., 1992: Determination of the heating temperature of fishery products. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 195, 417-422
- SIKORSKI, Z.E., KOLODZIEJSKA, I., 2002: Microbial risks in mild hot smoking of fish. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 42(1), 35-51.

## Danksagung

Die hier dargestellten Arbeiten wurden im Rahmen des Projektes „Untersuchungen zur Qualitätsveränderung bei der Verarbeitung und Lagerung von aus-

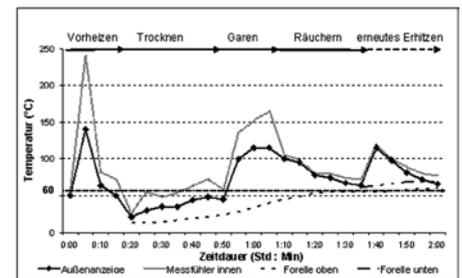


Abbildung 5: Räucher Versuch 1, Temperaturverlauf in einem Räucherofen mit Holzfeuer, Typ Altonaer Ofen

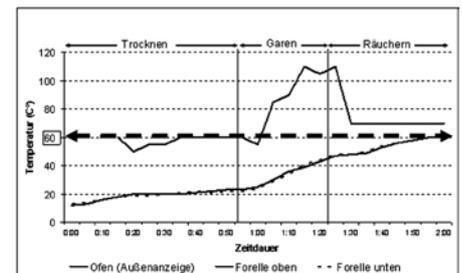


Abbildung 6: Räucher Versuch 2, Temperaturverlauf in einem Edelstahlhofen mit Elektroheizung (externe Raucherzeugung) - Programm mit schnellem Erhitzen

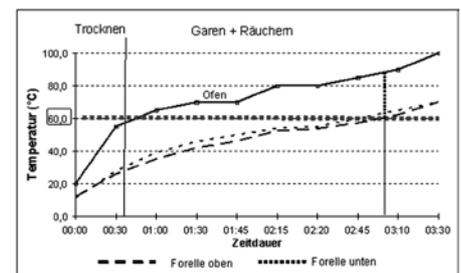


Abbildung 7: Räucher Versuch 3, Temperaturverlauf in einem Edelstahlhofen mit Elektroheizung (externe Raucherzeugung) - Programm mit langsamem Erhitzen

gewählten Erzeugnissen aus Bioforellen und konventionell erzeugten Forellen als Voraussetzung für die Erstellung einer Handlungsanweisung für handwerkliche Forellenzuchtbetriebe – BLE 02OE007/F 2 – des Bundesprogramms „Ökologischer Landbau“ durchgeführt

## Adressen der Autoren

**Monika Manthey-Karl**  
**Dr. Horst Karl**

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel  
Forschungsbereich Fischqualität

Palmallee 9  
22767 Hamburg

monika.manthey@bfl.de,  
horst.karl@bfl.de

**Dr. Reinhard Reiter**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Fischerei (IFI)

Weilheimer Str. 8  
82319 Starnberg

reinhard.reiter@lfl.bayern.de