

Einleitung

Die Gesundheit von Fischen ist ein ökonomischer Faktor in der Aquakultur. Der FischFIT-Sensor ermöglicht als Teil eines innovativen telemetrischen Systems zur zeitgleichen Erfassung verschiedener physiologischer und verhaltensbiologischer Parameter Gesundheitsüberwachungen an Fischen. Durch starke Miniaturisierung sind Herz- und Atemfrequenz, Körpertemperatur, elektrische Muskelaktivität (EMG), Hautwiderstand (HW), Hautpotential (HP) und dreidimensionale Schwimmbeschleunigung integriert messbar. Die Parameter ermöglichen Rückschlüsse auf die motorische sowie die vegetativ nervale und emotionale Aktivität der Tiere. Physiologische Zeitreihenanalysen sollen zeigen, wie Gesundheit und Fitness von Fischen mit verschiedenen internen und externen Parametern zusammenhängen.

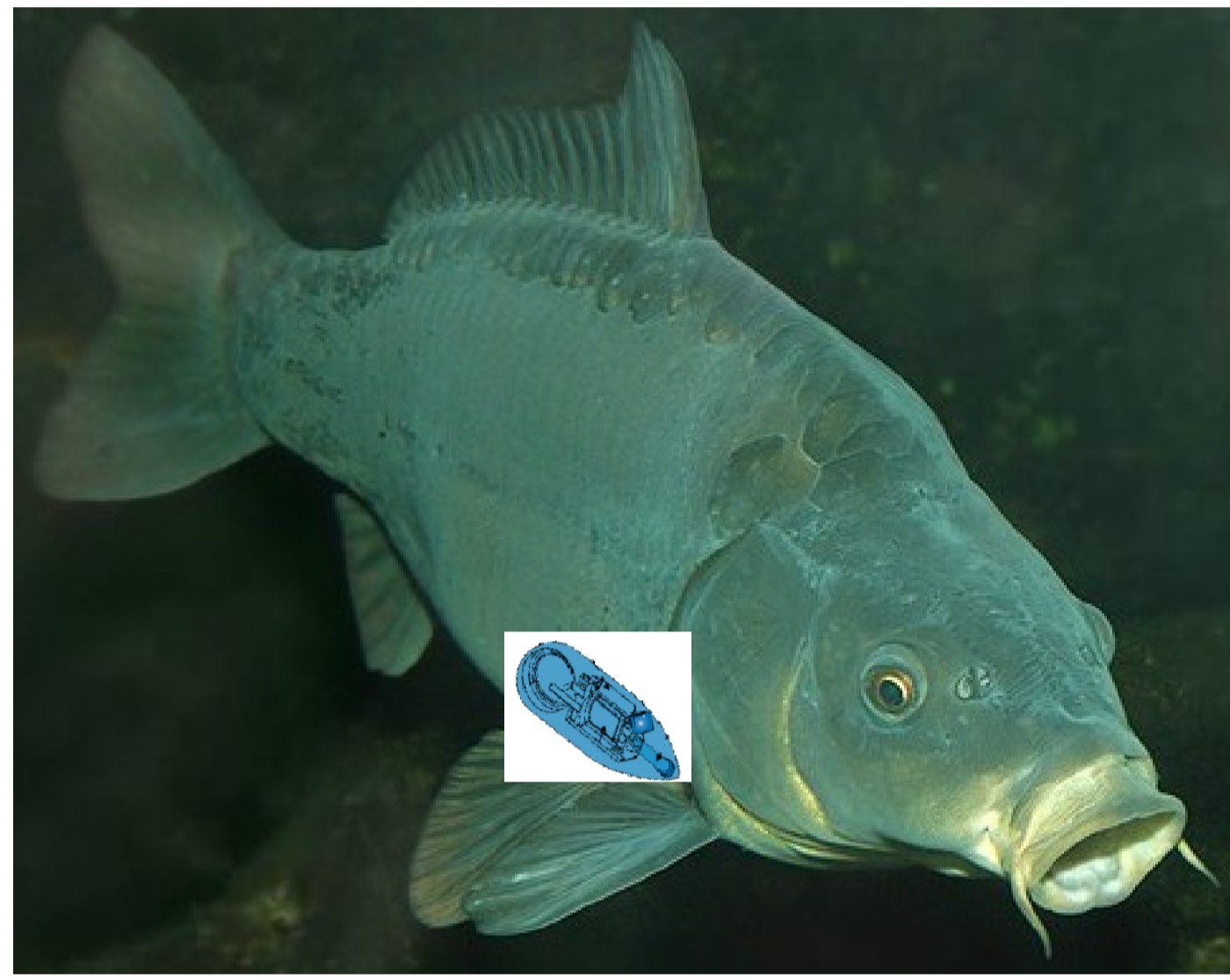


Abb. 1: Platzierung des Sensors im Karpfen

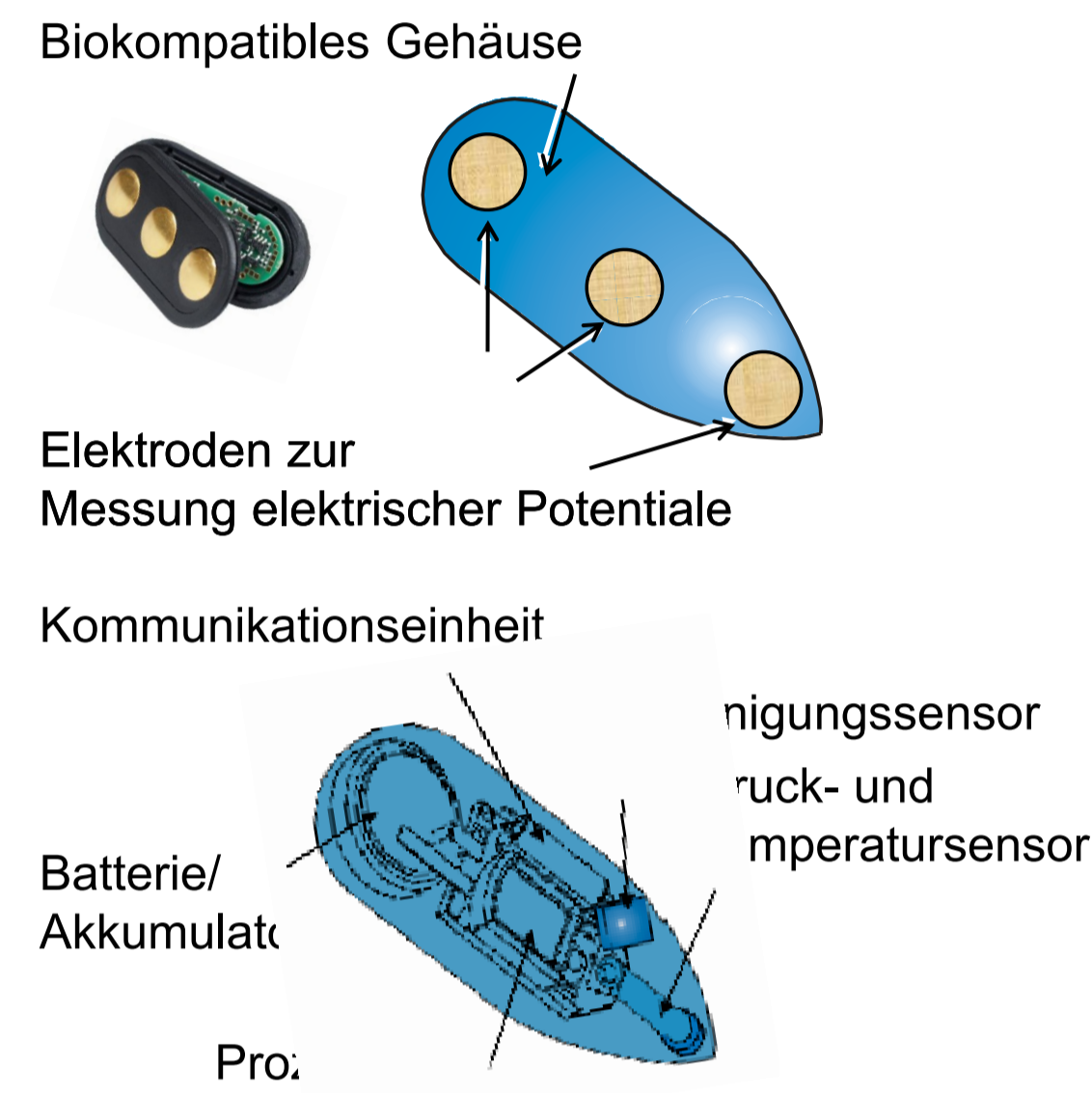


Abb. 2: Aufbau des FischFIT-Sensors

Material und Methode

Die Messdaten weisen Rhythmen auf, deren Strukturen zentralnervös reguliert und in Abhängigkeit von der aktuellen Beanspruchung zeitlich veränderlich sind. Die Qualität der Regulation verschlechtert sich bei starker Beanspruchung, Schwächung und vor Erkrankungen. Die Chronobiologische Regulationsdiagnostik (CRD, nach Balzer & Hecht 2000 und Balzer 2009) basiert darauf.

Die Analysesoftware ermittelt die Regulationsfähigkeit in ihrem zeitlichen Wandel als sog. Regulationsmuster oder -zustände (Übersicht s. Abb. 4). Nach Evaluierung des Systems für den Fisch übernimmt dies ein künstliches neuronales Netz (KNN).

Stress wirkt auch bei Fischen als Krankheitsbeschleuniger und wurde durch Variationen von Besatzdichte, Futtermenge, Lärm und Licht sowie verschiedener Wasserqualitätswerte induziert (s. Abb. 5 bis 7).

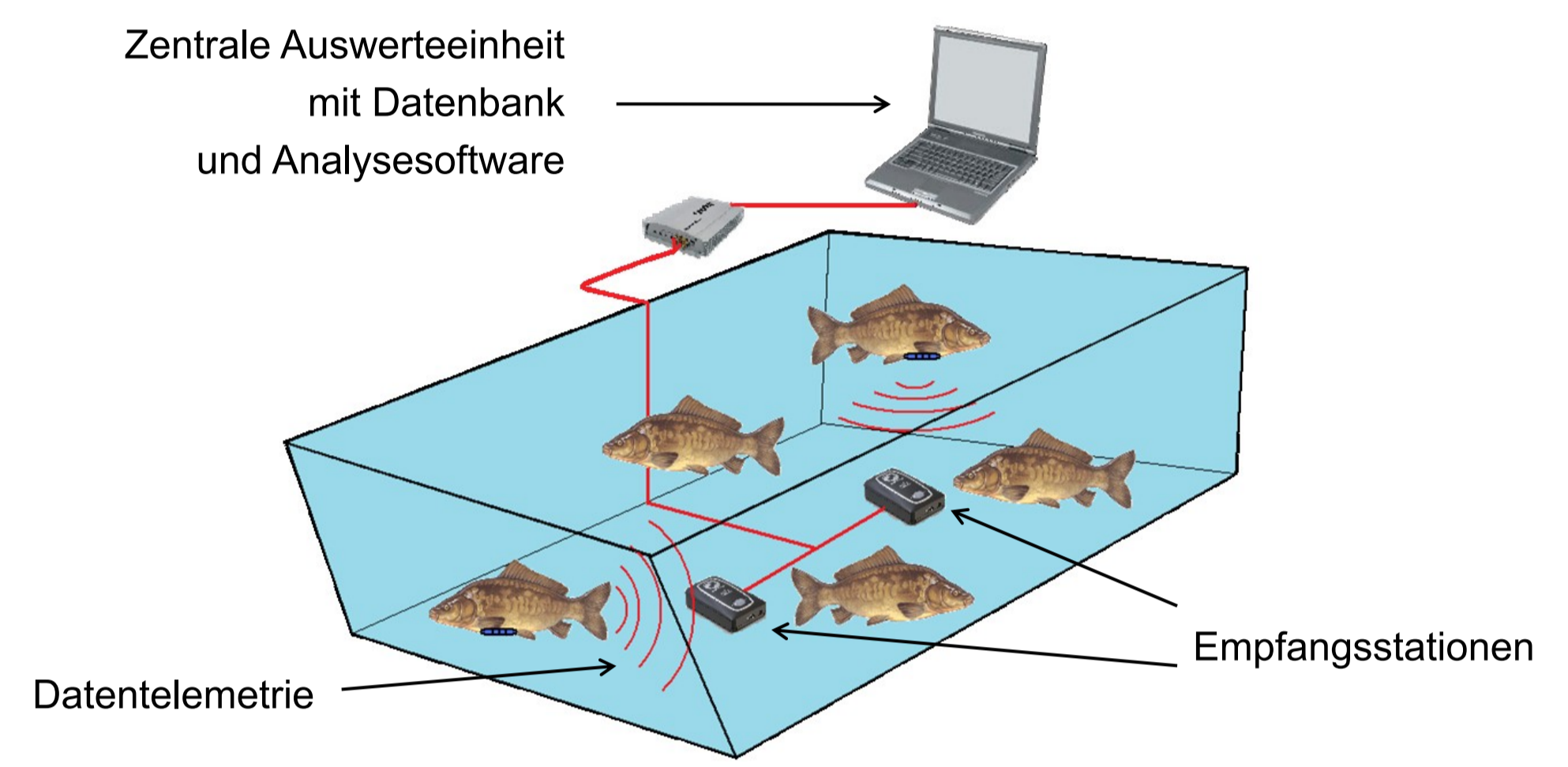


Abb. 3: Versuchsaufbau mit telemetrischer Datenübertragung in Wasser

Ergebnisse

Fischen konnten verschiedene Regulationszustände nachgewiesen werden. Sind die Tiere gesund, schwanken die Zustände definiert zwischen Aktivierung und Deaktivierung (z. B. im Tagesverlauf als Tag-Nacht-Rhythmus). Eine Aktivierung liegt bei überwiegend schneller bzw. eine Deaktivierung bei überwiegend langsamer Regulation vor. Beanspruchungen führen bei Schwächung des regulatorischen Systems zu krankhaften Zuständen. Die Tiere nehmen dann oft Zustände von Stress und Erschöpfung, später von Nervosität und mitunter sogar von Apathie an (s. Abb. 5 bis 7).

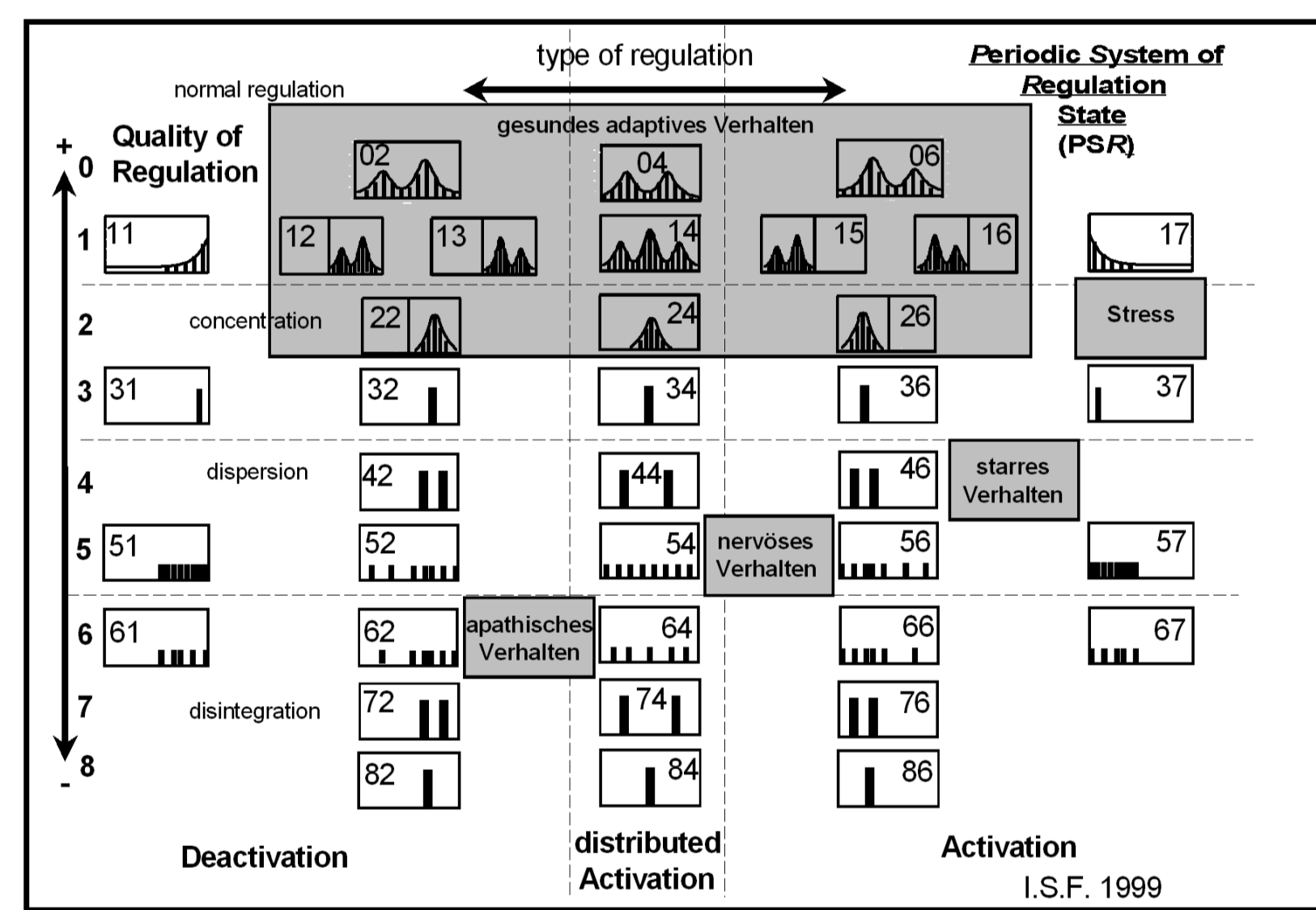


Abb. 4: Periodensystem der Regulationszustände (PSR)

Abb. 5 bis 7: Häufigkeitsverteilung (HV, z-Achse) der Regulationszustände von HP, HW und EMG eines Fisches vor, während und nach räumlicher Bedrängnis (RB) über zwei Stunden (11:00 bis 13:00 Uhr). In den Abb. sind der Aktivierungsgrad (x-Achse) und die Qualität der Regulation (y-Achse) dargestellt (s. Abb. 4).

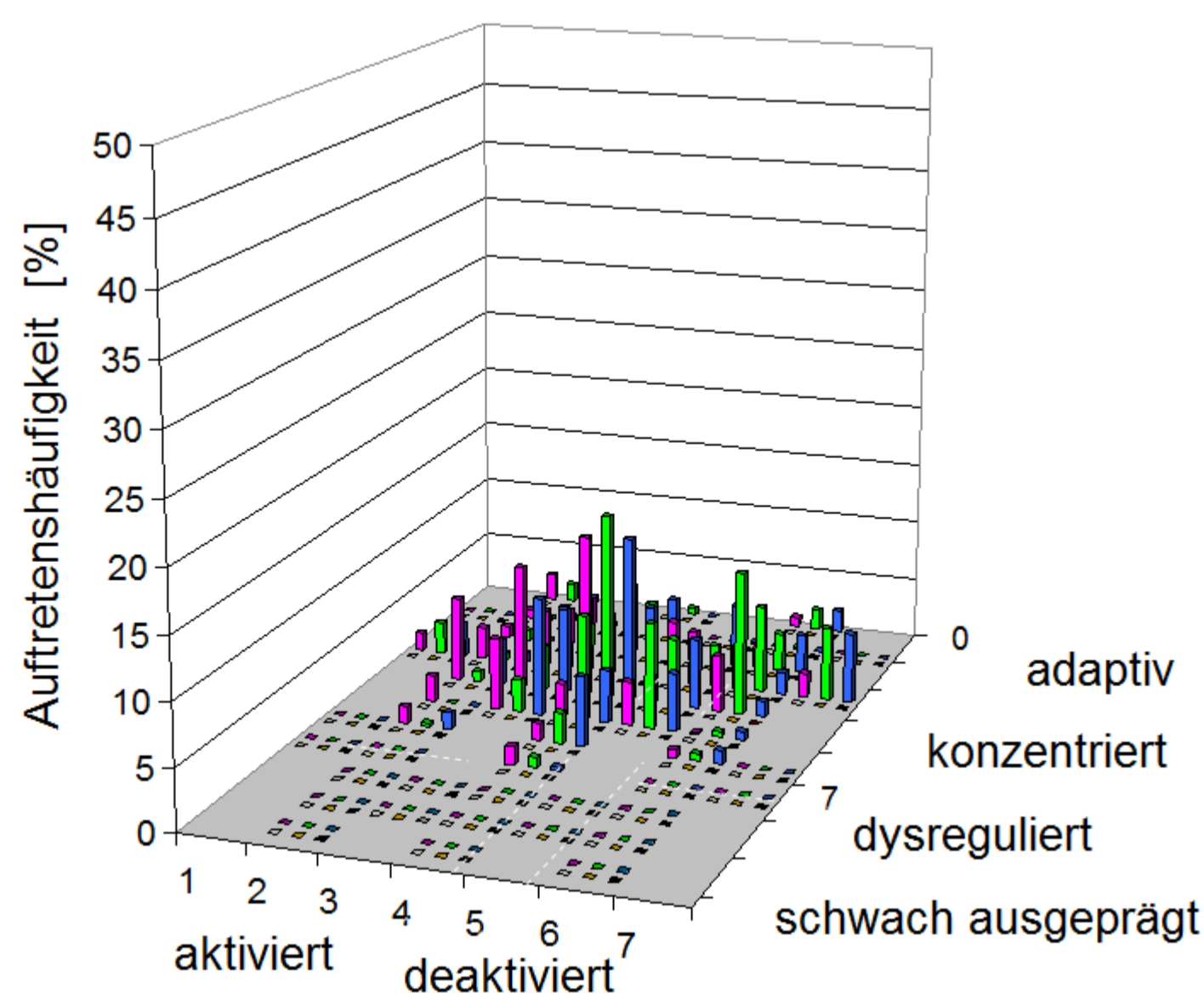


Abb. 5: HV bei Besatzdichte 10 kg/m³, vor RB

Gesundes adaptives Verhalten. Fisch zeigt viele verschiedene Zustände im aktivierten und deaktivierten Bereich mit einheitlich mäßiger Häufigkeit. Deaktivierte Zustände sind etwas häufiger, da der Untersuchungszeitraum zwischen zwei Fütterungen lag und das Tier vermutlich aufgrund der Sättigung leicht passiv war.

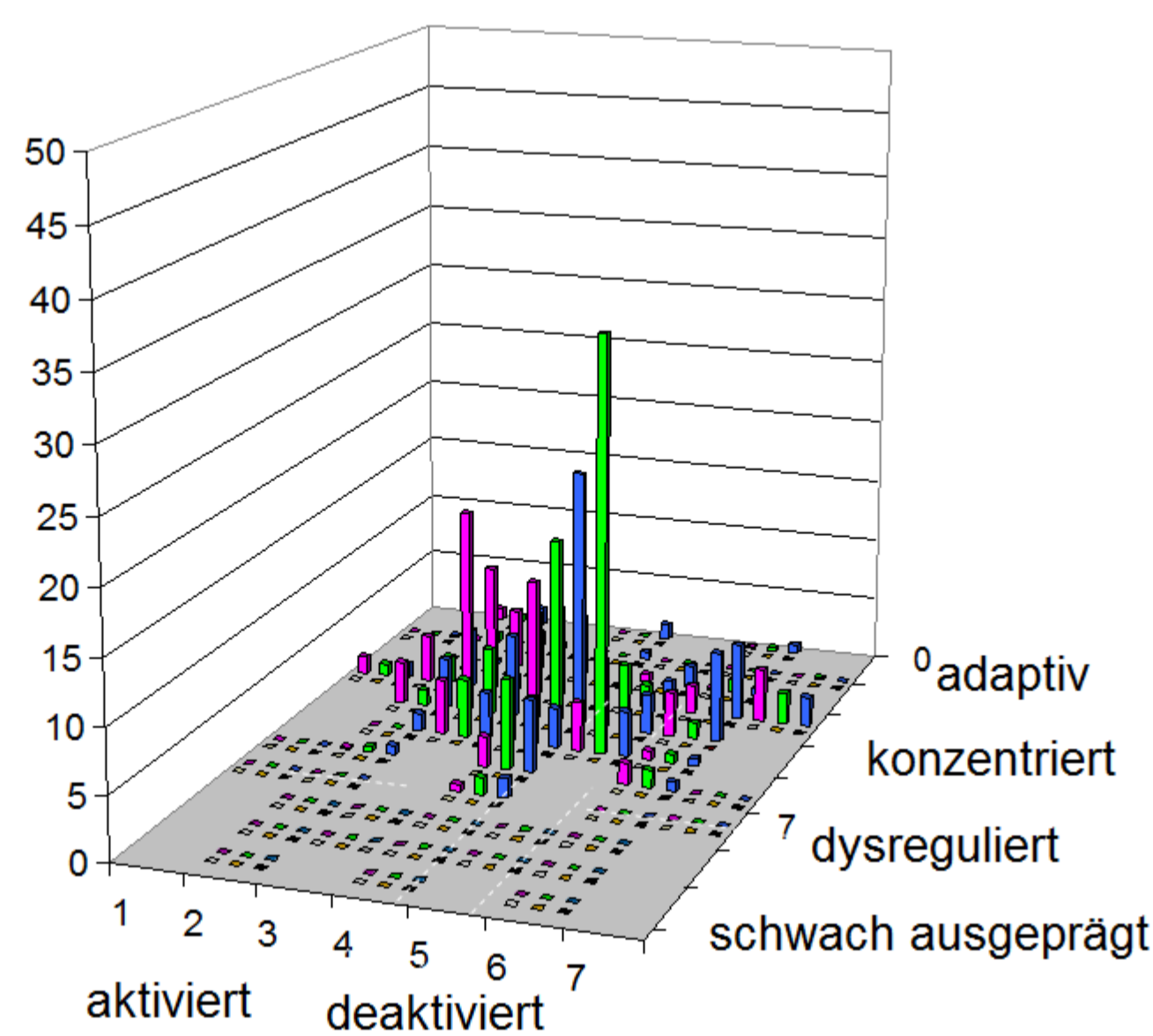


Abb. 6: HV bei Besatzdichte 40 kg/m³, 3. Tag der RB

Gestresstes Verhalten. Fisch zeigt aufgrund starrer Regulation wenige Zustände besonders häufig. Zustände der EMG-Daten verstärkt deaktiviert, da sich das Tier aufgrund der räumlichen Enge kaum bewegen kann. Zustände von HP und HW sind dysreguliert sowie verteilt aktiviert. Tritt verstärkt bei Angstzuständen auf.

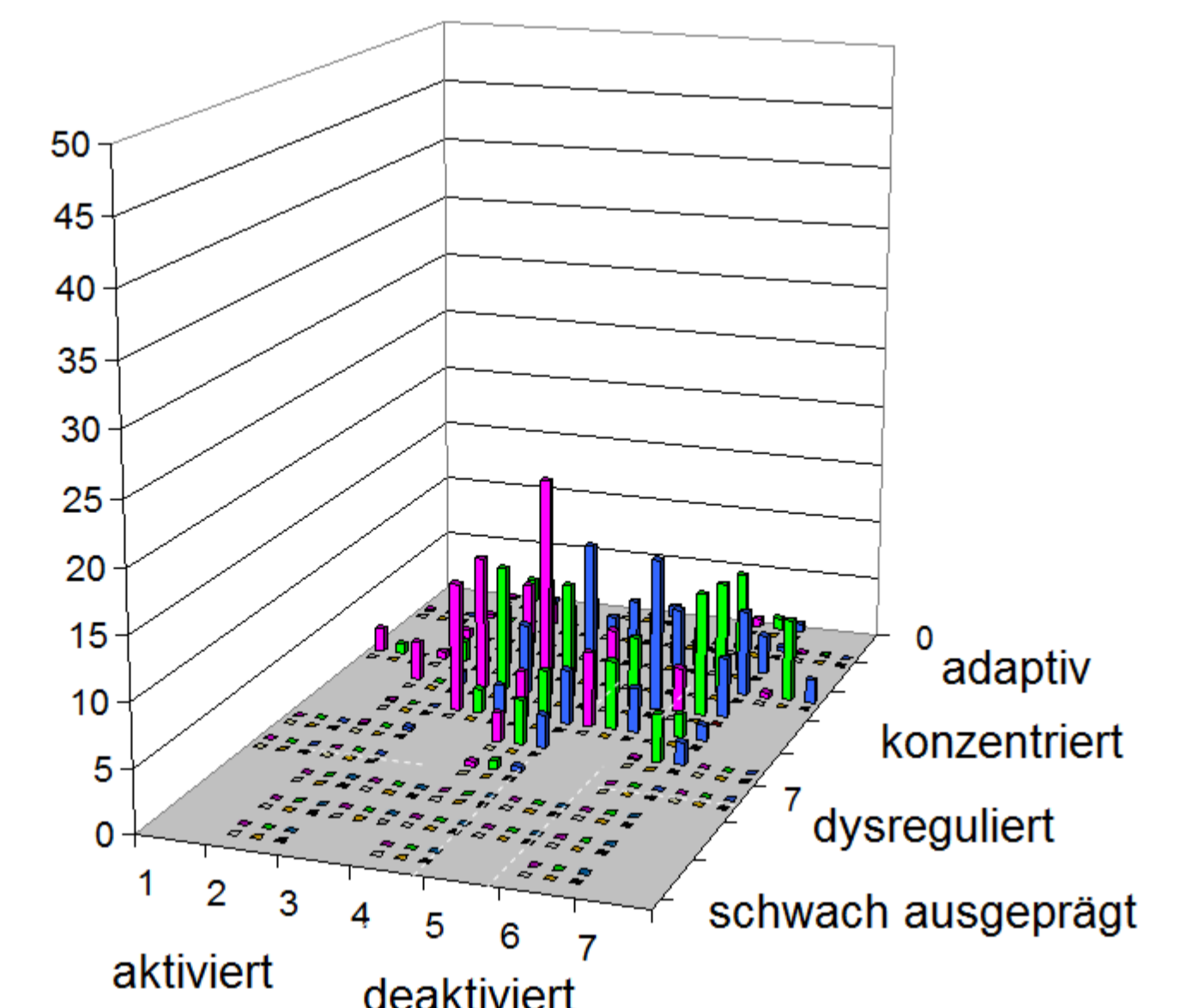


Abb. 7: HV bei Besatzdichte 10 kg/m³, 30 min nach RB

Rückkehr zu adaptivem Verhalten. Starre Regulation aufgehoben. Fisch reguliert sich wieder von aktiviert bis deaktiviert. Verstärkt kognitive wie emotionale Aktivierung aufgrund des kurz zuvor erfolgten Entfernens und Nachwirkens der RB. Die verstärkte Deaktivierung der EMG-Daten entspricht annähernd der vor der RB.

Diskussion

Für den FischFIT-Monitor konnten simultane Messungen und deren Verarbeitung von neun verschiedenen Vital- und Verhaltensparametern realisiert werden. Sie reflektieren die vegetativ nervalen wie emotionalen und muskulären Prozesse im Tier und ermöglichen zuverlässig Rückschlüsse auf Gesundheitszustand, Fitness und Wohlbefinden der Fische. Artgerechte Tierhaltung wird damit auch für die Aquakultur anhand der Physiologie der Fische messbar.