



Nationales Forschungsprogramm «Hormonaktive Stoffe»

**Konsensplattform
«Hormonaktive Stoffe
in Abwasser und Gewässern»
Schlussdokument
(Januar 2008)**



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

Inhaltsverzeichnis

Kurzbeschreibung (Executive Summary)	3
Nationales Forschungsprogramm 50 «Hormonaktive Stoffe»	6
Methodik der Konsensplattformen	7
Mitglieder der Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern»	9
Resultate: Wirkungsbezogene Aussagen	10
Resultate: Massnahmenbezogene Aussagen/Empfehlungen	13

Verfasser:

Dr. Marcel Trachsel
Umsetzungsbeauftragter
Nationales Forschungsprogramm «Hormonaktive Stoffe»
int/ext Communications AG
Postfach
4004 Basel

marcel.trachsel@int-ext.com

Kurzbeschreibung (Executive Summary)

Einleitung

Stoffe mit hormoneller Aktivität können Menschen, Tiere und ganze Ökosysteme auf verschiedene Arten beeinflussen. Nachgewiesen sind Fruchtbarkeitsschädigungen wegen hormonaktiver Stoffe bei zahlreichen Tierarten, von Fischen und Greifvögeln bis zu Säugetieren im Wasser und auf dem Land.

Im Jahr 2000 beauftragte der Bundesrat den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) mit der Durchführung des Nationalen Forschungsprogramms 50 «Hormonaktive Stoffe». Dieses soll wissenschaftliche Strategien zur Beurteilung von Risiken und Gefahren der Belastung von Menschen und Tieren durch hormonaktive Stoffe in der Umwelt entwickeln. In Konsensplattformen sollen gemeinsam mit Vertretern der Behörden sowie der herstellenden und verarbeitenden Industrie Empfehlungen formuliert werden, wie die negativen Auswirkungen hormonaktiver Chemikalien zu vermeiden sind.

Bei der Konsensplattform handelt es sich um einen strukturierten, konstruktiven Dialog von Industrie, Behörden und Wissenschaft mit dem Ziel, ein allgemein akzeptiertes Übereinkommen zu finden über die Wirkung hormonaktiver Stoffe auf Mensch, Tier und Umwelt sowie über Massnahmen, die zur Minimierung der negativen Wirkung beitragen (siehe Seite 7 f).

Die Arbeit der Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern» dauerte von Januar bis Dezember 2007. Daran beteiligt waren insgesamt 15 Vertreter aus der Industrie, den Behörden und der Wissenschaft sowie zwei Moderatoren (siehe Seite 9).

Mit der gemeinsamen Erarbeitung von wirkungs- und massnahmenbezogenen Aussagen haben alle an der Plattform beteiligten Partner – Industrie, Behörden und Wissenschaftler des Nationalen Forschungsprogramms «Hormonaktive Stoffe» – ihren Willen zum konstruktiven Dialog bekundet und damit einen wertvollen Beitrag zur Vermeidung von negativen Auswirkungen von möglicherweise hormonaktiven Chemikalien geleistet.

Resultate

Die Mitglieder der Konsensplattform verabschiedeten 32 wirkungsbezogene Aussagen und 20 massnahmenbezogene Aussagen/Empfehlungen (siehe Seiten 10 ff).

Hormonaktive Stoffe in Gewässern stellen in der Schweiz lokal und regional ein Problem dar, insbesondere dann, wenn eine ausreichende Verdünnung des gereinigten Abwassers im Vorfluter (1:10 oder mehr) dauerhaft oder saisonal nicht gewährleistet ist. Dies kann der Fall sein in Regionen mit hoher Einwohnerdichte und mit Kläranlagen, die in kleine Fliessgewässer einleiten. Im gereinigten häuslichen Abwasser sind natürliche und synthetische Steroidhormone verantwortlich für den grössten Teil der östrogenen Aktivität. Nach aktuellem Kenntnisstand ist der geeignete Bioindikator die Feststellung erhöhter Vitellogeninwerte bei männlichen Fischen. In einer Minderheit der bisher untersuchten Schweizer Gewässer wurden leicht bis moderat erhöhte Vitellogeninwerte bei männlichen Fischen im Einflussbereich von Kläranlagen gemessen, was auf eine lokale bis regionale Belastung der Gewässer mit östrogenen Stoffen schliessen lässt. Ansonsten gibt es wenig Indizien auf die Wirkung hormonaktiver Stoffe in Schweizer Oberflächengewässer.

Es gibt bisher keine Hinweise, dass die hohe Prävalenz von Gonadenmissbildungen bei Felchen im Thunersee auf hormonaktive Stoffe zurückzuführen ist.

Es kann davon ausgegangen werden, dass im Allgemeinen die übers Trinkwasser aufgenommenen hormonaktiven Stoffe für die menschliche Gesundheit auch in der Schweiz nicht als kritisch einzustufen sind. Punktuell höhere Belastungen von Grund- und Trinkwasser müssen fallspezifisch beurteilt werden.

Das Umweltverhalten von Mikroverunreinigungen, zu denen hormonaktive Stoffe gehören, ist genauer zu untersuchen. Dabei sind in der Schweiz Stoffflüsse hormonaktiver Stoffe systematisch zu analysieren und zu modellieren, um relevante Expositionen zu erkennen. Daraus lassen sich auf Grund wissenschaftlich fundierter Risikoanalysen wirkungsbezogene Massnahmen ableiten. Fische und andere aquatische Lebewesen sind auf die biologische Wirkung der durch chemische Analysen ermittelten oder durch Modelle vorausgesagten Umweltbelastung zu untersuchen.

Da östrogene Steroidhormone als hauptverantwortlich für allfällige östrogene Effekte bei aquatischen Lebewesen anzusehen sind, ist deshalb für die Praxis die Einführung eines Qualitätsziels für die östrogene Aktivität in Gewässern sehr wichtig. Dies gilt insbesondere für empfindliche Fliessgewässer, die durch Kläranlagen beeinflusst sind, deren gereinigtes Abwasser schlecht verdünnt wird.

Der Ausbaustand der Kläranlagen sollte eine möglichst weitgehende Elimination der Abwasserinhaltsstoffe ermöglichen. Ein optimaler Betrieb muss gewährleistet sein. Vor allem bei ungenügender Verdünnung des gereinigten Abwassers im Gewässer können Probleme durch Mikroverunreinigungen auftreten. In solchen Fällen sollten folgende Massnahmen geprüft werden:

- Ausbau gemäss Stand der heutigen Technik
- Weitergehende technische Massnahmen (Aktivkohle, Ozonierung, Erhöhung des Schlammalters etc.)
- Alternative Vorgehensweisen, wie beispielsweise der Zusammenschluss von Abwasserverbundsystemen zur Ermöglichung leistungsfähiger Kläranlagen

Der Verordnung und Umsetzung von Massnahmen in der Siedlungsentwässerung soll eine gesamtheitliche Strategie und Planung vorausgehen. Dabei sollen die wesentlichen Ursachen der Belastung der Gewässer auf Einzugsgebietsebene berücksichtigt und priorisiert sowie diejenigen Massnahmen identifiziert werden, die zu wirtschaftlich tragbaren Kosten den optimalen Nutzen für die Gewässer darstellen (inklusive Massnahmen in der Landwirtschaft, Renaturierung u.a.). Ebenso sind Massnahmen zur Optimierung der Regenwasser- und Kanalnetzbewirtschaftung (Entlastungen, Verluste durch Undichtigkeit) zu beurteilen. Die Kläranlagen in der Schweiz sind hinsichtlich ihrer Eliminationsleistung und ihres technischen Optimierungspotenzials zu überprüfen.

Die angestrebten Massnahmen bei Kläranlagen reduzieren neben hormonaktiven Stoffen auch den Eintrag von anderen gewässerrelevanten (nicht hormonaktiven) Stoffen. Massnahmen an der Quelle wie beispielsweise alternative Systeme der Siedlungsentwässerung oder der Spitalabwasserbehandlung müssen beurteilt und allenfalls gefördert werden.

Die Industrie ist bestrebt, Stoffe mit einem signifikanten toxikologischen oder ökotoxikologischen Risiko durch solche mit geringerem Risiko zu ersetzen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Substitutionsprodukte einer ebenso gründlichen Risikobeurteilung unterzogen werden wie die zu ersetzenden Stoffe selbst.

Eine standortgerechte Bewirtschaftung von Landwirtschaftsflächen ist anzustreben, da so der Eintrag hormonaktiver und anderer Stoffe über oberflächliche Abschwemmung und Drainage eingeschränkt wird.

Die rasche Entwicklung von international (OECD) anerkannten Verfahren zum Nachweis hormonaktiver Eigenschaften von Chemikalien und Gemischen muss gefördert werden. Das gleiche gilt für Testverfahren zur Priorisierung von Mikroverunreinigungen und zur Überwachung der Gewässerqualität. Für die Praxis ist die Etablierung von wissenschaftlich fundierten Qualitätskriterien für die Hormonaktivität in Gewässern anzustreben: ein chronisches Qualitätskriterium (CQC) für die Dauerbelastung und ein akutes Qualitätskriterium (AQC) für kurzfristige Spitzenbelastungen. Es wird empfohlen, die Gewässerschutzverordnung mit diesen Qualitätskriterien zu ergänzen.

Nationales Forschungsprogramm 50 «Hormonaktive Stoffe» (NFP 50)

Stoffe mit hormoneller Aktivität können Menschen, Tiere und ganze Ökosysteme auf verschiedene Arten beeinflussen. Nachgewiesen sind Fruchtbarkeitsschädigungen wegen hormonaktiver Stoffe bei zahlreichen Tierarten, von Fischen und Greifvögeln bis zu Säugetieren im Wasser und auf dem Land. Bestimmte Lösungsmittel, verschiedene Pflanzenschutzmittel, Verbrennungsprodukte, Medikamente, Kosmetika, aber auch natürliche Substanzen stehen im Verdacht, in unterschiedlicher Weise in den Hormonhaushalt von Mensch und Tier einzugreifen.

Im Jahr 2000 beauftragte der Bundesrat den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) mit der Durchführung des Nationalen Forschungsprogramms 50 «Hormonaktive Stoffe». Das wissenschaftliche Programm, das mit insgesamt 15 Millionen Schweizer Franken dotiert ist, begann im Jahr 2002 und fand Ende 2007 seinen Abschluss. Die international zusammengesetzte Leitungsgruppe hat insgesamt 30 Forschungsprojekte in drei Programmphasen bewilligt.

Das Nationale Forschungsprogramm «Hormonaktive Stoffe» hatte den Auftrag, wissenschaftliche Strategien zur Beurteilung von Risiken und Gefahren der Belastung von Menschen und Tieren durch hormonaktive Stoffe in der Umwelt zu entwickeln. In Konsensplattformen sollten – gemeinsam mit Vertretern der Behörden sowie der Industrie – Empfehlungen formuliert werden, wie sich negative Auswirkungen hormonaktiver Chemikalien vermeiden lassen.

Methodik der Konsensplattformen

Die Methodik der Konsensplattformen wurde durch den Umsetzungsbeauftragten des Nationalen Forschungsprogramms «Hormonaktive Stoffe», Dr. Marcel Trachsel, in Zusammenarbeit mit dem Beratungsunternehmen int/ext Communications AG, Basel, entwickelt. Als Basis dienten die Vorgaben der Leitungsgruppe.

Bei der Konsensplattform handelt es sich um einen strukturierten, konstruktiven Dialog von Industrie, Behörden und Wissenschaft mit dem Ziel, ein allgemein akzeptiertes Übereinkommen zu finden über die Wirkung hormonaktiver Stoffe auf Mensch, Tier und Umwelt sowie über Massnahmen, die zur Minimierung der negativen Wirkung beitragen. Die Methodik beruht auf einer Abfolge von Sitzungen und individueller Reflektion zu deren Vorbereitung.

Gewisse Voraussetzungen sind notwendig, um eine Konsensplattform erfolgreich abzuschliessen:

- Das zu behandelnde Thema (Issue) ist möglichst einzugrenzen.
- Die Mitglieder sind bereit, im Rahmen des Prozesses zu kooperieren, abweichende Interessen und Positionen zu akzeptieren und gemeinsam an einem Übereinkommen zu arbeiten.
- Die Sitzungen werden professionell moderiert.
- Alle Vorgänge und Zwischenergebnisse bleiben bis zum Abschluss der Konsensplattform vertraulich. Nach Abschluss der Arbeiten werden nur die verabschiedeten Resultate kommuniziert.

Schritt 1: Auf Grund ihrer Kenntnislage definieren die Mitglieder der Konsensplattform individuell ihren Standpunkt zu Wirkung und Massnahmen, resp. den Standpunkt der Organisation, die sie vertreten.

Schritt 2: An einer ersten gemeinsamen Sitzung vertreten die Mitglieder der Konsensplattform ihren Standpunkt zu Wirkung und Massnahmen und gestatten ein Hinterfragen dieses Standpunktes durch die anderen Mitglieder der Konsensplattform (Hearing). Aus dieser Sitzung resultiert je *eine Sammlung an wirkungs- und massnahmenbezogenen Aussagen/Empfehlungen*. Diese werden den Mitgliedern der Konsensplattform zur Verfügung gestellt.

Schritt 3: Individuell entscheiden die Mitglieder der Konsensplattform in diesem Schritt über die *Akzeptanz, bedingte Akzeptanz oder Nicht-Akzeptanz jeder wirkungsbezogenen Aussage*. Die bedingte Akzeptanz ist zwingend zu begründen. Die Ergebnisse werden zentral gesammelt und eingeteilt in folgende Kategorien:

- Kategorie w1: allgemein akzeptiert >>> direkte Aufnahme in die finale Sammlung akzeptierter Aussagen
- Kategorie w2: akzeptiert und bedingt akzeptiert, nicht mehr als eine Nicht-Akzeptanz >>> Besprechung an der gemeinsamen Sitzung
- Kategorie w3: mehr als eine Nicht-Akzeptanz >>> wird nicht weiter verfolgt

Schritt 4: An der gemeinsamen Sitzung werden die wirkungsbezogenen Aussagen der Kategorie w2 mit dem Ziel weiter besprochen, eine Formulierung zu finden, die für alle Mitglieder der Konsensplattform akzeptabel ist. Das Resultat dieser Sitzung ergibt zusammen mit den Aussagen der Kategorie w1 *die finale Sammlung akzeptierter wirkungsbezogener Aussagen*. Diese werden in eine logische Reihenfolge gebracht und von der Konsensplattform verabschiedet.

Schritt 5: Individuell entscheiden die Mitglieder der Konsensplattform in diesem Schritt über *die Akzeptanz, bedingte Akzeptanz oder Nicht-Akzeptanz jeder massnahmenbezogenen Aussage/Empfehlung*. Die bedingte Akzeptanz ist zwingend zu begründen. Die Ergebnisse werden zentral gesammelt und eingeteilt in folgende Kategorien:

- Kategorie m1: allgemein akzeptiert >>> direkte Aufnahme in die finale Sammlung akzeptierter Aussagen/Empfehlungen
- Kategorie m2: akzeptiert und bedingt akzeptiert, nicht mehr als eine Nicht-Akzeptanz >>> Besprechung an der gemeinsamen Sitzung
- Kategorie m3: mehr als eine Nicht-Akzeptanz >>> wird nicht weiter verfolgt

Schritt 6: An der gemeinsamen Sitzung werden die massnahmenbezogenen Aussagen/Empfehlungen der Kategorie m2 weiter besprochen mit dem Ziel, eine Formulierung zu finden, die von allen Mitgliedern der Konsensplattform akzeptiert werden kann. Das Resultat dieser Sitzung ergibt zusammen mit den Aussagen der Kategorie m1 *die finale Sammlung akzeptierter massnahmenbezogener Aussagen/ Empfehlungen*. Diese werden in eine logische Reihenfolge gebracht und von der Konsensplattform verabschiedet.

Schritt 7: Die verabschiedeten Sammlungen wirkungs- und massnahmenbezogener Aussagen werden *in einem Schlussdokument zusammengefasst* und stehen zur Kommunikation mit weiteren Anspruchsgruppen zur Verfügung.

Mitglieder der Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern»

Folgende Personen haben sich auf Einladung des Nationalen Forschungsprogramms «Hormonaktive Stoffe» freundlicherweise bereit erklärt, an der Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern» aktiv teilzunehmen. Die Verantwortlichen des Nationalen Forschungsprogramms danken den Mitgliedern der Konsensplattform bestens für deren geschätzte Mitwirkung.

Industrie

Dr. Peter Dollenmeier, Ciba AG, Basel

Dr. Urs Friederich, Dow (Europe) GmbH, Horgen

Dr. Paul Vesel, SGCI Chemie Pharma Schweiz, Zürich

Behörden

PD Dr. Stephan Müller, Dr. Michael Schärer, Bundesamt für Umwelt, Bern

Dr. Beat Brüscheiler, Bundesamt für Gesundheit, Zürich

Dr. Ueli Ochsenbein, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern

Verband

Martin Würsten, Verband Schweizerischer Abwasser- und Gewässerfachleute, Zürich

Nationales Forschungsprogramm «Hormonaktive Stoffe»

Prof. Dr. Walter Giger, Dr. Hans-Peter Kohler, Dr. Marc J.-F. Suter, Eawag, Dübendorf

Prof. Dr. Patricia Holm, Universität Basel

Prof. Dr. Helmut Segner, Universität Bern

Dr. Thomas Bucheli, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon

Dr. René Gälli, BMG Engineering AG, Zürich

Moderation und Aufbereitung

Prof. Dr. Felix R. Althaus, Präsident Leitungsgruppe NFP «Hormonaktive Stoffe», Universität Zürich

Dr. Marcel Trachsel, Umsetzungsbeauftragter NFP «Hormonaktive Stoffe», int/ext Communications AG, Basel

Die Arbeiten der Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern» dauerten von Januar bis Dezember 2007

Resultate der Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern»: Wirkungsbezogene Positionen

(Potenziell) hormonaktive Stoffe in Gewässern

- Es werden in schweizerischen Fliessgewässern Chemikalien und Chemikaliengruppen (Primärstoffe und Metaboliten) nachgewiesen, die hormonaktiv wirken können.
- Hormonaktive Stoffe werden sowohl aus Punktquellen (z.B. Kläranlagen) als auch aus diffusen Quellen (z.B. Oberflächenabschwemmung, Trockendeposition) in aquatische Systeme eingetragen.
- Auch gut abbaubare Verbindungen wie das Steroidhormon Östradiol können in Gewässern unterhalb von Kläranlagen dauernd in geringen Konzentrationen vorhanden sein („Pseudopersistenz“).
- Weltweit durchgeführte Feldstudien zeigen, dass das Auftreten von hormonaktiven Stoffen in der aquatischen Umwelt lokal auch zu Wirkungen führt.
- Der Einfluss von Belastungsspitzen (z.B. bei Pulsbelastungen aufgrund von Entlastungen aus der Kanalisation) ist nicht geklärt.
- Hormonaktive Stoffe in Gewässern stellen in der Schweiz an Hot Spots und regional ein Problem dar, insbesondere dann, wenn eine ausreichende Verdünnung des gereinigten Abwassers im Vorfluter (1:10 oder mehr) dauerhaft oder saisonal nicht gewährleistet ist. Dies kann der Fall sein in Regionen mit hoher Einwohnerdichte und mit Kläranlagen, die in kleine Fliessgewässer einleiten.
- Untersuchungen in der Schweiz haben gezeigt, dass hormonaktive Pilz-Stoffwechselprodukte (z.B. das hochpotente Zearalenon) aus Getreidekulturen in Oberflächengewässer eingetragen werden können, dort meistens aber rasch unter die Wirkungskonzentration verdünnt werden.

(Potenziell) hormonaktive Stoffe in Abwässern

- Kläranlagen spielen bei der Emission von Steroidhormonen eine zentrale Rolle und führen zu einer dauernden Freisetzung in die Gewässer. Der Ausbaustandard von Kläranlagen hat dabei einen entscheidenden Einfluss auf die Emissionen.
- Es ist kaum bekannt, welchen Beitrag Entlastungen von ungereinigtem Abwasser aus Kanalisationen (Puls-Belastungen) an die Hormonaktivität in Gewässern leisten und welche Effekte daraus auf die Wasserlebewesen resultieren.
- Im gereinigten häuslichen Abwasser sind natürliche und synthetische Steroidhormone verantwortlich für den grössten Teil der östrogenen Aktivität. Insgesamt stammt die östrogene Belastung der Gewässer vorwiegend aus dieser Quelle.

- Durch Abwassereinleitungen dürfen sich im Fliessgewässer keine Effekte aufgrund aus dem Abwasser zugeführter östrogenen Stoffe ergeben (Schutzziel). Nach aktuellem Kenntnisstand ist der dazu geeignete Bioindikator die Feststellung erhöhter Vitellogeninwerte bei männlichen Fischen.

(Potenziell) hormonaktive Stoffe im Trinkwasser

- Die in wissenschaftlichen Studien in Deutschland gemessenen Steroidhormonkonzentrationen im Trinkwasser sind aus gesundheitlicher Sicht nicht als kritisch einzustufen. Die Belastung über das Trinkwasser ist mehrere Grössenordnungen geringer als die körpereigene Hormonproduktion.
- Es kann davon ausgegangen werden, dass im Allgemeinen die übers Trinkwasser aufgenommenen hormonaktiven Stoffe für die menschliche Gesundheit auch in der Schweiz nicht als kritisch einzustufen sind. Punktuell höhere Belastungen von Grund- und Trinkwasser müssen fallspezifisch beurteilt werden.
- Gewisse Stoffe (Bisphenol A, Phthalate) mit östrogenartiger Wirkung können neben der Umweltbelastung des Grund- und Trinkwassers auch aus Materialien stammen, die in Kontakt mit Trinkwasser stehen. Ihre Aktivität ist jedoch wesentlich geringer als diejenige von Östradiol.

Wirkung von hormonaktiven Stoffen auf aquatische Lebewesen

- Es gibt Chemikalien, die über die Störung des Hormonsystems von Mensch und Tieren nachteilige Effekte hervorrufen.
- Unterschiedliche Organismen weisen unterschiedliche Empfindlichkeiten gegenüber hormonaktiven Stoffen auf.
- Selbst wirbellose Tiere sind empfindlich für hormonaktive Stoffe (z.B. Imposex bei Wasserschnecken).
- Die Folgen der Wirkung hormonaktiver Stoffe für Ökosysteme und die Biodiversität sind noch nicht absehbar.
- Ebenso sind die Folgen von Kombinationen mit Stressoren wie Belastung durch Parasiten, schlechtes Habitat und physikalische Parameter auf die hormonelle Wirkung weitgehend unbekannt. Hier besteht ein klarer Forschungsbedarf.
- Wie *in vitro*-Prüfungen zeigen, sind natürliche und synthetische Steroidhormone von der östrogenen Potenz her um Grössenordnungen stärker als bisher untersuchte Industriechemikalien.
- Bei einigen Chemikalien (z.B. bei den Nonylphenolpolyethoxylaten) sind erst die Abbauprodukte hormonaktiv.

- Experimentelle Studien zeigen, dass Mischungen verschiedener hormonaktiver Stoffe hormonaktive Wirkung haben, selbst wenn für die Einzelkomponenten in vorliegender Konzentration keine Wirkung nachweisbar ist (Additivität).
- Laborversuche an aquatischen Wirbellosen, Fischen und Amphibien belegen eindeutig, dass Umweltsubstanzen in den Hormonhaushalt solcher Organismen eingreifen. Eine chronische Exposition an hormonaktiven Stoffen im Bereich umweltrelevanter Konzentrationen kann zu nachteiligen Veränderungen in Entwicklung, Wachstum und Reproduktion führen.
- Weltweit beobachtet man hormonähnliche Wirkungen bei Fischen, die dem gereinigten Abwasser von mechanisch-biologischen Kläranlagen ausgesetzt sind.
- Organismen (Fische) zeigen vor allem bei kontinuierlicher Exposition an hormonaktiven Stoffen auch bei sehr tiefen Konzentrationen Effekte (z.B. erhöhte Vitellogeninwerte).
- Effekte auf Organismen (sowohl Art des Effekts als auch Wirkschwellen) sind abhängig von deren Lebenszyklus. So ist die Phase der Gonadendifferenzierung bei Fischen sehr sensitiv auf die Exposition mit hormonaktiven Stoffen.
- In einer Minderheit der bisher untersuchten Schweizer Gewässer wurden leicht bis moderat erhöhte Vitellogeninwerte bei männlichen Fischen im Einflussbereich von Kläranlagen gemessen, was auf deren östrogene Exposition schliessen lässt. Ansonsten gibt es wenig Hinweise auf die Wirkung hormonaktiver Stoffe in Schweizer Oberflächengewässer.
- Bisher liegen – von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen – in der Schweiz nur unvollständige Wirkungsdaten vor, die darauf hinweisen, dass eine Exposition hormonaktiver Stoffe unter Umweltbedingungen zu unerwünschten biologischen Veränderungen führt.
- Es gibt bisher keine Hinweise, dass die hohe Prävalenz von Gonadenmissbildungen bei Felchen im Thunersee auf hormonaktive Stoffe zurückzuführen ist.

Testsysteme, Qualität

- Vertebraten reagieren alle ähnlich auf Steroidhormone und Xenoöstrogene. Es scheint aber unwahrscheinlich, dass auch alle Invertebraten gegenüber Östrogenen gleich reagieren. Es ist deshalb praktisch unmöglich, mit gängigen Testverfahren Qualitätskriterien festzulegen, die alle Organismen in der Umwelt vor nachteiligen Effekten schützen.
- Akute Toxizitätstests sind meist nicht geeignet, um chronische Wirkungen vorauszusagen.
- Die Gesamtbelastung von Gewässern mit hormonaktiven Stoffen könnte mit Bio-tests in Speziallabors bestimmt werden. Östrogene und androgene Belastungen werden bereits so ermittelt. Diese sind für eine Gesamtbeurteilung einer Einzelstoffanalytik vorzuziehen.

Resultate der Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern»: Massnahmenbezogene Aussagen/Empfehlungen

Generelle Massnahmen

- Die von hormonaktiven Stoffen ausgehenden Risiken erfordern langfristige Überwachungs- und Forschungsprojekte.
- Die wissenschaftliche Forschung im Gebiet der hormonaktiven Stoffe ist generell voranzutreiben. Besonders über die möglichen Effekte hormonaktiver Chemikalien auf den menschlichen und tierischen Organismus sind weitergehende grundlegende Untersuchungen notwendig, damit eine umfassende Risikoabschätzung möglich wird.
- Für folgende Fragestellungen besteht eindeutiger Forschungsbedarf:
 - Wie wirken hormonaktive Stoffe auf biologische Funktionen ausserhalb des Reproduktionssystems?
 - Lassen sich in Bezug auf spezifische Wirkungsweisen Versuchsergebnisse von einer Spezies auf die andere übertragen?
 - Welche vererbaren Auswirkungen auf Genregulation und Genexpression haben hormonaktive Stoffe (epigenetische Konsequenzen)?
 - Welchen Einfluss haben hormonaktive Stoffe auf empfindliche Entwicklungsstadien? Steht dieser Einfluss allenfalls am Ursprung späterer Krankheiten wie Krebs oder Immunschwäche?
 - Welche Auswirkung hat die Kombination von Stressoren auf aquatische Lebewesen?
- Das Umweltverhalten von Mikroverunreinigungen ist genauer zu untersuchen. Dabei sind in der Schweiz Stoffflüsse hormonaktiver Stoffe systematisch zu analysieren und zu modellieren, um relevante Expositionen zu erkennen. Daraus lassen sich auf Grund wissenschaftlich fundierter Risikoanalysen wirkungsbezogene Massnahmen ableiten.
- Fische und andere aquatische Lebewesen sind auf die biologische Wirkung der durch chemische Analysen ermittelten oder durch Modelle vorausgesagten Umweltbelastung zu untersuchen.
- Bei Risikoabschätzungen technischer Gemische sind wenn möglich das Zusammenwirken der Komponenten und Abbauprodukte sowie deren unterschiedliches Umweltverhalten zu berücksichtigen. Daneben sind auch deren komplexe Zusammensetzung und die unterschiedliche Toxizität der wesentlichen Einzelkomponenten zu betrachten.

Massnahmen betreffend (potenziell) hormonaktiven Stoffen im Abwasser und in Gewässern

- Östrogene Steroidhormone leisten mit grosser Wahrscheinlichkeit den Hauptbeitrag an die entsprechende Hormonaktivität in Gewässern: Sie sind somit als hauptverantwortlich für allfällige östrogene Effekte bei Fischen anzusehen. Für

die Praxis ist deshalb die Einführung eines Qualitätsziels für die östrogene Aktivität in Gewässern sehr wichtig. Dies gilt insbesondere für empfindliche Fließgewässer, die durch Kläranlagen beeinflusst sind, deren gereinigtes Abwasser ungenügend verdünnt wird.

- Wenn immer möglich ist gereinigtes Abwasser aus Kläranlagen in einen Vorfluter zu leiten, der ein genügend hohes Verdünnungsverhältnis gewährleistet.
- Der Ausbaustand der Kläranlagen sollte eine möglichst weitgehende Elimination der Abwasserinhaltsstoffe ermöglichen. Ein optimaler Betrieb muss gewährleistet sein. Vor allem bei ungenügender Verdünnung des gereinigten Abwassers im Gewässer können Probleme durch Mikroverunreinigungen auftreten. In solchen Fällen sollten folgende Massnahmen geprüft werden:
 - Ausbau gemäss Stand der heutigen Technik
 - Weitergehende technische Massnahmen (Aktivkohle, Ozonierung, Erhöhung Schlammalter etc)
 - Alternative Vorgehensweisen, wie beispielsweise der Zusammenschluss von Abwasserverbundsystemen zur Ermöglichung leistungsfähiger Kläranlagen

Behördliche Massnahmen betreffend (potenziell) hormonaktiven Stoffen in Abwasser und Gewässern

- Der Verordnung und Umsetzung von Massnahmen in der Siedlungsentwässerung soll eine gesamtheitliche Strategie und Planung vorausgehen. Dabei sollen die wesentlichen Ursachen der Belastung der Gewässer auf Einzugsgebietsebene berücksichtigt und priorisiert sowie diejenigen Massnahmen identifiziert werden, die zu wirtschaftlich tragbaren Kosten den optimalen Nutzen für die Gewässer darstellen (inklusive Massnahmen in der Landwirtschaft, Renaturierung u.a.). Ebenso sind Massnahmen zur Optimierung der Regenwasser- und Kanalnetzbewirtschaftung (Entlastungen, Verluste durch Undichtigkeit) zu beurteilen. Die angestrebten Massnahmen bei Kläranlagen reduzieren neben hormonaktiven Stoffen auch den Eintrag von anderen gewässerrelevanten (nicht hormonaktiven) Stoffen.
- Die Kläranlagen in der Schweiz sind hinsichtlich ihrer Eliminationsleistung und ihres technischen Optimierungspotenzials zu überprüfen.
- Massnahmen an der Quelle wie beispielsweise alternative Systeme der Siedlungsentwässerung, der Spitalabwasserbehandlung oder das NoMix-WC von der EAWAG müssen beurteilt und allenfalls gefördert werden.

Industrielle Massnahmen betreffend (potenziell) hormonaktiven Stoffen in Abwasser und Gewässern

- Wenn auf Grund einer behördlich anerkannten Risikobeurteilung für einen bestimmten Stoff oder bestimmte Stoffgruppen ein Risiko ermittelt wird, trifft die Industrie die entsprechenden Vorkehrungen, um dieses Risiko zu vermindern oder zu eliminieren.

- Die Industrie ist bestrebt, Stoffe mit einem signifikanten toxikologischen oder öko-toxikologischen Risiko durch solche mit geringerem Risiko zu ersetzen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Substitutionsprodukte einer ebenso gründlichen Risikobeurteilung unterzogen werden wie die zu ersetzenden Stoffe selbst.

Landwirtschaftliche Massnahmen betreffend (potenziell) hormonaktiven Stoffen in Abwasser und Gewässern

- Eine standortgerechte Bewirtschaftung von Landwirtschaftsflächen reduziert den Eintrag hormonaktiver und anderer Stoffe über oberflächliche Abschwemmung und Drainage.
- Durch die Wahl geeigneter Getreidesorten und mittels optimierter Bearbeitung von Ernteresten zur Rottförderung lässt sich der Umwelteintrag des hormonaktiven Pilz-Inhaltsstoffs Zearalenon und seiner Metaboliten minimieren.

Massnahmen zur Entwicklung von Testsystemen und Qualitätskriterien

- Testverfahren zur Priorisierung von Mikroverunreinigungen und zur Überwachung, resp. Beurteilung der Gewässerqualität sind zu erarbeiten.
- Strategien zur Erfassung von Gewässerbelastungen können auf Modellierungen und/oder biologischen Screenings beruhen. Belastungsschwerpunkte sind durch chemisch-analytische Untersuchungen von Gewässern zu verifizieren.
- Die rasche Entwicklung von international (OECD) anerkannten Verfahren zum Nachweis hormonaktiver Eigenschaften von Chemikalien und Gemischen muss gefördert werden.
- Für die Praxis ist die Etablierung von wissenschaftlich fundierten Qualitätskriterien für die Hormonaktivität in Gewässern anzustreben: ein chronisches Qualitätskriterium (CQC) für die Dauerbelastung und ein akutes Qualitätskriterium (AQC) für kurzfristige Spitzenbelastungen. Es wird empfohlen, die Gewässerschutzverordnung mit diesen Qualitätskriterien zu ergänzen.