

# Aktuelle Ausgangssituationen, Szenarien und Prognosen für eine nachhaltige Entwicklung im Bereich Ernährung und ihre Auswirkungen auf die aquatischen Ökosysteme, exemplarisch dargestellt für Deutschland, die Europäische Union (15) und das Donaueinzugsgebiet

K. ISERMANN und R. ISERMANN

## Abstract

Present situations, scenarios and prognoses for a sustainable development of the total system nutrition and their impacts on the aquatic ecosystems are shown for Germany, the European Union (15) and the Danube Basin with special reference to the nutrients C, N, P and S. The total system nutrition involves the 7 actors agriculture with plant and animal nutrition, feed and food industry, households with human nutrition, waste and waste water management, trade and policy with legislation.

## 1. Einleitung

Der Bereich Ernährung beinhaltet drei **Teilspektoren**, als Produzenten von Nahrungs- und Futtermitteln die Landwirtschaft mit Pflanzen- und Tierernährung, als Konsumenten von Nahrungsmitteln die **Haushalte** mit der Humanernährung sowie als Entsorger und "Recycler" von

Nährstoffen die (insbesondere kommunale) **Abwasser- und Abfallwirtschaft** mit den jeweils **vor-, zwischen- oder nachgelagerten Akteuren** der Düngemittel-Industrie, Futtermittelindustrie sowie Handel und (Agrar-, Ernährungs-, Energie- und Umwelt-)Politik. Auf direktem Wege über den Wasserpfad sowie auf indirektem Wege über den Atmosphärenpfad gefährden deren Emissionen im Übermaß an den nachfolgend aufgeführten reaktiven Verbindungen der Nährstoffe des Kohlenstoffs (C), Stickstoff (N), Phosphors (P) und Schwefels (S) nicht nur die terrestrischen, sondern "letztlich" auch die aquatischen naturnahen Ökosysteme mit ihrer Biosphäre von Flora und Fauna durch die Prozesse der Versauerung, Hypertrophierung (Eutrophierung) in meist synergistischer Wechselwirkung auch dadurch ausgelösten Treibhauseffektes und stratosphärischer Ozonzerstörung

mit entsprechenden Klimaveränderungen.

Die isolierte Betrachtungsweise nur von Teilspektoren (z.B. in der Überfluß-Situation nur die Landwirtschaft (Produzenten) anstelle der Haushalte (Konsumenten) bzw. in der Mangel-Situation nur die Haushalte anstelle der Landwirtschaft) und/oder die Emission (nur einzelner reaktiver Verbindungen, z.B.  $\text{NO}_3^-$ ) nur eines Nährstoffs (N) führt hierbei zwangsläufig zu Fehldeutungen hinsichtlich ursächlicher und hinreichender Lösungsansätze (Szenarien) und Lösungsaussichten (Prognosen). Dies gilt in besonderem Maße wegen der Multifunktionalität hinsichtlich ihrer Umweltbeeinträchtigungen für die Emissionen der reaktiven Verbindungen des C, N und S (ISERMANN und ISERMANN 2001a, b, 2003; ISERMANN und KÖRSCHENS, 2001; ISERMANN, 2002; ATV-DVWK, 2002).

## Gefährdung auch der aquatischen Ökosysteme durch Emission im Übermaß an:

Reaktiven Verbindungen der Nährstoffe des:	A) Direkt über den Wasserpfad	B) Indirekt über den Luftpfad
1. Kohlenstoffs (C)	[Organischer => löslicher, gelöster organischer C (DOC)]	$\text{CO} \Rightarrow \text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ , NMVOC $\text{COS}$ , $(\text{CH}_3)_2\text{S}$
2. Stickstoffs (N)	Organischer => löslicher, gelöster organischer N (DON) $\Rightarrow \text{NH}_4^+ \Rightarrow \text{NO}_2^- \Rightarrow \text{NO}_3^-$	$\text{N}_2\text{O}$ $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$ $\text{NH}_3 \Rightarrow \text{NH}_4^+$
3. Phosphors (P)	Organischer => löslicher, gelöster organischer P (DOP) Anorganischer => löslicher, gelöster anorganischer P (Ortho-P)	[Wind-Erosion/Deposition von P-haltigen Böden /Sedimenten]
4. Schwefels (S)	Organischer => löslicher, gelöster organischer S (DOS) $\Rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ Anorganischer => löslicher, gelöster anorganischer S => $\text{SO}_4^{2-}$	$\text{SO}_2 \Rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ $\text{H}_2\text{S}$ $\text{COS}$ , $(\text{CH}_3)_2\text{S}$

**Autoren:** Dr. Klaus ISERMANN und Dipl.-Ing. agr. Renate ISERMANN, Büro für Nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur - BNLA, Heinrich-von-Kleist-Straße 4, D-67374 HANHOFFEN

## 2. Ergebnisse und Diskussion

### 2.1 Ausgangssituationen

**1.1 Deutschland** sind in der *Tabelle 1* aus nachhaltiger, d.h. zugleich aus sozialer, ökonomischer und ökologischer Sicht und den 3 Teilsektoren Landwirtschaft, Humanernährung sowie (kommunaler) Abwasser- und Abfallwirtschaft mit den daraus sich ergebenden 9 Problemfeldern dargestellt.

**1.2 Für die Europäische Union (EU-15)** bestehen auf jeweils unterschiedlichem Niveau der einzelnen Länder vergleichbare problembehaftete Situationen [EEA 2000]: Ebenfalls geprägt von der Überschusssituation sind z.B. die Emissionen des Ernährungsbereiches der EU 15 an den o.e. reaktiven Verbindungen des C, N, P und S gemessen an den kritischen Eintragsraten und -Konzentrationen der naturnahen Ökosysteme und damit der Entsorgungsressourcen, bezogen auf 1990 (und auch heute noch) um das 2-8fache zu hoch und bedürfen dementsprechend spätestens bis 2015 einer Minderung um 68-90%. Wird die Vergeudung von mineralischem P weiter so wie bisher betrieben, geht zudem diese Versorgungsressource in ca. 30 (Cd-arter P) bzw. 100 (Cd-reicher P) Jahren zur Neige.

1.3 Der ökonomische Kollaps von 1989 der künftigen Beitrittsländer der EU **des Donaeinzugsgebietes** donauabwärts von Ungarn bis Rumänien /Moldawien hatte unter zugleich socio-ökonomischen Erschwernissen insbesondere hinsichtlich der Einträge an reaktiven Verbindungen des N und P in seine aquatischen Ökosysteme bedeutsame Minderungen zur Folge, welche gemeinsam mit der Abwasserreinigung insbesondere von Deutschland und Österreich ca. 25 bzw. 55% betrugten [EU AR/102A/91-EU/AR/203/91-DANUBS 2002 vorläufig].

**2.2 Szenarien (Lösungsansätze)**  
**- Deutschland** nimmt mit den aktuellen Studien sowohl der Bundesregierung "Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland (2001/2002) als auch des Umweltbundesamtes (UBA) "Nachhaltige Entwicklung in Deutschland (2002)" zur Nachfolgekonferenz der Agenda 21 von Rio (1992) im September 2002 in Johannesburg auch für die

- **Europäische Union (EU-15):** eine Vorreiterrolle ein.

Entsprechend der von BNLA bereits seit 10 Jahren publizierten Vorschläge werden bei diesen Szenarien unterschiedliche Rahmenbedingungen für zukünftige Entwicklungen - u.a. wie hier für den Ernährungsbereich - vorgeschlagen. "Dadurch verdeutlichen sie die Handlungsmöglichkeiten und zeigen Handlungsspielräume auf" (UBA 2002). Im einzelnen bestehen diese u.a. aus einem:

**2.2.1 Status quo Szenario:** Business as usual (BAU)

**2.2.2 Effizienz-Szenarien** mit nur technologischen Lösungsansätzen, z.B. mit bester verfügbarer Technik (BVT) vorwiegend bei der Land- und Abwasserwirtschaft.

**Tabelle 1: Ausgangssituation (1985/2000) und Anforderungen (bis 2015) an die Einzelkomponenten zur nachhaltigen Entwicklung des Ökosystems „Ernährung“ in Deutschland**

Teilökosysteme / Wirtschaftsbereiche Funktionen	Ökosystem und Teil-Anthroposphäre „Ernährung“						
	A) Land(wirt)schaft: Pflanzen- und Tierernährung mit Futtermittelwirtschaft Produktion mit Verarbeitung und Zubereitung (Futtermittel)	B) Humanernährung mit Ernährungs- u. Hauswirtschaft Konsumtion mit Verarbeitung und Zubereitung	C) Kommunale Abwasser- und Abfallwirtschaft Ent- und Versorgung mit Abfällen /Sekundärrohstoffen				
Jeweilige Biomasse	Pflanzliche (Pflanzenproduktion) und tierische (Tierproduktion) Nahrungs- und Futtermittel	Pflanzliche und tierische Nahrungsmittel	Nahrungsmittel-Ausscheidungen und -Reste sowie Waschbestandteile				
Einzelkomponenten der Nachhaltigkeit: =>Handlungsziele <b>1. Soziale Komponente =&gt;Suffizienz</b>	Produktion gemessen: 1. bereits an der übermäßigen aktuellen Konsumtion in Höhe der Nahrungsmittelimporte zu hoch 2. primär aber am Bedarf der einheimischen Bevölkerung, insbesondere an tierischen Nahrungsmitteln um 43(-7bis 76)% [EU 15: 58(32-93)%] zu hoch: statt 0,88 GV/ha LF bzw. 0,17 GV/E (2000) nur 0,50 GV/ha LF bzw. 0,10 GV/E benötigt (2015) (Isermann u. Isermann 1999)	Konsumtion bes. an tierischen Nahrungsmitteln gemessen am Bedarf (=100) extrem zu hoch: Eiweiß: 176 (60% tierisch) Fett: 183 (60 % tierisch) Energie:168 (35% tierisch) Real:tierische Nahrungsmittel kein Bedarf (DGE '88/92/96/00) (Henze et al.'98; Isermann '99)	1.Überkapazitäten ca.30% (1996) (Abwasser:85%) =>Rückbau! 2. Abwasser(1985/1995) 2.1 Anschlussgrade (%) 82/89 => max.95 2.2 Elimination(%): a) N: 29/53/1998:62 => max. 75-80 b) P: 37/79=>max.90 (Behrendt et al.1999, ATV/DVWK 2002)				
<b>2. Ökonomische Komponente =&gt;Effizienz</b>	1. „Netto“- Wertschöpfung: + 21 Mrd. DM/a (2000) (BMVEL 2001) 2. abzgl. Umweltschäden: -100 Mrd. DM/a (UPI 1995, Isermann u. Isermann 1999) 3. Netto-Schadensschöpfung: - 79 Mrd. DM/a	1. „Netto“-Wertschöpfung: +44 Mrd. DM (BMVEL 2001) 2. abzgl.Ernährungsschäden: -130 Mrd. DM/a (DGE 2000) 3. Netto-Schadensschöpfung: - 86 Mrd. DM/ a	1. Monopolist =>Kostendeckungsprinzip 2. k. A. => ? 3. k. A. => ?				
<b>3. Ökologische Komponente =&gt; Konsistenz</b>	Emissionen jeweiliger Nährstoff-Formen:		1.Emissionen Gewässer: a)Veränd.(%) 1985/95 b)Anteile1995 (% von Ges.) c)Notw. Red. '95/2015 (%)				
	Nährstoffe	Veränderungen Zeit (%)	Anteile 1995/99 (%v. Ges.)	Notwend. Reduktion 1995/2015	Ernährungsbedingte Einwohnergleichwerte (EWG): Sind 1996 mit: a) 13,4 (11,0) g N/E · d b) 1,8 P /E · d gemessen an bedarfsorientierter Ernährung (z.B. von 1950/53) um ca. 20% zu hoch (Isermann u. Isermann 1999, Behrendt et al. 1999) =>N- und P-Zulauf (-Input)-Minimierung	Nährstoffe N-Ges. P-Ges.	
	<b>1. Kohlenstoff:</b> a) CO <sub>2</sub> <sup>1)</sup> b) CH <sub>4</sub> <sup>3)4)</sup>	85/95 ±0 90/99 -23	< 1 45 (Abfall:24)	-80 -80	a) 13,4 (11,0) g N/E · d b) 1,8 P /E · d	-33 -80	
	<b>2. Stickstoff:</b> a) NO <sub>3</sub> Grundwasser <sup>2)</sup> b) Ges. N Gewässer <sup>2)</sup> c) NH <sub>3</sub> <sup>3)</sup> d) N <sub>2</sub> O <sup>3)4)</sup> e) NO <sup>4)</sup>	85/95 -2 85/95 -9 90/99 -16 91/98 ± 0 91/98 ± 0	92 61 96 70 11	-90 -90 -72 -80 -68	gemessen an bedarfsorientierter Ernährung (z.B. von 1950/53) um ca. 20% zu hoch (Isermann u. Isermann 1999, Behrendt et al. 1999) =>N- und P-Zulauf (-Input)-Minimierung	25 30 -82 -59	
	<b>3. Phosphor:</b> Ges.-P: Gewässer <sup>2)</sup>	85/95 +4	50	-84		2.Verwertung Landwirtschaft: a)% vom Klärschlamm b)% vom Zulauf Abwasser c) % v.Input Landwirtschaft.	85/95 '95 '85/95 '95 32 46 32 46 8 57 25 46 1 2 4 10
	N- u. P-Überschußsalden (kg N bzw. P/ha·a): <sup>5)</sup> 1. N: Ist-1989:149;1991/92:146;1995:154/Soll 2015:45 ± 33 2. P: Ist-1989:20;1990:17; 1995:12/Soll 2015:1					Σ N- (und P-)Assimilation (2015) statt (De-)Nitrifikation: 17 statt 7 kg N/haLFa re0452	

**2.2.3 Nachhaltigkeitsszenarien** mit gleichzeitiger Verwirklichung der Effizienz-, Suffizienz- und Konsistenz-Prinzipien und dementsprechenden veränderten Wirtschafts- und Lebensweisen identisch mit dem Programm "Feed, Food and Waste 21" des BNLA und UFZ (ISERMANN und KÖRSCHENS, 2001).

**2.2.4 Ergänzende Szenarien:** wie z.B. ein **Worst-Case-Szenario**, im **Donaeinzugsgebiet:** welches dem Ernährungsbereich der Länder donauabwärts von Österreich (Ungarn bis Rumänien/Moldawien) hinsichtlich Konsumtion und Produktion zukünftig eine vergleichbare Situation wie bisher im deutschen und österreichischen Donaeinzugsgebiet unterstellt.

### 3. Prognosen (Lösungsansichten)

*"die den Eindruck vermitteln, die Zukunft sei bereits durch bestehende (inter-)nationale Rahmenbedingungen / Gesetzgebung festgelegt, dienen dann hinsichtlich der o.e. Szenarien als Gegensatz (UBA 2002)".* Hierzu zählen z.B.

die Nitratrichtlinie der EU (1992) mit entsprechenden nationalen Ausführungsverordnungen, z.B. der Düngeverordnung von Deutschland (1996, die EU-IVU-Richtlinie (IPCC 1996), die Agenda 2000 der EU oder ihre Wasserrahmenrichtlinie (2000).

### 4. Literatur

ATV-DVWK-Arbeitsbericht, 2002: Stickstoffbilanz von Deutschland. Hrsg. ATV-DVWK, Hennef (Germany), 85 p.

ISERMANN, K. und R. ISERMANN, 2001: Schutz anthropogen belasteter terrestrischer und aquatischer Böden aus der Sicht ihrer Nährstoffhaushalte, insbesondere von C, N, P und S. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 95, 181-184.

ISERMANN, K. and M. KÖRSCHENS, 2001: Optimisation of Soil Organic Matter (SOM). Proceedings JTI-Rapport Landbruk and Industri (Sweden), 281, 103-104.

ISERMANN, K. und R. ISERMANN, 2002a: Ausgangssituationen, Prognosen und Szenarien der Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO, NH<sub>3</sub> und CO<sub>2</sub> in Deutschland vor dem Hintergrund tolerierbarer Immissionen. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 98, 45-46.

ISERMANN, K. und R. ISERMANN, 2001b: Tolerierbare und unvermeidbare Emissionen bzw. Verluste an Kohlenstoff (C, Humus), Stickstoff (N), Phosphor (P) und Schwefel (S) vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Tier-, Pflanzen-

und Humanernährung. Kongressband Leipzig, 114. VDLUFA-Kongress 2002 (in print).

ISERMANN, K., 2002: Die Stickstoff-Flüsse im Ernährungsbereich von Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Landwirtschaft. KTBL-Schrift 406, 28-47.

ISERMANN, K. and R. ISERMANN, 2003: (Un)avoidable versus tolerable Losses/Emissions of Carbon (C), Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Sulphur (S) from Agro- and Forest-Ecosystems with (not) optimised Soil Organic Matter (SOM). Workshop Diffuse Input of Chemicals into Soil and groundwater-assessment and management" on Febr. 25/28, 2003, Dresden, Germany (Proceedings in print).

EEA-European Environmental Agency, 2000: Environmental signals 2000. Environmental assessment report No. 6, Copenhagen, 108 p.

EU AR/203/91, 1997: Nutrient balances for Danube countries. Final Report, Phare ZZ 9111/0102, 98 p.

EU AR/203/91, 1997: Water quality targets and objectives for surface waters in the Danube basin. Final Report, Phare 95-0091.00, 43 p.

DANUNBS, 2002; EU-FP5 Project: Nutrient management in the Danube Basin and its impact on the Black Sea. Preliminary results. EVK 1-CT-2000-00051.

Bundesregierung Deutschland 2001/2002: Perspektiven für Deutschland- Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung, 266 S.

Umweltbundesamt (UBA), 2002: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Erich-Schmidt-Verlag/Berlin, 513 S.

