

# > Flussi di azoto in Svizzera

*Analisi dei flussi di sostanze relativa al 2005*

*Riassunto della pubblicazione «Stickstoffflüsse in der Schweiz»  
[www.umwelt-schweiz.ch/uw-1018-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/uw-1018-d)*

## > Prefazione

I diversi composti azotati reattivi svolgono un ruolo fondamentale nell'ambiente naturale. Le attività umane liberano notevoli quantità di composti azotati. Inoltre, i processi di trasformazione, sia naturali che tecnici, ne modificano completamente le caratteristiche fisico-chimiche e quindi anche l'impatto sull'ambiente. Al riguardo, assume una funzione decisiva il compartimento ambientale. Se, per esempio, l'effetto dei sali di ammonio sui terreni agricoli è desiderato, in quanto nutritivo, il medesimo effetto va evitato nelle acque, in quanto contribuisce alla loro eutrofizzazione.

Il presente studio ha identificato e quantificato i più importanti flussi di composti azotati fra i diversi compartimenti ambientali. Uno studio simile era già stato condotto nel 1994. Rispetto alla versione precedente, questa volta è stata applicata la metodologia di «Analisi dei flussi di sostanze – Svizzera». Nuovi flussi di azoto sono stati inclusi nell'analisi e i dati sono stati aggiornati. Il presente lavoro non descrive soltanto la situazione nel 2005, ma fa anche diversi confronti con quella del 1994. Inoltre, i dati dello studio precedente sono stati convertiti per rappresentarli conformemente alla nuova metodologia. In alcuni casi scelti, particolarmente importanti, sono stati rappresentati e interpretati i cambiamenti sopravvenuti dal 1994 al 2005.

Tra il 1994 e il 2005 è stato registrato un calo di importanti flussi di azoto. Le emissioni di ossidi di azoto causate dagli impianti di combustione e dai trasporti sono quasi dimezzate. Inoltre, sono diminuiti lo spandimento di concime aziendale su suoli agricoli, l'impiego di concimi minerali come pure le emissioni provocate dagli allevamenti di bestiame. In seguito alla realizzazione di un programma di riduzione mirato, sono scese anche le emissioni di azoto provenienti dagli impianti di depurazione. Al contempo, vi è tuttavia stato un aumento di singoli ma importanti flussi di azoto, dovuti ad esempio all'importazione di alimenti per animali.

In futuro i flussi di azoto subiranno ulteriori modifiche, ad esempio in seguito alla crescente utilizzazione di biomassa quale vettore energetico. I bilanci di azoto dei sottosistemi «Agricoltura e selvicoltura», «Fabbricazione/utilizzo di prodotti», «Ambiente» e «Gestione dei rifiuti» relativi al 2005 sono pertanto utili punti di partenza per l'elaborazione di nuovi studi.

Per redigere la pubblicazione abbiamo potuto servirci delle conoscenze specialistiche e della collaborazione di diversi uffici e persone. Cogliamo l'occasione per ringraziarli, segnatamente l'Agroscope Reckenholz, il Politecnico federale e l'EAWAG per la messa a disposizione di dati e informazioni sui flussi di sostanze nell'agricoltura ovvero nell'idrologia, nonché le divisioni dell'UFAM Rifiuti, sostanze, biotecnologie, Acque, Foreste, Protezione dell'aria e RNI per la verifica dei flussi di sostanze e le informazioni dettagliate. Infine desideriamo ringraziare numerosi collaboratori di Cantoni, studi di consulenza come pure della grande e piccola industria per le informazioni fornite.

Gérard Poffet  
Vicedirettore  
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

## > Riassunto

### Situazione di partenza

I suoi svariati composti e la sua funzione di nutriente fanno dell'azoto un elemento fondamentale per l'intero mondo organico. È un componente essenziale per la produzione delle proteine e quindi dei nostri alimenti. Peraltro, con gli sviluppi del traffico, dell'industria, delle economie domestiche e dell'agricoltura nel corso degli ultimi decenni, gli esseri umani hanno causato l'immissione nell'aria, nel suolo e nelle acque di grandi quantità di composti azotati reattivi, che hanno notevolmente perturbato le concentrazioni presenti nell'ambiente. L'immissione di composti azotati come ammoniaca/ammonio ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ), monossido e diossido di azoto ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), ecc. nei media ambientali danneggia l'uomo, la flora e la fauna e le loro biocenosi. Il protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ , ossido di diazoto, gas esilarante) e il trifluoruro di azoto ( $\text{NF}_3$ ) sono gas con un forte effetto serra, che contribuiscono al riscaldamento del clima. Il nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) – un nutriente delle piante – è rilevante dal punto di vista della tossicologia umana e contribuisce all'eutrofizzazione delle acque superficiali, inclusi i mari poco profondi (Mare del Nord).

Situazione di partenza

Il bilancio dell'azoto è stato analizzato per la prima volta nel 1993 dalla Commissione federale della protezione delle acque. Successivamente il Gruppo di progetto «Bilancio dell'azoto Svizzera», istituito dai due Dipartimenti federali dell'interno e dell'economia, ha stilato nel 1994 un quadro generale del bilancio dell'azoto per la Svizzera e ha formulato una strategia per ridurre le emissioni nel nostro Paese. I provvedimenti proposti sono in parte stati messi in atto dalla politica agricola e ambientale. Nonostante la conseguente ed efficace riduzione dell'immissione nell'aria di sostanze azotate nocive prodotte dal traffico, dall'industria e dalle economie domestiche, non è stato possibile mitigare nella stessa misura il problema dell'azoto nell'agricoltura. Ancora oggi la Svizzera è ben lontana dal raggiungere gli obiettivi.

Il presente rapporto descrive gli attuali flussi di azoto in Svizzera assumendo il 2005 come anno di riferimento. Inoltre, illustra le tendenze che si sono sviluppate dall'ultimo studio eseguito nel 1994. Serve come base concreta per un aggiornamento della strategia concernente l'azoto e per la pianificazione dei provvedimenti futuri. Destinatari del rapporto sono i decisori, gli specialisti di agricoltura ed ecologia che nelle pubbliche amministrazioni e nell'economia privata, come pure negli istituti universitari, si occupano del problema dell'azoto nel senso più ampio del termine.

La problematica degli eccessi di azoto e dei loro effetti sull'ambiente è rilevante sia sul piano nazionale sia su quello internazionale. Nel quadro di trattati internazionali (Convenzione di Ginevra (CLRTAP)/Protocollo di Göteborg, Protocollo di Kyoto (gas esilarante, ossidi di azoto), Convenzione OSPAR, Conferenze internazionali sulla Protezione del Mare del Nord, Stati rivieraschi del Mare del Nord, Commissione internazionale per la protezione del Reno (CIPR) e Commissione internazionale per la protezione delle acque del Lago di Costanza (IGKB)) la Svizzera si è impegnata a prendere provvedimenti per ridurre le eccessive quantità di azoto. Per onorare tali impegni, la

Svizzera regola il bilancio dell'azoto mediante disposizioni legali nel campo della protezione dell'ambiente e delle acque, come pure nella legislazione agricola.

### Composti azotati

I composti azotati reattivi prodotti dalle attività umane causano effetti a cascata sugli ecosistemi, per esempio l'eutrofizzazione delle acque, l'iperfertilizzazione e l'acidificazione dei terreni, costituiscono una minaccia per la biodiversità e creano problemi alla salute dell'uomo. I composti più importanti sono gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ), l'ammoniacca ( $\text{NH}_3$ ), il protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e il nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), che si trasformano in continuazione gli uni negli altri attraverso i processi più diversi che si svolgono nell'atmosfera, nell'idrosfera, nella pedosfera e sotto l'influsso delle attività umane.

Composti azotati

### Metodologia

I processi rilevanti per il problema dell'azoto in Svizzera sono suddivisi in quattro sottosistemi:

Metodologia

- > Agricoltura e selvicoltura (L),
- > Fabbricazione/utilizzo di prodotti (P),
- > Ambiente (U),
- > Gestione dei rifiuti (A).

Inoltre, il sistema deve comprendere anche l'estero, quale speciale sottosistema, per tenere conto delle importazioni e delle esportazioni. A loro volta, i sottosistemi sono a loro volta ripartiti in «processi», come per esempio l'allevamento di bestiame, i trasporti, l'atmosfera, ecc. I processi sono l'origine e la destinazione dei flussi di azoto considerati nel sistema.

La metodologia della presente analisi dei flussi di sostanze si basa sulle istruzioni dell'UFAFP «Analisi dei flussi di sostanze – Svizzera» del 1996.

Per la quantificazione dei flussi di azoto sono stati impiegati in primo luogo i dati esistenti, ricavati principalmente da progetti (di ricerca) e pubblicazioni di UFAM, ART, WSL, EAWAG e FiBL.

La qualità dei dati concernenti il carico varia molto. Si conoscono le incertezze quantitative di alcuni flussi, ma nella maggior parte dei casi l'incertezza viene solo stimata.

## Risultati per il 2005

I carichi di azoto maggiori vengono scambiati fra i sottosistemi di agricoltura e selvicoltura, ambiente ed estero. La situazione è particolarmente complessa nel sottosistema dell'agricoltura e della selvicoltura, dove i flussi sono esigui, ma si verificano anche importanti trasformazioni di composti azotati in altri.

Risultati per il 2005

I flussi maggiori e più importanti di composti azotati ecologicamente rilevanti sono:

- > Piante da foraggio provenienti da terreni agricoli, per l'allevamento di bestiame 132 ktN (L8)
- > Concimi di fattoria/pastura derivanti dall'allevamento di bestiame su terreni agricoli: 86 ktN (L1)
- > Deflusso tramite fiumi: 73 kt (U14)
- > Trasporto all'estero tramite l'aria: 56 ktN (U10)
- > Fertilizzanti minerali (importazione) su terreni agricoli: 52 ktN (I4)
- > Importazione dall'estero tramite l'aria: 44 ktN (I8)
- > Acque di scarico negli impianti di depurazione: 43 ktN (P8)
- > Emissioni nell'atmosfera derivanti dall'allevamento di bestiame: 42 ktN (L4)
- > Prodotti/alimenti derivanti dall'allevamento di bestiame: 35 ktN (L3)
- > Dilavamento da terreni agricoli: 34 ktN (L5)
- > Foraggi importati per l'allevamento di bestiame 32 ktN (I3)
- > Fissazione dell' $N_2$  sulle piante da coltura 32 ktN (U1)
- Importazione di derrate alimentari e altre sostanze 25 ktN (I2)

## Tendenze dei flussi di sostanze 1994–2005

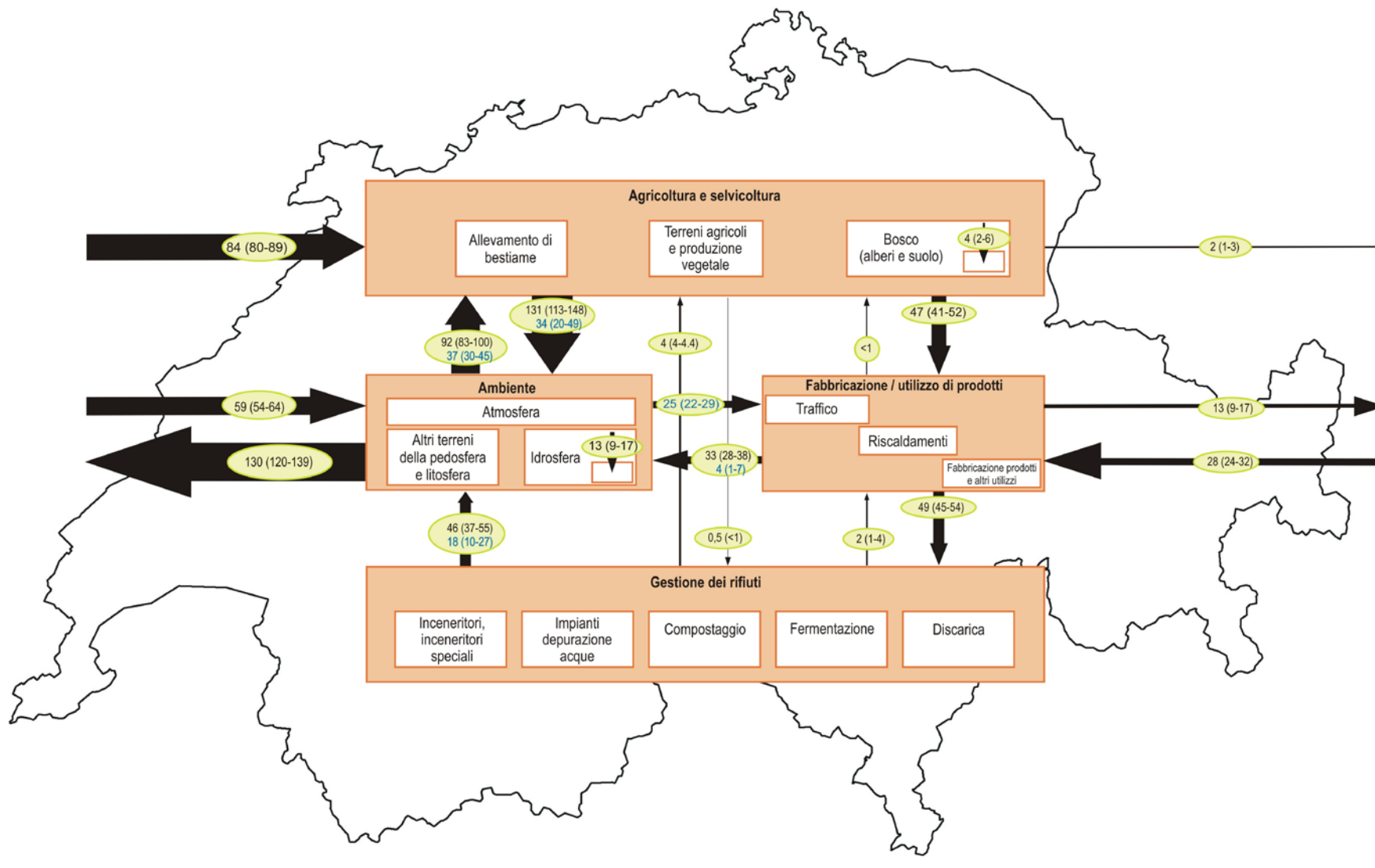
- > *Flussi di sostanze in diminuzione:* Grazie al successo dei provvedimenti presi per gli impianti di riscaldamento e il traffico le emissioni di  $NO_x$  nell'atmosfera e quindi anche la deposizione sui terreni sono in diminuzione. Ci sono anche altri flussi che sono diminuiti: Spargimento di concimi di fattoria su terreni agricoli, produzione interna di foraggi, impiego di fertilizzanti naturali ed emissioni di  $NH_3$  e  $N_2O$  nell'atmosfera. Anche le emissioni di azoto degli impianti di depurazione sono diminuite, grazie a un programma mirato di riduzione. I carichi di azoto nei fiumi transfrontalieri presentano pure una tendenza decrescente.
- > *Flussi di sostanze in aumento:* L'importazione di foraggi è aumentata. Sono aumentate principalmente le importazioni di soia. Possibili cause di questo effetto potrebbero essere il maggior impiego di alimenti concentrati per la produzione animale e il divieto di impiegare come mangime farina animale (a causa della BSE).
- > *Flussi di sostanze poco variabili:* I prodotti derivanti dalla produzione animale e vegetale, le esportazioni dell'industria alimentare e il dilavamento/drenaggio dai terreni sono cambiati poco nel periodo dal 1994 al 2005.

Tendenze dei flussi di sostanze  
1994–2005

Nelle tabelle seguenti si possono trovare indicazioni dettagliate sui flussi di azoto più importanti del 1994 e del 2005.

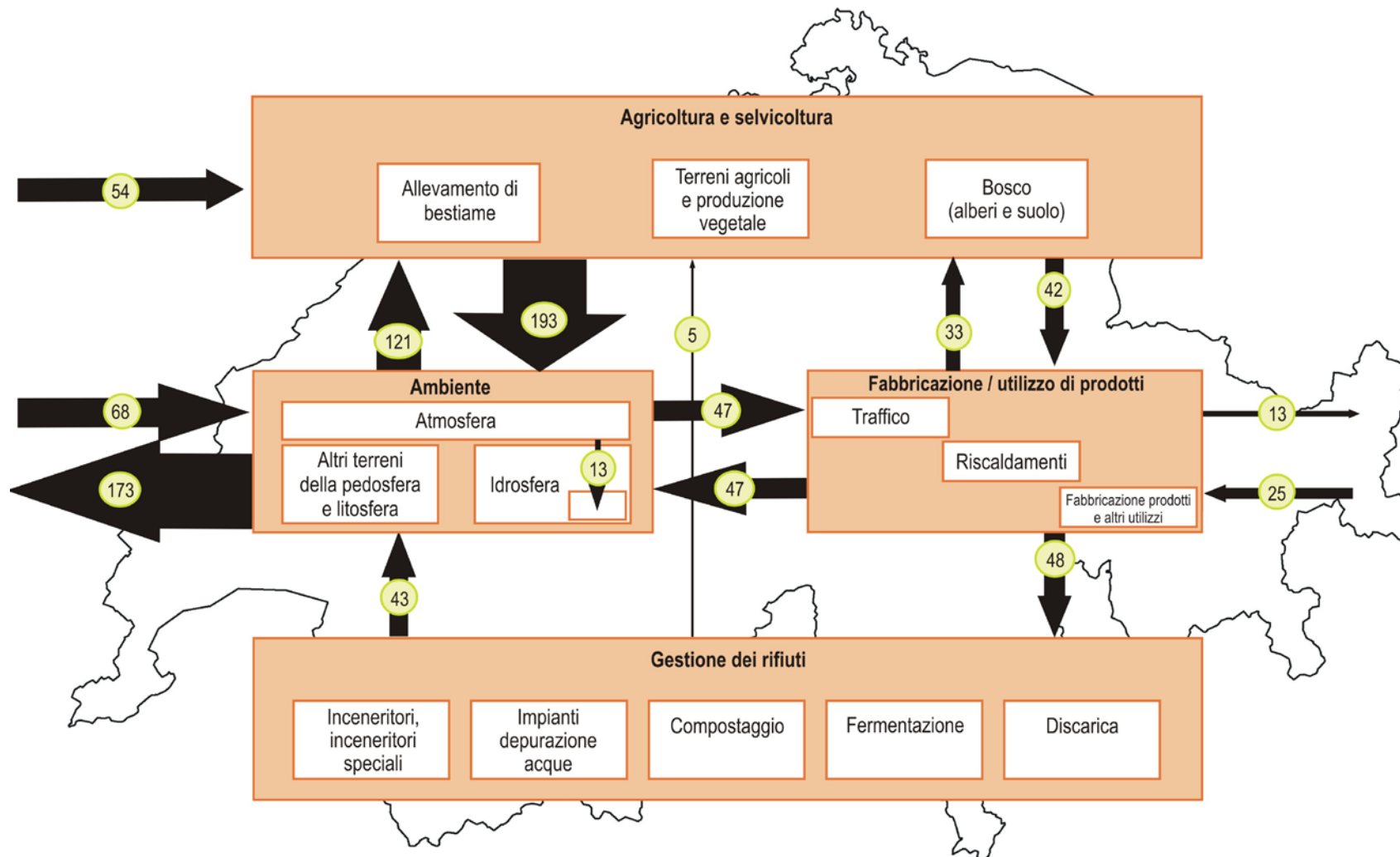
**Fig. A > Sistema complessivo Svizzera 2005; flussi di azoto fra i sottosistemi**

I flussi di azoto maggiori nel sistema complessivo 2005. Il sistema complessivo consta di quattro sottosistemi, ognuno dei quali comprende numerosi processi. Le frecce indicano i flussi di azoto complessivi fra i vari sottosistemi, espressi in migliaia di tonnellate all'anno (kt N/a) e riferiti al 2005. Sono indicati in nero i flussi complessivi di azoto (media e intervallo di incertezza), che comprendono sia i composti azotati rilevanti sia l'azoto atmosferico, e in blu i flussi del solo azoto atmosferico.



**Fig. B > Sistema complessivo Svizzera 1994; flussi di azoto fra i sottosistemi**

*I flussi di azoto maggiori nel sistema complessivo 1994. I flussi del 1994 sono stati convertiti nel nuovo sistema, i cui sottosistemi sono stati definiti in modo leggermente diverso che nella fonte originale (PG N-Haushalt CH 1996). Il sistema complessivo consta di quattro sottosistemi, ognuno dei quali comprende numerosi processi. Le frecce indicano i flussi di azoto complessivi fra i vari sottosistemi, espressi in migliaia di tonnellate all'anno (kt N/a) e riferiti al 1994. Sono indicati i flussi complessivi di azoto (valori medi) comprendenti sia i composti azotati ecologicamente rilevanti sia l'azoto atmosferico.*



PG N-Haushalt CH (1996), GSK 1993 (1990).

L'esportazione di 173 ktN dall'ambiente corrisponde a un deflusso di 98 ktN tramite i fiumi + 5 ktN tramite le acque di falda + 70 ktN trasportate all'estero tramite l'atmosfera (esportazione)

L'importazione di 25 ktN (arrotondate) nella fabbricazione/utilizzazione di prodotti corrisponde a 24 ktN importate tramite derrate alimentari e altre sostanze +0,5 ktN importate con il legname.

L'importazione di 68 ktN nell'ambiente corrisponde a 47 ktN importate tramite l'aria dall'estero + 21 ktN di afflusso tramite i fiumi

Il flusso di 193 ktN dall'agricoltura e selvicoltura nell'ambiente corrisponde a 83 ktN di denitrificazione dell'agricoltura (delle quali 8 kt di N<sub>2</sub>O-N)+ 51 ktN di degassamento di NH<sub>3</sub> +37 ktN di perdite di NO<sub>3</sub> dell'agricoltura +12 ktN di perdite di NO<sub>3</sub> della selvicoltura + 10 ktN di denitrificazione della selvicoltura

**Tab. A > Confronto dei maggiori flussi di azoto 1994/1990 rispetto al 2005**

Confronto dei maggiori flussi di azoto ricavati dal bilancio delle sostanze in Svizzera 1994/1990 (PG N-Haushalt CH 1996; GSK 1993) con gli attuali flussi di azoto per il 2005 (presente studio). La denominazione dei flussi si riferisce al presente studio (cifre 2005). Nei casi che ammettono diverse interpretazioni è stata aggiunta la denominazione dei flussi di azoto del 1994. I flussi con il solo azoto atmosferico (N<sub>2</sub>) sono indicati in *blu*.

	1994/1990 [kt N]	2005 [kt N]	Osservazioni in merito alla qualità dei dati	Spiegazione delle tendenze 1994–2005
<b>Agricoltura/Selvicoltura</b>				
L8: piante da foraggio provenienti da terreni agricoli, per l'allevamento di bestiame	180	132	Valore 1994, foraggio di terreni agricoli per l'allevamento di bestiame da GSK 1993. Non si dispone di dati dettagliati a questo riguardo; fra l'altro non viene indicato se si sia tenuto conto anche dei carichi di N <sub>2</sub> . Presumibilmente il valore è troppo elevato.	L8: piante da foraggio provenienti da terreni agricoli, per l'allevamento di bestiame
L1: concimi di fattoria/pastura derivanti dall'allevamento di bestiame su terreni agricoli	97	86	Valore 1994 secondo inventario gas serra, utilizzato FOEN 2009b. Il valore di 155 ktN ricavato da GSK 1993 (flusso di concimi di fattoria da allevamento di bestiame su terreni agricoli e produzione vegetale) pare troppo elevato; non si dispone di dati dettagliati al riguardo.	L1: concimi di fattoria/pastura derivanti dall'allevamento di bestiame su terreni agricoli
L4: emissioni nell'atmosfera derivanti dall'allevamento di bestiame L6 (r): emissioni da terreni agricoli nell'atmosfera <u>somma L4 + L6 (r)</u> <u>L6 (nr): emissioni di N<sub>2</sub> dai terreni agricoli nell'atmosfera</u>	51 (degassamento NH <sub>3</sub> ) 8 (emissioni di N <sub>2</sub> O) <u>59</u> <u>75</u>	42 11 <u>53</u> <u>28</u>	Denitrificazione di N <sub>2</sub> , con elevata incertezza. Intervallo di incertezza 1994: 50–100 ktN.	L4: emissioni nell'atmosfera derivanti dall'allevamento di bestiame L6 (r): emissioni da terreni agricoli nell'atmosfera <u>somma L4 + L6 (r)</u> <u>L6 (nr): emissioni di N<sub>2</sub> dai terreni agricoli nell'atmosfera</u>
L3: prodotti/alimenti derivanti dall'allevamento di bestiame L9: raccolti/alimenti derivanti dalla produzione vegetale <u>Somma L3 + L9</u>	<u>42</u> (prodotti agricoli)	35 10 <u>45</u>	Valori 1994 da PG N-Haushalt CH 1996. Ulteriori valori di confronto 1994 secondo OSPAR: prodotti/alimenti derivanti dall'allevamento di bestiame: 28 ktN; raccolti/alimenti derivanti dalla produzione vegetale: 10.	L3: prodotti/alimenti derivanti dall'allevamento di bestiame L9: raccolti/alimenti derivanti dalla produzione vegetale <u>Somma L3 + L9</u>
L5: dilavamento/drenaggio dai terreni agricoli nell'idrosfera	37	34	Non si dispone di valori attuali. Valore derivato per il 2005 (v. Allegato, flusso L5).	L5: dilavamento/drenaggio dai terreni agricoli nell'idrosfera
L14: dilavamento dai boschi nell'idrosfera	12	9	Valore 1994 con incertezza elevata. Intervallo di incertezza 1994: 8–16 ktN.	L14: dilavamento dai boschi nell'idrosfera
L15 (r): denitrificazione dai boschi (senza N <sub>2</sub> ) U11 (r): denitrificazione dagli altri terreni (senza N <sub>2</sub> ) <u>Somma L15 (r) + U11(r)</u>  <u>L15 (nr) denitrificazione N<sub>2</sub> dai boschi</u>	<1  <u>9</u> (Denitrificazione di terreni non agricoli)	1,1 0,4 <u>1,5</u>  <u>6</u>	Denitrificazione di N <sub>2</sub> , con elevata incertezza. Intervallo di incertezza 1994: 6–12 ktN.	L15 (r): denitrificazione dai boschi (senza N <sub>2</sub> ) U11 (r): denitrificazione dagli altri terreni (senza N <sub>2</sub> ) <u>Somma L15 (r) + U11(r)</u> <u>L15 (nr) denitrificazione N<sub>2</sub> dai boschi</u>
U13 (r): denitrificazione di N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> dall'idrosfera  <u>U13 (nr): denitrificazione di N<sub>2</sub> dall'idrosfera</u>  <u>Somma U13 (r) + U13 (nr)</u>	   <u>13</u> (incl. N <sub>2</sub> )	1 (senza N <sub>2</sub> ) <u>11</u> (N <sub>2</sub> ) <u>12</u>	Elevata incertezza della stima per N <sub>2</sub> . Intervallo di incertezza 1994: 9–18 ktN (incl. N <sub>2</sub> ).	U13 (r): denitrificazione di N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> dall'idrosfera <u>U13 (nr): denitrificazione di N<sub>2</sub> dall'idrosfera</u> <u>Somma U13 (r) + U13 (nr)</u>



	1994/1990 [kt N]	2005 [kt N]	Osservazioni in merito alla qualità dei dati	Spiegazione delle tendenze 1994–2005
<b>Fabbricazione/utilizzo di prodotti</b>				
P8: acque di scarico negli impianti di depurazione	Ignoto, trattandosi di flusso interno	43		
P2: emissioni di NO <sub>x</sub> , NH <sub>y</sub> dal traffico nell'atmosfera P3: emissioni di NO <sub>x</sub> , NH <sub>y</sub> dai riscaldamenti nell'atmosfera <u>Somma P2 + P3</u>	<u>47</u> (dai processi di combustione, di cui 43 NO <sub>x</sub> )	18 8 <u>26</u>	In base alle nuove valutazioni (FOEN 2009a), risulta che a suo tempo le emissioni di NO <sub>x</sub> per il 1994 sono state sopravvalutate di circa 5 kt N.	Diminuzione delle emissioni grazie ai provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico.
P10: esportazione dall'industria alimentare e da altri prodotti	13	16	Valutazione difficile, perché non si conosce il tenore medio di N dei prodotti di esportazione. Intervallo di incertezza 1994: 10–15 kt N	
<b>Ambiente</b>				
U14: deflusso tramite fiumi	98	73	Valore 1994: carichi misurati alla frontiera svizzera. Media degli anni 1986–1995. Dati NADUF, EAWAG. Valore 2005: media Reno 1995–2007; proiezione per l'intera Svizzera. Dati NADUF, EAWAG. Intervallo di incer- tezza 1994: 90–110 kt N.	Diminuzione grazie al successo delle misure di riduzione nell'industria, nel traffico e nell'agricoltura
U16: esportazione tramite le acque di falda	5	<1	Dati 1994 con incertezza elevata.	Il valore ricavato da GSK 1993 (SRU 209) viene ritenuto troppo alto, si dispone solo di poche fonti di dati.
U3: deposizione sui boschi U4: deposizione sui terreni agricoli U7: deposizione sugli altri terreni della pedosfera e della litosfera U9: deposizione sulle acque <u>Somma U3 + U4 + U7 + U9 (deposizione complessiva)</u>	32 32 13 3 <u>80</u>	27 27 11 3 <u>69</u>	La deposizione complessiva per il 1994 è stata ora ripartita fra i quattro tipi di superficie (bosco, terreni agrico- li, altri terreni e acque) in base alle conoscenze più moderne, in modo da ottenere una base di confronto per il 2005.	Diminuzione della deposizione complessiva e della deposizione su tutti i tipi di superficie (a parte le acque). Il valore invariato di 3 kt N sulle acque è dovuto agli arrotondamenti.
U10: trasporto all'estero tramite l'aria (esportazione)	70	56	Intervallo di incertezza 1994: 55–85 kt N (di cui 30–55 NO <sub>x</sub> e 20–35 NH <sub>y</sub> ).	Diminuzione grazie ai provve- dimenti contro l'inquinamento atmosferico, principalmente riduzione degli NO <sub>x</sub> .
U1: fissazione dell'azoto ad opera delle piante delle coltivazioni agricole	45	32	La qualità dei dati del 1994 è insoddi- sfacente. Intervallo di incertezza 1994: 30–60 kt N. Valore del 1994 secondo inventario LOTC agricoltura e OSPAR: 37 kt N.	Diminuzione possibile in seguito alla diminuzione delle quote di leguminose nell'agricoltura. Difficile da valutare.
U5: consumo di N <sub>2</sub> ad opera di traffico, riscaldamenti, processi	47 (Processi di combustione)	25		Diminuzione grazie alle misure di riduzione per combattere l'inquinamento atmosferico
U12: dilavamento dagli altri terreni nell'idrosfera	6	11	Situazione dati 1994 e 2005 insoddi- sfacente. Intervallo di incertezza 1994: 2–10 kt N.	
U2: fissazione dell'N <sub>2</sub> nei boschi	12	5	La qualità dei dati del 1994 è insoddi- sfacente. Intervallo di incertezza 1994: 8–16 kt N.	Il trend non è reale, ma dovuto al metodo. Probabilmente non ci sono un aumento né una diminu- zione reali.

	1994/1990 [kt N]	2005 [kt N]	Osservazioni in merito alla qualità dei dati	Spiegazione delle tendenze 1994-2005
<b>Gestione dei rifiuti</b>				
A5: acque di scarico nell'idrosfera, dopo trattamento negli impianti di depurazione	30	26		Diminuzione grazie alla migliore eliminazione dell'azoto negli impianti di depurazione.
<b>Estero → Interno</b>				
I4: fertilizzanti minerali (importazione) nei terreni agricoli	33	52	Somma fertilizzanti minerali e di riciclaggio 1994 secondo inventario LOTC agricoltura e OSPAR: 65 ktN.	Diminuzione impiego di fertilizzanti minerali. Diminuzione dell'impiego di fertilizzanti di riciclaggio in seguito al divieto dei fanghi di depurazione per la concimazione/ disposizione transitoria per superfici selezionate, scaduta definitivamente il 30 settembre 2006.
P1: fertilizzanti minerali (produzione interna)	33	<< 0,5		
<u>Somma impieghi di fertilizzanti minerali</u>	<u>66</u>	<u>52</u>		
A7: fanghi di depurazione per concimi di fattoria		1		
A9: compost per terreni agricoli		3		
<u>Somma fertilizzanti di riciclaggio</u>	<u>5 (fanghi di depurazione, compost)</u>	<u>4</u>		
<u>Somma fertilizzanti minerali e di riciclaggio</u>	<u>71</u>	<u>56</u>		
I8: importazione dall'estero tramite l'aria	47	44	Cifre 1994 dall'EMEP 1995. Intervallo di incertezza 1994: 37-57 ktN (di cui 27 NO <sub>x</sub> e 20 NH <sub>3</sub> ).	
I2: importazione di derrate alimentari e altre sostanze	24	25		Aumento dell'utilizzo di legname.
I5: importazione di legname	0,5	2		
<u>Somma I2+I5</u>	<u>25</u>	<u>27</u>		
I3: importazione di foraggi per l'allevamento di bestiame	21	32	Valore 1994 secondo OSPAR: 26 ktN.	Aumento delle importazioni di soia.
I1: afflusso tramite i fiumi	21	15	Valore per il 2005 stimato in base ai dati del 1994. Intervallo di incertezza 1994: 15-25 ktN.	

**Interpretazione**

L'input di azoto tramite l'importazione di foraggi e fertilizzanti commerciali, le emissioni di ossidi di azoto causate dai processi di combustione e le emissioni di ammoniaca dell'agricoltura sono i maggiori flussi «motori» di sostanze. Insieme con le modalità di lavorazione e coltivazione dei suoli agricoli, questi sono responsabili dell'induzione di tutti gli altri flussi di sostanze, come emissioni dal suolo, dilavamento e drenaggio dal suolo nell'idrosfera, deflussi all'estero, deposizioni dall'atmosfera sul suolo. A motivo di tali flussi indotti insorgono i problemi delle elevate perdite di azoto: la diminuzione della fertilità del suolo, la diminuzione della biodiversità, il peggioramento della qualità dell'acqua, «dead zones» in corrispondenza degli sbocchi nel mare, e così via. Per risolvere questi problemi occorre innanzi tutto ridurre i flussi motori di sostanze e in secondo luogo chiudere i cicli. Generalmente una delle maggiori sfide da affrontare per la riduzione delle perdite di azoto sarà quella di evitare che strategie unilaterali orientate a singoli fattori causino perdite attraverso un altro canale. Una considerazione integrale deve andare oltre il solo azoto e includere anche le risorse e le considerazioni concernenti la protezione del clima.

Interpretazione

Nell'agricoltura le importazioni di fertilizzanti commerciali sono sì diminuite, ma in compenso sono aumentate quelle di foraggi (soprattutto soia).

Grazie alle numerose misure di riduzione applicate ai trasporti e agli impianti di riscaldamento, sono nettamente diminuiti nell'atmosfera inquinanti come i composti ossidati ( $\text{NO}_x$ ) mentre scarsa è stata la diminuzione dei composti ridotti ( $\text{NH}_y$ ), che provengono prevalentemente dall'agricoltura. Di conseguenza, anche il calo delle deposizioni di composti di azoto ossidati è stato maggiore rispetto a quelle di composti di azoto ridotti. Però nei centri urbani e lungo le strade nazionali i limiti vigenti in Svizzera per le immissioni di  $\text{NO}_2$  vengono ancora superati con frequenza. In Svizzera, le deposizioni di azoto superano i critical loads ancora in vaste regioni.

Malgrado l'aumento della popolazione, l'immissione di azoto proveniente dalle acque di scarico domestiche e industriali è scesa, grazie a un programma di investimenti che ha portato a miglioramenti mirati del grado di eliminazione dell'azoto negli impianti di depurazione. Anche le immissioni diffuse nell'idrosfera appaiono tendenzialmente in calo. Però è stato chiaramente mancato l'obiettivo internazionale di arrivare a un dimezzamento delle immissioni di azoto nel Reno e nel Mare del Nord durante il periodo dal 1985 al 2001, il che vale anche per gli altri Stati membri.

I flussi di merci (derrate alimentari, prodotti petroliferi, legname ecc.) sono cambiati poco, sia in termini di importazioni sia anche di esportazioni. Ciò che colpisce di questi fiumi è la cessazione della produzione interna di fertilizzanti minerali e, a titolo generale, la diminuzione dell'impiego di questi fertilizzanti. Simultaneamente le importazioni di foraggi – un flusso motore – sono aumentate notevolmente (cfr. sopra).

Nel corso dell'aggiornamento dell'analisi dei flussi di sostanze sono state riscontrate lacune nei dati e grandi incertezze nei flussi di azoto. La loro quantificazione richiederebbe un intenso lavoro. Questo concerne soprattutto i flussi indotti. Nel caso dei flussi motori la situazione dei dati è migliore.

La tendenza degli anni passati mostra che si sono potute ridurre efficacemente le sostanze azotate nocive prodotte dai trasporti, dall'industria e dalle economie domestiche, mentre non è stato possibile neutralizzare nella stessa misura il problema dell'azoto nell'agricoltura. Mentre in passato erano i trasporti e l'industria a emettere le maggiori quantità di azoto, oggi giorno è l'agricoltura. Nei prossimi anni si intende migliorare la situazione anche in questo settore.

In futuro si intensificherà l'utilizzo di bioenergia (p.es. agrocarburi). Le attività in corso mirano a sviluppare sistemi con un rendimento elevato e ottimizzati dal punto di vista economico-aziendale. Per il momento non sono stati presi molto in considerazione gli effetti sul circolo dell'azoto. Tali effetti potrebbero tuttavia essere rilevanti, dato che nella produzione di metano da sostanze organiche non si formano soltanto azoto atmosferico non reattivo e altri prodotti secondari, ma anche ammoniaca.