

ANHANG

zum 5. Erfahrungsbericht 2014 zu umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren
der BLAG KliNa an die UMK

Kennblätter zu Weiter- und Neuentwicklungen von Indikatoren (vgl. Kap. 2)

A4 – Erneuerbare Energien

B5 – Säure- und Stickstoffeintrag

B6 – Stickstoffüberschuss

C6 – Schwermetalleintrag

A4 – Erneuerbare Energien

1) Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch

2) Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

3) Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch

(Machbarkeit: 1, DPSIR-Einstufung: R, Einheit: [%])

Stand: 21.02.2014

Definition und Berechnungsverfahren:

Als erneuerbare Energien werden Energien aus Quellen bezeichnet, die entweder permanent vorhanden sind, sich kurzfristig von selbst erneuern oder deren Nutzung nicht zur Erschöpfung der Quelle beiträgt. Zu den erneuerbaren Energien zählen Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie, Biomasse (inkl. Deponie- und Klärgas), Biogas, aerothermische, geothermische, hydrothermische Energie, Meeresenergie und Geothermie. Dargestellt wird sowohl der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch, am (Brutto-) Endenergieverbrauch und am (Brutto-)Stromverbrauch.

zu 1) Der Primärenergieverbrauch ist der Verbrauch an primären Energieträgern, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden. Dazu zählen Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erd- und Grubengas, Kernenergie aber auch erneuerbare Energien sowie Abfälle, die zur Energiegewinnung verwertet werden. Der Verbrauch ergibt sich aus der Gewinnung dieser Energieträger im Land, den Bezügen und Lieferungen über die Landesgrenzen und aus den erfassten Lagerbestandsveränderungen.

zu 2) Der (Brutto-)Endenergieverbrauch gibt Auskunft über die Verwendung der aus den primären Energieträgern erzeugten Energieformen (z. B. Strom, Wärme, Kraftstoffe) in Industrie, Verkehr, Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs der Kraftwerke und der Transport- und Leitungsverluste.

zu 3) Der (Brutto-)Stromverbrauch setzt sich zusammen aus der Nettostromerzeugung, dem Austauschsaldo über die Landesgrenzen, dem Eigenstromverbrauch der Kraftwerke und den Netzverlusten.

Länderdaten werden vom Länderarbeitskreis (LAK) Energiebilanzen berechnet. Daten für Deutschland berechnet die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). Der AK UGRdL stellt die aufbereiteten Daten der LIKI halbjährlich zur Verfügung.

Bedeutung:

Die erneuerbaren Energien stellen neben der Energieeinsparung und der Steigerung der Energieeffizienz einen wichtigen Baustein in der Energiewende dar. Die bereits seit geraumer Zeit forcierte Nutzung von Sonne, Wind, Biomasse, Wasser und Erdwärme für die Bereitstellung von Strom, Wärme und Kraftstoffen soll weiter ausgebaut werden. Hierdurch wird ein erheblicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet, da der Einsatz von fossilen Brennstoffen ersetzt und die Emission des klimaschädlichen Kohlendioxids vermieden wird. Über den Klimaschutz hinaus, vermindern erneuerbare Energien die Abhängigkeit von Energieimporten, dienen – wegen der begrenzten Reichweiten von Kohle, Öl und Erdgas – der Ressourcenschonung und stärken regionale Wirtschaftskreisläufe.

Landesspezifika / Stand:

	Datenlage 1); 2);3)	Zielstellungen
Baden-Württemberg	1)Daten 1990-2009 3)Daten 1993-2009	
Bayern	1)Daten 1990-2009 3)Daten 2005-2009	Klimaprogramm Bayern 2020: Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch auf 20 % Bayerisches Energiekonzept: Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf 50 % bis 2021.
Berlin	1)Daten 1990-2009 3)Daten 2003-2010	
Brandenburg	1)Daten 1990-2009 3)Daten 2001-2010	Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie am Primärenergieverbrauch auf 20 %
Bremen	1)Daten 1990-2010 3)Daten 1990-2010	
Hamburg	1)Daten 1990-2010 3)Daten 2003-2010	
Hessen	1)Daten 1990-2010 3)Daten 2002-2010	Energiegipfel des Landes Hessen: Deckung des Endenergieverbrauches in Hessen (Strom und Wärme) möglichst zu 100 % bis zum Jahr 2050
Mecklenburg-Vorpommern	1)Daten 1990-2009 3)Daten 2005-2009	
Niedersachsen	1)Daten für 1990, 1991, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2009 3) Daten 2008, 2009	Der Umbau der Energieversorgung in Niedersachsen auf einhundert Prozent erneuerbare Energiequellen ist eine technische, soziale und gesellschaftspolitische Herausforderung ohne Beispiel. Die rot-grüne Koalition hat den festen politischen Willen, sie zu meistern, um den Atomausstieg zu vollenden und die Abhängigkeit von fossilen Quellen zu beenden.
Nordrhein-Westfalen	1)Daten 1990-2010 3)Daten 1990-2010	Den Anteil der Windenergie an der Stromversorgung von derzeit knapp 4 % auf 15 % bis zum Jahr 2020 zu steigern. Bis zum Jahr 2025 sollen mehr als 30 % der Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien gewonnen werden (Koalitionsvertrag 2012).
Rheinland-Pfalz	1)Daten 1990-2010 3)Daten 1990-2010	
Saarland	1)Daten 1990-2010 3)Daten 2003-2010	
Sachsen	1)Daten 1990-2010 3)Daten 1991-2010	Regierungserklärung des Ministerpräsidenten vom 25.05.2011: in etwa 10 Jahren (Anm.: ca. 2021) Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 33 %
Sachsen-Anhalt	1)Daten 1990-2010 3)Daten 1992-2010	- Bericht über die Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes 2008 „Potentiale für eine nachhaltige Klimaschutzpolitik“ - „Klimaschutzprogramm 2020 des Landes Sachsen-Anhalt“ -„Energiekonzept der Landesregierung von Sachsen-Anhalt für den Zeitraum zwischen 2007 und 2020“, Fortschreibung 2014“
Schleswig-Holstein	1)Daten 1990-2010	Integriertes Energie- und Klimakonzept Sept. 2011 sowie

	3)Daten 2002-2010	Energiewende- und Klimaschutzbericht Juni 2013: 90% Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch bis 2020 durch <ul style="list-style-type: none"> • 300-400 % rechnerischer Anteil am Bruttostromverbrauch SH • 14 % Anteil EE an der Wärmebereitstellung (wie auf Bundesebene) • 10 % Anteil EE-Kraftstoffe am Endenergieverbrauch Verkehr (wie auf Bundesebene)
Thüringen	1)Daten 1990-2010 3)Daten 1991-2010	
Deutschland	1)Daten 1990-2010 3)Daten 1993-2010	Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.09.2010: Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch 18 % (bis 2020), 30 % (bis 2030), 45% (bis 2040) und 60% (bis 2050); Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 35 % (bis 2020), 50 % (bis 2030), 65 % (bis 2040) und 80 % (bis 2050)

Hinweise zur Interpretation:

Die Teilindikatoren sind normiert. Bei einer länderübergreifenden Interpretation sind die Unterschiede bei den naturräumlichen Randbedingungen zur Verfügbarkeit der erneuerbaren Energien (z. B. Wasserkraft, Windkraft, Geothermie, Anzahl der Sonnenstunden sowie geeignete Flächen und Standorte) zu beachten, insbesondere bei den Stadtstaaten. Außerdem hängt der Energieverbrauch insgesamt stark von der Wirtschaftsstruktur ab.

zu 1) Zusätzlich ist hier zu beachten, dass die Energieträger primärenergetisch unterschiedlich stark gewichtet werden: so wird Strom aus Kernenergie mit dem Faktor 3 gewichtet, Strom aus EE (außer Biomasse) aber mit dem Faktor 1 (keine Umwandlungsverluste). In Ländern, die aus der Kernenergie aussteigen und gleichzeitig die erneuerbaren Energien ausbauen führt dies zu besonders starken Steigerungsraten des Indikators, da dort der in der Statistik ausgewiesene PEV überproportional sinkt.

"Verwandte" Indikatoren im Set:

A2 Kohlendioxidemissionen
A3 Energieverbrauch
D5 Energieproduktivität

Ansprechpartner:

LIKI-Vertreterin:

Jeannette Spohr
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
Leibnizstr. 10
45659 Recklinghausen
Tel.: 0201-7995-1178
jeannette.spohr@lanuv.nrw.de

B5 – Säure- und Stickstoffeintrag

Säure- und Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre durch nasse Deposition auf Freiflächen im Wald

(Machbarkeit: 1, DPSIR-Einstufung: P, Einheit: [keq/(ha*a)] und [kg/(ha*a)])

Stand: 31.05.2013

Definition und Berechnungsverfahren:

Der Indikator wird auf der Basis sogenannter bulk- und wet only-Messungen an deutschlandweit insgesamt ca. 50 - 60 Freiflächen im Wald ermittelt und gibt angesichts der Charakteristik der ausgewerteten Messstationen die Hintergrundbelastung durch Säure - und Stickstoffeinträge auf Freiflächen im Wald wieder. Die nasse Deposition ist eine Teilmenge der Gesamtdeposition und wird mittels geeigneter Faktoren aus der bulk-Deposition abgeschätzt. Der Säureeintrag ergibt sich aus der Summe der potentiell versauernden Komponenten ($\text{SO}_4\text{-S} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) nach folgender Formel (nach Gauger et al. (1997)):

$$\text{keq/ha*a} = (\text{SO}_4^{2-} [\text{kg/ha*a}] * 0,021) + (\text{NH}_4^+ [\text{kg/ha*a}] * 0,055) + (\text{NO}_3^- [\text{kg/ha*a}] * 0,016)$$

Dieser Indikator ist eine praktikable Näherung. Die Ermittlung der tatsächlichen Säureinträge erfordert darüber hinaus die Berücksichtigung weiterer puffernd wirkender Komponenten wie Ca^{2+} , Mg^{2+} und K^+ .

Für den Stickstoffeintrag wird jeweils aus dem Ammonium- und Nitrateintrag der Elementeintrag berechnet:

$$\text{kg N/ha*a} = \text{NH}_4^+ [\text{kg/ha*a}] * 0,777 + \text{NO}_3^- [\text{kg/ha*a}] * 0,226$$

Dieser Indikator berücksichtigt nur die anorganischen Stickstoffverbindungen.

Die Gesamtdeposition liegt in Waldgebieten erheblich über den Einträgen im Freiland (siehe dazu z. B. „Vorbelastungsdatensatz Stickstoff“ des UBA nach TA Luft). Die Säure- und Stickstoffeinträge sind auf den Freiflächen im Wald aber im Durchschnitt etwa ein Drittel niedriger als auf den Bestandsflächen und damit annähernd mit den Verhältnissen im Freiland vergleichbar. Beide Indikatoren werden als Mittelwert aller Messstellen des jeweiligen Bundeslandes bzw. Deutschlands berechnet. Da die Datenerhebung nach der einheitlichen Methodik des forstlichen Umweltmonitorings (Level II-Programm) erfolgt, ist ein Ländervergleich möglich. Bei der Interpretation von Zeitreihen sollten immer mögliche Änderungen in der Zusammensetzung der Messstandorte berücksichtigt werden. Die separate Darstellung der Ergebnisse einzelner Länder unter Einbeziehung von Freilanddaten hingegen, z. B. im Rahmen der Länderberichterstattung, erlaubt angesichts der großen Heterogenität dieser Messstandorte keinen Vergleich unter den Bundesländern.

Bedeutung:

Ein Überangebot an säurebildenden Stoffen und Nährstoffen verursacht Veränderungen chemischer und biologischer Bodenparameter, die u. a. Vegetation und Grundwasser beeinflussen und zur Destabilisierung empfindlicher Ökosysteme führen können. Ursache dieser schleichend fortschreitenden Prozesse „Versauerung und Eutrophierung“ sind im wesentlichen Nitrat-, Ammonium- und Sulfateinträge über die Atmosphäre in den Boden. Eutrophierung bewirkt z. B., dass seltene spezialisierte Pflanzenarten, die nur auf

nährstoffarmen Standorten konkurrenzfähig sind, von nitrophilen Arten verdrängt werden. Biotope wie Magerrasen und Moore mit ihren einmaligen Pflanzen- und Tiergemeinschaften, aber auch Wasser- und Klimaschutzfunktionen sind so gefährdet. Die durch Versauerung bedingten Veränderungen in Böden betreffen deren chemische Eigenschaften und deren Leistungsfähigkeit zur Schadstoffaufnahme und können zu Schäden an Mikrofauna und Vegetation führen.

Schwefeldioxid als Vorstufe von Sulfat stammt überwiegend aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Ammonium entsteht aus Ammoniak, das z. B. als Folge der Tierhaltung (u. a. Gülle) freigesetzt wird. Nitrat wird in der Atmosphäre aus Stickstoffoxid-Emissionen verschiedener Quellen, vor allem des Kfz-Verkehrs, gebildet. Die Bundesregierung verfolgt das Ziel einer Reduzierung der NH₃-Emissionen um 28 %, der NO_x-Emissionen um 60 % und der SO₂-Emissionen um 90 % bis zum Jahr 2010 (Basisjahr: 1990).

Landesspezifika / Stand:

Gemäß Beschlussfassung der 62. UMK (Mai 2004) wurden LAI, LABO und LAWa um Unterstützung bei der Weiterentwicklung des Indikators gebeten. Hierfür sollen die Gremien entsprechende AnsprechpartnerInnen benennen. Innerhalb der LABO wurde diese Aufgabe dem StÄA 4 übertragen, auf der 27. LABO Sitzung wurde Hr. Reinhardt (TLUG Thüringen) als fachlicher Ansprechpartner benannt. Für den LAI hat diese Aufgabe der BLAI „Luftqualität, Wirkungsfragen, Verkehr“ (LQWV) übernommen. Dieser hat bei der 91. Sitzung (08/09) Hr. Dr. Koch (MKULNV NW) als Ansprechpartner benannt.

Klärungsbedarf, Weiterentwicklung, weitere Schritte:

Da nicht alle Bundesländer ein Depositionsmessnetz betreiben, werden die Daten zur Säure- und Stickstoffdeposition aus dem forstlichen Umweltmonitoring (Level II-Flächen, Freiflächen) verwendet. Die Daten werden zentral vom Thünen-Institut (Eberswalde) zur Verfügung gestellt. Die Daten aus den Depositionsmessnetzen (Freilandstandorte) einzelner Bundesländer sollen künftig in die Darstellung des jeweiligen Landesindikators einfließen.

„Verwandte“ Indikatoren im Set:

B6 Stickstoffüberschuss
C1 Luftqualität

Ansprechpartner:

LKI-Vertreterin

Dr. Jutta Rademacher
Landesamt für Umwelt, Gesundheit und
Verbraucherschutz
Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam OT Groß Glienicke
Tel.: 033201-442-281
jutta.rademacher@lugv.brandenburg.de

Fachansprechpartnerin

Dr. Jutta Köhler
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg
Tel.: 09221-604-5970
jutta.koehler@lfu.bayern.de

Weitere Ansprechpartner:

AG „Wirkungsfragen“ des BLAI-UA „Luftqualität/Verkehrsimmissionen/Wirkungsfragen“
Dr. Eckehard Koch

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW
Schwannstr. 3
40476 Düsseldorf
Tel.: 0211-4566-571
eckehard.koch@mkulnv.nrw.de

Literatur:

Gauger et al. 1997: Kartierung kritischer Belastungskonzentrationen und -raten für empfindliche Ökosysteme in der Bundesrepublik Deutschland und anderen ECE-Ländern. Endbericht zum UBA-Forschungsvorhaben 106 01 061.

B6 – Stickstoffüberschuss

Stickstoffüberschuss der landwirtschaftlich genutzten Fläche

(Machbarkeit: 1, DPSIR-Einstufung: P, Einheit: [kg/(ha*a)])

Stand: 15.11.2013

Definition und Berechnungsverfahren:

Die Flächenbilanz betrachtet die Stickstoff-Flüsse zu und von der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Auf die Fläche gelangt Stickstoff in Form von Mineraldünger, Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist), Sekundärrohstoffdünger (Klärschlamm, Kompost), atmosphärische Einträge (netto) sowie der N-Bindung durch Leguminosen (vgl. Abb. B6 -1: Stickstoffzufuhren in die Flächenbilanz). Beim Wirtschaftsdünger werden vorab die N-Verluste an die Atmosphäre aus den Ställen und bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern abgezogen. Den Zufuhren stehen die N-Abfuhr mit dem Ernteentzug entgegen, die von der Fläche abgefahren wird. Die Differenz (der Saldo) zwischen N-Zufuhr und N-Abfuhr von der Fläche bildet schließlich den N-Flächenbilanzüberschuss.

Vom Bund wird als Indikator für die Nachhaltigkeitsberichterstattung der N-Gesamtbilanzüberschuss herangezogen, der sich aus den Überschüssen der Flächenbilanz und der Stallbilanz zusammensetzt.

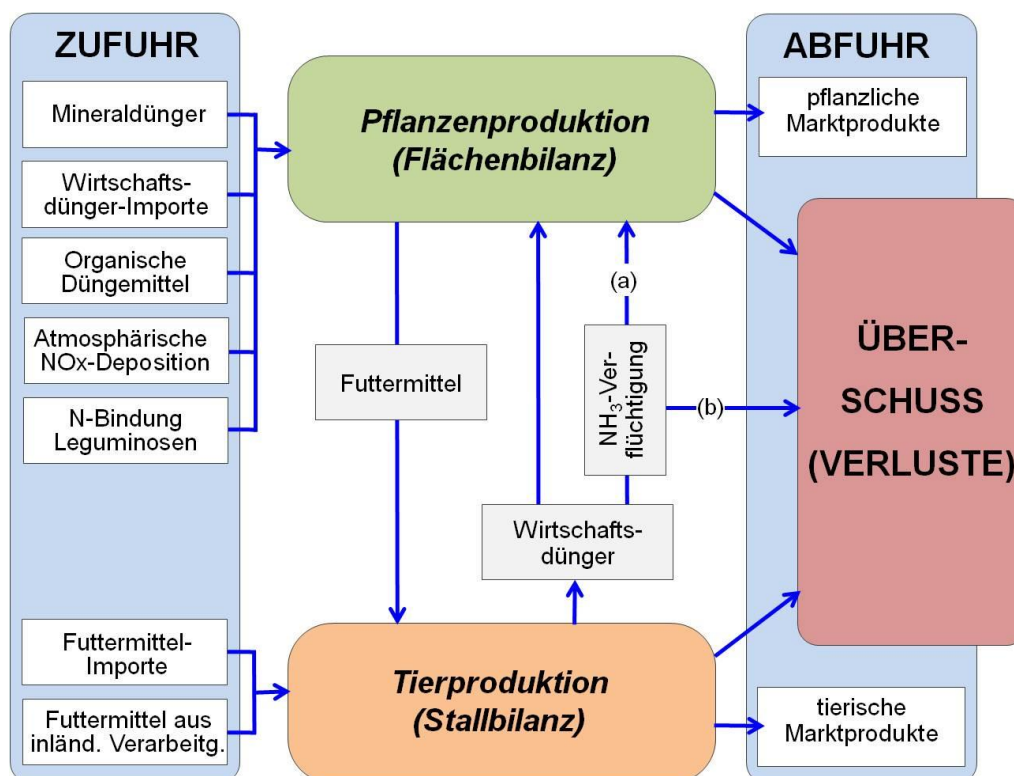


Abb. B6 -1: Fließschema der Stickstoffflüsse in der Landwirtschaft. Die *Flächenbilanz* der Länder und des Bundes entspricht dem oberen Bereich „Pflanzenproduktion (Flächenbilanz)“. Auf Bundesebene wird zusätzlich der Überschuss der *Gesamtbilanz* berechnet.

Das Berechnungsverfahren der Länder-Flächenbilanzierung ist beschrieben in Bach und Skitschak (2007), die Gesamtbilanzierung für das Bundesgebiet in Bach et al. (2011). Alle Mengenangaben über Zufuhr und Entzug von Produkten sind mit wenigen Ausnahmen den Veröffentlichungen der Statistischen Bundesamtes (destatis.de, regionalstatistik.de) zu entnehmen.

Bedeutung:

Der Überschuss der Stickstoff-Flächenbilanz ist ein wichtiger Gradmesser für potenzielle Umweltbelastungen durch Stickstoff-Emissionen aus der Landwirtschaft. Stickstoff wird in der Landwirtschaft als Dünger eingesetzt und kann – soweit er nicht von den Nutzpflanzen aufgenommen wird – auf verschiedenen Wegen (Volatilisation, Auswaschung, Erosion) in die Umwelt gelangen. Dort kann der zusätzliche Stickstoffeintrag weitreichende Auswirkungen auf den Naturhaushalt haben, u. a. Versauerung, Eutrophierung, Nitratbelastung des Grundwassers, Belastung der Oberflächengewässer und Meere, Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt.

Landesspezifika / Stand:

Für den Bund und die Länder liegen Daten für die Jahre 2003 bis 2011 vor.

Hinweise zur Interpretation:

Das sensitivste Glied der Länder-N-Bilanz ist die N-Mineraldüngung, weil zu dieser Größe für die Bundesländer keine zuverlässigen statistischen Angaben zur Verfügung stehen. Das Statistische Bundesamt veröffentlicht zwar in der Düngemittelstatistik (Statist. Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 8.2) Angaben zum N-Mineraldüngerabsatz nach Bundesländern, bezogen auf die landwirtschaftliche genutzte Fläche (LF) der einzelnen Bundesländer zeigen diese Absatzmengen jedoch außerordentlich große, unplausible Diskrepanzen. Infolgedessen muss die Höhe der N-Mineraldüngung für die Bundesländer berechnet werden. Der Berechnungsansatz geht vom gesamten N-Bedarf der angebauten Nutzpflanzen aus, von dem ein Teil durch Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung und weiteren Quellen gedeckt wird, der restliche Bedarf wird dann mit Mineraldünger zugeführt. In Anbetracht der Schätzannahmen dieses Ansatz sowie der weiteren Ungenauigkeiten in der Methodik der N-Bilanzierung wird die Genauigkeit der Größe N-Flächenbilanzüberschuss auf ca. ± 10 kg N/ha LF geschätzt. Bei der Interpretation von Unterschieden zwischen Bundesländern ist diese Größenordnung der möglichen Unschärfe zu berücksichtigen.

Bei einer Auswertung der N-Bilanzierungen ist darauf hinzuweisen, dass zahlreiche unterschiedliche Verfahren für die Bilanzrechnung verwendet werden, die zu divergierenden Ergebnissen bezüglich der Höhe des N-Bilanzüberschusses führen. Die LIKI-Indikatoren sind also nicht oder nur eingeschränkt mit anderen Berechnungsergebnissen vergleichbar.

Klärungsbedarf, Weiterentwicklung, weitere Schritte:

Aktivitäten in den Bundesländern: Aktuell werden in den Bundesländern verschiedene Projekte geplant bzw. durchgeführt, die sich unter anderem mit der Methodik regionalisierter Stickstoffbilanzen auseinandersetzen. Hervorzuheben ist dabei insbesondere das Projekt „Stickstoffhaushalt Baden-Württemberg“. Die Ergebnisse der laufenden Vorhaben sollten ggf. bei der Weiterentwicklung des LIKI-Indikators berücksichtigt werden.

Erweiterung des Indikators auf Gesamtbilanz-Überschuss: Der LIKI-Indikator „Stickstoffüberschuss“ fokussiert auf die „Flächenbilanz“ der landwirtschaftlichen Fläche, während der Indikator des Bundes (Nachhaltigkeitsstrategie und Biodiversitätsstrategie) auf dem „Gesamtbilanz-Überschuss“ beruht. Die Gesamtbilanz bezieht neben der Flächen- auch die Stallbilanz mit ein, d. h. Zu- und Abfuhr von Stickstoff, die sich aus der Haltung von

Nutztieren ergeben. Es ist wünschenswert, zukünftig auch für die Bundesländer Stickstoff-Gesamtbilanzen berechnen zu können. Um die Stall- und damit die Gesamtbilanz auch für die Bundesländer berechenbar zu machen, müssen verschiedene methodische Fragen beantwortet werden. Weiterhin wird in Zukunft die Bilanzierung um die N-Flüsse über Biogasanlagen zu erweitern sein.

Veränderung der Datenverfügbarkeit: Beobachtet werden muss die Verfügbarkeit der derzeit verwendeten Eingangsdaten (insbesondere Agrarstrukturerhebung). Die Landwirtschaftsstatistik entwickelt sich ständig weiter, dabei ist in der jüngeren Vergangenheit insbesondere ein Trend zur Ausweitung der Anonymisierung von Gebietsdaten zu erkennen. So kann es zukünftig notwendig werden, die Berechnung des Indikators an einzelnen Stellen an die Änderungen der Statistik anzupassen.

Verbesserung der Datenverfügbarkeit durch Aktivitäten der EU: Die ökologische Problematik anthropogener Nährstoffflüsse wurde auch von der EU erkannt. Derzeit werden Optionen geprüft, wie die Datenverfügbarkeit insbesondere auf regionaler Ebene verbessert werden kann. Besonders im Fokus stehen dabei aktuell Möglichkeiten zur Erhebung regionaler Statistiken zur Verwendung von Mineraldünger. Sollten zukünftig genauere Daten zur Verfügung stehen, ist die derzeit verwendete Methode anzupassen.

Zukünftige Berechnung: Die Berechnung der N-Flächenbilanzen für die Bundesländer für die Jahre 2003 – 2011 wird vom Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement der Universität Gießen im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes (UBA) derzeit durchgeführt. Für die Zukunft ist davon auszugehen, dass das UBA regelmäßig die Berechnung von regional differenzierten N-Flächenbilanzen veranlassen wird, die unter anderem für Modellberechnungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie von Bedeutung sind. Aus den regional differenzierten Flächenbilanzen können die Stickstoffüberschüsse für die Länder aggregiert werden. Es ist davon auszugehen, dass diese Bilanzierung auch weiterhin nach der Methodik der Universität Gießen durchgeführt werden wird und dass die Ergebnisse für den LIKI-Indikator nutzbar sein werden.

Erhöhung des Aktualisierungsintervalls: Das Umweltbundesamt wird die Berechnung aktualisierter Flächenbilanzen zukünftig voraussichtlich nur alle drei bis fünf Jahre in Auftrag geben. Aktualisierte Werte für den LIKI-Indikator werden deshalb voraussichtlich ebenfalls nur in diesem Rhythmus zur Verfügung stehen. Eine schnellere Aktualisierung könnte durch das Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement der Universität Gießen durchgeführt werden, wäre jedoch mit zusätzlichen Kosten verbunden (ca. 1.000 Euro p.a.), für die eine Finanzierung erforderlich wäre.

Rückwirkende Berechnung bis 1993: Laut Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement der Universität Gießen ist vermutlich eine rückwirkende Berechnung des Indikators bis 1993 möglich und müsste ggf. beider Universität in Auftrag gegeben werden.

„Verwandte“ Indikatoren im Set:

B5 Säure- und Stickstoffeintrag
B8 Ökologischer Zustand oberirdischer Binnengewässer
C5 Nitrat im Grundwasser

Ansprechpartner:**LIKI-Vertreter**

Stephan Timme
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340-2103-2710
stephan.timme@uba.de

Fachansprechpartner

Dr. Martin Bach
Universität Gießen
Heinrich-Buff-Ring 26-32
35392 Gießen
Tel.: 0641-9937375
martin.bach@umwelt.uni-giessen.de

Literatur:

Bach, M., Skitschak, A., 2007. Berechnung landwirtschaftlicher Stickstoff-Flächenbilanzen für Deutschland mit Regionalgliederung ‚Kreise und kreisfreie Städte‘

Bach, M., Godlinski, F., Greef J.M., 2011. Handbuch Berechnung der Stickstoff -Bilanz für die Landwirtschaft in Deutschland Jahre 1990 – 2008. Berichte aus dem Julius-Kühn-Institut 159, Braunschweig (<http://pub.jki.bund.de/index.php/BerichteJKI/issue/view/744>)

C6 – Schwermetalleintrag

Schwermetalleintrag aus der Atmosphäre in naturnahe waldfreie Ökosysteme

(Machbarkeit: Stufe 1, DPSIR-Einstufung: P, Einheit: [INDEX])

Stand: 05.11.2013

Definition und Berechnungsverfahren:

Der Indikator zeigt die zeitliche Entwicklung der im Staubbiederschlag (Bergerhoffverfahren) enthaltenen Schwermetalle. Als Basis-Werte dienen die Ergebnisse von 41 Messstationen, die über die Gesamtfläche Deutschlands verteilt sind und von den jeweiligen Bundesländern betrieben werden. Die Daten werden an das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) gemeldet. Das LfU stellt die Werte für diesen Indikator für alle Bundesländer zentral bereit. Auf Grundlage der bisher vorliegenden Erhebungen und einer Auswahl der Elemente Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) und Blei (Pb) kann der Indikator sehr gut für die Gesamtfläche Deutschland dargestellt werden. Eine Berechnung für Länder mit Daten von mindestens drei Messstellen ist möglich. Nähere Ausführungen zum Messnetz, zur Auswahl der Schwermetalle, zur Wahl der räumlichen Bezugsfläche, zum Berechnungsverfahren und zur Datenaggregation enthält der Abschnitt „weiterführende Informationen“.

Bedeutung:

Schwermetalle werden vor allem mit Staubemissionen industrieller Prozesse, des Straßenverkehrs und insbesondere der Verbrennung fossiler Energieträger in die Umwelt freigesetzt. Auch Staubemissionen aus natürlichen Quellen (z. B. bodenbürtige Einträge) können zur Freisetzung beitragen. Sie sind meist an Aerosole gebunden und werden je nach Partikelgröße unterschiedlich weit vom Emissionsort weg transportiert und so auch großräumig verteilt. Sedimentation und Niederschläge führen zur Deposition der Metalle. Schwermetalle sind den persistenten Stoffen zuzurechnen. Diese sind widerstandsfähig gegen Abbauprozesse oder werden nicht oder nur sehr langsam aus den natürlichen Stoffkreisläufen ausgeschleust. Sie können sich in biotischen Matrices anreichern, physiologische Prozesse stören und nachhaltig auf Ökosysteme wirken. Über die Nahrungskette können auch Risiken für die Gesundheit des Menschen entstehen. Dabei sind für bewirtschaftete Flächen ergänzend auch andere Eintragspfade (z. B. über Düngemittel) zu beachten. Der Indikator zeigt an, wie sich der Schwermetalleintrag aus der Atmosphäre im Vergleich zum gewählten Referenzwert (gebildet aus dem Mittelwert der deutschlandweiten Erhebungen 2003-2007) im zeitlichen Trend entwickelt und gibt damit indirekt auch einen Hinweis auf die Veränderung der Emissionssituation insgesamt.

Landesspezifika / Stand:

Die 37 von möglichen 41 Messstationen¹, die in die Berechnung des Indikators für die Gesamtfläche Deutschlands eingehen, verteilen sich unterschiedlich auf die Länder. Der Umfang der derzeit untersuchten Schwermetalle schwankt in den Ländern zwischen 2 und 15. Die Messstationen, die bisher in die Berechnung eingingen, weisen im untersuchten Zeitraum (1999-2011) ein nahezu homogenes Elementspektrum auf (As, Cd, Ni, Pb). Einzelne Bundesländer haben bisher noch keine Daten (Sachsen, Thüringen) oder

¹ Für Thüringen (3 Stationen) und Sachsen (1 Station) wurden bisher keine Werte übermittelt

unvollständige Daten (Hessen) gemeldet bzw. verfügen noch über keine geeignete Messstation (Berlin, Bremen, Hamburg).

Tab. C6 -1: Landesspezifika / Stand

Datenlage	Zielstellungen
Baden-Württemberg	Datenreihe von 2007-2011 / drei Stationen
Bayern	Datenreihe von 1996-2011 / sechs Stationen
Berlin	Keine geeignete Messstation vorhanden
Brandenburg	Datenreihe von 2003-2011 / drei Stationen
Bremen	Keine geeignete Messstation vorhanden
Hamburg	Keine geeignete Messstation vorhanden
Hessen	Datenreihe von 2009-2010, voraussichtlich drei Stationen in 2014
Mecklenburg-Vorpommern	Datenreihe von 1999-2010 / eine Station
Niedersachsen	Datenreihe von 1999-2011 / sechs Stationen
Nordrhein-Westfalen	Datenreihe von 1986-2011 / fünf Stationen
Rheinland-Pfalz	Datenreihe von 2007-2011 / zwei Stationen
Saarland	Datenreihe von 2000-2008 / eine Station
Sachsen	Bisher keine Datenmeldung / eine Station vorhanden
Sachsen-Anhalt	Datenreihe von 1997-2011 / fünf Stationen
Schleswig-Holstein	Datenreihe von 1999-2011 / drei Stationen
Thüringen	Bisher keine Datenmeldung / drei Stationen vorhanden

Klärungsbedarf, Weiterentwicklung, weitere Schritte:

Konzept und Implementierung für den Kernindikator liegen nunmehr vor. Um die Berechnungsmöglichkeiten für die Länderebene noch zu erweitern und zu verbessern sind schrittweise weitere Anpassungen zu verfolgen. Bei Bedarf werden hierfür Fachgespräche angesetzt.

Die Daten weiterer Messnetze (z. B. EMEP des UBA) von ausgewählten Messstationen können ggf. genutzt werden (z. B. Zingst für MV, Schmücke für TH, Westerland für SH). Optional können Länder, die bisher weniger als drei Stationen gemeldet haben, prüfen, ob Messstandorte der Landesmessnetze vom Typ „Freiflächen im Wald“ bzw. vom Typ „Städtischer Hintergrund“ und „Landwirtschaftlicher Hintergrund“ genutzt werden können.

Eine fortlaufende Erweiterung und Angleichung der Komponenten, eine weitere Vereinheitlichung von Verfahrensdetails sowie ein Streuungsabgleich sollen erfolgen. Zu prüfen ist auch, inwieweit eine zentrale Datenbank des UBA, das ebenfalls Daten zu Depositions- und Staubbiederschlag veröffentlicht, genutzt werden kann.

„Verwandte“ Indikatoren im Set:

B5 Säure- und Stickstoffeintrag
C1 Luftqualität

Ansprechpartner:

LIKI-Vertreter

Hans Friß
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821-9071-5208
hans.friess@lfu.bayern.de

Fachansprechpartner

Joachim Nittka
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821-9071-5288
joachim.nittka@lfu.bayern.de

Weiterführende Informationen zum Kennblatt: Indikator „C6 Schwermetalleintrag“

Stand: 05.11.2013

Messstellen / Messnetz:

Tabelle C6 -4 und Karte C6 -1 enthalten derzeit insgesamt 41 Bergerhoff-Messstellen, die von den Bundesländern für die Erhebung im Zusammenhang mit dem Kernindikator verbindlich benannt wurden.

Messwertekollektiv:

Berücksichtigt wurden in erster Linie Stationen, die der Charakteristik: „naturnah“, „ländlicher Hintergrund“ und gering belasteter „städtischer Hintergrund“ zuzuordnen waren.

Für jede Messstation ist zu prüfen, ob die kleinräumige, lokale Emissionssituation im Hinblick auf die Kriterien der Messstellenauswahl für den Kernindikator in etwa gleichgeblieben ist. Anderenfalls ist die Messstation ggf. nicht mehr zu berücksichtigen.

Die Daten sind vorrangig von den Ländern auf Plausibilität zu prüfen. Ergänzend werden die Daten der Länder, die Monatswerte übermittelt haben, vor der Berechnung des Indikators einer Prüfung auf Ausreißer unterzogen. Das Datenkollektiv umfasst jeweils die Werte aller Messkampagnen der gemeldeten Stationen dieses Landes. Hierbei werden auf dem logarithmierten Datensatz Werte außerhalb der 3-fachen Standardabweichung identifiziert. Sind diese Werte nicht mit den durchschnittlichen Immissionsverhältnissen zu erklären, werden sie eliminiert.

Komponenten:

Das derzeit von den Bundesländern an den einzelnen Messstationen erhobene Komponentenspektrum ist heterogen. Als kleinste Schnittmenge kann zur Berechnung des Indikators bei allen Bundesländern die Auswahl der Metalle Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) und Blei (Pb) herangezogen werden. Die Erhebung weiterer Elemente im Staubniederschlag soll im Hinblick auf die Machbarkeit in den einzelnen Bundesländern aber auch unter dem Aspekt von Auswahlkriterien z. B. im Sinne des vorsorgenden Umweltschutzes festgelegt werden.

Wünschenswert wäre hierbei eine Elementauswahl, die sich stärker an einer aktuellen Emissionssituation orientiert, z. B. der Freisetzung von Schwermetallen durch Abrieb im Kraftfahrzeugverkehr: Bismut (Bi), Molybdän (Mo), Antimon (Sb) und Zinn (Sn).

Berechnungsverfahren:

Für jede der 37 (von theoretisch möglichen 41²) Messstationen wird der Jahresmittelwert für jede einzelne Schadstoffkomponente, definiert als Rate mit Bezug auf Zeit und Fläche (in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$) gebildet. Diese an den einzelnen Stationen gewonnenen komponentenspezifischen Jahresmittelwerte werden über die Stationen gemittelt. Das Ergebnis ist der Jahresmittelwert für die jeweilige Komponente bezogen auf die

² Für Thüringen (3 Stationen) und Sachsen (1 Station) wurden bisher keine Werte übermittelt

Gesamtfläche Deutschlands. Aus den elementbezogenen Jahresmittelwerten der Erhebungsjahre 2003-2007 wird durch Mittelung für jedes Element ein Referenzwert berechnet. Dieser Referenzwert wird auf 1 normiert. Er wird als Basiszahl zur weiteren Berechnung (Indexierung der Einzeljahre) herangezogen. Die Jahresmittelwerte werden indexiert, indem sie in das x-fache (Relativzahl) des auf 1 normierten Referenzwertes (Basiszahl des Bezugszeitraumes 2003-2007) umgerechnet werden. Das Ergebnis hierzu ist der jahresbezogene Indexwert für die jeweilige Komponente bezogen auf die Gesamtfläche Deutschlands.

In einem weiteren Schritt können nun diese indexierten, komponentenbezogenen Werte durch Mittelung über alle untersuchten Elemente zum jahresbezogenen Schwermetall-Index bezogen auf die Gesamtfläche Deutschlands zusammengefasst werden. Dieser Wert ergibt die Datenreihe des Indikators „Schwermetalleintrag“.

Für die Berechnung des bundeslandbezogenen Indikators „Schwermetalleintrag“ ist in analoger Weise zu verfahren. Der zu berechnende Jahresmittelwert für die jeweilige Komponente bezogen auf die Fläche des Bundeslandes wird hierbei mit Bezug auf die deutschlandweite, komponentenbezogene Basiszahl indexiert.

Räumlicher Bezug:

Zielsetzung des UMK-Indikatorensatzes sind Kernindikatoren für die Darstellung der zeitlichen Entwicklung umweltrelevanter Problemfelder für die Länder- und die Bundesebene. Daher werden in dem Set Indikatoren geführt, die sowohl für die Bundes- als auch für die Landesebene verfügbar sind.

Auf Grundlage der nun vorliegenden Erhebungen zu den Messstellen und den beiden Proberechnungen (Datenstand 2011) kann der Indikator für die Gesamtfläche Deutschlands erhoben werden. Eine Regionalisierung des Schwermetalleintrages z. B. für einzelne Länder kann dann erfolgen, wenn in dem jeweiligen Bundesland mindestens drei Stationen vorhanden sind. Folgende weitere Standorte werden zur Prüfung vorgeschlagen.

Tab. C6 -2: Optionale Messstationen aus den Landesmessnetzen:

Betreiber (Bundesland)	Messstation	Typisierung
MV	Löcknitz	ländlich gelegene Station
MV	Göhlen	ländlich gelegene Station
MV	Garz	ländlich gelegene Station
HE	Hünfelden	ländliches, emissionsfernes Vergleichsmessgebiet
SN	Radebeul-Wahnsdorf	ländlich / Stadt nah
SN	Zittau-Ost	städtischer Hintergrund
SN	Glauchau	städtischer Hintergrund
SN	Leipzig-West	städtischer Hintergrund
SN	Collmberg	ländlicher Hintergrund
SN	Schwartenberg	Höhenstation
SN	Carlsfeld	Höhenstation

Tab. C6 -3: Optionale Messstationen aus dem EMEP-Messnetz des UBA:

Betreiber (Bundesland)	Messstation	Typisierung
UBA (MV)	Zingst	
UBA (SH)	Westerland	
UBA (TH)	Schmücke	

Datenaggregation:

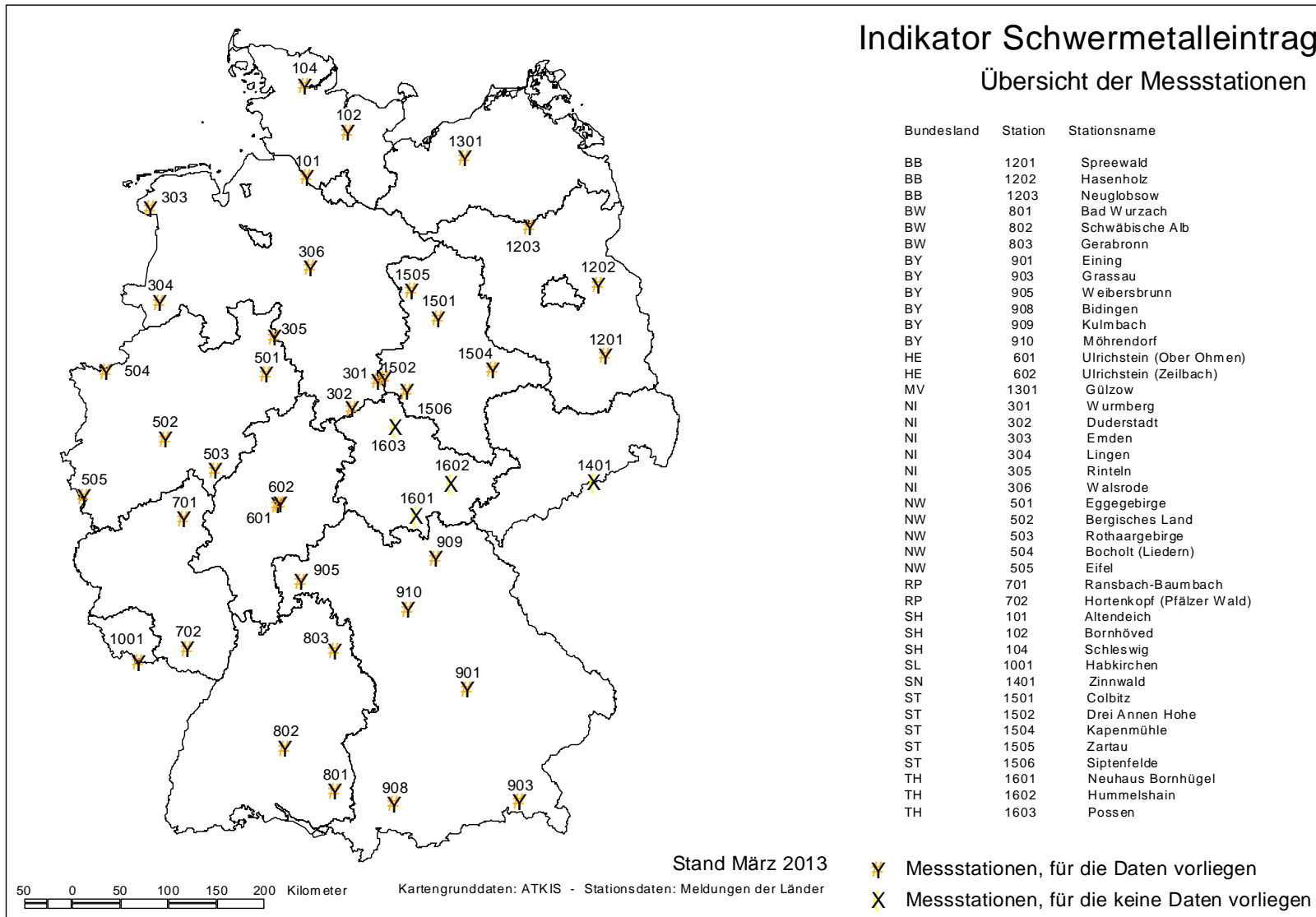
Durch eine Datenaggregation zu einem Gesamtindex kann häufig die Visualisierung des Indikators verbessert werden, wenn mehrere Einzelkomponenten zu berücksichtigen sind. Eine solche Aggregation nach einem bestimmten statistischen Verfahren war auch im ursprünglichen Konzept bereits vorgesehen. Einzelne Bundesländer, wie Bayern, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen nutzen heute in der Praxis (z. B. in Umweltberichten) die Datenaggregation, jedoch unter Verwendung unterschiedlicher Methoden.

Für den hier ermittelten Indikator wurde folgendes Verfahren angewandt: die für alle Schadstoff-komponenten ermittelten Relativzahlen eines Jahres werden über alle Komponenten gemittelt und so ein Index des Gesamtschwermetalleintrages für die Gesamtfläche Deutschlands bzw. als Index des Gesamtschwermetalleintrages für das Bundesland berechnet. Der Zeitverlauf dieses Gesamtmetallindex ist als aggregierte Maßzahl gut darstellbar. Aussagen zur Entwicklung einzelner Schwermetallkomponenten sind auf Grundlage der Ausgangsdaten möglich und können bei Bedarf zusätzlich durch die Auswahl geeigneter Visualisierungselemente dargestellt werden.

Tab. C6 -4: Liste der ausgewählten Stationen

lfd. Nr.	Bundesland	vorgeschlagene Station	Stations-Charakteristika	TYP	Rechts	Hoch	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn	As	Sb	Al	Bi	Fe	Mo	Sn	Ti	Tl	Hg
1201	BB	Spreewald	ländl. Hintergrund, Freiland	1	4641700	5753500	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1202	BB	Hasenholz	ländl. Hintergrund, Freiland	1	4636700	5827600	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1203	BB	Neuglobsow	ländl. Hintergrund, Freiland	1	4569137	5890401	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
801	BW	Bad Wurzach	landwirtschaftsnah	1	3567190	5311000	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
802	BW	Schwäbische Alb	ländlicher Hintergrund	1	3515467	5356458	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
803	BW	Gerabronn	landwirtschaftsnah	1	3567722	5457534	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
901	BY	Eining	landwirtschaftsnah	1	4484072	5413420	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
903	BY	Grassau	naturnah	1	4533600	5294790	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
904	BY	Weibersbrunn	naturnah	1	4316788	5532845	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
905	BY	Bidingen	landwirtschaftsnah	1	4404550	5297345	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
906	BY	Kulmbach	naturnah	1	4457366	5550281	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
907	BY	Möhrendorf	naturnah	1	4426883	5499267	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
601	HE	Ulrichstein (Ober Ohmen)	waldfrei, naturnah	1	3509000	5609000	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
602	HE	Ulrichstein (Zeilbach)	waldfrei, naturnah	1	3511000	5610000	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1301	MV	Gülzow	Hintergrund, ländlicher Raum	1	4504435	5965180	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301	NI	Wurmberg	Hintergr. Mittelgeb. Waldlichtung	1	3611799	5737071	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
302	NI	Duderstadt	naturnah, ländlicher Hintergrund	1	3586040	5708870	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
303	NI	Emden	naturnah, ländlicher Hintergrund	1	3375725	5917017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
304	NI	Lingen	ländlicher Hintergrund	1	3385819	5819698	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
305	NI	Rinteln	naturnah, ländlicher Hintergrund	1	3504641	5783049	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
306	NI	Walsrode	ländlicher Hintergrund	1	3542065	5855379	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
501	NW	Esgegebirge	naturnah, Hintergrund Mittelgebirge, Waldlichtung	1	3496670	5744090	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
502	NW	Bergisches Land	naturnah, Hintergrund Mittelgebirge	1	2600800	5677390	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
503	NW	Rothaargebirge	naturnah, Hintergrund Mittelgebirge, Waldlichtung	1	3443250	5644200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
504	NW	Bocholt (Liedern)	naturnah, Hintergrund ländlicher Raum	1	2536940	5744106	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
505	NW	Eifel	naturnah, Hintergrund Mittelgebirge	2	2519910	5613150	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
701	RP	Ransbach-Baumbach	ländlicher Raum	1	3410724	5594227	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
702	RP	Hortenkopf (Pfälzer Wald)	Freifläche im Wald	1	3414657	5459906	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
101	SH	Altendeich	ländlicher Raum	1	3538900	5948900	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	SH	Bornhöved	ländlicher Raum	1	3581200	5996500	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	SH	Schleswig	städtischer Hintergrund	3	3535600	6044300	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1001	SL	Habkirchen	ländlich, keine gewerblichen oder industriellen Emittenten	1	2583086	5444533	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
1401	SN	Zinnwald	waldfrei, naturnah	1	4623740	5623320	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1501	ST	Colbitz	Freifläche im Wald	1	4470313	5799742	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1502	ST	Drei Annen Hohe	Freifläche im Wald	1	4411650	5738630	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1504	ST	Kapenmühle	Freifläche im Wald	1	4523730	5743900	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1505	ST	Zartau	Freifläche im Wald	1	4444020	5829222	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1506	ST	Siptenfelde	Freifläche im Wald	1	4434373	5724934	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1601	TH	Neuhaus Bornhügel	ländlich abgelegen	1	4438705	5596374	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1602	TH	Hummelshain	ländlich abgelegen	1	4476250	5628541	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1603	TH	Possen	ländlich abgelegen	1	4421155	5689336	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Indikator Schwermetalleintrag Übersicht der Messstationen



Karte C6 -1: Standorte der Bergerhoff-Messstellen