

Indikatoren und Berichterstattung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

Politische Abstimmung der Indikatoren zum Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ – Hintergrundpapier

Autor: Bosch & Partner GmbH, Stefan von Andrian-Werburg
im Auftrag des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106

Stand: April 2019

- mit Änderungen am 23.02.2016 im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0)
- Aktualisierungen nach der Weiterentwicklung des DAS-Monitoring-Indikatorensystems (2017-19) und der Fortschreibung des DAS-Monitorings 2019 (Stefan von Andrian-Werburg)

1 Indikatorenauswahl

Für das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ (VE) werden folgende Indikatoren vorgeschlagen:

- **6 Impact-Indikatoren (Auswirkungen des Klimawandels auf Verkehr und Verkehrsinfrastruktur):**
 - VE-I-1 Hochwassersperrungen am Rhein (geändert in 2018)
 - VE-I-2 Niedrigwassereinschränkungen am Rhein (geändert in 2018)
 - VE-I-3 Starkregen und Straße (neu in 2018)
 - VE-I-4 Wetter- und witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle (unverändert, ehemals VE-I-2)
 - VE-I-5 Beeinträchtigung von Straßen durch außergewöhnliche Wetter- und Witterungsereignisse (Fallstudie, neu in 2018)
 - VE-I-6 Störungen im Schienenverkehr (neu, derzeit noch mit fiktiven Daten)

Für die Response-Seite ließen sich wie bereits im Rahmen der Indikatorenentwicklung für den ersten DAS-Monitoringbericht keine zustimmungsfähigen quantitativen Indikatorenansätze ermitteln. Aus diesem Grund umfasst das Indikatorenset für das DAS-Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ ausschließlich Indikatoren für die Impact-Seite.

2 Überblick über die Indikatorenentwicklung

Im Rahmen mehrerer Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Jahren 2009 bis 2014 wurden bei der Erstentwicklung der DAS-Monitoring-Indikatoren für das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ mehrere Indikatorenvorschläge ausgearbeitet. Letztlich wurden allerdings lediglich zwei Impact-Indikatoren in das Monitoring-Indikatorensystem aufgenommen, das die Grundlage für den ersten DAS-Monitoringbericht 2015 war. Dies waren die Indikatoren

VE-I-1: Schiffbarkeit der Binnenschiffahrtsstraßen

VE-I-2: Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle

Aufgrund der geringen Anzahl an Monitoring-Indikatoren im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ und einer in der Folge nur eingeschränkten thematischen Abdeckung von relevanten Themenfeldern und Verkehrsträgern wurde in einem neuen Vorhaben in den Jahren 2017 und 2018 an der Weiterentwicklung des Monitoring-Indikatorensystems u. a. für das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ gearbeitet. Ziel war die Entwicklung neuer Indikatoren für Themenfelder oder thematische Teilaspekte, zu denen bisher noch keine Indikatoren zu Verfügung stehen. Ausgehend von den Ergebnissen der Vulnerabilitätsanalyse und dem APA II wurde für die Impact-Seite ein vorrangiger Entwicklungsbedarf für die Themenfelder „Verkehrsinfrastruktur“ und „Verkehrsablauf“ gesehen (zu den Themenfeldern vgl. Tab. 2). Für die weiteren Themenfelder der Impact-Seite ergab sich aus diesen Grundlagen kein Entwicklungsbedarf für neue Monitoring-Indikatoren. Für die Response-Ebene wurde u. a. geprüft, ob die im APA II beschriebenen Maßnahmen Ausgangspunkt für eine Indikatorenentwicklung sein können. Außerdem wurde geprüft, ob sich aus den Aktivitäten des BMVI-Expertennetzwerks bereits Ansatzpunkte für Monitoring-Indikatoren ergeben.

Für die Neu- oder Weiterentwicklung von konkreten Monitoring-Indikatoren wurde u. a. an Aktivitäten angeknüpft, die nach der Veröffentlichung des ersten DAS-Monitoringberichts in den Bundesländern erfolgten, sowie an Indikatoren-Arbeiten, die in Österreich, der Schweiz oder auf EU-Ebene stattgefunden hatten. Ergebnis dieses Prozesses ist die obenstehende Indikatorenauswahl (s. Kapitel 1).

3 Beteiligungen

Die DAS-Monitoring-Indikatoren sollen primär auf vorhandenen Datenquellen und bereits existierenden bzw. in Diskussion befindlichen Indikatoren aufbauen. Aus diesem Grund war sowohl bei der Erstentwicklung des Monitoring-Indikatorensystems als auch bei dessen Weiterentwicklung in den Jahren 2017 / 18 die Beteiligung von Fachexperten zu den DAS-Handlungsfeldern eine der wesentlichen Voraussetzungen für den Projekterfolg. In beiden Phasen wurde eine große Zahl behördlicher und nicht-behördlicher Experten vor allem im Rahmen von bilateralen Gesprächen eingebunden. Bei der Erstentwicklung waren zudem auf DAS-Handlungsfelder fokussierte Kleingruppensitzungen und Workshops sowie Sitzungen einer Projektbegleitenden Arbeitsgruppe durchgeführt worden.

Die nachstehende Tabelle gibt Auskunft über Personen und Institutionen, die zum Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ bei der Erstentwicklung der DAS-Monitoring-Indikatoren bis 2014 und / oder bei der Weiterentwicklung der Monitoring-Indikatoren in den Jahren 2017 / 2018 auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlicher Intensität am Entwicklungsprozess der Indikatoren beteiligt waren.

Tab. 1: Beteiligte an der Diskussion von Indikatoren im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

Name	Institution
Auerbach Dr., Markus	Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Referat S1 Intelligenter Straßenbau, Regenerative Energie, Klimawandel

Indikatoren und Berichterstattung zur DAS

Hintergrundpapier Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur

Name	Institution
Brunsch, Michael	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
Bungert, Michael	Verkehrsmeldestelle Bayern im Polizeipräsidium Oberbayern Süd
Dogs, Josefine	Deutsche Bahn AG, Ressort Technik & Qualität, DB Umwelt (TU), Naturschutz, Artenvielfalt, Klimawandel und Gewässerschutz (TUN)
Eichler, Dörthe	GDWS – Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt, Dezernat U 10 – Ökologische Entwicklung der Bundeswasserstraßen
Fensterseifer, Mike	LBM-RP – Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz, Geschäftsbereich Betrieb, Fachgruppe Straßenunterhaltung, - betrieb
Fiebig, Lena	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat G20 Energie und Klimaschutz
Hartz Prof. Dr.-Ing., Birgit	FH Münster, FB Bauingenieurwesen (ehem. BASt - Bundesanstalt für Straßenwesen)
Herrmann, Carina	EBA – Eisenbahnbundesamt, Referat 52 – Umwelt/Forschung
Hofmann, Petra	Wasser- und Schifffahrtsdirektion Süd - Dezernat Regionales Management
Holbeck, Helga	BASt - Bundesanstalt für Straßenwesen
Holtmann, Berthold	DST-Entwicklungszentrum für Schiffstechnik u. Transportsysteme e.V.
Hölzinger Dr., Michael	DB Netz AG Referent für Naturschutz, Artenschutz und Energiemanagement Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel (I.NVS 4)
Imbery Dr., Florian	DWD – Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klimaüberwachung, Sachgebiet Klimaanalyse
Kempkens, Eckhard	BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen
Kirsten, Jens	BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat S1 – Anpassung an den Klimawandel
Köthe, Harald	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Ref WS 14: Klima, Umweltschutz für Wasserstraßen, Gewässerkunde
Kraski, Gerhard	Statistisches Bundesamt, Ref. E 306, Verkehrsunfälle
Krieger, Beata	BASt - Bundesanstalt für Straßenwesen
Kunert Dr.-Ing., Uwe	DIW Berlin Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt
Lehmann, Rainer	BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen
Nilson Dr., Enno	BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde
Ress, Bernhard	BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung
Roll, Eckhard	Eisenbahnbundesamt
Schepers Dr., Andreas	BASt - Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat U2 Unfallstatistik, Unfallanalyse
Schmellenkamp, Cyrus	BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen
Scholten Dr., Anja	Universität Würzburg, Lehrstuhl Physische Geographie
Strietzel-Friese, Alexander	Wasser- und Schifffahrtsdirektion West
Tegethof Dr., Udo	BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen
Teichner, Tobias	BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen
Weber Dr., Roland	BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen
Weitz, Melanie	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes Zentralstelle SUK/SEA
Willmann, Olaf	Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost - Dezernat Schifffahrt
Winterrath Dr., Tanja	Deutscher Wetterdienst; Abt. Hydrometeorologie, Regionale Niederschlagsüberwachung (KU42a)
Zimmermann, Hans-Georg	Deutsche Bahn AG, Kommunikation

4 Thematische Einordnung der Indikatoren, diskutierte Indikationsmöglichkeiten

4.1 Themenfelder

Im Rahmen der Entwicklung des Indikatorensystem für den ersten DAS-Monitoringbericht wurden im Vorfeld der Diskussion konkreter Indikatoren die thematischen Felder herausgearbeitet und beschrieben, die bei der Indikatorenentwicklung berücksichtigt werden sollten. Sie wurden aus Literaturrecherchen und im Rahmen von Expertengesprächen abgeleitet. Für die Themenfelder der Impact-Ebene wurden im Rahmen von Expertengesprächen eine Priorisierung vorgenommen. Die nachstehende Tabelle Tab. 2 liefert einen Überblick über die Themenfelder und die Zuordnung der vorgeschlagenen Indikatoren zu den Themenfeldern bzw. thematischen Teilaspekten. Die für die Indikatorenarbeit priorisierten Themenfelder sind grau hinterlegt,

Tab. 2: Themenfelder zum Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	DAS-Monitoring-Indikatoren
Impacts (Auswirkungen des Klimawandels auf Verkehr und Verkehrsinfrastruktur)		
Verkehrsnachfrage	Änderung der Verkehrsströme Veränderung der Verkehrsmittelwahl	
Verkehrsablauf	Behinderung und Unterbrechung des Personen- und Wirtschaftsverkehrs auf Straße, Schiene, Wasser und in der Luft	
	Eingeschränkte Erreichbarkeit / Versorgungsengpässe im Ereignisfall	
	Abnahme winterlicher Verkehrseinschränkungen	
	Beeinflussung von Öffentlichen Transportmitteln	
	Beeinflussung der Seeschifffahrt und Seeschifffahrtsstraßen	
	Beeinflussung der Binnenschifffahrt	VE-I-1: Hochwassersperrungen am Rhein VE-I-2: Niedrigwassereinschränkungen am Rhein
	Beeinflussung des Schienenverkehrs	VE-I-6: Störungen im Schienenverkehr
	Beeinflussung des Straßenverkehrs	VE-I-3: Starkregen und Straße
	Beeinflussung des Flugverkehrs	
Verkehrssicherheit	Veränderung des Unfallrisikos	
	Veränderung des Unfallrisikos – Schifffahrt	
	Veränderung des Unfallrisikos – Straßenverkehr	VE-I-4: Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle
	Veränderung des Unfallrisikos – Flugverkehr	

Indikatoren und Berichterstattung zur DAS

Hintergrundpapier Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	DAS-Monitoring-Indikatoren
Verkehrsinfrastruktur	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen – alle Verkehrsträger	
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen – Schienenverkehr	VE-I-6: Störungen im Schienenverkehr
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen – Straßenverkehr	VE-I-5: Beeinträchtigung von Straßen durch außergewöhnliche Wetter- und Witterungsereignisse
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen – Flugverkehr	
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen – Schifffahrt	
	Beeinflussung durch extreme Wetter- / Witterungsereignisse und ihre Folgen - Rohrleitung	
Verkehrswirtschaft	Beeinflussung der Wettbewerbsfähigkeit	
	Beeinflussung der Logistik	
Responses (Ergriffene Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen oder Entwicklungen, die den Anpassungsprozess unterstützen)		
Verkehrssteuerung und -management	Beeinflussung der Verkehrsentscheidung	
	Mobilitätsmanagement	
	Optimierung des Verkehrsmanagements	
	Verbesserung des Risikomanagements	
Anpassung der Verkehrsinfrastruktur	Finanzierung und Versicherung	
	Bewirtschaftung und Pflege	
	Wartung und Instandhaltung	
	Planerische Optimierung der Verkehrsinfrastrukturen	
Technische Optimierung der Fahrzeuge	Technische Optimierung der Verkehrsinfrastrukturen	
	Optimierung von Kfz	
Erweiterung des Monitorings im Verkehrswesen	Optimierung von Schienenfahrzeugen	
	Optimierung von Schiffen	
	Monitoring vulnerabler Infrastrukturen	
Erweiterung der Forschung im Verkehrswesen	Monitoring von Risikofaktoren	
	Untersuchung von Rahmenbedingungen	
	Untersuchung physischer Auswirkungen und Risiken	
	Untersuchung wirtschaftlicher Auswirkungen und Risiken	
	Entwicklung und Verbesserung zukunftsgerichteter Analysen	
	Untersuchung des Anpassungsbedarfs	
Bewertung von Anpassungsoptionen		
	Entwicklung von Anpassungsoptionen	

4.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und DAS-Monitoring-Indikatoren zum Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

4.2.1 Überblick

Binnenschifffahrt

Sachstand 2014

Zum Zeitpunkt der Erstentwicklung der DAS-Monitoring-Indikatoren waren in Deutschland im Zusammenhang mit Wirkungen des Klimawandels auf den Verkehrsbereich vor allem Auswirkungen auf die Schifffahrt diskutiert worden, auch mit Blick auf die Probleme der Niedrigwasserperioden in den Jahren 2003 und 2006. Im Projekt „KLIWA“ der Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit dem DWD wurden seit 1999 die künftigen Entwicklungen des Wasserhaushaltes untersucht und bewertet, um daraus möglicherweise resultierende Gefahren und Risiken erkennen zu können und Handlungsstrategien und -konzepte zu erarbeiten. Im Ressortforschungsprojekt „KLIWAS“ des BMVBS untersuchten vier Fachbehörden des Ministeriums (DWD, BSH, BfG, BAW) von März 2009 bis Dezember 2013 die Folgen des Klimawandels für Wasserstraßen und für die Schifffahrt und entwickelten entsprechende Anpassungsstrategien. An verschiedenen Stellen der F+E-Vorhaben zur Entwicklung des DAS-Monitoring-Indikatorensystems wurde im Rahmen der Indikatorenentwicklung der Kontakt zum Projekt „KLIWAS“ hergestellt. Im Zusammenhang mit dem Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ ging es dabei z. B. in Gesprächen mit der Universität Würzburg / Institut für Geographie um Anregungen für die Entwicklung von Indikationsideen zum Themenbereich Auswirkungen von Niedrigwasser auf die Binnenschifffahrt und mögliche Anpassungsmaßnahmen. Im Rahmen des Projekts „KLIWAS“ wurde u. a. auch an der Entwicklung von Indikatoren zum Thema Klimawandel gearbeitet. Diese dienen als Eingangsgrößen für die Modellierung möglicher Klimawandelfolgen sowie zur Beschreibung von zukünftigen Management- und Steuerungsbedarfen. Bei der Überprüfung der diskutierten Indikatoren ergab sich, dass sie sich aufgrund der anders gelagerten Funktion und der damit verbunden methodisch anderen Herangehensweise nicht in die Berichterstattung zur DAS integrieren lassen. Hingegen konnten für den Bereich der Binnenschifffahrt Daten der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) als Grundlage für einen Indikator genutzt werden.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Bei der Fortschreibung des Monitoring-Indikatorensets wurde bestätigt, dass die Beschränkung auf den Rhein aufgrund der Bedeutung für die Binnenschifffahrt beibehalten werden soll. Der Indikator wurde in Zusammenarbeit mit der GDWS weiter ausdifferenziert und in zwei Monitoring-Indikatoren unterteilt, die sich separat den Hochwassersperrungen bzw. den Einschränkungen der Schifffahrt durch Niedrigwasser jeweils auf dem Rhein widmen.

Straßenverkehr

Sachstand 2014

Für den Verkehrsträger Straße führte die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) seit Beginn der 2010er Jahre im Rahmen des Programms „Adaptation der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel“ (AdSVIS) Forschungsaktivitäten zum Thema Klimawandel und Anpassung durch. Zum Zeitpunkt der Erstentwicklung der Monitoring-Indikatoren standen dabei unter anderem das Verhalten von Materialien des Straßen- und Ingenieurbaus bei häufigeren und intensiveren Hitzeperioden und Trockenheit, die Auswirkungen von Starkregen auf die Befahrbarkeit von Bundesstraßen und -autobahnen, die Standfestigkeit von Böschungen sowie Auswirkungen auf den Straßenbetriebsdienst im Fokus. Ein wesentliches Projekt innerhalb von AdSVIS war RIVA (Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels). Hier wurde eine Methodik für die Identifikation, Analyse und Bewertung der Risiken des Klimawandels entwickelt und an ausgewählten Streckenabschnitten des TEN-T (Transeuropäisches Netz – Transport) validiert. Die Forschungsaktivitäten erfolgten z. T. auch eingebettet in die internationalen Forschungsaktivitäten im Rahmen des EU-Programms ERA-NET ROAD.

Die Indikatorentwicklung für den Verkehrsträger Straße erfolgte bei der Erstentwicklung in Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachabteilungen der BASt. Aufgrund der überwiegend noch nicht abgeschlossenen Forschungsaktivitäten erlaubte der damalige Kenntnisstand noch keine abschließende Einschätzung, welche Auswirkungen des Klimawandels für das Straßenwesen als relevant behandelt werden müssen und welche zielgerichteten Anpassungsmaßnahmen zu ergreifen sind. Aus diesem Grund konnte lediglich ein Monitoring-Indikator vorgeschlagen werden, der sich auf bundesweite Daten aus der Unfallstatistik des StBA stützt. Für andere Indikationsideen, z. B. im Zusammenhang mit Streckenwartung bzw. Schadensbehebung und Instandhaltung an Bundesfernstraßen, konnten keine bundesweiten Datenquellen ermittelt werden. Eine Schwierigkeit bestand und besteht darin, dass Informationen zu konkret durchgeführten Maßnahmen bei den Straßenbauverwaltungen der Länder liegen.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Für die Weiterentwicklung der Monitoring-Indikatoren war es ein Ziel, durch zusätzliche Indikatoren ein differenzierteres Monitoring für die Themenfelder Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsablauf zu ermöglichen. Für den Verkehrsträger Straße wurde das Monitoring-Indikatorensystem um zwei Indikatoren ergänzt. Ein Indikator beobachtet, derzeit noch als Fallstudie für Rheinland-Pfalz, die Auswirkungen von wetter- und witterungsbedingten Ereignissen auf den Straßenbetriebsdienst. Der andere Indikator stellt den Anteil der jährlich von Starkregen betroffenen Bundesfernstraßen dar, unterteilt nach Anzahl der Stunden bzw. nach Anzahl der Ereignisse.

Schienerverkehr

Sachstand 2014

Für den Verkehrsträger Schiene stand zum Zeitpunkt der Erstentwicklung der Indikatoren die Auseinandersetzung mit dem Themenfeld Klimawandel und Anpassung noch am Anfang. Im Zusammenhang mit den Anforderungen für die Genehmigung von Aus- und Neubauvorhaben durch das Eisenbahnbundesamt (EBA) wurden zwei unterschiedliche Wege zur Einbeziehung möglicher Anpassungsmaßnahmen beschritten. Zum einen werden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung Aussagen zur „Klimafestigkeit“ von Projekten gefordert, d. h. es muss nachgewiesen werden, dass ein Projekt sowie die zu leistenden Kompensationsmaßnahmen auch unter Berücksichtigung des Klimawandels ihre Funktion erfüllen können (z. B. Überschwemmungsbereiche, Freiborden an Dämmen oder Brücken u. ä.). Des Weiteren wurde und wird durch das EBA bzw. durch die Deutsche Bahn AG (DB) geprüft, welche Regelwerke oder technischen Leitlinien, die für Investitionen in Infrastrukturen oder Fahrzeuge zu berücksichtigen sind, klimabezogene Vorgaben enthalten, und welche Möglichkeiten bestehen, diese an sich ändernde klimatische Rahmenbedingungen anzupassen.

Zum Zeitpunkt der Erstentwicklung der Indikatoren reichte die Datenlage sowohl auf behördlicher Seite als auch auf Seite der Verkehrsunternehmen nicht für die Bildung von Indikatoren mit Anpassungsbezug für den Schienenverkehr aus. Direkte Anfragen bei EBA, DB Netz AG und Deutsche Bahn AG hatten ergeben, dass für diverse Indikationsideen zu möglichen Klimawandelfolgen (Wetter- und witterungsbedingte Störungen der Schieneninfrastruktur, Wetter- und witterungsbedingte Störungen von Oberleitungen bzw. des Stromnetzes) sowie zu möglichen Anpassungsmaßnahmen (Bahnstrecken mit optimierungsbedürftigem Unterbau, funkenflugminimierte Bremsstechnik von Güterwägen, klimatisierte Personenwägen im Regionalverkehr) keine Daten in der erforderlichen Form oder Detailtiefe vorlagen.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Für die Weiterentwicklung des DAS-Monitoring-Indikatorensets für das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ galt es insbesondere auch, die bestehende Lücke für den Verkehrsträger Schiene zu schließen. Dies war in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn AG möglich, da sich gegenüber der Erstentwicklung der Indikatoren Änderungen in der Datensituation ergeben haben. So ist mittlerweile eine Auswertung der Störungsstatistik der Deutschen Bahn mit Blick auf den Einfluss von extremen Wetter- und Witterungssituationen möglich. Der Indikator wird auf dieser Grundlage den Anteil der Störungen differenziert darstellen, der durch extreme Wetter- und Witterungssituationen mitverursacht wurde.

Luftverkehr

Sachstand 2014

Für den Luftverkehr kamen verschiedene Analysen zu dem Ergebnis, dass dieser nur bedingt von möglichen Klimaänderungen betroffen sein wird (s. DAS 2008, S. 38). Für diesen Verkehrsträger wurden aus diesem Grund keine Indikatoren zu möglichen Klimawandelfolgen und Anpassungsmaßnahmen entwickelt.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Auch im Rahmen der Weiterentwicklung des Monitoring-Indikatorensystems wurde hierfür kein Bedarf gesehen. Es hat sich kein neuer Sachstand ergeben.

4.2.2 Impact-Indikatoren

Auf der Impact-Ebene ergibt sich für die Weiterentwicklung aus der Sichtung der Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse und dem APA II für die Themenfelder „Verkehrsnachfrage“, „Verkehrssicherheit“ und „Verkehrswirtschaft“ kein Entwicklungsbedarf für neue Monitoring-Indikatoren. Vorrangig angesprochen sind das Themenfeld „Verkehrsinfrastruktur“ und das eng damit verbundene Themenfeld „Verkehrsablauf“. Aufgrund ihrer Bedeutung für das Funktionieren von Wirtschaft und Gesellschaft zählen die Verkehrsinfrastrukturen zu den Kritischen Infrastrukturen in Deutschland. Ihre Funktionsfähigkeit unter sich ändernden klimatischen Verhältnissen und ihre Widerstandsfähigkeit gegen extreme Witterungsereignisse und Wetterlagen spielen daher auch in der Diskussion um Klimafolgen und Anpassung eine wichtige Rolle. Ein Schwerpunkt der Diskussionen und auch der aktuellen Forschungen liegt auf möglichen Schädigungen der Verkehrsinfrastrukturen durch extreme Ereignisse wie Überschwemmungen, Unterspülungen und Sturzfluten aber auch durch Hitze, Frost und Trockenheit sowie den Auswirkungen solcher Ereignisse. Bei der Indikatorenentwicklung wurde auf diese Sachverhalte daher der Fokus gelegt, insbesondere mit Blick auf den Straßen- und Schienenverkehr.

Verkehrsnachfrage

Sachstand 2014

Für das Themenfeld „Verkehrsnachfrage“ gelten Veränderungen bei der Verkehrsmittelwahl oder eine geänderte Richtung von Verkehrsströmen als mögliche Auswirkungen. Grundsätzlich können beide Aspekte datenbasiert dargestellt werden, z. B. ausgehend von den Mobilitätserhebungen (Mobilität in Deutschland, KONTIV) oder von Beförderungsstatistiken des StBA, bzw. auf der Basis von Verkehrszählungen wie der Straßenverkehrszählung. Beide Sachverhalte werden aber durch komplexe Zusammenhänge beeinflusst und lassen sich nicht mit Bezug zum Klimawandel interpretieren. Die Indikatorendiskussion blieb diesbezüglich ohne Ergebnis.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Es wurde die Idee diskutiert, einen Response-Indikator zum Modal Split für das Indikatorensystem zu entwickeln (s. Kap. 4.2.3). Eigene Indikatorenvorschläge für das Impact-Themenfeld „Verkehrsnachfrage“ wurden aufgrund der getroffenen Schwerpunktsetzung nicht entwickelt.

Verkehrsablauf

Verkehrsablauf Binnenschifffahrt – Sachstand 2014

Das Themenfeld „Verkehrsablauf“ und die darin enthaltenen Sachverhalte lassen sich vorrangig anhand von Daten zu Verkehrsbeeinträchtigungen und Störungen darstellen. Für den Bereich der Binnenschifffahrt liegen hierfür geeignete Daten zu Sperrungen bzw. Einschränkungen des Schiffsverkehrs auf Binnenwasserstraßen bei der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt vor, die für den ersten DAS-Monitoringbericht aggregiert für die gesamte Wasserstraße Rhein ausgewertet worden waren.

Des Weiteren wurde für das Themenfeld ein Indikator zum Güterumschlag der Binnenschifffahrt ausgearbeitet, der die Auswirkungen von Schifffahrtssperrungen und Einschränkungen auf den von der Binnenschifffahrt geleisteten Gütertransport anhand der Menge der transportierten Güter darstellte. Für diesen Indikator wurde vorgeschlagen, mithilfe der statistisch festgestellten Korrelation zwischen der langjährigen Zeitreihe der konjunkturellen Entwicklung (ermittelt als Vergleich eines Quartals mit dem jeweiligen Vorjahresquartal) und dem Güterumschlag pro Quartal einen Erwartungswert für den Güterumschlag zu berechnen und diesen „bereinigten Güterumschlag“ mit dem tatsächlichen Güterumschlag zu vergleichen. Dargestellt wurden letztlich die Quartale, in denen diese beiden Größe deutlich voneinander abweichen. Anhand einer Einzelfallprüfung konnten deutliche Abweichungen zwischen diesen Werten wetter- und witterungsbedingten Ursachen zugeordnet werden. Der Indikatorvorschlag bezog sich auf mögliche Auswirkungen des Klimawandels, die in der DAS für die Handlungsfelder „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ sowie „Industrie und Gewerbe“ direkt angesprochen sind. Der Indikatorvorschlag wurde letztlich nicht ins Indikatorenset zum Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur aufgenommen, da andere maßgebliche Einflussgrößen neben dem Klimawandel nicht eindeutig ausgeschlossen werden konnten.

Verkehrsablauf Binnenschifffahrt – Weiterentwicklung 2017 / 18

Im Rahmen der Gespräche zur Weiterentwicklung des Indikators mit Vertretern von GDWS und BfG wurde diese Schwerpunktsetzung auf den Rhein aufgrund seiner dominierenden Bedeutung für den Schiffsgüterverkehr in Deutschland bestätigt. Eine Weiterentwicklung war erforderlich, um die Entwicklung differenziert nach den Abschnitten Ober-, Mittel- und Niederrhein die Auswirkungen von Hoch- und Niedrigwasserständen für die Binnenschifffahrt darstellen zu können (VE-I-1: Hochwassersperrungen am Rhein, VE-I-2: Niedrigwassereinschränkungen am Rhein). Eine Darstellung von Sperrungen wegen winterlichen Eisgangs ist nicht erforderlich. Dieser Sachverhalt wird aufgrund des festzustellenden Rückgangs sowohl an Kanälen, Stauhaltungen und frei fließenden Flüssen als nicht relevant für eine eigene Beobachtung eingestuft.

Über die Darstellung der Anzahl von Sperrungen bzw. Einschränkungen hinaus wurde diskutiert, zusätzlich die Länge der von den Sperrungen bzw. Einschränkungen betroffenen Flussabschnitte zu integrieren. Dies wäre über die Berücksichtigung der den Richtpegeln zugewiesenen Fließgewässerstrecke für den Rhein grundsätzlich möglich. Ein entsprechendes Vorgehen

wurde für das Gebiet des Mittelrheins erfolgreich getestet (s. Kirsten et al. 2018¹). Für eine Indikatorbildung ergibt sich daraus allerdings keine weitergehend interpretierbare Grundlage. Um die Auswirkungen der Sperrungen bzw. Einschränkungen auf die Frachtschifffahrt weitergehend darzustellen, müssten die Verkehrsströme der gesamten Transportrelationen (Quelle-Ziel) einschließlich der Flottenstruktur an relevanten Querschnitten einbezogen werden. Eine entsprechende Auswertung wäre nur mit einem nicht verhältnismäßigen Aufwand zu erreichen. Die Idee wurde daher nicht weiterverfolgt. Hinzu kommt, dass auch eine Übertragbarkeit auf andere Binnenwasserstraßen nicht gewährleistet ist, da nicht in allen Fällen Schwellenwerte festgelegt sind.

In einer weiteren Überlegung wurde die Verwendung von Transportkosteneffekten von Hoch- bzw. Niedrigwasserständen als Indikator für die Auswirkungen auf die Binnenschifffahrt diskutiert. Als Grundlage hierfür könnte grundsätzlich der Ansatz zur Ermittlung der schiffsseitig entstehenden Kosten des Binnenschifftransports verwendet werden (s. Nilson et al. 2014²: 60ff.). Die entstehenden Kosten sind unter anderem abhängig vom jeweiligen Schiffstyp, der befahrenen Relation oder der Art und Menge der transportierten Güter und unterscheiden sich zwischen unterschiedlichen Wasserstraßen deutlich, wodurch eine Vergleichbarkeit stark eingeschränkt ist. Insbesondere in Niedrigwasserperioden können höhere Stückkosten entstehen. Da diese aufgrund der höheren Nachfrage in Form höherer Frachtraten an die Kunden weitergegeben oder auch überkompensiert werden können (vgl. ZKR 2018: 36³), sind die Transportkosteneffekte nicht notwendigerweise eine im DAS-Monitoringbericht darzustellende Auswirkung für die Binnenschifffahrt. Die Frachtraten selbst sind neben Wasserstandschwankungen auch in starkem Maß von der gesamtwirtschaftlichen Lage, Treibstoffpreisen etc. abhängig. Sie sind daher als Indikator für die Auswirkungen des Klimawandels auf Branchen, die stark auf den Binnenschifftransport angewiesen sind, ist nicht geeignet.

Als weitere Möglichkeit wurde von Seiten der BfG im Rahmen der Ressortabstimmung zu den für den DAS-Monitoringbericht 2019 neu- bzw. weiterentwickelten Indikatoren die Idee eines Indikators „Mittlerer Ladungsgrad“ der verkehrenden Flotte als Verhältnis der realisierbaren zur maximalen Abladung ins Spiel gebracht. Zum Zeitpunkt der Ressortabstimmung im ersten Halbjahr 2019 wurden entsprechende Auswertungen durch die BfG im Rahmen von Forschungsprogrammen erstellt. Für die Indikatorentwicklung zum DAS-Monitoringbericht 2019 konnten diese Arbeiten daher nicht mehr berücksichtigt werden.⁴

Perspektivisch kann die Auswertung von Daten von AIS-Transpondern eine Option für einen

¹ Kirsten J., Lohrengel A.-F., Nilson E., Helms M., Brendel C., Rauthe M., Forbriger M. 2018: Auswirkungen von Hochwasser auf das Bundesverkehrswegenetz. Beitrag zur Posterausstellung im Rahmen der Tagung „Verkehr und Infrastruktur 2018“ des BMVI-Expertennetzwerks.
Online unter: https://www.bmvi-expertennetzwerk.de/DE/Termine/2018/Daten-VIT/Poster-4-4.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Stand 24.09.2018)

² Nilson E., Krahe P., Lingemann I., Horsten, T., Klein B., Carambia M., Larina M. 2014: Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussgeschehen und die Binnenschifffahrt in Deutschland. Schlussbericht KLIWAS-Projekt 4.01. KLIWAS-43/2014. BfG, Koblenz. DOI: 10.5675/Kliwas_43/2014_4.01
Online unter: http://doi.bafg.de/KLIWAS/2014/Kliwas_43_2014_4.01.pdf (Stand 24.09.2018)

³ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (Hrsg.) 2018: Market Insight Europäische Binnenschifffahrt – Frühjahr 2018.
Online unter: <https://www.ccr-zkr.org/13020800-de.html> (Stand: 24.09.2018)

⁴ Hinweis von Dr. E. Nilson (BfG) im Rahmen der Ressortabstimmung im April 2019.

Monitoring-Indikator zum Verkehrsablauf auf Wasserstraßen eröffnen. Die Transponder können grundsätzlich Informationen zur Nutzung von Binnenwasserstraßen bzw. Teilabschnitten durch unterschiedliche Schiffstypen (Länge, Größe...) und deren Ladungszustand im Zeitverlauf übermitteln. Daraus können sich möglicherweise genauere Aussagen über die Auswirkungen von Niedrigwasser oder Hochwasser auf die Binnenschifffahrt gewinnen lassen. Derzeit erfolgt eine Erschließung dieser Datenquelle allerdings nur teilweise im Rahmen von Forschungsaktivitäten.

Verkehrsablauf Straßenverkehr – Sachstand 2014

Auch für den Bereich Straße wäre eine Indikation auf der Basis von Informationen zu Straßensperrungen sinnvoll. Da Sperrungen durch die Polizei vorgenommen werden, wären als Datenquelle Einsatzstatistiken der Polizeibehörden heranzuziehen. Diese liegen allerdings im Verantwortungsbereich der Länder, eine bundesweite Datenquelle ist nicht bekannt.

Verkehrsablauf Straßenverkehr – Weiterentwicklung 2017 / 18

Als Alternative war im Zuge der Weiterentwicklung der DAS-Monitoring-Indikatoren die Idee entwickelt worden, die deutschlandweit über den Traffic-Message-Channel (TMC) verbreiteten Verkehrsmeldungen hinsichtlich wetter- und witterungsbedingter Ursachen auszuwerten. Die Daten hierfür hätten von der Landesmeldestelle Bayern bereitgestellt werden können. Der vorgesehene Indikator sollte die Dauer wetter- und witterungsbedingter Verkehrsstörungen für Bundesfernstraßen zu ermitteln. Eine Auswertung der Datenquelle hinsichtlich der Dauer der Ereignisse stellte sich allerdings als aktuell nicht durchführbar heraus. Eine einfache Zählung der entsprechenden Ereignisse wurde als dem Sachverhalt nicht angemessen erachtet. Um das Themenfeld für den Verkehrsträger Straße abdecken zu können, wurde ein Indikator zur Betroffenheit von Bundesfernstraßen durch Starkregenfälle ausgearbeitet (s. Indikator VE-I-3 Starkregen und Straße). Es wird erwartet, dass mit zunehmenden Starkregenfällen die Gefahr von Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs auf der Straße und von Schäden an Straßenverkehrsinfrastrukturen steigt. In Deutschland wurde in den vergangenen Jahren schon eine Zunahme solcher Wetterereignisse und der mit ihnen zusammenhängenden Schäden registriert, wobei diese Wetterereignisse in ganz Deutschland auftreten und die entstehenden Schäden beträchtlich sein können. Der Indikator stellt nun als Ergebnis einer GIS-Auswertung dar, welcher Anteil des Bundesfernstraßennetzes in Deutschland in welchem Umfang, das heißt in wie vielen Stunden bzw. von wie vielen Ereignissen, von Starkregen betroffen ist.

Verkehrsablauf Schienenverkehr – Sachstand 2014

Informationen zu Störungen des Schienenverkehrs seitens der Deutschen Bahn AG konnten im Rahmen der Erstentwicklung des DAS-Monitoringsystems nicht in der erforderlichen Detailtiefe ermittelt werden. Daher ließ sich bei der Ursachenbeschreibung der Witterungseinfluss nicht eindeutig von anderen Störungsursachen abgrenzen. Dem EBA liegen keine eigenen Angaben zu Störungen des Schienenverkehrs vor.

Verkehrsablauf Schienenverkehr – Weiterentwicklung 2017 / 18

Für den Schienenverkehr konnte im Rahmen der Weiterentwicklung des DAS-Monitoring-Indikatorensystems ein Indikator erarbeitet werden, der den Wetter- und Witterungseinfluss auf das Störungsgeschehen des Bahnverkehrs am Beispiel der DB in den Blick nimmt (s. Indikator VE-I-6 Störungen im Schienenverkehr). Damit lassen sich nun die Auswirkungen des Klimawandels auf den Verkehrsablauf auf der Schiene beobachten. Der Indikator stellt den Anteil der wetter- und witterungsbedingten Störfälle, differenziert nach den Ursachen, Sturm, Niederschlag / Überschwemmung, Schnee / Eis, Hitze, Blitz und Sonstige, an den Gesamtstörfällen dar.

Verkehrssicherheit

Sachstand 2014

Für das Themenfeld „Verkehrssicherheit“ werden Daten aus der Straßenverkehrsunfallstatistik des Statistischen Bundesamts herangezogen (VE-I-2: Witterungsbedingte Straßenverkehrsunfälle). Diese schließt die Ursachen bzw. Begleitumstände der Unfälle ein und erlaubt damit wetter- bzw. witterungsbezogene Auswertungen. Eine Indikation auch zu anderen Verkehrsträgern ist im Grundsatz möglich, wurde aber aufgrund der geringen Fallzahlen von Unfällen für die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiffahrtsstraßen und der damit verbundenen mangelnden Interpretierbarkeit im Zusammenhang mit klimatischen Faktoren nicht weiterverfolgt.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Weitergehende Indikatorenvorschläge für das Impact-Themenfeld „Verkehrssicherheit“ wurden aufgrund der getroffenen Schwerpunktsetzung nicht entwickelt.

Verkehrsinfrastruktur

Sachstand 2014

Stellvertretend für das Themenfeld „Verkehrsinfrastruktur“ wurde ein Indikator zur Entwicklung des Straßenzustands auf der Basis von Datenbeständen der BASt zu der für Bundesautobahnen und -straßen durchgeführten Zustandserfassung und -bewertung ausgearbeitet. Der Indikatorvorschlag stellte die Streckenanteile der Bundesstraßen sowie der besonders durch den LKW-Verkehr beanspruchten ersten Fahrstreifen von Bundesautobahnen dar, für die hinsichtlich der Querebenheit der Warn- bzw. Schwellenwert überschritten ist und deswegen der Straßenzustand zu beobachten bzw. die Einleitung von Maßnahmen zu prüfen ist. Für eine allgemeine Einschätzung der Querebenheit wurde zusätzlich zur den Streckenanteilen des Warn- bzw. Schwellenwerts die mittlere Spurrinnentiefe angegeben. Der Indikatorvorschlag bezog sich direkt auf eine in der DAS beschriebene, wenngleich als beherrschbar eingeschätzte mögliche Klimawandelfolgewirkung, wonach langanhaltende Hitze der Straßeninfrastruktur schadet, indem hohe Oberflächentemperaturen den Straßenbelag aufweichen, bei Benutzung durch Fahrzeuge Spurrillen entstehen und die Straßen langfristig Schäden nehmen. Der Indi-

katorvorschlag sollte dazu dienen zu prüfen, ob sich eine Verschlechterung des Straßenzustands abzeichnet und somit weitere Untersuchungen oder Maßnahmen hinsichtlich Materialverwendung, Instandhaltung etc. notwendig werden, die als möglichen Einflussfaktor auch den Klimawandel berücksichtigen. Aufgrund der gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels deutlich gewichtigeren sonstigen Einflussfaktoren für die Spurrinnenentwicklung wurde der Indikatorvorschlag nicht in das DAS-Monitoring-Indikatorensystem aufgenommen.

Alternativ waren im Rahmen der Erstentwicklung Indikationsideen zu möglichen Auswirkungen auf Verkehrsinfrastrukturen durch Hangrutschungen an Böschungen vorgeschlagen worden. Diese Auswirkungen können sich zukünftig infolge einer zunehmenden Wassersättigung von Böden aufgrund von niederschlagsreichen Wintern häufen und zu Störungen im (Straßen-)verkehr führen. Allerdings war die Einrichtung einer dauerhaften Datenquelle nicht zu erwarten, weshalb der Ansatz nicht weiterverfolgt wurde.

Außerdem waren Ansätze geprüft worden, die sich auf konkrete Kosten im Zusammenhang mit der Streckenwartung bzw. Schadensbehebung bzw. für die Instandhaltung der Verkehrswege beziehen. Die Höhe dieser Kosten ist nach Aussage von Experten aber durch eine sehr komplexe Gemengelage bestimmt und z. B. von Faktoren wie der Materialverwendung, der Verkehrsleistung oder dem Schwerverkehrsanteil abhängig. Aus diesem Grund lassen sich entsprechende Informationen nicht im Zusammenhang mit dem Klimawandel interpretieren. Von der Verwendung der Daten für einen Indikator wurde daher abgeraten.

Weiterentwicklung 2017 / 2018

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Indikatorensets wurde geprüft, ob ein Monitoring-Indikator zu den durch Wetter- und Witterungsereignisse an der Straßenverkehrsinfrastruktur angerichteten Schäden ausgearbeitet werden kann. Als mögliche Datenquelle für die Darstellung physischer Schäden an Straßen wurde wiederum die für Bundesautobahnen und -straßen vierjährlich durchgeführte Zustandserfassung und -bewertung genannt. Diese lässt allerdings keine Rückschlüsse auf die Ursache des jeweiligen Schadens zu. Aus diesem Grund wurden die Daten als nicht aussagekräftig im Kontext der Anpassung an den Klimawandel eingeschätzt.

Um das Themenfeld dennoch abdecken zu können, wurde bei der Weiterentwicklung der Indikatoren in den Jahren 2017/2018 eine Fallstudie für Rheinland-Pfalz erarbeitet, die zukünftig nach Einführung des aktuellen Leistungshefts Straßenbetriebsdienst durch das BMVI auch auf ganz Deutschland ausgedehnt werden kann (s. Indikator VE-I-5 Beeinträchtigung von Straßen durch außergewöhnliche Wetter- und Witterungsereignisse). Ausgangspunkt des Indikators ist, dass die Zeiterfassung des Straßenbetriebsdienstes nach den Positionen des Leistungshefts erfolgt. Danach werden Leistungen wie Aufräum- und Reinigungsarbeiten, Bankettsanierungen oder Grabenräumungen sowie verkehrsregelnde Maßnahmen, die im Zusammenhang mit außergewöhnlichen Witterungsereignissen stehen, separat erfasst werden. Aus der zeitlichen Entwicklung dieses Zeitaufwands kann auf die Auswirkungen der außergewöhnlichen Wetter- und Witterungsereignisse auf den Straßenbetriebsdienst und damit indirekt auf die Betroffenheit der Verkehrsinfrastruktur geschlossen werden.

4.2.3 Response-Indikatoren

Ausgehend von verschiedenen Forschungsarbeiten wurden im Rahmen der Erstentwicklung für die Verkehrsträger Straße sowie Binnenschifffahrt Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel als Ausgangspunkt für Indikatoren diskutiert. Nur in wenigen Fällen lagen aber quantitative Informationen zu spezifischen Maßnahmenumsetzungen vor, sodass konkrete Indikatorvorschläge ausgearbeitet werden konnten. Die Indikatorideen wurden im Rahmen der Abstimmungsprozesse dann aber aus fachlicher Sicht als zu wenig spezifisch im Hinblick auf Klimaanpassung beurteilt und letztlich nicht in das DAS-Monitoringsystem aufgenommen.

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Indikatoren in den Jahren 2017/2018 wurde diskutiert, ob neue Indikatoren für das Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur unter Bezugnahme auf die im APA II beschriebenen Maßnahmen möglich ist. Bei diese handelt es sich im Wesentlichen um Maßnahmen zur Erweiterung des Wissensstands bzw. um die darauf aufbauende Entwicklung von Instrumenten. Operative Maßnahmen, die sich besonders als Ausgangspunkt für Indikatoren eignen würden, sind im APA II nicht enthalten. Es wurde daher die Einschätzung getroffen, dass für die Entwicklung von Response-Indikatoren zum Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur nicht an den APA II angeknüpft werden kann. Im Einvernehmen mit der zuständigen Kontaktperson im BMVI, Frau Fiebig, wurde entschieden, keine Indikatorenvorschläge mit Bezug zum APA II auszuarbeiten.

Des Weiteren wurden für geprüft, ob sich aus den Aktivitäten des Expertennetzwerks des BMVI Ansatzpunkte für quantitative Monitoring-Indikatoren ergeben. Das BMVI Expertennetzwerk ist ein Netzwerk von sieben Ressortforschungseinrichtungen und Fachbehörden des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), das im Jahr 2016 mit Blick auf die zukunftsfähige Sicherung und Weiterentwicklung von Verkehr und Verkehrsinfrastruktur in Deutschland gebildet wurde. An dem Netzwerk sind beteiligt:

- die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt),
- die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG),
- die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW),
- der Deutscher Wetterdienst (DWD),
- das Bundesamt für Güterverkehr (BAG),
- das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und
- das Eisenbahn-Bundesamt (EBA).

Die Anpassung von Verkehr und Verkehrsinfrastruktur an die Folgen des Klimawandels wird im Expertennetzwerk als Themenfeld 1 bearbeitet. Ausgehend von den in verschiedenen Verkehrsträger-spezifischen Forschungsvorhaben (z. B. KLIWA, KLIWAS, RIVA etc.) und anderen Projekten erarbeiteten Ergebnissen ist es das Ziel dieses Themenfelds, die entwickelten Konzepte und Methoden möglichst auf alle Verkehrsträger anzuwenden und weiterzuentwickeln. Durch die einheitliche Herangehensweise soll eine solide und kohärente Informationsbasis als Grundlage für die weitere Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur geschaffen werden, sodass diese die auch unter extremen und zukünftig möglicherweise veränderten klimatischen

Rahmenbedingungen verlässlich ist.⁵ Die dabei entstehenden Erkenntnisse können zukünftig auch die Entwicklung neuer oder die Weiterentwicklung bestehender Monitoring-Indikatoren für das DAS-Monitoringsystem unterstützen. Für die Response-Seite können sich aus der Entwicklung konkreter Maßnahmen für die Weiterentwicklung der Infrastruktur Ansatzpunkte für Monitoring-Indikatoren ergeben. Zum Zeitpunkt der Weiterentwicklung der DAS-Monitoring-Indikatoren 2017 / 18 waren die Maßnahmen allerdings noch in der Erprobung und boten noch keinen Ausgangspunkt für eine Indikatorentwicklung (vgl. Beiträge zur Tagung „Verkehr und Infrastruktur 2018“ des BMVI-Expertennetzwerks im Juni 2018⁶).

Im Ergebnis der Prüfungen zeigten sich letztlich keine (neuen) Ansatzpunkte für Indikatoren, sodass für die Response-Seite keine Indikatoren für das DAS-Monitoring-Indikatorensystem vorgeschlagen werden können.

Verkehrssteuerung und -management

Sachstand 2014

Für das Themenfeld erscheint eine Beschränkung auf den Verkehrsträger Straße sinnvoll, da aufgrund der beinahe ausschließlichen Nutzung des Verkehrsträgers für den Individualverkehr ein besonders hoher Bedarf an Steuerung und Management besteht. Zudem fehlen für die Darstellung von verkehrssteuernden Maßnahmen bei anderen Verkehrsträgern, z. B. Engpassmanagement an Bundeswasserstraßen, bislang die Grundlagen. Für die Verkehrssteuerung an Bundesfernstraßen werden u. a. Verkehrsbeeinflussungsanlagen⁷ genutzt, z. B. Wechselverkehrszeichen, mit denen kurzfristig – präventiv oder reaktiv – steuernd in das Verkehrsgeschehen eingegriffen werden kann. Im Zusammenhang mit der Anpassung an mögliche Klimawandelfolgen wurde eine Indikationsidee zum Bestand von Verkehrsbeeinflussungsanlagen in Gebieten mit zunehmenden Starkregenereignissen geprüft, die sehr kurzfristig zu Verkehrsgefährdungen führen können. Die Indikationsidee konnte aber nicht umgesetzt werden, da bislang weder eine flächendeckende Ermittlung von Starkniederschlagsbereichen durchgeführt wurde, noch detaillierte Informationen über die mit Verkehrsbeeinflussungsanlagen geregelten Strecken vorliegen.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Um das Themenfeld auf einer grundsätzlichen Ebene ansprechen zu können wurde erwogen, wie im Fortschrittsbericht zur Klimaanpassung in Österreich einen Indikator zum Modal Split

⁵ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) 2016: Verkehr und Infrastruktur an Klimawandel und extreme Wetterereignisse anpassen – Feinkonzept des Themenfeldes 1 im BMVI-Expertennetzwerk Wissen – Können – Handeln. 44 S. Online unter: http://www.bmvi-expertennetzwerk.de/DE/Themen/Themenfeld1/themenfeld1_node.html (Stand: 07.12.2017)

⁶ Bundesanstalt für Straßenwesen 2016 (Hrsg.): Verkehr und Infrastruktur 2018 – 1. Tagung des BMVI-Expertennetzwerks. Online unter: <https://www.bmvi-expertennetzwerk.de/DE/Termine/2018/VIT.html> (Stand: 18.10.2018)

⁷ Verkehrsbeeinflussungsanlagen sind verkehrstechnische Anlagen für Zwecke des Verkehrsmanagements. Sie umfassen z. B. Verkehrslichtsignalanlagen, Wechselverkehrszeichen etc.

zu entwickeln. Die hierfür erforderlichen Daten liegen grundsätzlich beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur vor. Allerdings wurden die Möglichkeiten zur Bewertung eines solchen Indikators als schwierig beurteilt, da keine Erkenntnisse vorliegen, ob höhere Anteile von z. B. Bahn und Wasserstraße, ungeachtet der positiven Wirkungen für Umwelt- und Klimaschutz, tatsächlich auch die Klimaresilienz erhöhen. Im Gegenteil wird sogar die Möglichkeit gesehen, dass sich mit einem höheren Anteil von Bahn und Wasserstraße die Anfälligkeit des Verkehrssystems erhöht⁸.

Anpassung der Verkehrsinfrastruktur

Sachstand 2014

Wesentliche und z. T. gravierende Auswirkungen des Klimawandels werden für die Verkehrsinfrastruktur der verschiedenen Verkehrsträger erwartet. Aus diesem Grund wurden abhängig vom Forschungsstand zu den Verkehrsträgern zahlreiche Maßnahmen diskutiert, die auch Ausgangspunkt für das Themenfeld „Anpassung der Verkehrsinfrastruktur“ sein könnten.

Für die Binnenschifffahrt sind u. a. auch flussbauliche Maßnahmen zur Anpassung der Binnenschifffahrtsstraßen in der Diskussion, z. B. Fahrrinnenvertiefungen oder Querbauwerke. Diese Maßnahmen sind allerdings u. a. mit erheblichen Nachteilen für Natur und Landschaft verbunden und führen in jedem Fall zu ausgeprägten Zielkonflikten. Zudem zeichnete sich als Ergebnis des Forschungsverbunds KLIWAS ab, dass sich die Niedrigwassersituation bis ca. 2050 z. B. am Rhein nicht in relevantem Umfang verändern wird und im Rahmen des Wasserstraßenmanagements bewirtschaftet werden kann. Als Ansatzpunkt für Indikatoren sind solche Maßnahmen daher nicht geeignet.

Für den Verkehrsträger Straße können sich zunehmende Hitzeperioden und Sonneneinstrahlung in Verbindung mit der gestiegenen Verkehrsbelastung negativ auf einen nach dem Standard der 1960er Jahre errichteten Brückentyp auswirken. Ein Vorschlag zur Indikation richtete sich auf die Darstellung der bereits ausgetauschten bzw. erneuerten Brücken dieses Typs. Da es sich bei diesen Brücken aber nur um einen geringen Teil des Brückenbestands handelt und die konstruktiven und Bemessungsdefizite einen Sonderfall darstellen, wurde die Indikationsidee nicht weiter ausgearbeitet. Aus dem von der BASt beauftragten Forschungsprojekt „Auswirkungen des Klimawandels auf bestehende Spannbetonbrückenbauwerke“ haben sich keine neuen Ansatzpunkte für einen diesbezüglichen Indikator ergeben.

Des Weiteren wurden möglich Indikationsideen unter Bezugnahme auf aktuell gültige Baustandards diskutiert (z. B. Streckenabschnitte mit bestimmten Baustandards). Dabei ist zu berücksichtigen, dass Straßen abhängig von der tatsächlichen Belastung nach einem Zeitraum von etwa 30 bis 40 Jahren ohnehin in der Regel grundhaft, d. h. einschließlich des gesamten Unterbaus erneuert und den jeweils geltenden Standards angepasst werden. Ein Indikator basierend auf den verwendeten Baustandards würde daher, den Experten der BASt zufolge, vor allem Auskunft über das Alter der jeweiligen Straßenabschnitte geben und keine Rückschlüsse auf eine Klimaanpassung erlauben. Auch die Anpassung von Regelwerken und Richtlinien im

⁸ Stellungnahme des BMVI, Ref. G 34, zur entsprechenden Indikatoridee vom 29. September 2017

Straßenbau wurde als Ausgangspunkt für eine Indikation in Betracht gezogen. Dabei werden regelmäßig wetter- und witterungsbezogene Faktoren berücksichtigt und die Vorgaben an den aktuellen Kenntnisstand angepasst, z. B. aktuell mit Blick auf die Entwässerung (Festlegung von Rohrdurchmessern). Ein weiteres Beispiel ist die Anpassung der Frostzonenkarte im Jahr 2014. Durch die Anpassung stieg der Flächenanteil an Gebieten, die eine geringere Frosthärte der Straßeninfrastruktur erforderlich machen. Allerdings finden Änderungen der Regelwerke nur in größeren Zeitabständen statt. Eine Indikatordarstellung erscheint daher wenig zielführend.

Grundsätzlich möglich wären Indikatoren zur Ausbildung des Straßenbelags auf der Grundlage von Daten der Zustandserfassung und -bewertung. Allerdings bestehen derzeit noch Wissensdefizite darüber, welche Belagsart (Beton-Fahrbahn bzw. Asphalt-Fahrbahn) unter den sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen die Anforderungen dauerhaft besser erfüllt. Eine Bewertung des Sachverhalts ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, weshalb die Indikationsidee nicht weiterverfolgt wurde.

Im Zusammenhang mit Starkregenereignissen kann die bauliche Ausführung von Streckenabschnitten mit offenporigem Asphalt (OPA) zu einer besseren Straßenentwässerung und zur Vermeidung von Aquaplaninggefahren beitragen. Aufgrund des größeren Aufwands für den Einbau von OPA fallen bei der Herstellung höhere Kosten an. Der Einbau von OPA wird aufgrund der Kosten-Nutzen-Relation nicht als eine Maßnahme gesehen, die generell für die Anwendung im gesamten Netz der Bundesautobahnen empfohlen werden kann. Daher wurde auch diese Indikationsidee mit einem alleinigen Bezug zu OPA nicht weiterverfolgt.⁹

Eine weitere Indikationsidee, die neben Veränderungen des Straßenbelags auch andere Maßnahmen zur Entschärfung von wasserabflussschwachen Bereichen berücksichtigt hätte, z. B. die Verlagerung von Querneigungswechseln in Straßenabschnitte mit Längsgefälle, wurde umfangreich diskutiert, konnte dann aber aufgrund methodischer und datentechnischer Schwierigkeiten nicht umgesetzt werden.

Mit Blick auf Bewirtschaftung und Pflege von Straßenverkehrsinfrastrukturen wurde ein Indikator unter Bezug auf den Winterdienst entwickelt. Der Indikator sollte bezogen auf Deutschland insgesamt eine Maßnahme zum Umgang mit Wetter- bzw. Witterungserscheinungen im Straßenverkehr darstellen, die durch den Klimawandel zukünftig beeinflusst werden kann. Daran können die möglichen positiven Effekte des Klimawandels für den Winterdienst bzw. das Ausbleiben dieser Effekte diskutiert werden. Eine Beobachtung des Sachverhalts als Grundlage für die weitere Behandlung des Themas erscheint auch deswegen wichtig, da sich die kurz- und mittelfristige Entwicklung (Zunahme des Winterdienstaufwands) von der langfristigen Entwicklung (ggf. Rückgang des Aufwands) im Zusammenhang mit den Einflüssen der klimatischen Veränderung unterscheiden wird. Für den Indikator war vorgesehen, die ausgebrachte Salzmenge je Streckenkilometer Bundesstraße bzw. je Bauwerkskilometer Bundesautobahn darzustellen, um den Einfluss unterschiedlicher Straßenbreiten und einer Ausweitung des Bundesfernstraßennetzes auszuschließen. Der Indikator wurde aufgrund der vermuteten multifaktoriellen Beeinflussung dann aber als nicht geeignet das DAS-Monitoringsystem erachtete und daher nicht aufgenommen.

⁹ Mdl. Auskunft von Herrn Udo Tegethof (BAST) vom 04.11.2010

Alternativ wurde geprüft, ob eine Indikation anhand des Verbrauchs von Salzlösung an Taumittelsprühanlagen die Anforderungen an den Winterdienst besser darstellen kann, da sie unter festen Parametern zum Einsatz kommen und die Daten somit über die Jahre eine bessere Vergleichbarkeit aufweisen können. Dieser Ansatz wurde aber nicht weiter verfolgt, da Taumittelsprühanlagen anders als der Winterdienst nicht zur Entfernung von Schnee- und Eis aufgrund von Niederschlägen eingesetzt werden, sondern vielmehr an gefährdeten Straßenbereichen, vor allem an Brücken, verhindern sollen, dass bei hoher Luftfeuchtigkeit durch windbedingte Verdunstungskälte Eisglätte unter Wetterbedingungen entsteht, die Autofahrer als ungefährlich einschätzen. Hinzu kommen Einschränkungen der Dateninterpretation, u. a. da aus Wartungsgründen die Taumittelsprühanlagen auch in den Sommermonaten betrieben werden.

Für den Verkehrsträger Schiene wird vor allem im Zusammenhang mit Starkregenereignissen und Hochwassern damit gerechnet, dass Bahnböschungen, Schienenunterbau, Entwässerungssystemen, Brücken und Signaleinrichtungen stark betroffen sind. Eine mögliche Indikation könnte z. B. auf die Qualität des Unterbaus von Bahnstrecken abzielen, d. h. ob diesbezüglicher Optimierungsbedarf besteht. Nach Angaben des Eisenbundesamts ist die diesbezügliche Datenlage allerdings als ungünstig einzustufen. Die Indikationsidee wurde daher zurückgestellt.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Aufgrund entsprechender Indikatorenentwicklungen in einzelnen Bundesländern wurde der oben genannte Indikatorvorschlag zum Winterdienst nochmals zur Diskussion gestellt. Die im Jahr 2014 getroffene Einschätzung besteht auch zum Zeitpunkt der Weiterentwicklung des Indikatorensystems fort. Der Indikatorvorschlag wird daher nach wie vor nicht in das DAS-Monitoring-Indikatorensystem aufgenommen.

Technische Optimierung der Fahrzeuge

Sachstand 2014

Das Themenfeld „Technische Optimierung der Fahrzeuge“ umfasst für die Verkehrsträger Straße und Schiene vor allem die Ausrüstung der Fahrzeuge mit Klimaanlage. Da diese für Kfz bereits seit einigen Jahren Standard sind, wurde ein diesbezüglicher Indikator bereits im Rahmen des Expertenworkshops des Beratungsprojekts ausgeschlossen. Eine Indikation für Schienenfahrzeuge könnte sich vor allem auf Fahrzeuge des Regionalverkehrs beziehen, denn der Fuhrpark des Fernverkehrs ist standardmäßig mit Klimaanlage ausgestattet. Informationen hierzu können von der Deutschen Bahn AG aber nicht zur Verfügung gestellt werden.

Für den Bereich Binnenschifffahrt werden u. a. auch ein geändertes Schiffsdesign oder eine langfristige Umstrukturierung der Flotte als Maßnahmen diskutiert. Aufgrund der günstigen Datenlage wurde für das Themenfeld ein Indikatorvorschlag für den Bereich Binnenschifffahrt unter Verwendung von Daten zur Flottentonnage entwickelt. Der vorgeschlagene Indikator sollte die gesamte Tonnage der vorhanden sowie der neu in Dienst gestellten Binnenfracht-

schiffe darstellen und damit der Frage nachgehen, ob sich die Struktur der Binnenschiffahrtsflotte in Deutschland in eine Richtung entwickelt, die tendenziell besser mit den Folgen des Klimawandels zurechtkommt, vor allem mit niedrigeren Wasserständen in freifließenden Gewässern. Hintergrund war die These, dass eine zunehmende Zahl an größeren Schiffen mit höherer Tragfähigkeit eine Entwicklung zu Schiffstypen bedeutet, die bei ggf. häufigeren Niedrigwasserständen ihre Kapazität zunehmend nicht voll ausschöpfen können. Mit Blick auf diese Entwicklung hat z. B. die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt von einer zunehmenden Vulnerabilität der Binnenschiffahrtsflotte bei Niedrigwasser gesprochen¹⁰. Der Indikatorvorschlag wurde aufgrund eines schwachen Zusammenhangs mit dem Klimawandel letztlich nicht ins DAS-Monitoring-Indikatorensystem aufgenommen.

Erweiterung des Monitorings im Verkehrswesen; Erweiterung der Forschung im Verkehrswesen

Sachstand 2014

Die Themenfelder mit Bezug zu Monitoring bzw. Forschung sind grundsätzlich nur schwierig auf der Basis leicht interpretierbarer und regelmäßig verfügbarer quantitativer Daten darzustellen. Für den Bereich Straßenverkehr wurde diskutiert, einen Indikator unter Bezugnahme auf die Verbreitung so genannter Achslastmessgeräte zu entwickeln. Diese können zur Überwachung der Zuladung des Schwerlastverkehrs dienen, der in besonderem Maß bei hohen sommerlichen Temperaturen für die Bildung von Spurrillen verantwortlich ist. Hintergrund der Diskussion bildet das Ergebnis einer Untersuchung des BMVBS, wonach etwa 30 % der kontrollierten Lkw die max. zulässige Achslast von 40 Tonnen überschreiten. Damit überschreiten diese Lkw den Auslegungsfall der Straßenplanung und führen, insbesondere mit Blick auf Brücken, zu einer Überbeanspruchung und einer verringerten Haltbarkeit der Straßeninfrastruktur. Bislang sind allerdings erst etwa 13 Waagen bundesweit im Einsatz. Aufgrund der hohen Investitionskosten ist nicht mit einem verbreiteten Einsatz zu rechnen, zudem kann die Maßnahme nicht allgemein zur Anwendung empfohlen werden¹¹. Die Indikationsidee wurde daher nicht weiterverfolgt.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Hierzu wird auf die Aussagen bezüglich APA II bzw. Expertennetzwerk BMVI (s. Kap. 4.2.3) verwiesen.

4.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Eine wichtige Schnittstelle hat das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ mit dem DAS-Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (WW).

¹⁰ ZKR (Zentralkommission für die Rheinschifffahrt) 2009: Europäische Binnenschifffahrt – Marktbeobachtung 2/2008. Straßburg, 58 S.: S. 44.

¹¹ Mdl. Auskunft von Herrn Udo Tegethof (BASt) vom 04.11.2010

Hinsichtlich Hochwassersperrungen bzw. Niedrigwassereinschränkungen am Rhein können die Indikatoren zu Hochwasser (WW-I-3) und Niedrigwasser (WW-I-4) wichtige Hintergrundinformationen liefern. Eine Schnittstelle zum DAS-Handlungsfeld „Gesundheit“ besteht hinsichtlich der Auswirkungen von Hitzebelastungen (GE-I-1) auf die Konzentrationsfähigkeit der Verkehrsteilnehmer und damit das Unfallgeschehen in den Sommermonaten. Der Indikator zur Siedlungsnutzung in Hochwassergefahrenbereichen (RO-R-6) kann einen Hinweis darauf geben, ob ausgewiesene Hochwassergefahrenbereiche nach der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) bei der Projektierung von neuen Verkehrsinfrastrukturen Berücksichtigung finden.