

Forschungskonzept Lärm

Konzeptstudie zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung

im Auftrag der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung (EKLB)
und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

20. September 2010

Impressum

Autor: Ecoplan
Titel: Forschungskonzept Lärm
Untertitel: Konzeptstudie zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung
Auftraggeber: Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung und Bundesamt für Umwelt
Ort: Altdorf
Jahr: 2010

Begleitung durch EKLB

Tommaso Meloni (Projektleitung)

Maria Balmer

Peter Ettl

Rainer Guski

Beat Marty

Christian Maschke

Projektteam

Heini Sommer, Ecoplan (Projektleitung)

Mark Brink, ETH Zürich, MTEC Public and Organizational Health

Kurt Eggenschwiler, EMPA, Abteilung Akustik / Lärminderung

Georg Thomann, Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden, Luft/Lärm/Strahlung

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

Ecoplan

Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

www.ecoplan.ch

Thunstrasse 22

CH - 3005 Bern

Tel +41 31 356 61 61

Fax +41 31 356 61 60

bern@ecoplan.ch

Postfach

CH - 6460 Altdorf

Tel +41 41 870 90 60

Fax +41 41 872 10 63

altdorf@ecoplan.ch

Inhaltsübersicht

Inhaltsverzeichnis	2
1 Einleitung	3
1.1 Ausgangslage	3
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Aufbau der Konzeptstudie.....	4
1.4 Vorgehen und Dank	5
2 Überblick über den georteten Handlungsbedarf	6
2.1 Grundlage.....	6
2.2 Synoptische Darstellung der Einzelaspekte mit Handlungsbedarf	8
3 Workpackages	13
3.1 Überblick	13
3.2 WP1: Programmleitung und Qualitätssicherung	14
3.3 WP2: Aktivitätsmuster bzw. Zeitnutzung der Schweizer Bevölkerung.....	15
3.4 WP3: Epidemiologische Studien über lärminduzierte Gesundheitsauswirkungen	17
3.5 WP4: Aktualisierte Belastungs-Wirkungsbeziehungen für Verkehrslärm (erfragbare Belästigung) nach Tageszeiten.....	19
3.6 WP5: Aufwachreaktionen bei verschiedenen Verkehrslärmarten.....	25
3.7 WP6: Synthese	27
3.8 Nicht abgedeckte Leitfragen	28
4 Kommunikation	30
5 Projektorganisation	33
6 Arbeitsprogramm mit Milestones und Terminen	35
7 Zusammenfassung	36
Anhang: Masterplan im Detail.....	39
Literaturverzeichnis	41

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	2
1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Zielsetzung	4
1.3	Aufbau der Konzeptstudie.....	4
1.4	Vorgehen und Dank	5
2	Überblick über den georteten Handlungsbedarf	6
2.1	Grundlage.....	6
2.2	Synoptische Darstellung der Einzelaspekte mit Handlungsbedarf	8
3	Workpackages	13
3.1	Überblick	13
3.2	WP1: Programmleitung und Qualitätssicherung	14
3.3	WP2: Aktivitätsmuster bzw. Zeitnutzung der Schweizer Bevölkerung.....	15
3.4	WP3: Epidemiologische Studien über lärminduzierte Gesundheitsauswirkungen	17
3.5	WP4: Aktualisierte Belastungs-Wirkungsbeziehungen für Verkehrslärm (erfragbare Belastigung) nach Tageszeiten.....	19
3.6	WP5: Aufwachreaktionen bei verschiedenen Verkehrslärmarten.....	25
3.7	WP6: Synthese	27
3.8	Nicht abgedeckte Leitfragen	28
4	Kommunikation	30
5	Projektorganisation	33
6	Arbeitsprogramm mit Milestones und Terminen	35
7	Zusammenfassung	36
	Anhang: Masterplan im Detail.....	39
	Literaturverzeichnis	41

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die heute geltenden Regeln zur Bekämpfung des Lärms sind 1985 mit dem Erlass des Umweltschutzgesetzes (USG) verankert worden. Das Ziel des Gesetzes ist es, die Bevölkerung so vor Lärm zu schützen, dass ihr Wohlbefinden nicht erheblich gestört wird. Die Lärmschutzverordnung von 1987 hat diese Vorgaben konkretisiert. Die Umsetzung dieser Lärmschutzvorschriften im Vollzug fokussierte bisher auf Massnahmen im Ausbreitungsweg (Lärmschutzwände) und auf den Einbau von Schallschutzfenstern. Neuere Publikationen¹ zeigen nun, dass die Lärmbelastungen durch den Verkehr, insbesondere durch den Strassenverkehr, gesamtschweizerisch trotz der umfangreichen Massnahmen nach wie vor zu erheblichen Beeinträchtigungen im Wohlbefinden der Bevölkerung führen.

Es erscheint zurzeit eher fraglich, dass das Schutzziel des USG mit den bisherigen Massnahmen umfassend erreicht werden kann. Um den gesetzlich geforderten Schutz der Bevölkerung vor Lärm zu erreichen, sind vor allem zusätzliche technische Massnahmen unmittelbar an den Lärmquellen nötig, unterstützt mit Lenkungs- und Fördermechanismen. Um der Bevölkerung ihre Handlungsoptionen – jeder kann gleichsam Lärmbelästigter wie auch Lärmverursacher sein – gezielt bekannt zu machen, sind auch Informationen nützlich.

Auch mit dem verstärkten Fokus auf technische Massnahmen, Fördermechanismen und Informationen, bleibt der Grundsatz unangetastet, dass die Bevölkerung vor erheblichen Beeinträchtigungen zu schützen ist. Um künftig die Effektivität und Effizienz von Lärmschutzmassnahmen nach wie vor störungsgerecht beurteilen zu können, stellen sich damit auch Fragen nach dem aktuellen Stand des Wissens über das Beurteilungssystem des Lärms. So hat insbesondere das Bundesgericht bereits Kritik an einzelnen Grenzwertfestlegungen angebracht und Rechtswissenschaftler sehen Mängel insbesondere bei den Belastungsgrenzwerten für Flughäfen.

Vor diesem Hintergrund haben die Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung (EKLB) und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Jahr 2008 den Auftrag erteilt, in einer Vorstudie zu prüfen, ob ein wissenschaftlich begründeter Handlungsbedarf für eine Überprüfung der Grundlagen zur Festlegung der Immissionsgrenzwerte besteht bzw. ob die Immissionsgrenzwerte für Lärm den gesetzlichen Anforderungen noch entsprechen.

Die beauftragte Arbeitsgemeinschaft Ecoplan / Büro für Gesetzgebung / EMPA / ETH / Plan-team hat ihre Erkenntnisse aus den verschiedenen Teilarbeiten im Juni 2009 der EKLB präsentiert und im August 2009 im Bericht „Forschungskonzept Lärm – Handlungsbedarf zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung“ zusammengefasst. Im Bericht kommt das Projektteam in Übereinstimmung mit nationalen und internationalen ExpertInnen zum

¹ BAFU 2009: Lärmbelastung in der Schweiz. Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings SonBase. Umwelt-Zustand Nr. 0907. Bundesamt für Umwelt, Bern: 62 S.

Ergebnis, „dass sich seit dem Inkraftsetzen der Lärmschutzverordnung sowohl Veränderungen im Verkehrsbereich wie auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse ergeben haben, die zu begründeten Zweifeln führen, ob die wissenschaftlichen Grundlagen der heute geltenden Lärmimmissionsgrenzwerte noch genügend sind. In diesem Sinne besteht bezüglich verschiedener Aspekte ein grosser Handlungsbedarf zur Aktualisierung der relevanten wissenschaftlichen Grundlagen.“² Das Projektteam und die EKL B empfehlen im Fazit², die empirischen Grundlagen der Lärmbeurteilung insbesondere der Lärmwirkung (Belästigung, Störung, medizinische und soziale Auswirkungen) der Schweizer Bevölkerung zu aktualisieren.

Basierend auf diesen Empfehlungen sowie den eigenen Einschätzungen zum Handlungsbedarf wollen die EKL B und das BAFU die Arbeiten zur Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte fortsetzen. Als Grundlage dazu ist in einem Vorgehenskonzept darzulegen, wie der geortete Handlungsbedarf in den Dimensionen Lärmwirkung, Akustik sowie Technik & Betrieb zielgerichtet anzugehen ist.

1.2 Zielsetzung

Ziel der Konzeptstudie ist die Ausarbeitung eines Arbeits- und Forschungsprogramms zur Aktualisierung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte.

Konkret sind dazu folgende Arbeiten zu leisten:

- Gliederung der Forschungsfragen und Aufgabenstellungen in einzelne, in sich abgeschlossene Workpackages (WP)
- Entwurf einer Projektorganisation
- Ausarbeitung eines Masterplans mit Arbeitsschritten, Milestones und Terminen
- Empfehlungen zur Kommunikation während den Vor- und Hauptarbeiten
- Vorschläge zur Finanzierung des Gesamtprojektes bzw. einzelner Workpackages

1.3 Aufbau der Konzeptstudie

Der Aufbau des Konzepts ist wie folgt gegliedert:

- In **Kapitel 2** wird ein Überblick über alle Fragestellungen gegeben, für die im Rahmen der Vorstudie ein Handlungsbedarf zur Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte geortet wurde.
- Basierend darauf enthält **Kapitel 3** den Beschrieb der vorgeschlagenen Workpackages nach einem standardisierten Raster.
- In **Kapitel 4** folgen Empfehlung zur Kommunikation bei der Vorbereitung und Durchführung der Forschungsarbeiten.

² Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung: Forschungskonzept Lärm – Handlungsbedarf zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung, Kapitel 4.1, 2010.

- In **Kapitel 5** folgt ein Vorschlag zur Projektorganisation.
- In **Kapitel 6** wird der Masterplan mit Milestones und Terminen präsentiert.
- Im abschliessenden **Kapitel 7** werden die Workpackages in Kurzform mit dem Finanzbedarf zusammengefasst.

1.4 Vorgehen und Dank

Die vorliegende Konzeptstudie wurde durch das Projektteam H. Sommer (Ecoplan, Projektleitung), M. Brink (ETH Zürich), Kurt Eggenschwiler (EMPA) und Georg Thomann (Amt für Umwelt, Graubünden) erarbeitet.

Ein erster Teilentwurf des Konzepts konnte an einem Workshop mit einem Ausschuss der EKLB³ ausführlich diskutiert und in verschiedenen Punkten ergänzt werden. Zudem konnten wir bei der Erstellung des Konzepts auf die Erfahrung von weiteren Forschungsstellen aus den Bereichen Akustik und Epidemiologie zurückgreifen.

Der Entwurf der Konzeptstudie wurde anschliessend der EKLB vorgestellt und danach in einer Kurzform auch den interessierten Bundesämtern präsentiert. Gewonnen Anregungen sind in die nun vorliegende Version eingeflossen.

Allen Personen und Institutionen, welche die Erarbeitung dieses Konzepts in irgendeiner Form unterstützt haben, danken wir an dieser Stelle bestens.

³ Maria Balmer (ASTRA), Rainer Guski (Ruhr-Universität Bochum), Christian Maschke (Forschungs- und Beratungsbüro Maschke), Tommaso Meloni (BAFU).

2 Überblick über den georteten Handlungsbedarf

2.1 Grundlage

Ausgangspunkt für die Herleitung des Arbeits- und Forschungsprogramms ist der in Abbildung 1 dargestellte Handlungsbedarf zur Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte. Er basiert auf der Analyse von insgesamt 21 Leitfragen in den Dimensionen Technik & Betrieb, Akustik und Lärmwirkung.⁴ Die einzelnen Fragen wurden in fachspezifischen Inputpapieren im Detail analysiert.⁵ Dabei wurde insbesondere geprüft, welche Änderungen und neuen Erkenntnisse sich seit der Festlegung der Immissionsgrenzwerte ergeben haben und ob diese neuen Informationen einen Handlungsbedarf begründen.

Die Ergebnisse dieser Analyse wurden mit nationalen und internationalen Expertinnen und Experten in einem Workshop eingehend diskutiert und gefestigt. Bei insgesamt 8 der 21 Leitfragen wurde gemeinsam ein grosser Handlungsbedarf zur Aktualisierung der Grundlagen bei der Festlegung der Immissionsgrenzwerte identifiziert.

Gross ist der Handlungsbedarf in der **Dimension Lärmwirkung**:

- Es gibt verschiedene Hinweise, dass die Belastungs-Wirkungsbeziehungen, welche den Grenzwertfestlegung zugrunde liegen, sich im Laufe der Zeit verändert haben, so dass – am besten ist dies beim Fluglärm belegt – die Belästigung bei gegebenem Pegel heute grösser ist als früher. (→ Leitfrage W 1)
- Die damaligen empirischen Grundlagen, welche in die Festlegung der Immissionsgrenzwerte eingeflossen sind, sind insgesamt und insbesondere aus heutiger Sicht – mit Ausnahme des zivilen Fluglärms – als kaum ausreichend anzusehen. (→ Leitfrage W 2)
- Die in der Lärmschutz-Verordnung vorgenommene Abgrenzung zwischen Tag (6 bis 22 Uhr) und Nacht (22 bis 6 Uhr) entspricht nicht (mehr) dem heutigen Aktivitätsmuster der Bevölkerung. (→ Leitfrage W 4)
- Bezüglich des Umgangs mit der Kombinationslärmwirkung besteht ein grosser Forschungsbedarf. Weder ist bekannt, wie der Lärm von mehreren Quellen erfasst werden soll, noch besteht ausreichende Kenntnis über die lästigen oder schädlichen Einwirkungen von Kombinationslärm. (→ Leitfrage W 7)
- Darüber hinaus ist zu beachten, dass neben der Belästigung noch weitere Wirkungsdimensionen wie zum Beispiel die Gesundheit in die Grenzwertfestlegung einbezogen werden müssen. So kann zum Beispiel im Schlaf kein Belästigungsurteil gebildet werden, trotzdem kann der Lärm gesundheitliche Folgen nach sich ziehen.

⁴ Vgl. dazu EKL B: Forschungskonzept Lärm – Handlungsbedarf zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung, Tabelle 4-1, 2010.

⁵ Vgl. dazu insbesondere Höin R., Buchmann B. (2009), Überprüfung der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Inputpapier 2: Technik & Betrieb; Bütikofer R., Eggenschwiler K., Heutschi K., Thomann G. und Wunderli, J.M. (2009), Überprüfung der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Inputpapier 3: Akustik und Brink M. (2009), Überprüfung der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Inputpapier 4: Lärmwirkung.

Abbildung 1: Handlungsbedarf zur Überprüfung der Immissionsgrenzwerte für Lärm

Dimen- sion	Leitfrage	Handlungsbedarf*	
		Projekt- team	Experten- Ø
Technik & Betrieb		* 0: keiner; 1: klein; 2: mittel; 3: gross	
T&B 1	Wie hat sich die Verkehrsmenge im Strassenverkehr und insbesondere auf den Autobahnen in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	3	2.5
T&B 2	Wie hat sich beim Strassenverkehr die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	1	1.6
T&B 3	Wie hat sich beim Strassenverkehr die tageszeitliche Verteilung in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	2	1.8
T&B 4	Wie hat sich die Verkehrsmenge im Schienenverkehr, insbesondere auf den Hauptstrecken, in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	3	2.4
T&B 5	Wie haben sich die Emissionen des Rollmaterials im Schienenverkehr in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	2	1.8
T&B 6	Wie hat sich der tageszeitliche Verlauf des Schienenverkehrs in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	3	2.8
T&B 7	Wie haben sich die Flugbewegungen im Bereich der Flughäfen in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lauten die Prognosen?	1	1.2
T&B 8	Wie hat sich beim Flugverkehr die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	1	0.7
T&B 9	Wie hat sich in den letzten 25 Jahren die tageszeitliche Verteilung des Flugverkehrs entwickelt?	2	2.2
Akustik			
A 1	Genügt das Konzept der Beurteilungspegel als Summe eines Mittelungspegels und einer oder mehrerer Korrekturen, um die Beeinträchtigung durch Lärm (Belästigung, Schlafstörung, Gesundheitsgefährdung) angemessen abbilden zu können?	1	1.6
A 2	Ist der von der LSV gewählte Geltungsort der Immissionsgrenzwerte aus akustischer Sicht geeignet, die Störwirkung beim Lärmbetroffenen zu erfassen?	1	0.0
A 3	Haben sich die technischen Möglichkeiten der akustischen Messung seit Inkrafttreten der LSV derart verändert resp. verbessert, dass sich dies allenfalls auf die Festlegung der Lärmimmissionsgrenzwerte auswirken würde?	2	1.6
A 4	Haben sich die methodischen Ansätze und die Möglichkeiten in der akustischen Simulationstechnik (Berechnung der Lärmbelastung) seit Inkrafttreten der LSV derart verändert resp. verbessert, dass sich dies allenfalls auf die Festlegung der Lärmimmissionsgrenzwerte auswirken würde?	3	2.8
A 5	Messungen und Berechnungen sind mit quantifizierbaren Unsicherheiten behaftet. Welchen Stellenwert haben diese Unsicherheiten bei der Festlegung der Immissionsgrenzwerte?	2	1.2
Lärmwirkung			
W 1	Welche Veränderungen von Belastungs-Wirkungsbeziehungen haben im Laufe der Zeit stattgefunden und leitet sich daraus ein Handlungsbedarf ab?	3	2.9
W 2	Genügen die damaligen empirischen Untersuchungen den heutigen Anforderungen zur Grenzwertfestsetzung?	3	2.9
W 3	Sind die in der LSV implementierten Betrachtungszeiträume (z.B. Mittelung über ein Jahr) noch wirkungsgerecht bzw. dem Lärmgeschehen angemessen?	1	1.4
W 4	Sind die tageszeitlichen Beurteilungszeiträume gemäss LSV noch wirkungsgerecht bzw. dem Lärmgeschehen angemessen?	3	3.0
W 5	Sind alle in der LSV behandelten Quellen akustisch ausreichend beschrieben?	2	2.1
W 6	Welche Wirkungsdimensionen müssen berücksichtigt werden, wenn eine Grenzwertfestsetzung dem heutigen Stand des Wissens und der Erfahrung genügen soll?	2	2.4
W 7	Ergibt sich aus der Nicht-Berücksichtigung der Kombinationswirkung verschiedener gleich- als auch verschiedenartiger Lärmquellen ein Handlungsbedarf?	3	2.8

In der **Dimension Technik & Betrieb** wird bei einer Frage zum Strassenverkehr (T&B 1) und bei zwei Fragen zum Schienenverkehr (T&B 4, 6) grosser Handlungsbedarf geortet:

- Beim **Strassenverkehr** führt vor allem die grosse Zunahme des Verkehrs auf sehr stark frequentierten Strassen zu einer permanenten und auch in der Nacht kaum abnehmenden Lärmbelastung. Es wird vermutet, dass die damit einhergehende Belästigung bzw. Störung der Bevölkerung durch die alleinige Zunahme des Beurteilungspegels nicht ausreichend berücksichtigt wird. Daher ist möglicherweise eine separate Störungskorrektur für sehr stark und permanent frequentierte Strassen erforderlich.
- Beim **Schieneverkehr** wirft die grosse Zunahme der Zugsdichte die Frage auf, ob der Schienenbonus gegenüber dem Strassenverkehr noch gerechtfertigt ist. Zudem führen der hohe Anteil des Güterverkehrs in der Nacht und die zunehmenden Zugslängen zur Frage, ob die Berechnung der Pegelkorrektur noch angemessen ist, da sie in der heutigen Form die Züge in der Nacht gegenüber jenen tags bevorteilt, solange deren Anzahl im jeweiligen Zeitraum kleiner als 79 ist.

In der Dimension **Akustik** gibt es nur bei der Berechnung der Lärmbelastung (Leitfrage A 4) einen grossen Handlungsbedarf zur Aktualisierung der Grundlagen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in einigen früheren nationalen Untersuchungen zur Ermittlung von Belastungs-Wirkungsbeziehungen die Lärmimmissionen nicht am Ort der Befragten gemessen, sondern wegen Budgetbeschränkung berechnet wurden. In der Zwischenzeit hat sich herausgestellt, dass einzelne der dafür eingesetzten Lärmberechnungsmodelle die Lärmbelastung insbesondere in der Nacht systematisch unterschätzt haben.

Bis auf eine einzige Ausnahme wurde **allen Leitfragen mit hohem Handlungsbedarf** zur Aktualisierung der Grundlagen auch eine **grosse Relevanz** zugesprochen. Hohe Relevanz wird dann als gegeben erachtet, wenn von den neuen Erkenntnissen oder den veränderten Grundlagen ein wesentlicher Einfluss auf die Festlegung der Immissionsgrenzwerte zu erwarten ist und von der entsprechenden Anpassung in den Grenzwerten eine grosse Anzahl Personen betroffen ist.

2.2 Synoptische Darstellung der Einzelaspekte mit Handlungsbedarf

Ausgehend von den obigen Ergebnissen wurden die im zusammenfassenden Bericht erwähnten, zahlreichen Einzelaspekte des Handlungsbedarfs zur Aktualisierung der Grundlagen nochmals gesichtet und nach folgenden Themen geordnet:

- Belastungs-Wirkungsbeziehungen mit den Unterpunkten
 - Lärmart
 - Anzahl und Qualität der bisherigen Untersuchungen
 - Lärmvorbelastung am Ort der Immission
 - Differenzierung nach Tag / Nacht bzw. Aktivitätsmuster im Tagesablauf
 - Einzelereignisse / zeitliche Auflösung des Beurteilungspegels
 - Lärmbeurteilungsmass

- Verkehrsintensität
- Zu beachtende Wirkungsdimensionen bei der Festlegung der Immissionsgrenzwerte
- Anzuwendende Messtechnik (Messung der Lärmbelastung)
- Vollständigkeit der akustische Beschreibung der Lärmquellen
- Anforderungen / Möglichkeiten der akustischen Simulationstechnik (Berechnung der Lärmbelastung)
- Umgang mit Unsicherheiten in Messung und Simulation
- Veränderungen durch spezifische Emissionen der Fahrzeuge
- Geltungsort des Immissionsgrenzwertes

Die detaillierte Aufgliederung des Handlungsbedarfs nach diesen Themen ist auf den drei nachfolgenden Seiten dargestellt. Die Nummerierung der einzelnen Felder in der Matrix entspricht der im Bericht „Forschungskonzept Lärm – Handlungsbedarf zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung“ untersuchten Wirkungsdimension (T&B: Technik und Betrieb, A: Akustik, W: Lärmwirkung) und der Nummer der entsprechenden Leitfrage.⁶

Der so gewonnene Überblick dient als Basis für die Festlegung der Workpackages in Kapitel 3.

⁶ Der Kleinbuchstabe hinter der Nummer (z.B. b in der Beschriftung T&B 4-6b) bezeichnet den jeweiligen Unterabschnitt zur entsprechenden Leitfrage im erwähnten zusammenfassenden Bericht.

Alle	Strasse	Schiene	Flugverkehr
Lärmart	<p>W 1a: Neuere Studien (Schweden, Norwegen, Serbien) lassen vermuten, dass sich die Belastungs-Wirkungsbeziehung um mehrere Dezibel gegen eine geringere Belastung hin verschoben hat.</p> <p>W 7: Wie ist mit Kombinationswirkung mehrerer Lärmquellen umzugehen sowohl in Bezug auf die Ermittlung der Lärmbelastung als auch der dadurch verursachten Belästigung?</p>	<p>T & B 4-6a: Wird bei gleichem Leq die Schiene als weniger störend empfunden?</p>	
Anzahl und Qualität bisheriger Untersuchungen	<p>W 2a: Es gibt nur eine geringe Anzahl Studien für den Strassenlärm. Zudem ist die Herleitung zwischen den Ergebnissen der Studien und IGW lückenhaft.</p>	<p>W 2b: Eine einzige Untersuchung zum Bahnlärm, welche in Bezug auf den akustischem Teil mit grossen Fragezeichen versehen ist (stark vereinfachte Berechnung der Lärmbelastung).</p>	<p>W 2c: Störend an der Lärmstudie 90 ist, dass zwischen Störung in der Wohnung und Störung vor dem Haus differenziert wurde (entspricht nicht allg. Praxis) und für die Festlegung des IGW nur Störung im Haus verwendet wurde, was die tatsächliche Lärmbelastung der Bevölkerung unterschätzt.</p>
Lärmvorbelastung am Ort der Immission	<p>W 1a: Ergebnisse ALPNAP lassen vermuten, dass Bevölkerung je nach Region (Brenner) bei gleicher Belastung unterschiedliche Belästigung ausweist.</p>		
Differenzierung nach Tag / Nacht	<p>W 4: Entspricht die in der Lärmschutzverordnung gewählte Tag-Nacht-Abgrenzung dem Aktivitätsmuster der Bevölkerung?</p>		
Aktivitätsmuster bzw. Zeitznutzung im Tagesablauf	<p>W 4: Besonders kritisch ist die Beurteilung bzw. Zuordnung der Tagesrandstunden (6-7 und 21-22 Uhr).</p>	<p>T & B 4-6c: Ist Pegelkorrektur K1 noch angebracht, welche die Züge nachts gegenüber tags bevorzugt (wenn Anzahl Züge < 79 pro Tag oder Nacht)?</p>	
	<p>Grosser Handlungsbedarf</p>	<p>Mittlerer Handlungsbedarf</p>	<p>Geringer Handlungsbedarf</p>
			<p>Kein Handlungsbedarf</p>

Belastungs-Wirkungs-Beziehung mit Differenzierungen

	Alle	Strasse	Schiene	Flugverkehr
Zeitliche Auflösung des Beurteilungspegels / Einzelergebnisse	W 3: Bildung von Jahresmittelwerten ist breit akzeptiert. In Zukunft erhalten evtl. die periodischen Belastungspegel (z.B. Lärmzunahme am Wochenende, saisonal betriebene Anlagen wie Passstrassen) eine grössere Bedeutung.	T&B 1-3c: Güterverkehr. Verkehr von 5-6 Uhr wird auf acht Nachstunden umgelegt.	T&B 4-6c: Wie wird unerwartetes "Aufschauern" der Güterzüge in der Nacht beurteilt?	W 1c: Isterste Randstunde am Tag (6-7) noch richtig berücksichtigt, wenn der Schallpegel für die Beurteilung über den ganzen Tag verteilt wird. Schlafpsychologisch mindestens so kritisch wie erste oder zweite Nachstunde, daher Revision der Beurteilungszeit oder Änderung der Nachflugverordnung. T&B 7-9c: Randstunden am Morgen (6-7) und am Abend (21-22) noch richtig berücksichtigt, wenn Schallpegel für die Beurteilung über ganzen Tag verteilt wird?
Lärmbeurteilungsmass	A1: Ist Mittelungspegel L_{Aeq} noch angemessen? Lärmbeurteilungsmasse reflektieren die von der Lärmwirkung erforschte Belastung bei der Bevölkerung alle in etwa gleich gut bzw. gleich schlecht.		W 5d: Es ist zu prüfen ob für Bahn- und Flugverkehr als Ergänzung zum Mittelungspegel Leq ein Beurteilungsmass eingeführt wird, welches auf Einzelergebnissen basiert.	W 5c: Sollte für Nachtrandstunden ein Beurteilungsmass basierend auf Einzelergebnissen gewählt werden, da sich dieses besser zur Beurteilung physiologischer Reaktionen im Schlaf eignet?
Verkehrintensität		T&B 1-3a : Sehr stark frequentierte Strasse evtl. mit Mäxus belasten? W 5a: Autobahnlärm floss nicht in GW-Festlegung ein. Dieser unterscheidet sich aber sowohl aufgrund des praktisch unterbrechsfreien Pegel-Zeit-Verlaufs wie auch der ausgeprägten Formhaltigkeit (Dauertöne oder zeitl. veränderliche Geräusche) von Gemeindestrassenlärm	T&B 4-6a / W5 (mittel): Genereller Bonus Schiene noch angemessen angesichts grosser Zunahme der Zugsfrequenzen (Anzahl Züge pro Stunde)?	W 1 c : Wie wird die Belästigungswirkung einer überproportionalen Zunahme der Flugbewegungen bei gleichzeitig überproportionaler Abnahme der Quellenleistung beurteilt? T&B 7-9b: Ist dies im Beurteilungspegel in korrekter Weise abgebildet?

Belastungs-Wirkungs-Beziehung mit Differenzierungen

Grosser Handlungsbedarf
 Mittlerer Handlungsbedarf
 Geringer Handlungsbedarf
 Kein Handlungsbedarf

	Alle	Strasse	Schiene	Flugverkehr
Zu berücksichtigende Wirkungsdimensionen für IGW-Festlegung	<p>W6: Nebst Belästigung sollten auch die Wirkungsdimension Gesundheit berücksichtigt werden. Es ist bekannt, dass kardiovaskuläre Erkrankungen wie z.B. Bluthochdruck als Folge einer chronischen nächtlichen Lärmbelastung auftreten können und diese Lärmbelastungen deutlich unter dem IGW liegen können.</p>			
Messtechnik (Messung der Lärmbelastung)	<p>A3: Heutige Messtechniken bieten ein bisher unausgeschöpftes Potenzial für neue Ansätze von Lärmbeschreibungsgrossen.</p>			
Akustische Beschreibung der Lärmquellen	<p>W5: Fahrzeugzusammensetzung und -technik hat sich seit Festlegung der IGW (1970er-Jahre) massgeblich verändert.</p> <p>W5: Sind Zuglängen störungsrelevant? W5: Ist der Bonus in der Nacht weiterhin berechtigt, wenn berücksichtigt wird, dass Züge in ihrem Lärmpegel eine ausgeprägte Antriebsdynamik aufweisen, was für Aufwachreaktionen besonders kritisch ist?</p>			
Akustische Simulationstechnik (Berechnung der Lärmbelastung)	<p>A4: Die Verwendung älterer Berechnungsmodelle bei der Ermittlung von Belastungs-Wirkungsbeziehungen führte zu systematischen Fehlern (vor allem wegen mangelnder Berücksichtigung unterschiedliche Temperaturschichtungen tags und nachts).</p>			
Umgang mit Unsicherheiten in Messung und Simulation	<p>A5: Festlegung von IGW und Bestimmung der Berechnungs- und Messverfahren zur Ermittlung des Beurteilungspegels gehören zusammen. Ist bei Strasse und Schiene nicht mehr gewährleistet, weil heute andere Modelle eingesetzt werden zur Ermittlung des Beurteilungspegels, als dies bei der Festlegung der Immissionsgrenzwerte der Fall war.</p>			
Spezifische Emissionen der Fahrzeuge	<p>T&B 1-3b: Entwicklung Reifeneigenschaften, Fahrzeuggewichte</p>			
Geltungsort des Immissionsgrenzwertes	<p>A2: Ist Messung im offenen Fenster weiterhin geeignet?</p>			
	<p> Grosser Handlungsbedarf</p>	<p> Mittlerer Handlungsbedarf</p>	<p> Geringer Handlungsbedarf</p>	<p> Kein Handlungsbedarf</p>

3 Workpackages

3.1 Überblick

Für eine effiziente und konsistente Aktualisierung der Grundlagen zur Festlegung der Immissionsgrenzwerte ist es notwendig, die Vielzahl der im vorangehenden Kapitel aufgeworfenen Fragen und Einzelaspekte zu Workpackages zusammenzufassen. Damit soll sichergestellt werden, dass die Nachführung der Grundlagen in sich abgerundet stattfindet und die Beantwortung der offenen Fragen aufeinander abgestimmt ist.

Vor diesem Hintergrund werden für die Bearbeitung der verschiedenen Fragestellungen insgesamt sechs Workpackages vorgeschlagen:⁷

- WP1: Programmleitung und Qualitätssicherung
- WP2: Aktivitätsmuster bzw. Zeitnutzung der Schweizer Bevölkerung
- WP3: Epidemiologische Studien über lärminduzierte Gesundheitsauswirkungen
- WP4: Aktualisierte Belastungs-Wirkungsbeziehungen für Verkehrslärm (Belästigung, Aufwachreaktionen) nach Tageszeiten
- WP5: Aufwachreaktionen bei verschiedenen Verkehrslärmarten
- WP6: Synthese

Für die nachfolgende Beschreibung der einzelnen Workpackages wird ein einheitliches Raster mit folgenden Rubriken verwendet:

- Ausgangslage
- Zielsetzung
- Fragestellungen im Einzelnen
- Abgedeckte Leitfragen
- Hinweise zur Methodik
- Kosten (Personalaufwand, Sachaufwand)
- Finanzierung (Hauptauftraggeber, Co-Finanzierer)

⁷ Der vorliegende Vorschlag zu den Workpackages basiert auf einem halbtägigen Workshop mit Mitgliedern der EKLB (M. Balmer, R. Guski, C. Maschke, T. Meloni). Als Input dazu wurde vom Projektteam ein erster Vorschlag ausgearbeitet und im Workshop mit den Teilnehmenden diskutiert, ergänzt und bereinigt.

3.2 WP1: Programmleitung und Qualitätssicherung

a) Ausgangslage

Die Überprüfung der Grundlagen zur Festlegung der Immissionsgrenzwerte erfordert umfangreiche Arbeiten. Diese müssen koordiniert, vorbereitet und überwacht werden. Zudem muss bei den in Auftrag gegebenen Forschungsprojekten nebst der Begleitung auch die Qualitätssicherung organisiert und gewährleistet werden.

Die notwendigen Personal- und Zeitressourcen müssen für diese Arbeiten zur Verfügung gestellt werden. Um die Bedeutung dieser Aufgabe zu unterstreichen, wird es als sinnvoll erachtet die Programmleitung und Qualitätssicherung ebenfalls als eigenständiges Workpackage zu behandeln.

b) Zielsetzung

Die Projektleitung hat die Führung und Überwachung des gesamten Projektes zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung sicherzustellen. Sie ist in dieser Funktion auch zuständig für die Organisation der Qualitätssicherung durch eine Expertengruppe.

c) Aufgabenstellung im Einzelnen

- Erarbeiten der Ausschreibungsunterlagen / Pflichtenhefter
- Erstellen und überwachen Masterplan
- Organisieren und sicherstellen der Qualitätssicherung in den einzelnen Workpackages mit Betreuung einer externen Expertengruppe
- Terminliche und inhaltliche Koordination zwischen den Bearbeitern der einzelnen Workpackages
- Sitzungsleitung und Protokollführung
- Aufbereiten der Unterlagen zuhanden EKLB und BAFU
- Mitgestaltung der Kommunikation für die verwaltungsinterne und –externe Information
- Kontrolle der Finanzen
- Fachtechnische Begleitung der Auftragnehmer in den einzelnen Workpackages

d) Hinweise zur Methodik

Keine speziellen Hinweise.

e) Kosten

Sämtliche Angaben zum geschätzten Bearbeitungsaufwand sowohl in diesem Workpackage als auch in allen folgenden Workpackages sind als indikative Grössen zu verstehen. Die Kostenschätzungen müssen bei der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen kritisch überprüft und auf den Leistungsbeschrieb abgestimmt werden.

Für die Kostenschätzung zu Workpackage 1 ist von einer Projektdauer von rund 5 Jahren (vgl. Masterplan in Abbildung 3, S. 35) auszugehen. Nimmt man an, dass für die Projektleitung mit einem durchschnittlichen Arbeitspensum von ca. 15% gerechnet werden muss, beläuft sich der entsprechende Honoraraufwand auf 200'000 bis 250'000 CHF.

Für die Qualitätssicherung ist die Einsetzung einer Expertengruppe vorgesehen (vgl. Kapitel 5). Bei ca. 10 Meetings muss für Reisekosten und Spesen mit einem Aufwand von rund 50'000 bis 100'000 CHF gerechnet werden.

f) Finanzierung

Es handelt sich um eine Aufgabe der EKL B bzw. des BAFU, daher müssen die Kosten auch durch diese beiden Institutionen finanziert werden. Dabei ist es denkbar, dass die Arbeiten von WP1 verwaltungsintern durch das BAFU wahrgenommen werden. In diesem Fall ist aber sicherzustellen, dass die entsprechenden personellen Ressourcen freigestellt werden können.

3.3 WP2: Aktivitätsmuster bzw. Zeitznutzung der Schweizer Bevölkerung**a) Ausgangslage**

Für eine zeitliche Differenzierung der Immissionsgrenzwerte für Lärm (z.B. Tag/Nacht oder Tag/Abend/Nacht) ist es von Bedeutung, wie sich der Tagesablauf der Schweizer Bevölkerung mit Arbeits-, Erholungs- und Schlafphasen gestaltet.

b) Zielsetzung

Im Rahmen einer repräsentativen Erhebung oder unter Zuhilfenahme bereits existierender repräsentativer Datenquellen ist für die Schweizer Bevölkerung das Aktivitätsmuster bzw. die Zeitznutzung im Laufe eines Tages zu klären.

c) Fragestellungen im Einzelnen

- Wie ist die stündliche Verteilung der schlafenden und wachen Bevölkerung mit insbesondere folgenden spezifischen Angaben:
 - Welches ist der durchschnittliche Aufstehzeitpunkt der Schweizer Bevölkerung differenziert nach Werktag / Wochenende, Geschlecht und Alter der Personen?
 - Welches ist der durchschnittliche Einschlafzeitpunkt der Schweizer Bevölkerung differenziert nach Werktag / Wochenende, Geschlecht und Alter der Personen?
- Gibt es im Tagesablauf weitere typische Ruhephasen, die von einem Grossteil der Bevölkerung eingehalten werden?
- Welche Implikationen haben diese Erkenntnisse in Bezug auf die Immissionsgrenzwerte für Lärm?
- Gibt es regionale Unterschiede in den Aktivitätsmustern?

d) Abgedeckte Leitfragen

Folgende Leitfragen aus der Zusammenstellung in Kapitel 2.2 werden mit diesem Workpackage abgedeckt:

Grosser Handlungsbedarf	Mittlerer Handlungsbedarf
W 4: Entspricht die in der Lärmschutzverordnung gewählte Tag-Nacht-Abgrenzung dem Aktivitätsmuster der Bevölkerung?	-

e) Hinweise zur Methodik

- Telefonische und/oder schriftliche Befragungen oder systematische Auswertung bestehender Datensätze
- Die Stichprobengrösse ist so zu wählen, dass bezüglich Geschlecht, Alter und regionaler Verteilung die Repräsentativität soweit wie möglich gewährleistet ist

f) Kosten

Es existieren einzelne Befragungen der Schweizer Bevölkerung, in welchen entsprechende Items abgefragt werden können oder bereits entsprechende Daten vorliegen. Eine Vorab-Analyse von Daten der MOSAiCH07-Befragung⁸ zur Frage, wann die Schweizer Bevölke-

⁸ Measurement and Observation of Social Attitudes in Switzerland.

rung im Mittel wach ist und wann geschlafen wird, hat z.B. ergeben, dass unter der Woche der Medianzeitpunkt des Zubettgehens um 23:00 Uhr, der Medianzeitpunkt des Aufstehens um 6:50 ist. Entsprechende Daten für arbeitsfreie Tage (Wochenenden) existieren ebenfalls. Die MOSAiCH07 Befragung hat den Anspruch, für die Schweizer Bevölkerung repräsentativ zu sein.

Für eine Vertiefung der Fragestellung muss mit Kosten von ca. 30'000 – 60'000 CHF gerechnet werden, wenn eine eigenständige Befragung durchgeführt werden muss. Gelingt es, die Fragestellung in eine bereits periodisch stattfindende Erhebung (z.B. beim Schweizerischen Haushaltpanel www.swisspanel.ch) zu integrieren, könnten die Kosten wesentlich gesenkt werden.

g) Finanzierung

- Hauptfinanzierung: EKL B / BAFU
- Mögliche Mitinteressenten: Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Gesundheit, Bundesamt für Verkehr, Bundesamt für Strassen

3.4 WP3: Epidemiologische Studien über lärminduzierte Gesundheitsauswirkungen

a) Ausgangslage

Es gibt Hinweise aus epidemiologischen Untersuchungen, dass die verkehrsbedingte Lärmbelastung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen kann, selbst wenn der Verkehrslärm (deutlich) unterhalb der heute geltenden Immissionsgrenzwerte liegt. Im Zusammenhang mit der Überprüfung der Grundlagen zur Festlegung der Immissionsgrenzwerte stellt sich daher die Frage, ob diese gesundheitlichen Folgen ausreichend nachgewiesen sind und inwiefern sie bei der Festlegung der Immissionsgrenzwerte zu berücksichtigen sind.

b) Zielsetzung

Anhand der nationalen und internationalen Literatur ist zu klären, ob für einzelne Krankheitsbilder der Zusammenhang zur Lärmbelastung nachgewiesen ist. Zudem soll aufgezeigt werden, wo allenfalls weiterer Forschungsbedarf besteht.

c) Fragestellungen im Einzelnen

- Welche lärmbedingten Gesundheitsrisiken (health end points) durch Strassen-, Schienen- oder Flugverkehr sind in der nationalen oder internationalen Forschung nachgewiesen?
- Gibt es Hinweise, dass Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit (gemäss Art. 13 USG) höheren lärmbedingten Gesundheitsrisiken ausgesetzt sind?
- Wie verlaufen für die nachgewiesenen Zusammenhänge die Dosis-Wirkungsbeziehungen? Gibt es natürliche Schwellen, unterhalb derer keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit zu erwarten sind?
- Welche epidemiologischen Untersuchungen müssten für die Klärung der Detailfragen allenfalls noch durchgeführt werden?
- Welche Implikationen haben diese Erkenntnisse in Bezug auf die Immissionsgrenzwerte für Lärm?

d) Abgedeckte Leitfragen

Grosser Handlungsbedarf	Mittlerer Handlungsbedarf
	W6: Nebst Belästigung sollten auch die Wirkungsdimension Gesundheit berücksichtigt werden. Es ist bekannt, dass kardiovaskuläre Erkrankungen wie z.B. Bluthochdruck als Folge einer chronischen nächtlichen Lärmbelastung auftreten können und diese Lärmbelastungen deutlich unter dem Immissionsgrenzwerte liegen können.

e) Hinweise zur Methodik

Es ist eine Meta-Analyse gemäss anerkannten wissenschaftlicher Standards durchzuführen.⁹ Diese hat folgende Schritte zu beinhalten:

- Systematische Literaturrecherche in den wissenschaftlichen Datenbanken National Library of Medicine (Pubmed: www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed) und des Institutes for Scientific Information (ISI: www.isinet.com)
- Berücksichtigt wird nur wissenschaftlich begutachtete („peer-reviewed“) Literatur (keine graue Literatur). Ein- und Ausschlusskriterien sind vor dem Start der Literatursuche zu definieren.

⁹ Siehe STROBE Richtlinien: Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) in British Medical Journal, 2007;335(7624):806-808.

- Für die Suche empfiehlt sich die freie Wortsuche (z.B. noise AND health; noise AND sleep disturbances, etc.) wie auch die Suche mit der MeSH-Suchstrategie (standardisierte Suchwörter in Pubmed)
- Bestimmung der relevanten „Gesundheitsendpunkte“ (health end points)
- Evaluation der Heterogenität der Studienresultate
- Meta-analytische Berechnung der mittleren Expositions-Wirkungsbeziehung mittels Modell der randomisierten oder festen Effekte
- Herleitung einer Dosis-Wirkungsbeziehung mittels meta-analytischer Methoden

f) Kosten

Bisherige Erfahrungen mit Meta-Analysen in vergleichbaren Fragestellungen (z.B. Gesundheitsschäden durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung) zeigen, dass der Aufwand vom Umfang der berücksichtigten Studien, deren Verfügbarkeit und Dokumentation abhängt. Unter dem Stichwort „noise AND health“ sind zurzeit in Pubmed rund 5'300 wissenschaftliche Artikel registriert. Auch wenn es sich nur bei einem kleinen Teil um originäre Studien handeln wird, müssen die Einträge gesichtet und anhand objektiver Auswahlkriterien systematisch evaluiert werden. Daher ist mit einem erheblichen Aufwand zu rechnen. Als grobe Schätzung ist von ca. 130'000 – 170'000 CHF auszugehen.

g) Finanzierung

- Hauptfinanzierung: EKLB / BAFU
- Mögliche Mitinteressenten: Bundesamt für Gesundheit, Sapaldia, Swiss National Cohort Study (Todesursachenstatistik mit Zensusdaten)
- Co-Finanzierung: evtl. über eine Eingabe als Nationalfonds-Projekt

3.5 WP4: Aktualisierte Belastungs-Wirkungsbeziehungen für Verkehrslärm (erfragbare Belästigung) nach Tageszeiten

a) Ausgangslage

Die Kenntnis über den Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Lärmwirkung (Belästigung, Aufwachreaktion) ist von zentraler Bedeutung für die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Lärm. Die geltenden Immissionsgrenzwerte für den Strassen- und Schienenverkehr basieren auf wenigen Einzeluntersuchungen aus den 1960er- und 1970er-Jahren zu diesem Wirkungszusammenhang. Verschiedene Indizien sprechen dafür, dass die damals

verwendeten Belastungs-Wirkungsbeziehungen die heutige Belästigung von lärmbeeinträchtigten Personen nicht mehr korrekt wiedergeben. Daher ist die Aktualisierung bzw. Erhebung der tatsächlichen Belastungs-Wirkungsbeziehung tags und nachts sowie an den Tagesrandstunden mit den besten wissenschaftlichen Instrumenten dringend angezeigt.

b) Zielsetzung

Ziel ist es, den Zusammenhang zwischen der verkehrsbedingten Lärmbelastung und den relevanten erfragbaren Lärmwirkungen (Belästigung, Störung, Beeinträchtigung des Schlafes) in der Schweiz zu ermitteln. Damit sollen die zentralen Grundlagen zur Festlegung der Immissionsgrenzwerte für Strassen-, Schienen- und Flugverkehrslärm auf eine einheitliche, aktuelle und repräsentative Datenbasis gestellt werden.

Bevor nachfolgende Einzelfragen angegangen werden können, ist im Rahmen einer **Vorstudie** die Vorgehensweise bei der Stichprobenziehung und Erhebung der Lärmbelastung und Lärmbelastung nach den Vorgaben von Abschnitt e) verbindlich festzulegen.

c) Fragestellungen im Einzelnen

- Welche erfragbaren Lärmwirkungen sind im Rahmen des Umweltschutzgesetzes als relevant zu betrachten?
- Welche Beschreibungsgrössen der Lärmbelastung eignen sich als Prädiktoren für Lärmwirkung?
- Welche Skalen sollen im Hinblick auf ihre methodische (psychometrische) Tauglichkeit (Varianzaufklärung) und ihre internationale Vergleichbarkeit für die Erhebung der Belästigung durch Lärm verwendet werden?
- Inwiefern sind diese Lärmwirkungen tageszeitabhängig (Tag-Nacht-Abgrenzung, Umgang mit Tagesrandstunden am Morgen oder Abend, Ruhezeit über Mittag)?
- Zeigen sich bezüglich Lärmvorbelastung, Ortstypologie und Grossregion Unterschiede in der Lärmwirkung?¹⁰
- Existieren signifikant unterschiedliche Belastungs-Wirkungskurven für die verschiedenen Lärmarten und / oder bestehen Unterschiede innerhalb derselben Verkehrsart (z.B. in Bezug auf Einzelereignisse, Ton- und Impulshaltigkeit, Geräuschcharakter, Fahrweise, Ruhepausen)?
- Gibt es Hinweise, dass die Lärmwirkung bei Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit (gemäss Art. 13 USG) grösser ist?

¹⁰ Die Frage ist wegen rechtlichen Anforderungen an die Festlegung von Immissionsgrenzwerten von Relevanz.

- Wie verändert sich die Lärmwirkung, wenn die Lärmbelastung aus mehreren Lärmquellen stammt? Welche Gesetzmässigkeiten lassen sich erkennen?
- Welche Implikationen haben diese Erkenntnisse in Bezug auf die Immissionsgrenzwerte für Lärm?

d) Abgedeckte Leitfragen

Grosser Handlungsbedarf	Mittlerer Handlungsbedarf
T&B 4-6a: Wird bei gleichem Leq die Schiene als weniger störend empfunden?	T&B 4-6b: Bei welchem verkehrsträgerspezifischen Beurteilungspegel (Lr) kann von einer gleichen Belästigung ausgegangen werden?
W 7: Wie ist mit Kombinationswirkung mehrerer Lärmquellen umzugehen sowohl in Bezug auf die Ermittlung der Lärmbelastung als auch der dadurch verursachten Belästigung?	W 1a: Neuere Studien (Schweden, Norwegen, Serbien) lassen vermuten, dass sich die Belastungs-Wirkungsbeziehung um mehrere Dezibel gegen eine geringere Belastung hin verschoben hat.
W 2a: Es gibt nur eine geringe Anzahl Studien für den Strassenlärm. Zudem ist die Herleitung zwischen den Ergebnissen der Studien und Immissionsgrenzwerte lückenhaft.	W 2c: Störend an Lärmstudie 90 ist, dass zwischen Störung in der Wohnung und Störung vor dem Haus differenziert wurde (entspricht nicht allg. Praxis) und für die Festlegung des Immissionsgrenzwerte nur Störung im Haus verwendet wurde, was die tatsächliche Lärmbelastung der Bevölkerung unterschätzt.
W 2b: Eine einzige Untersuchung zum Bahnlärm, welche in Bezug auf den akustischen Teil mit grossen Fragezeichen versehen ist (stark vereinfachte Berechnung der Lärmbelastung).	W 1a: Ergebnisse ALPNAP lassen vermuten, dass Bevölkerung je nach Region (Brenner) bei gleicher Belastung unterschiedliche Belästigung ausweist.
W 4: Besonders kritisch ist die Beurteilung bzw. Zuordnung der Tagesrandstunden (6-7 und 21-22 Uhr).	T&B 1-3c: Güterverkehr: Verkehr von 5-6 Uhr wird auf acht Nachtstunden umgelegt.
T&B 4-6c: Ist Pegelkorrektur K1 noch angebracht, welche die Züge nachts gegenüber tags bevorzugt (wenn Anzahl Züge < 79 pro Tag oder Nacht)?	
W 1c: Ist erste Randstunde am Tag (6-7) noch richtig berücksichtigt, wenn der Schallpegel für die Beurteilung über ganzen Tag verteilt wird. Schlafpsychologisch mindestens so kritisch wie erste oder zweite Nachtstunde, daher Revision der Beurteilungszeit oder Änderung der Nachtflugverordnung.	T&B 7-9c: Randstunden am Morgen (6-7) und am Abend (21-22) noch richtig berücksichtigt, wenn Schallpegel für die Beurteilung über ganzen Tag verteilt wird?
T&B 1-3a : Sehr stark frequentierte Strasse evtl. mit Malus belasten?	
W 5a: Autobahnlärm floss nicht in die Festlegung der Immissionsgrenzwerte ein. Dieser unterscheidet sich aber sowohl aufgrund des praktisch unterbruchsfreien Pegel-Zeit-Verlaufs wie auch der ausgeprägten Tonhaltigkeit (Dauertöne oder zeitl. veränderliche Geräusche) von Gemeindestrassenlärm.	
T&B 4-6a / W5 (mittel): Genereller Bonus Schiene noch angemessen angesichts grosser Zunahme der Zugsfrequenzen (Anzahl Züge pro Stunde)?	
W1 c): Wie wird die Belästigungswirkung einer überproporti-	

Grosser Handlungsbedarf**Mittlerer Handlungsbedarf**

onalen Zunahme der Flugbewegungen bei gleichzeitig überproportionaler Abnahme der Quellenleistung beurteilt?

W5: Fahrzeugzusammensetzung und -technik hat sich seit Festlegung der Immissionsgrenzwerte (1970er-Jahre) massgeblich verändert.

e) Hinweise zur Methodik

Die Ausschreibung des Workpackages muss mit klaren, methodischen Vorgaben erfolgen, um:

- die Vergleichbarkeit der Angebote zu gewährleisten,
- und die Repräsentativität der Ergebnisse zu garantieren.

Für den **Teil Akustik** könnten wir uns folgende methodischen Vorgaben vorstellen:

- Die Lärmbelastungen werden anhand von Verkehrsdaten berechnet. Für jede Lärmart sind pro Stunde der Mittelungspegel sowie die Maximalpegelhäufigkeitsverteilungen zur Verfügung zu stellen, sofern am Immissionspunkt ausreichende Verkehrsdaten für eine entsprechende Berechnung zur Verfügung stehen.
- Die Berechnungen sind mit stichprobenweisen Messungen zu validieren, soweit dies nötig, möglich und vom Aufwand her gerechtfertigt ist.
- Es ist zu empfehlen, dass diejenigen Berechnungsmodelle angewendet werden, die auch später im Vollzug zur Anwendung kommen.
- Bei Strassen- und Eisenbahnlärmberechnungen müssen die Wetterbedingungen berücksichtigt werden zur Vermeidung systematischer Fehler bei tiefen Belastungen und Inversionslagen. Ebenso sind Topographie sowie Reflexionen an Gebäuden, Felsen und Wald zu modellieren. Bestehende Lärmschutzwände, sowie der Fahrbahnzustand müssen nach Möglichkeit berücksichtigt werden.
- Fluglärmberechnungen müssen sämtliche realen Flugwege berücksichtigen.

Für den Teil **Lärmwirkung** empfehlen wir, die Aufgabenstellung in eine Vorstudie und eine Hauptstudie zu gliedern:

- **Vorstudie:** Im Rahmen der Vorstudie sind Fragen zur Methodik, zur Berechnungsgenauigkeit bei der Ermittlung der Lärmbelastung sowie zur Erfassung der Lärmbelästigung zu klären. Konkret geht es um folgende Punkte:
 - Es ist festzulegen, welche akustische Berechnungsunsicherheit bei der Lärmmessung bzw. -modellierung maximal akzeptiert werden kann. Die erforderliche Genauigkeit an die Lärmmessung bzw. -modellierung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Kosten zur Ermittlung (Berechnung) der Lärmbelastung am Ort der in der Hauptstudie zu befragenden Personen. Die Berechnungsgenauigkeit ist abzustimmen auf die erzielba-

re Genauigkeit bei der Erhebung der Lärmbelastung (beispielsweise hat es keinen Sinn bei der Ermittlung der Lärmbelastung eine sehr hohe Genauigkeit zu verlangen, wenn andererseits bei der Erfassung der Lärmbelastung vergleichsweise grössere Unsicherheiten erwartet werden).

- Für die Durchführung der Hauptstudie sind das Verfahren der Stichprobenziehung und der Umfang der Stichprobe festzulegen. Dabei ist Repräsentativität durch eine entsprechende statistische Gewichtung hinsichtlich Altersklasse, Geschlecht, Grossregion und Ortstypologie sicherzustellen. Evtl. ist eine Poweranalyse durchzuführen. Ferner ist begründet zu entscheiden, innerhalb welcher Belastungsbandbreite die Hauptstudie durchgeführt werden soll. Die Belastungskategorien sind als 2.5 dB(A)-Schritte innerhalb dieser Bandbreite festzulegen.
- Es ist zu klären, welcher Typ von Belästigungsskala sich für die Erhebung der Belästigung am besten eignet. Konkret soll für die vorangehend festgelegte Belastungsbandbreite mittels Befragungen geprüft werden, mit welcher Skala sich die beste Varianzaufklärung zwischen berechneter Lärmbelastung und erfragter Belästigung ergibt. Zudem ist zu prüfen, ob die Reihenfolge der (mündlichen oder schriftlichen) Darbietung der untersuchten Skalen einen Einfluss auf die Antwort der Befragten hat. Für diese Evaluation ist eine Stichprobe von ca. 400 Personen vorzusehen.
- Falls die Vorstudie mittels persönlicher Interviews durchgeführt werden soll, kann parallel dazu mittels Geräuscharbietung mit Kopfhörern und der sog. Master scaling Technik ein Skalenvergleich durchgeführt werden.
- Im Rahmen der Befragung ist ferner zu klären, ob der als relevant zu betrachtende Ort der Lärmeinwirkung explizit spezifiziert werden soll oder offen gelassen wird.

Eine detailliertere Kostenschätzung der Hauptstudie ist erst möglich, wenn die Ergebnisse aus der Vorstudie vorliegen.

- **Hauptstudie:** Das Ziel der Hauptstudie ist die Ermittlung und Formalisierung der für die Verkehrslärmarten Strasse, Schiene und Fluglärm herrschenden Belastungs-Wirkungsbeziehungen. Diese sind unmittelbar relevant für die Lärmbeurteilung und die Festlegung der Immissionsgrenzwerte. Die empirischen Erhebungen sind so durchzuführen, dass eine problemrepräsentative Abbildung der von Verkehrslärm betroffenen Schweizer Bevölkerung soweit wie möglich gewährleistet ist. Grundsätzlich ist das zur Anwendung kommende Verfahren bei der Stichprobenziehung auf die Ergebnisse der Vorstudie abzustützen. Pro Pegelklasse sollen jeweils gleich viele Personen befragt werden, um über alle Pegelklassen hinweg tendenziell gleich grosse Vertrauensintervalle des entsprechenden Effekt-Schätzers zu erhalten.

Die Belastungs-Wirkungsbeziehungen für die drei Verkehrslärmarten (Strasse, Schiene, Luft) sind sowohl als Einzellärmquelle als auch in Kombination zweier Lärmquellen (Strasse und Schiene, Strasse und Luftverkehr, Schiene und Luftverkehr) zu ermitteln.

f) **Kosten**

Für die Durchführung der **Vorstudie** muss mit einem Aufwand von ca. 400'000 – 650'000 CHF gerechnet werden. Die Kosten hängen vor allem von der Anzahl befragter Personen

(Annahme: 400), der Kosten pro Befragung (75 – 100 CHF inkl. An- und Abreise sowie Reisekosten), der Anzahl Immissionspunkte (200 – 300 Punkte) und der Lärmberechnungskosten pro Immissionspunkt (1'000 bis 1'200 CHF) ab.

Posten	Aufwand in CHF
Einarbeitung, Literaturstudium, Expertenbefragungen	20'000 – 30'000 CHF
Berechnungsgenauigkeit für Lärmermittlung	15'000 – 25'000 CHF
Stichprobenverfahren / Strichprobenumfang	20'000 – 30'000 CHF
Poweranalyse	5'000 – 15'000 CHF
Entwickeln und Testen der benötigten Materialien, Vorbereitung der Befragungen (Adressaufbereitung, Stichprobenziehung, Terminvereinbarung usw.)	50'000 – 70'000 CHF
Interviews	30'000 – 40'000 CHF
Master Scaling	10'000 – 15'000 CHF
Berechnung der Lärmimmission an den ausgewählten Immissionspunkten	200'000 – 360'000 CHF
Auswertung	35'000 – 45'000 CHF
Berichterstattung	15'000 – 20'000 CHF
Total Vorstudie	400'000 – 650'000 CHF

Massgebend für die Kosten der **Hauptstudie** sind die Anforderungen an den Umfang der Stichprobe und die Ermittlung der Lärmbelastungen am Ort der Befragten. Diese Kosten können erst zuverlässig geschätzt werden, wenn die Arbeiten im Rahmen der Vorstudie abgeschlossen bzw. die ausgeschriebenen Forschungsaufträge und der geforderte Bearbeitungstiefe der Studien im Detail bekannt sind. Nach Meinung verschiedener Experten ist je nach Anforderung an die Genauigkeit der Lärmberechnung ist für die Hauptstudie mit einer Grössenordnung 2 bis 5 Mio. CHF zu rechnen.

g) Finanzierung

- Hauptfinanzierung: EKL B / BAFU
- Mögliche Mitinteressenten: Bundesamt für Gesundheit, Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Strassen, Bundesamt für Verkehr, Bundesamt für Zivilluftfahrt
- Co-Finanzierung: evtl. über eine Eingabe als Nationalfonds-Projekt

3.6 WP5: Aufwachreaktionen bei verschiedenen Verkehrslärmarten

a) Ausgangslage

Bei der gesundheitlichen Bewertung von nächtlichem Lärm bzw. dessen Wirkung auf den Schlaf wird den Aufwachreaktionen sowie der Verweildauer in den einzelnen Schlafstadien eine wichtige Rolle zugewiesen. Die Wahl von Aufwachreaktionen als grundlegendes Wirkungskriterium für die Nachtzeit kann damit begründet werden, dass Aufwachreaktionen die stärkste Ausprägung einer organischen Aktivierung im Schlaf darstellen und vergleichsweise spezifisch sind, d.h. im Vergleich zu anderen Indikatoren nur selten spontan auftreten. Mittlerweile sind Aufwachreaktionen als Kriterium für den Nachtlärmschutz, insbesondere beim Fluglärm, breit akzeptiert. Die Expertengruppe ist sich einig geworden, dass eine Grenzwertfestsetzung für den Nachtzeitraum ohne Berücksichtigung dieses Wirkungsindikators heute nicht mehr angemessen wäre. Es ist daher eine Untersuchung durchzuführen, in welcher die Auftretenshäufigkeit von Aufwachreaktionen in Abhängigkeit von akustischen Charakteristika (z.B. Maximalpegel) verschiedener Verkehrsgerausche (z.B. einer Zugvorbeifahrt) untersucht wird.

b) Zielsetzung

Ziel dieses Workpackages ist es, für die verschiedenen Verkehrslärmquellen, jedoch in erster Linie für Bahnlärm, aktualisierte Dosis-Wirkungsfunktionen für Aufwachwahrscheinlichkeit, ermittelt mit anerkannten schlafphysiologischen Methoden, zu erstellen. Damit soll eine wichtige Grundlage für eine Prüfung von allfälligen Nachtgrenzwerten geschaffen werden.

c) Fragestellungen im Einzelnen

- Welche Rolle spielen lärminduzierte Aufwachreaktionen für die Prognose von sekundären und tertiären Schlafstörungen bzw. langfristigen gesundheitlichen Wirkungen?
- Wie viele lärminduzierte Aufwachreaktionen pro Nacht können aus wissenschaftlicher Sicht noch als "unbedenklich" gelten? Eignet sich die Aufwachwahrscheinlichkeit als Grenzwertkriterium?
- Welche Beschreibungsgrößen einzelner Lärmereignisse (z.B. Flankensteilheit, Maximalpegel, Emergenz etc.) eignen sich besonders gut als Prädiktor für Aufwachreaktionen?
- Wie ist der Belastungs-Wirkungszusammenhang (logistische Funktion) zwischen Maximalpegel und Aufwachwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit unterschiedlicher Schlafdauern?

d) Abgedeckte Leitfragen

Grosser Handlungsbedarf	Mittlerer Handlungsbedarf
	<p>W 5c: Sollte für Nachtrandstunden ein Beurteilungsmass basierend auf Einzelereignissen gewählt werden, da sich dieses besser zur Beurteilung physiologischer Reaktionen im Schlaf eignet?</p> <p>W 5: Ist der Schienenbonus in der Nacht weiterhin berechtigt, wenn berücksichtigt wird, dass Züge in ihrem Lärmpegel eine ausgeprägte Anstiegsdynamik aufweisen, was für Aufwachreaktionen besonders kritisch ist?</p>

e) Hinweise zur Methodik

Die Ausschreibung des Workpackages muss mit klaren, methodischen Vorgaben erfolgen, um:

- die Vergleichbarkeit der Angebote zu gewährleisten
- die Repräsentativität der Ergebnisse zu garantieren

Zu den methodischen Vorgaben könnten gehören:

- Es muss eine **Feldstudie** durchgeführt werden, d.h. Lärmereignisse müssen bei freiwilligen Versuchspersonen vor Ort messtechnisch erfasst bzw. aufgezeichnet werden.
- Aufwachreaktionen (Wechsel ins Schlafstadium W) sind mittels ambulanter polysomnographischer Messungen (Mindestanforderung: EEG, EOG, EMG) zu quantifizieren.
- Es sind sog. ereigniskorrelierte Analysen der Aufwachwahrscheinlichkeit durchzuführen.

f) Kosten

Gemäss Meinung einiger Experten ist für eine solche Studie bei geschätzten 50-100 Versuchspersonen und ca. 1'000 Versuchsnächten ein Kostenrahmen von ca. 600'000 bis 700'000 CHF anzusetzen. Ohne detaillierte Ausschreibung können die Kosten allerdings nicht sinnvoll geschätzt werden.

g) Finanzierung

- Hauptfinanzierung: EKL / BAFU

- Mögliche Mitinteressenten: Bundesamt für Gesundheit, Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Strassen, Bundesamt für Verkehr, Bundesamt für Zivilluftfahrt
- Co-Finanzierung: evtl. über eine Eingabe als Nationalfonds-Projekt

3.7 WP6: Synthese

a) Ausgangslage

Aus der Bearbeitung der Workpackages 2 bis 5 wird sich eine Vielzahl neuer Erkenntnisse zu den lärminduzierten Wirkungen ergeben. Es wird sich daher eine Würdigung der Ergebnisse im Hinblick auf die zukünftige Lärmbekämpfung in der Schweiz aufdrängen.

b) Zielsetzung

Die Ergebnisse aus den Workpackages 2 bis 5 sollen in einem wissenschaftlichen Synthesericht zusammengefasst werden. Dazu sind die einzelnen Ergebnisse systematisch aufzubereiten und bezüglich ihrer Bedeutung für die bisherige und zukünftige Lärmbekämpfung zu beurteilen.

c) Fragestellungen im Einzelnen

- Was sind die zentralen Erkenntnisse aus den einzelnen Workpackages?
- Wie sind diese Erkenntnisse in Bezug auf die heutige Praxis der Lärmbekämpfung zu beurteilen? Wo zeigen sich Übereinstimmungen, in welchen Punkten ergeben sich allenfalls Brüche mit der Praxis?
- Welche Konsequenzen sind aus wissenschaftlicher Sicht aus den Ergebnissen zu ziehen?

d) Hinweise zur Methodik

- Die bisherige Lärmbekämpfung in der Schweiz ist soweit aufzubereiten, wie sie für die Einordnung der neuen Erkenntnisse aus den einzelnen Workpackages von Bedeutung ist.
- Die Aufbereitung der Ergebnisse hat in Zusammenarbeit mit den bearbeitenden Teams der einzelnen Workpackages zu erfolgen.
- Die Synthese ist mit der EKLB in einem Workshop zu diskutieren und zu bereinigen.

e) Kosten

Für die Ausarbeitung der Synthese ist mit Kosten von 30'000 bis 50'000 CHF zu rechnen.

f) Finanzierung

- Hauptfinanzierung: EKLB / BAFU
- Mögliche Mitinteressenten: Bundesamt für Gesundheit, Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Strassen, Bundesamt für Verkehr, Bundesamt für Zivilluffahrt

3.8 Nicht abgedeckte Leitfragen

Nachfolgend sind jene Leitfragen aus Kapitel 2.2b zusammengestellt, die durch die bisher vorgeschlagenen Workpackages noch nicht abgedeckt werden.

Grosser Handlungsbedarf	Mittlerer Handlungsbedarf	Kleiner oder kein Handlungsbedarf
	<p>W5: Sind Zugslängen störungsrelevant?</p> <p>A3: Heutige Messtechniken bieten ein bisher unausgeschöpftes Potenzial für neue Ansätze von Lärmbeschreibungsgrössen.</p>	<p>A2: Ist Messung im offenen Fenster weiterhin geeignet? (kein Handlungsbedarf)</p>

Zusammenfassend zeigt sich, dass mit den vorgeschlagenen sechs Workpackages alle Leitfragen mit grossem Handlungsbedarf bei der Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte abgedeckt werden. Beim mittleren Handlungsbedarf verbleiben zwei Bereiche:

- Die spezifische Frage zum Einfluss der Zugslänge auf die wahrgenommenen Lärmbelästigung wird nicht explizit untersucht. Indirekt wird sie aber über Workpackage 4 abgedeckt, da dort der Zusammenhang zwischen Bahnlärm und Lärmwirkung untersucht wird und mindestens in der Tendenz der Effekt von generell längeren Zügen und deren Wirkung auf die Belästigung in die Antworten der Befragten einfließen sollte. Aufgrund dieser Situation kann u.E. darauf verzichtet werden, die Störungsrelevanz von Zugslängen in einem separaten Forschungsprojekt zu untersuchen.
- Der Umstand, dass die heutigen Messtechniken ein grosses Potenzial für neue Lärmbeschreibungsgrossen bieten, ist im Zusammenhang mit Workpackage 4 von Bedeutung. Dort ist unter anderem zu klären, welche Beschreibungsgrossen der Lärmbelastung für die verschiedenen Lärmwirkungen relevant sind. Bei der Beantwortung dieser Fragen ist es unumgänglich, das Potenzial heutiger Messtechniken zu berücksichtigen. In diesem Sinne kann die Frage als abgedeckt betrachtet werden und es besteht kein Bedarf zu einer separaten Bearbeitung.

Bezüglich der Frage, ob die Messung im offenen Fester weiterhin geeignet ist, besteht wie bereits festgestellt kein Handlungs- und dementsprechend auch kein Forschungsbedarf. Zudem sollte diese Frage im Rahmen der Vorstudie zu WP4 behandelt werden.

4 Kommunikation

Der Erfolg des gesamten Forschungsprojektes hängt von wenigen zentralen Faktoren ab. Nebst der ausreichenden personellen und finanziellen Ausstattung, dem ausgewiesenen Fachwissen und der breiten Erfahrung der Bearbeitungsteams in den einzelnen Workpackages, zählt dazu auch die rechtzeitige und richtige Kommunikation.

Im Rahmen dieses Forschungskonzeptes ist es nicht möglich, ein detailliertes Kommunikationskonzept zu entwickeln. Wir beschränken uns daher nachstehend auf einige wenige, aber wichtige Aspekte.

a) Sicherstellung des Informationsflusses zu den wichtigen bundesinternen Entscheidungsträgern

Der Bedarf an personellen und finanziellen Mitteln für die Umsetzung des vorliegenden Forschungskonzeptes ist gross bis sehr gross. Die Konsequenzen für die Ausgestaltung der zukünftigen Lärmbekämpfung könnten bedeutsam sein. Sollten die aktualisierten Grundlagen für die Festlegung der Immissionsgrenzwerte eine Anpassung und evtl. sogar teilweise Neujustierung der Immissionsgrenzwerte anzeigen, so hätte dies möglicherweise auch weitgehende Auswirkungen auf Raumplanung und Wirtschaft. Angesichts dieser Ausgangslage ist es absolut zentral, dass das Projekt bei den wichtigen Entscheidungsinstanzen (BAFU-Direktion, UVEK, Bundesrat) bekannt und gut verankert ist. Idealerweise sollte für den Start des Projektes eine explizite „Auftragserteilung“ auf der Stufe UVEK eingeholt werden.

Zudem ist darauf zu achten, dass die drei Ebenen (BAFU-Direktion, UVEK, Bundesrat) periodisch über den Stand des Projektes und allenfalls wichtige Zwischenergebnisse informiert werden.

b) Einbezug der Bundesämter

Von den Ergebnissen des Forschungsprojektes werden verschiedene Bundesämter (ASTRA, BAV, BAZL, ARE usw.) tangiert sein. Zudem wird es bei der Bearbeitung der Fragestellungen hilfreich bzw. notwendig sein, auf Wissen und Daten verschiedener Bundesämter zurückgreifen zu können. Wir empfehlen daher, die für das Projekt relevanten Bundesämter frühzeitig einzubeziehen und den Informationsfluss über die vorgeschlagenen Begleitgruppe (vgl. Abbildung 2, S. 34) sicherzustellen.

Wir könnten uns zum Beispiel vorstellen, die Bundesämter bereits in der Phase der Vorabklärungen (Phase I gemäss Masterplan, vgl. dazu Abbildung 3, S. 35) zu einem offiziellen Informationsanlass einzuladen, an welchem die Zielsetzung und das Vorgehen aufgezeigt werden. Hierbei könnten die Möglichkeiten, das Interesse und die Voraussetzung für eine Mitfinanzierung am Forschungsprojekt geklärt werden. Ebenso könnten Anregungen zum Forschungskonzept selbst, zur Ausgestaltung der Projektabwicklung sowie zur Kommunikation gewonnen werden.

c) Informationsarbeit und -zuständigkeit

Angesichts der Bedeutung des Forschungsprogramms und der langen Projektdauer empfehlen wir, den Informationsfluss über das Projekt und die Projektergebnisse klar zu regeln. Beispielsweise ist davon auszugehen, dass das BAFU und die EKLB (sowie allenfalls auch andere Bundesämter) früher oder später mit Anfragen von Medien, Mitgliedern des Parlaments oder anderen interessierten Personen und Institutionen zur Zielsetzung des Projektes, zu ersten Zwischenergebnissen und ihren allfälligen politischen Implikationen konfrontiert werden. Die Projektleitung hat mittels entsprechender Vorgaben dafür zu sorgen, dass für alle involvierten Stellen klar ist, wer für die Beantwortung von Anfragen jeglicher Art zuständig ist und welche generelle Sprachregelung gelten soll.

Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Art des Informationsbedürfnisses und den verschiedenen Anspruchsgruppen. Nachstehend sind hierzu erste Grundsätze skizziert, die im Rahmen eines detaillierten Kommunikationskonzeptes zu vertiefen sind.

	Bundesrat	UVEK	BAFU-Direktion	Übrige Bundesämter	Kantone	Öffentlichkeit
Ziel und Zweck des Projektes	Proaktiv in der Phase der Vorabklärungen (Phase I)				Proaktiv nach Abschluss Phase I bzw. vor Ausschreibung der Forschungsarbeiten	
Stand des Projektes, Schwierigkeiten, Probleme	Jährlich (genereller Stand)	Halbjährlich (generell)	Halbjährlich (umfassend)	Jährlich (generell)	Jährlich (genereller Stand)	Auf Anfrage
Inhaltliche Zwischen- oder Endergebnisse aus den einzelnen WPs	Nach Projektabschluss im Rahmen des Syntheseberichts und zusammen mit	Jährlich und am Schluss mit Synthesebericht	Periodisch bei wichtigen Teilergebnissen und am Schluss mit Synthesebericht	Nach Entscheid Bundesrat zum weiteren Vorgehen mit Synthesebericht	Spezifisch aufbereitete Dokumentation bzw. Medienunterlagen nach Entscheid Bundesrat zum weiteren Vorgehen	
Implikationen bezüglich Festlegung der Immissionsgrenzwerte	Anträgen zum weiteren Vorgehen	Bei Aufbereitung der Anträge an den Bundesrat zum weiteren Vorgehen	Bei Aufbereitung der Anträge an den Bundesrat zum weiteren Vorgehen			

Die Aufbereitung der Informationen hat durch die Projektleitung zuhanden des Lenkungsausschusses (vgl. nachfolgendes Kapitel) zu erfolgen. Der Lenkungsausschuss entscheidet über den konkreten Inhalt und Zeitpunkt der jeweiligen Information. Bei Informationen, die sich an die Kantone oder die Öffentlichkeit richten, ist die Abteilung Kommunikation des BAFU für die Abstimmung von Inhalt, Zeitpunkt und evtl. vorgängiger Kontaktaufnahme mit dem Generalsekretariat UVEK beizuziehen.

d) Regelungen zur Publikation der Forschungsergebnisse

Bis zur Ausschreibung der Workpackages ist festzulegen, zu welchem Zeitpunkt und wie die Publikation der Forschungsergebnisse erfolgen soll. Nebst allfälligen Vorgaben zum Format der jeweiligen Forschungsberichte muss z.B. explizit festgehalten werden, ob - und wenn ja - wann und unter welchen Voraussetzungen Teilergebnisse aus den Forschungsarbeiten für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden dürfen.

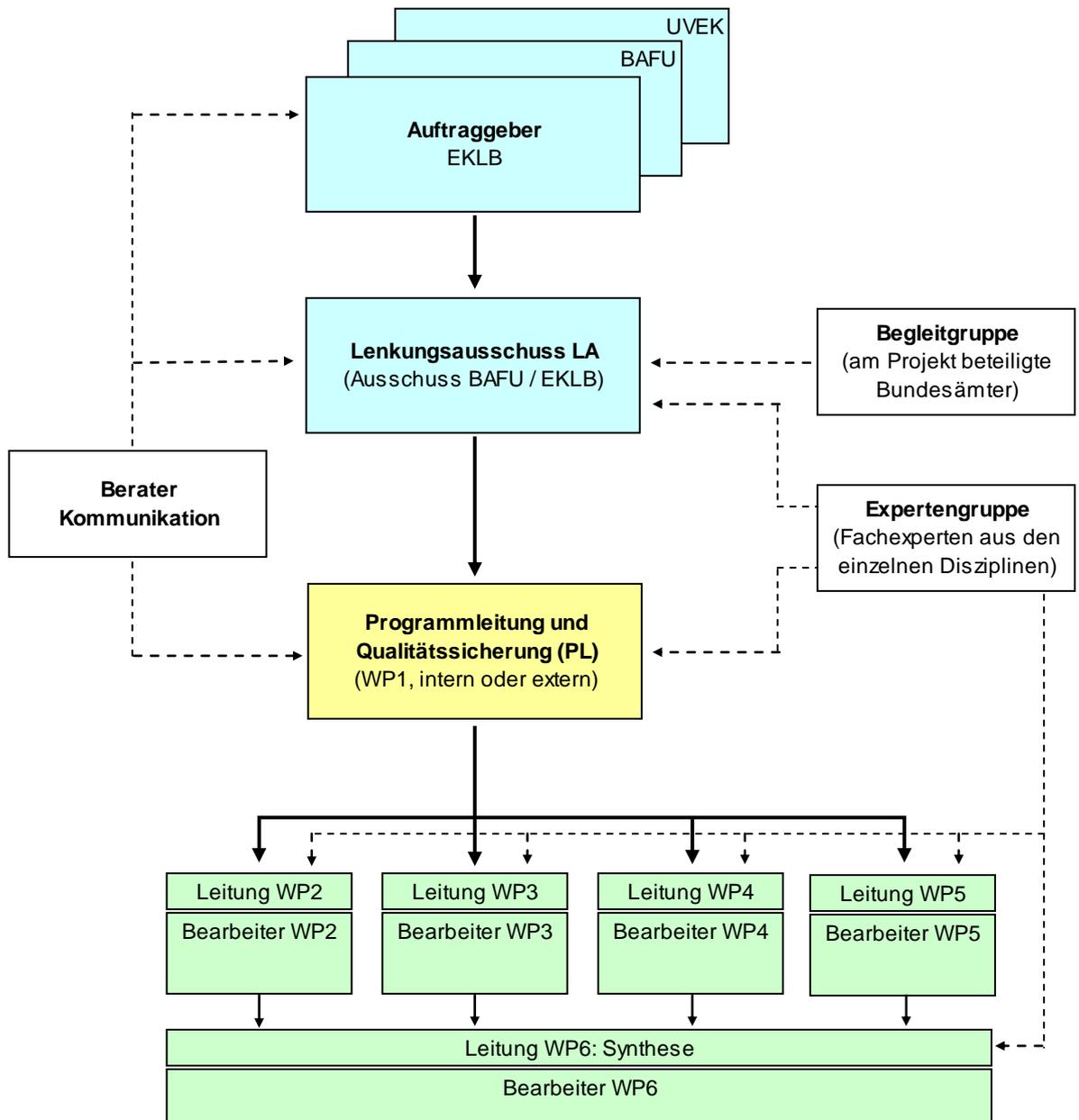
Angesichts der möglichen Brisanz der Forschungsthematik empfehlen wir, eine Publikation oder Veröffentlichungen von Zwischen- oder Endergebnissen durch die beauftragten Forschungsteams nur dann zuzulassen, wenn sie vorgängig vom Lenkungsausschuss des Gesamtprojektes und von der Abteilung Kommunikation des BAFU explizit genehmigt wurden. Dieser Grundsatz hat dabei für alle Art von Beiträgen (wissenschaftliche Papers in Fachjournals oder Tagungen, Referate, Interviews usw.) und für alle Medien (Print, Fernsehen/Radio, Internet usw.) zu gelten.

5 Projektorganisation

Für die Durchführung des Gesamtprojektes mit den sechs Workpackages wird eine Projektorganisation gemäss Abbildung 2 vorgeschlagen:

- **Auftraggeber** des Projektes ist die EKLB zusammen mit dem BAFU.
- Vertreten werden die beiden Institutionen durch einen **Lenkungsausschuss**, der sich aus Mitgliedern von EKLB und BAFU zusammensetzt. Der Lenkungsausschuss ist zuständig für die Steuerung des Projektes und trifft die erforderlichen (Zwischen-)Entscheide auf Antrag der Programmleitung.
- In der **Begleitgruppe** sind die am Forschungsprojekt interessierten Bundesämter vertreten. Die Vertretungen stellen den Informationsfluss zu und von den Bundesämtern sicher, dienen als Ansprechpartner des Lenkungsausschusses und der Programmleitung im Zusammenhang mit Datenbedürfnissen (Verkehrsdaten, Bevölkerungsdaten, geografische Angaben usw.) und bringen ihre Interessen im Zusammenhang mit einer allfälligen finanziellen Beteiligung an den Workpackages ein. Die Begleitgruppe wird periodisch zu den Sitzungen des Lenkungsausschusses eingeladen. Bei Bedarf kann sie auch an erweiterten Sitzungen mit der Programmleitung teilnehmen.
- Die **Programmleitung** ist zuständig für die operative Umsetzung des Projektes und die Sicherstellung der Qualitätskontrolle. Sie rapportiert gegenüber dem Lenkungsausschuss über den Projektstand, allfällige Schwierigkeiten und Verzögerungen. Zudem bereitet sie strategische Entscheide des Lenkungsausschusses vor und stellt ihm Anträge.
- Für die **Kommunikation** sind entsprechende Berater herbeizuziehen. Es kann sich dabei um Fachleute der Abteilung Kommunikation des BAFU handeln oder um externe Kommunikationsexperten.
- Für inhaltliche Fragen und insbesondere für die Qualitätssicherung wird eine **Experten-
gruppe** eingerichtet. Die Expertengruppe wird vom BAFU bestellt und setzt sich aus Fachpersonen aus den Bereichen Betrieb&Technik, Akustik, Lärmwirkung sowie Epidemiologie zusammen. Die Expertengruppe nimmt auf Einladung an den Sitzungen zwischen Lenkungsausschuss und Programmleitung teil. Sie wird bei Bedarf auch zu den Besprechungen mit den Bearbeitern der einzelnen Workpackages eingeladen. Zu den Aufgaben der Expertengruppe zählen insbesondere folgende Punkte:
 - Fachliche Unterstützung des Lenkungsausschusses und der Programmleitung bei der Vorbereitung, Ausschreibung und Durchführung der Workpackages
 - Empfehlungen / Stellungnahmen zu den Pflichtenheftern der einzelnen Workpackages
 - Beurteilung der vorgeschlagenen Studiendesigns bei der Auswahl der Forschungsteams zur Bearbeitung der einzelnen Workpackages
 - Einbringen der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse aus den einzelnen Fachdisziplinen in die Bearbeitung der Workpackages
 - Review der Studienarbeiten in den einzelnen Workpackages, Qualitätssicherung der Ergebnisse

Abbildung 2: Projektorganisation (Entwurf)



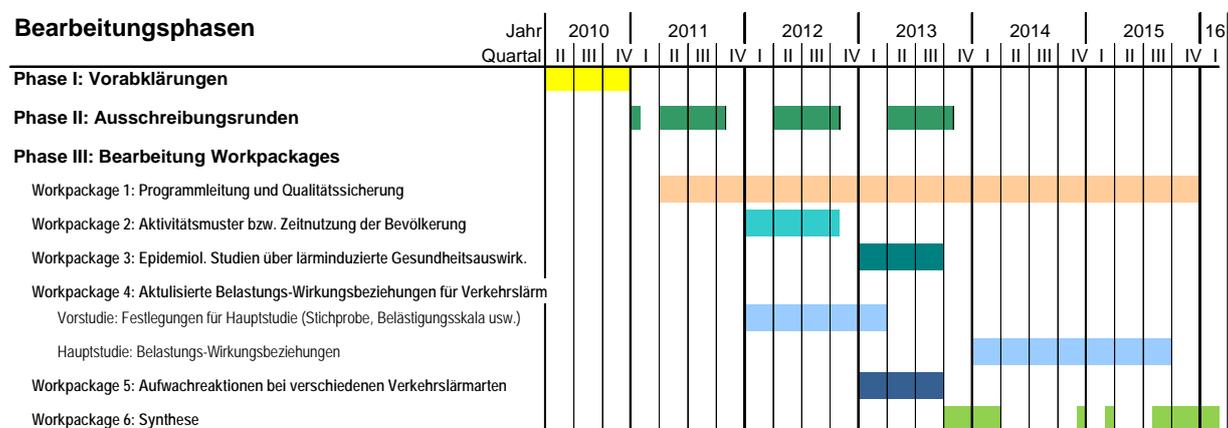
6 Arbeitsprogramm mit Milestones und Terminen

Die Zusammenstellung in Abbildung 3 gibt einen Überblick über den zeitlichen Ablauf der vorgeschlagenen Arbeiten zur Aktualisierung von Grundlagen für die Beurteilung des Verkehrslärms. Für einen detaillierten Überblick verweisen wir auf die Abbildungen im Anhang A.

Wir schlagen vor, dass Projekt in drei Phasen zu gliedern:

- Die **Phase I** dient der Vorbereitung des gesamten Projektes. Insbesondere ist das vorliegende Forschungskonzept zu bereinigen und wo notwendig zu ergänzen. Ebenso ist die Projektorganisation festzulegen und die Finanzierung zu klären.
- In der **Phase II** werden die Pflichtenhefter für die einzelnen Workpackages erarbeitet und die entsprechenden Ausschreibungen zur Auswahl der Bearbeitungsteams durchgeführt. Wir schlagen vor, die Ausschreibung der Workpackages gestaffelt in vier Runden vorzunehmen. Als erstes wird die Programmleitung ausgeschrieben, anschliessend folgen die Ausschreibungen für die Vorstudie von WP4 sowie WP2 und danach jene für WP3 und WP5. Die Hauptstudie „Belastungs-Wirkungsbeziehungen für Verkehrslärm“ in WP 4 kann erst nach Vorliegen der Ergebnisse aus der Vorstudie definitiv festgelegt werden. Daher erfolgt deren Ausschreibung erst im 3. Quartal 2013 zusammen mit WP 6 (Synthese).
- Die **Phase III** ist das Kernstück des vorliegenden Forschungskonzepts. Sie dauert von Anfang 2012 bis Frühling 2016. In dieser Phase erfolgt wie aufgezeigt die Bearbeitung sämtlicher Workpackages. Zurzeit ist vorgesehen, das Workpackage 2 gleichzeitig mit der Vorstudie zu WP 4 zu starten. Aus Budgetgründen ist es auch denkbar, eine Staffelung vorzunehmen und WP 2 später zu starten. Wichtig ist, dass die Vorstudie möglichst rasch in Angriff genommen wird, weil wie erwähnt der Inhalt der Hauptstudie bzw. die Anforderungen an den Stichprobenumfang sowie die Lärmberechnung erst nach Vorliegen der Ergebnisse aus der Vorstudie festgelegt werden können.

Abbildung 3: Masterplan im Überblick



7 Zusammenfassung

a) Bedarf zur Aktualisierung von Grundlagen der Lärmbekämpfung ist gegeben

Zahlreiche wissenschaftliche Grundlagen zur Beurteilung des Verkehrslärms bedürfen einer Aktualisierung. Das vorliegende Konzept zeigt auf, wie dieser umfangreiche Forschungsbedarf angegangen werden kann, damit die erforderlichen Erkenntnisse innert einer Frist von rund fünf Jahren vorliegen. Mit den aktualisierten Grundlagen sollen die EKLB, das BAFU und weitere Instanzen beurteilen können, ob eine Überprüfung der Immissionsgrenzwerte angezeigt ist oder nicht.

b) Vorgehen in 3 Phasen

Ausgehend von dieser Zielsetzung wird ein Vorgehen in drei Phasen vorgeschlagen:

- Die Phase I dient der Vorbereitung der gesamten Forschungsarbeiten. Es gilt insbesondere die Projektorganisation festzulegen und die Finanzierung sicherzustellen.
- In Phase II erfolgen die Ausschreibung der Arbeiten und die Evaluation der Forschungsteams.
- Phase III ist das Kernstück des gesamten Projekts. In dieser Phase werden alle Fragen mit mittlerem und grossem Handlungsbedarf in insgesamt sechs Workpackages bearbeitet.

c) Schwerpunkt: Die sechs Workpackages in Phase III

Schwerpunkt der vorgeschlagenen Arbeiten sind die sechs Workpackages in Phase III (vgl. Abbildung 4). In den Workpackages 2 bis 5 werden die notwendigen Forschungsarbeiten zur Aufarbeitung der erforderlichen Grundlagen geleistet. Das Workpackage 1 dient der Steuerung, Koordination und Qualitätssicherung der gesamten Arbeiten. In Workpackage 6 erfolgt die Synthese der Arbeiten.

Abbildung 4: Die sechs Workpackages im Überblick

Bezeichnung	Inhalt in Stichwörtern	Kosten (Grobschätzung)
WP1: Projektleitung	Leitung und Steuerung der WP, Qualitätssicherung, Expertengruppe	ca. 250'000 – 350'000 CHF
WP2: Aktivitätsmuster bzw. Zeitnutzung der Bevölkerung	Klärung des Tagesablaufs der Schweizer Bevölkerung bezüglich Arbeits-, Erholungs- und Schlafphasen, durchschnittlicher Aufsteh- und Einschlafzeitpunkt	ca. 30'000 – 60'000 CHF
WP3: Epidemiologische Studien über lärminduzierte Gesundheitsauswirkungen	Meta-Analyse zu nationalen und internationalen Studien über den Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Häufigkeit einzelner Krankheitsbilder	ca. 130'000 – 170'000 CHF
WP4: Aktualisierte Belastungs-Wirkungsbeziehungen für Verkehrslärm		
Vorstudie	Festlegung der zu verwendenden Lärmbeschreibungsgrösse und der geeigneten Skala zur Erfragung der Lärmbelastung in der Hauptstudie; Klärung des Verfahrens der Stichprobenziehung und des Umfangs der Stichprobe zur Erhebung der Belästigung in der Hauptstudie; Festlegung der maximal zulässigen akustischen Berechnungsunsicherheit und des Orts der erfragten Belästigung	ca.400'000 – 650'000 CHF
Hauptstudie	Erhebung der herrschenden Belastungs-Wirkungsbeziehungen für verschiedene Verkehrslärmarten in der Schweizer Bevölkerung	2'000'000 – 5'000'000 CHF (genauere Kostenschätzung erst nach Vorstudie möglich)
WP5: Aufwachreaktionen bei verschiedenen Verkehrslärmarten	Erhebung von Dosis-Wirkungsbeziehungen für Aufwachwahrscheinlichkeit bei verschiedenen Verkehrslärmquellen	ca. 600'000 – 700'000 CHF
WP6 Synthese	Zusammenfassung der Ergebnisse, Implikationen für Überprüfung der Immissionsgrenzwerte	ca. 30'000 – 50'000 CHF

d) Finanzierung

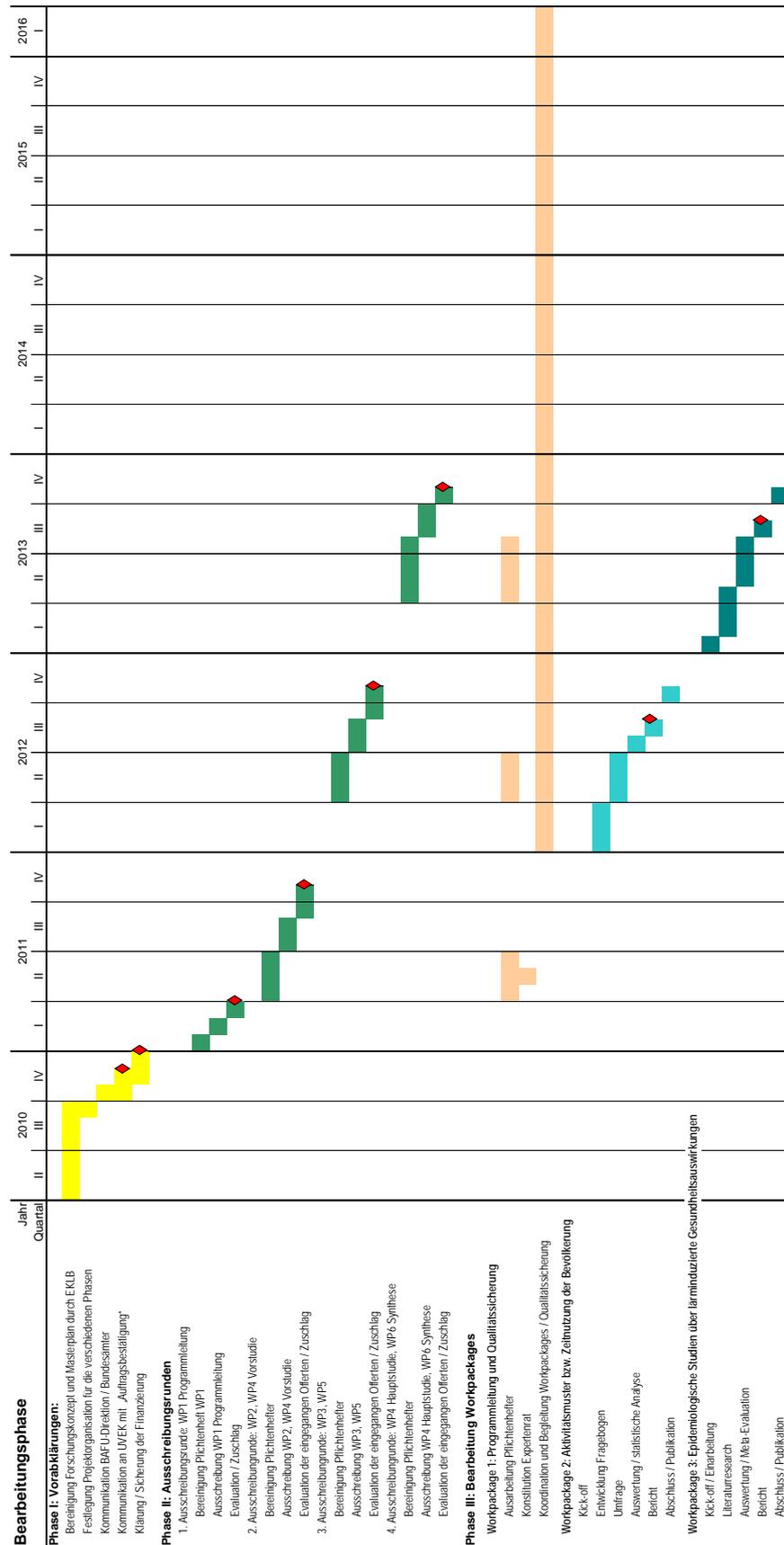
Als grober Kostenrahmen muss für die Durchführung der Workpackages 1 - 3 sowie der Vorstudie in WP5 mit einem Kostenrahmen von rund 0.8 bis 1.2 Mio. CHF gerechnet werden. Die Kosten für die Hauptstudie „Aktualisierte Belastungs-Wirkungsbeziehungen für verschie-

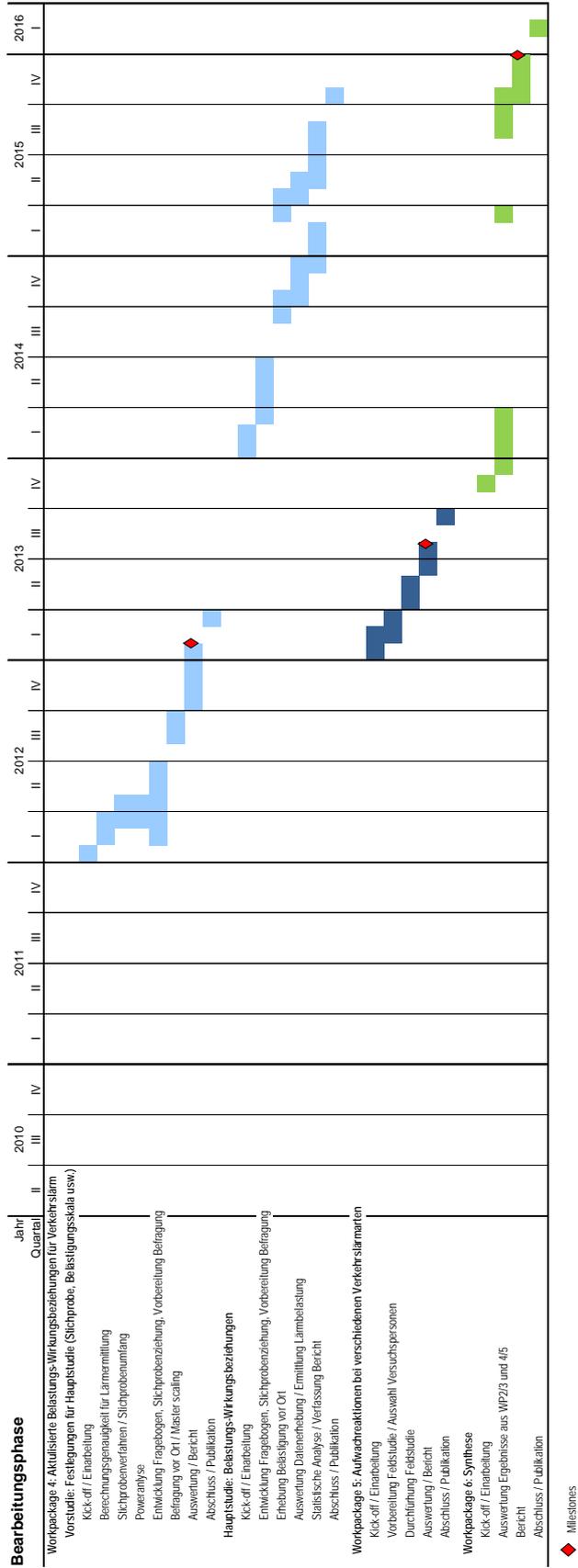
dene Verkehrslärmarten“ in WP5 hängen massgeblich von der in der Vorstudie festzulegenden Anforderungen (Genauigkeit der Lärmberechnung, Umfang der Stichprobe, zu verwendende Lärmbelastungsskalen usw.) ab. Daher lässt sich eine verlässliche Kostenschätzung erst nach Abschluss der Vorstudie vornehmen. Es ist deshalb auch sinnvoll, die Vorstudie aus Workpackage 4 möglichst rasch auszulösen. Gemäss verschiedenen Expertenmeinungen muss für die Hauptstudie zurzeit mit einem Kostenrahmen von 2 bis 5 Mio. CHF gerechnet werden. Für die beiden Workpackages 5 und 6 belaufen sich die geschätzten Kosten auf rund 630'000 bis 750'000 CHF.

Der aufgezeigte Ressourcenbedarf von insgesamt 3.4 bis 7 Mio. CHF für die Durchführung des gesamten Forschungskonzepts ist gross, aber in keiner Weise unangemessen im Vergleich zu den Kosten der eigentlichen Lärmschutzmassnahmen oder zu den jährlich anfallenden externen Kosten des Verkehrslärm von rund 1 Mrd. CHF. Im Verhältnis zu den verbleibenden Gesamtkosten der Lärmsanierung bei den Strassen bewegen sich die veranschlagten Forschungskosten im Promillebereich.

Trotzdem übersteigen die benötigten Forschungsmittel das normale Budget von EKLB und BAFU bei weitem. Die Realisierung des Forschungskonzepts ist daher nur im Verbund von mehreren Bundesämtern möglich. In jedem Fall ist es notwendig, dass die finanzielle Machbarkeit der Hauptstudie geklärt wird, bevor in die anderen Workpackages grössere Summen investiert werden.

Anhang: Masterplan im Detail





Literaturverzeichnis

Brink M. (2009)

Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Inputpapier 4: Lärmwirkung, ETH Zürich, MTEC Public and Organizational Health, Zürich.

Bütikofer R., Eggenschwiler K., Heutschi K., Thomann G. und Wunderli, J.M. (2009), Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Inputpapier 3: Akustik, EMPA, Dübendorf

Ecoplan (2009)

Forschungskonzept Lärm – Handlungsbedarf zur Aktualisierung der Grundlagen für die Lärmbeurteilung, Altdorf und Bern.

Hofmann R. (2009)

Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Grundlagenpapier: Der geschichtliche Werdegang der Lärmgrenzwerte, Wallisellen.

Höin R., Buchmann B. (2009)

Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Inputpapier 2: Technik & Betrieb, Panteam GHS AG, Sempach-Station.

Zäch C. (2009)

Überprüfung der Grundlagen der Immissionsgrenzwerte für Lärm, Inputpapier 1: Recht, Bern.