



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL
Abteilung Luftfahrtentwicklung

Nachhaltigkeit im Luftverkehr

Synthesebericht

23. Juni 2008

Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL

In Zusammenarbeit mit:

Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Bundesamt für Umwelt BAFU

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO

Schlussbericht 2008

Begleitgruppe:

Urs Ziegler, (BAZL, Leitung)

Max Schulthess, BAZL

Catherine Marthe, BAZL

Sandra Rüfenacht, BAZL

Kurt Infanger, ARE

David Schmid, BAFU

Nicolas Wallart, SECO

Urs Baserga, Luftwaffe

Christoph Fülleman, SWISS

Martin Bissegger, Unique

Felix Keller, Unique

Fritz Sager, Universität Bern

Christian Schärli, Amt für Verkehr Kanton Zürich

Martin Peter, Markus Maibach, Helen Lückge, INFRAS (fachliche Unterstützung)

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
RÉSUMÉ	7
RIASSUNTO	10
ABSTRACT	13
1. EINLEITUNG	16
1.1. AUFTRAG UND ZIELE DES BERICHTS	16
1.2. AUSGANGSLAGE	16
1.3. PROJEKTORGANISATION UND VORGEHEN	19
1.4. GRUNDLAGEN	19
1.5. BERICHTSAUFBAU	20
2. POSTULATE UND KRITERIEN	21
2.1. BEWERTUNGSGERÜST	21
2.2. ÜBERSICHT ÜBER DIE POSTULATE	23
3. WACHSTUMSPERSPEKTIVEN DES LUFTVERKEHRS	26
4. DIE WIRTSCHAFTLICHE DIMENSION	31
4.1. WICHTIGE ZUSAMMENHÄNGE	31
4.2. KONSUMENTENEBENE	31
4.3. PRODUZENTENEBENE	32
4.4. GESAMTWIRTSCHAFTLICHE EBENE	36
4.5. ZUKUNFTSAUSSICHTEN UND GESAMTBEURTEILUNG	39
5. DIE DIMENSION UMWELT	43
5.1. LÄRMBELASTUNG UND -BELÄSTIGUNG	43
5.2. LOKALE UND REGIONALE UMWELTBELASTUNG	52
5.3. LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN UND KLIMABELASTUNG	54
5.4. GESAMTBEURTEILUNG	57
6. DIE GESELLSCHAFTLICHE DIMENSION	60
6.1. SICHERHEIT	60
6.2. MOBILITÄTSVORSORGE	62
6.3. WIRKUNGEN IM FLUGHAFENGEBIET	63
6.4. EIGENSTÄNDIGER GESELLSCHAFTLICHER BEITRAG	64
6.5. GESAMTBEURTEILUNG	64

7.	DIE DREI NACHHALTIGKEITSDIMENSIONEN IM RÄUMLICHEN KONTEXT	66
7.1.	LOKALE PERSPEKTIVE IM UMFELD DER FLUGPLÄTZE	66
7.2.	NATIONALE PERSPEKTIVE	68
7.3.	INTERNATIONALE PERSPEKTIVE	70
8.	HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE ZUKUNFT	71
8.1.	LUFTFAHRTPOLITIK DES BUNDES	71
8.2.	SCHWERPUNKTE FÜR DIE ZUKUNFT	72
8.3.	ZUKÜNFTIGER EINSATZ DER INDIKATOREN	73
	ANHANG: INDIKATORENLISTE	76
	GLOSSAR	81
	LITERATUR	83

ZUSAMMENFASSUNG

Mit den drei Nachhaltigkeitsdimensionen Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft ist eine umfassende Beurteilung des Systems Luftfahrt Schweiz möglich. Bis anhin war kein erprobtes Kriterien- und Indikatorensystem zur Beurteilung von Nachhaltigkeitsfragen in der Luftfahrt vorhanden.

Dieser Synthesebericht schliesst das Projekt „Luftfahrt und Nachhaltigkeit (NHL)“ der Bundesämter für Zivilluftfahrt BAZL, Umwelt BAFU und Raumentwicklung ARE und des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO ab und zeigt die wichtigsten Ergebnisse. Das Projekt wurde im Jahr 2003 lanciert, um neue Datengrundlagen zu erhalten. Die Studie mit insgesamt sechs Arbeitspaketen wendet sich insbesondere an politische Instanzen und Behörden. Durch die breit behandelte Thematik kann sie eine Grundlage für politische Entscheide bilden.

- › Das Arbeitspaket 1 geht auf die Entwicklungsszenarien des Luftverkehrs ein.
 - › Die Arbeitspakete 2 bis 5 beschäftigten sich mit den Zusammenhängen zwischen Luftverkehr und den Bereichen Lärm, Umwelt, Wirtschaft und Raumentwicklung.
 - › Das Arbeitspaket 6 analysiert die gesellschaftlichen Aspekte des Luftverkehrs der Schweiz.
- In den Arbeitspaketen wurde eine Nachhaltigkeitsbeurteilung des aktuellen Zustands der erwarteten, künftigen Entwicklung und der künftigen Prozesse der Luftfahrt Schweiz erarbeitet. Aus wirtschaftlicher Sicht sind die Wirkungen meist positiv zu werten, aus Umweltsicht bestehen trotz Verbesserungen in der Vergangenheit Defizite, v.a. bei den Lärm- und Klimawirkungen. Aus gesellschaftlicher Sicht ist die Beurteilung durchmischt, mit einer positiven Würdigung der Sicherheit und Nachhaltigkeitsdefiziten bei der Gesundheit und bei den Entwicklungsmöglichkeiten von Gebieten v.a. um Landesflughäfen.

Die Analyse hat gezeigt, dass eine Beurteilung der Luftfahrt immer auch in Bezug zu ihrer räumlichen Wirkung erfolgen muss. Von zentralem Interesse ist deshalb, welche Erkenntnisse resultieren, wenn sich die drei Nachhaltigkeitsdimensionen im Raum begegnen. Je nach räumlicher Betrachtungsebene (regional, national und international) werden unterschiedliche Zielkonflikte und Grundfragen erkennbar:

1. Die lokale Perspektive umfasst das Gebiet um die einzelnen Flugplätze, als Einzugsgebiete für Arbeitsplätze einerseits, als Wohnstandorte andererseits. Aus dieser Perspektive liegt das primäre Spannungsfeld (der potenzielle Zielkonflikt) der Luftverkehrsentwicklung zwischen den regionalen Wachstumschancen der Luftfahrt und den von Fluglärm betroffenen Gemeinden und ihren Entwicklungspotenzialen.

2. Aus der nationalen Perspektive stehen der volkswirtschaftliche Beitrag und das Verursacherprinzip im Zentrum. Das primäre Spannungsfeld liegt im Beitrag für eine exportorientierte und standortattraktive Volkswirtschaft Schweiz und minimalen Umweltwirkungen wie Lärm- und Luftbelastung und Erholungsbedarf. Ein wichtiges Postulat ist dabei die Internalisierung der externen Kosten.
3. Aus der internationalen Perspektive liegt das primäre Spannungsfeld der Luftfahrtentwicklung zwischen internationaler Wettbewerbsfähigkeit und globaler Klimawirkung bei zunehmenden, weltweiten Mobilitätsbedürfnissen. Die steigende globale Erreichbarkeit und die Prosperität kontrastiert mit den steigenden Klimagasemissionen und dem damit verbundenen Risiko für das globale Klima.

Die Analysen sind eng abgestimmt auf die Arbeiten im Rahmen des SIL-Prozesses für den Flughafen Zürich und auf die Luftfahrtpolitik des Bundes. Daraus lassen sich folgende Herausforderungen für die Luftfahrtpolitik ableiten:

- › Stärken erhalten:
 - › Der hohe Stellenwert der Sicherheit (Safety und Security) wird bestätigt.
 - › Eine von volkswirtschaftlichen Überlegungen geprägte Infrastrukturpolitik und das Bekenntnis zur SWISS als heute grösstem Anbieter in der Schweiz in einem liberalisierten Umfeld sichern die wirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt in der Schweiz.
 - › Die regionale Verteilung der Luftfahrtinfrastruktur garantiert einen ausgewogenen Zugang der Schweizer Bevölkerung zum Luftverkehr.
- › Defizite beseitigen:
 - › Handlungsbedarf ergibt sich vor allem im Bereich Umwelt und bei der nachhaltigen Raumplanung um die Flugplätze. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Klimawirkung des Luftverkehrs.
 - › Der Einbezug von Nachhaltigkeitsüberlegungen in ausgewogene Planungsprozesse der Luftfahrt Schweiz ist sehr wichtig. Der SIL-Prozess für den Flughafen Zürich ist ein Beispielprozess für einen Ausgleich verschiedener Interessen und Nachhaltigkeitsdimensionen. Insbesondere gilt es, die verschiedenen räumlichen Ebenen (lokal, national, global) der Zielkonflikte auseinanderzuhalten, v.a. zwischen Wirtschaft und Umwelt.
 - › Angesichts der zunehmenden Bedeutung der globalen Klimaerwärmung unterstützt die Schweiz im Rahmen ihres internationalen Engagements (ICAO, EU) Massnahmen für einen konsequenten Einbezug des Luftverkehrs, z.B. die Prüfung der Anwendung von Emissionsrechten.

RÉSUMÉ

Les trois dimensions du développement durable – l'économie, l'environnement et la société – permettent de faire une évaluation globale du système aéronautique civil suisse. Jusqu'ici, on ne disposait pas de système de critères et d'indicateurs propres à évaluer les questions liées au développement durable dans l'aviation.

Le présent rapport de synthèse clôt le projet «Aviation et développement durable (Luftfahrt und Nachhaltigkeit (NHL))» mené conjointement par les offices fédéraux de l'aviation civile (OFAC), de l'environnement (OFEV) et du développement territorial (ODT) ainsi que par le Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO), dont il éclaire les principaux résultats. Ce projet a été lancé en 2003 dans l'optique de collecter de nouvelles bases de données. Constituée de six volets, l'étude s'adresse plus particulièrement aux instances et aux autorités politiques. Du fait de l'étendue des questions qu'elle aborde, elle pourra servir de base aux décisions politiques.

- › Le premier volet aborde les scénarios de développement du transport aérien.
- › Les volets 2 à 5 traitent les interactions entre le transport aérien et les secteurs du bruit, de l'environnement en général, de l'économie et du développement territorial.
- › Le sixième volet analyse les aspects sociaux du transport aérien suisse.

Ces différents chapitres décrivent, sous l'angle du développement durable, l'évolution future de l'aviation suisse et de ses processus, tels qu'on peut les concevoir à l'heure actuelle. Ses répercussions peuvent être généralement qualifiées de positives dans la perspective économique. Pour ce qui est de l'environnement, les améliorations apportées dans le passé n'empêchent pas des déficits, notamment quant au bruit et au climat. Sous l'angle social, l'évaluation est contrastée, avec une appréciation positive de la sécurité et des déficits durables en ce qui concerne la santé et les perspectives de développement de certaines régions, notamment aux abords des aéroports nationaux.

L'analyse a montré qu'il faut toujours évaluer l'aviation en relation avec ses retombées spatiales. Les enseignements qui découlent de l'interaction entre chacune des trois dimensions du développement durable et la dimension géographique revêtent donc un intérêt capital. En effet, suivant le plan d'observation de l'espace (régional, national et international), on soulèvera d'autres questions de base et d'autres conflits d'objectifs:

4. L'approche locale recouvre les régions voisines des aérodromes, d'une part en tant que zones drainant des emplois, d'autre part en tant que lieux de résidence. Sous cet angle, le premier foyer de tensions (le conflit d'objectifs potentiel) du développement du transport aérien

se situe entre, d'un côté, les perspectives de croissance de l'aviation régionale et, de l'autre, le potentiel de développement des communes touchées par le bruit de celle-ci.

5. Dans la perspective nationale, ce sont la contribution à l'économie nationale et le principe de causalité qui viennent au centre. Le champ de tensions premier réside alors dans l'opposition entre, d'un côté, l'apport de l'aviation à une place économique suisse attractive et tournée vers les exportations et, de l'autre, ses effets minimaux sur l'environnement (nuisances sonores, pollution de l'air, besoins de détente, etc.). Dans ce plan d'observation, l'internalisation des coûts externes est un postulat important.
6. Quant à la perspective internationale, elle place le principal champ de tensions du développement de l'aviation civile entre sa compétitivité internationale et ses retombées climatiques planétaires consécutives à une mobilité mondiale à la hausse. La desserte mondiale croissante et la prospérité contrastent avec l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre et le risque qu'elles font peser sur le climat mondial.

Les analyses sont étroitement liées aux travaux inhérents au processus d'élaboration du plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique (PSIA) consacré à l'aéroport de Zurich et à la politique aéronautique fédérale. Il en ressort que la politique aéronautique a à relever deux grands faisceaux de défis:

› Préserver les forces:

- › La valeur élevée accordée à la sécurité (sécurité et sûreté aérienne) est confirmée.
- › Une politique infrastructurelle imprégnée de considérations économiques et la reconnaissance de SWISS en tant que premier fournisseur actuel de prestations en Suisse dans un contexte libéralisé renforcent l'importance économique de l'aviation dans notre pays.
- › La répartition régionale de l'infrastructure aéronautique garantit à la population suisse un accès équilibré au transport aérien.

› Eliminer les déficits:

- › Il y a surtout nécessité d'agir dans les domaines de l'environnement et de l'aménagement durable du territoire aux abords des aérodromes. L'impact du trafic aérien sur le climat est un autre aspect important.
- › Il est très important d'intégrer le développement durable dans des processus équilibrés de planification de l'aviation suisse. Le processus PSIA appliqué à l'aéroport de Zurich est un exemple qui montre l'équilibre entre différents intérêts et les différentes dimensions du développement durable. Il s'agit en particulier de distinguer les différents plans géogra-

phiques (local, national, global) des conflits d'objectifs, notamment sous l'angle de l'économie et de l'environnement.

- › Vu l'importance croissante du changement climatique mondial, dans le cadre de son engagement international (OACI, UE), la Suisse soutient des mesures visant à une intégration cohérente du transport aérien, par exemple l'examen de l'utilisation de droits d'émission.

RIASSUNTO

Basandosi sulle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile "economia", "ambiente" e "società" è possibile effettuare una valutazione completa del sistema aeronautico svizzero. Finora mancava un sistema affidabile di criteri e indicatori da impiegare per valutare gli aspetti dello sviluppo sostenibile nel settore dell'aviazione.

Questo rapporto di sintesi chiude il progetto "aviazione e sviluppo sostenibile" degli Uffici federali dell'aviazione civile UFAC, dell'ambiente UFAM e dello sviluppo territoriale ARE e della Segreteria di Stato dell'economia SECO, e mostra i suoi principali risultati. Il progetto è stato lanciato nel 2003 con lo scopo di raccogliere nuove basi di dati. Lo studio, articolato in sei pacchetti di lavoro, si rivolge in particolare alle istanze e alle autorità politiche. Poiché affronta la tematica in modo molto approfondito, si presta ad essere impiegato come base per l'adozione di decisioni politiche.

- › Il pacchetto di lavoro 1 verte sugli scenari di sviluppo del trasporto aereo.
- › I pacchetti di lavoro dal 2 al 5 affrontano le interrelazioni tra il trasporto aereo e i settori rumore, ambiente, economia e sviluppo territoriale.
- › Il pacchetto di lavoro 6 analizza gli aspetti sociali del trasporto aereo in Svizzera.

I pacchetti di lavoro contengono una valutazione dello sviluppo sostenibile relativo allo stato attuale dell'evoluzione attesa e futura e dei futuri processi dell'aviazione svizzera. Dal punto di vista economico gli effetti possono essere valutati nel complesso in modo positivo; dal punto di vista ambientale, malgrado i miglioramenti del passato, sussistono deficit in particolare per quel che riguarda gli effetti climatici e del rumore. Dal punto di vista sociale la valutazione è eterogenea; l'apprezzamento positivo concerne la sicurezza e i deficit a livello di sviluppo sostenibile riscontrati nello stato di salute e nelle possibilità di sviluppo di territori, in particolare situati attorno agli aeroporti nazionali.

Dall'analisi emerge che la valutazione dell'aviazione deve essere sempre fatta tenendo conto dell'effetto sul territorio. Di fondamentale interesse sono quindi le considerazioni che scaturiscono dall'interazione nello spazio delle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile. A seconda del punto di vista spaziale (regionale, nazionale e internazionale), sono riconoscibili diversi conflitti di obiettivi e problemi fondamentali:

1. La prospettiva locale tiene conto del territorio attorno ai singoli aerodromi, inteso come area di ubicazione di posti di lavoro e zona residenziale. Le tensioni principali (il potenziale conflitto di obiettivi) riguardano lo sviluppo dell'aviazione nella morsa tra possibilità di crescita dell'aviazione e possibilità di sviluppo dei Comuni interessati dall'inquinamento fonico.

2. La prospettiva nazionale è incentrata sul contributo economico e il principio di causalità. Le tensioni principali riguardano il contributo a un sistema economico svizzero, che sia al tempo stesso polo d'attrazione di investimenti e orientato alle esportazioni, e la riduzione degli effetti sull'ambiente (inquinamento fonico e atmosferico e necessità di rigenerazione). Al riguardo, un principio importante è l'internalizzazione dei costi esterni.
3. Su una prospettiva internazionale le tensioni si concentrano principalmente nello sviluppo dell'aviazione, contemporaneamente esposta alla competitività a livello internazionale e agli effetti globali sul clima a seguito delle crescenti esigenze in termini di mobilità che si delineano a livello mondiale. La crescente accessibilità globale e la prosperità contrastano con l'aumento di emissioni di gas a effetto serra e i rischi che tali gas comportano per il clima.

Le analisi sono strettamente coordinate con i lavori svolti nell'ambito del processo di coordinamento per il piano settoriale dell'infrastruttura aeronautica (PSIA) per l'aeroporto di Zurigo e con la politica aeronautica della Confederazione. Da esse scaturiscono le seguenti sfide per la politica aeronautica:

- › preservare i punti di forza:
 - › confermare il ruolo prioritario della sicurezza (Safety e Security);
 - › il ruolo economico dell'aviazione in Svizzera è assicurato da una politica infrastrutturale improntata a considerazioni di carattere economico e dal ruolo di SWISS, riconosciuta come prima compagnia aerea in Svizzera in un contesto liberalizzato;
 - › la ripartizione regionale dell'infrastruttura aeronautica garantisce un accesso equo della popolazione svizzera all'aviazione.
- › colmare le carenze:
 - › la necessità d'intervento riguarda in modo particolare il settore ambiente e la pianificazione sostenibile del territorio circostante gli aerodromi. Un altro importante aspetto è l'effetto climalterante del trasporto aereo;
 - › è molto importante tenere conto delle considerazioni sullo sviluppo sostenibile nell'ambito dei processi di coordinamento per i piani settoriali degli aeroporti svizzeri. Il processo PSIA per l'aeroporto di Zurigo è un esempio di ponderazione dei diversi interessi e delle dimensioni dello sviluppo sostenibile. In particolare si tratta di tener separati i diversi livelli spaziali (locale, nazionale e globale) dei conflitti degli obiettivi, in particolare l'economia dall'ambiente.

- › In considerazione dell'importanza crescente del riscaldamento climatico globale, nell'ambito dei suoi impegni internazionali (OACI, UE), la Svizzera sostiene misure volte a dare il giusto peso all'aviazione, p.es. l'esame dell'applicazione dei diritti di emissione.

ABSTRACT

It is possible to make a comprehensive evaluation of Switzerland's civil aviation system on the basis of three main sustainability dimensions: the economy, the environment and society. Until now, no tried and tested criteria and methods existed for evaluating sustainability in the civil aviation sector.

This report concludes the "Civil aviation and sustainability" project jointly developed by the Swiss Federal Office of Civil Aviation (FOCA), the Swiss Federal Office of the Environment (FOEN), the Swiss Federal Office for Spatial Development (ARE) and the State Secretariat for Economic Affairs (SECO), and presents the main findings. The project was initiated in 2003 with the aim of gathering new data. The study is divided into six segments and is primarily addressed to political bodies and authorities. Thanks to the broad range of topics, it can be used as a basis for political decision-making.

- › Section 1 takes a look at scenarios concerning the development of civil aviation.
- › Sections 2 to 5 focus on the correlations between civil aviation and noise, the environment, the economy and spatial development.
- › Section 6 analyses social aspects of civil aviation in Switzerland.

In each segment, a sustainability analysis was carried out of the current situation, the anticipated development and future processes in Switzerland's civil aviation sector. From an economic point of view, the impacts may mainly be regarded as positive. Deficits exist, however, in terms of environmental impacts despite improvements that have been accomplished in the past, especially with respect to noise and effects on the climate. From a social point of view, the assessment is mixed: while it is positive with respect to safety and security, it points to certain deficits in the area of public health and with respect to development potentials of regions in the vicinity of Switzerland's main airports.

The analysis demonstrates that an evaluation of the civil aviation sector also always has to take its spatial impacts into account. This means that the findings that are obtained when all three sustainability dimensions are involved are of central interest. Depending on the level under observation (regional, national, international), different fundamental issues and conflicts of interests become apparent:

4. The local perspective encompasses the region surrounding each airport, as catchment areas for employment and as residential zones. From this perspective, the main problem (potential conflict of interests) for the development of the civil aviation sector concerns the balance

between regional growth opportunities and the development potentials of municipalities that are exposed to aircraft noise.

5. From the national perspective, the main focus is on the contribution to the economy and the principle of “user pays”. Here the main problem concerns the balance between maintaining an attractive and export-oriented national economy and minimising environmental impacts such as noise and air pollution. Here, internalising external costs is an important aspect.
6. From the international perspective, the main problem in the civil aviation sector is to find the right balance between preserving international competitiveness and minimising impacts on the global climate while meeting the growing demand for mobility. Increasing prosperity and the growing ease of world-wide travel result in increased emissions of greenhouse gases and thus greater risks for the global climate.

The analyses are closely co-ordinated with the activities involved in the process relating to the federal government’s Civil Aviation Infrastructure Plan (SIL) and civil aviation policy. From these we can identify the following challenges in the area of civil aviation policy:

- › Maintaining existing strengths:
 - › Underscoring the high value attached to safety and security.
 - › Pursuing a policy of developing aviation infrastructure on the basis of economic considerations, and acknowledging Swiss International Air Lines as the principal provider in Switzerland in a liberalised environment, thus securing the importance of civil aviation for the country’s economy.
 - › The regional distribution of civil aviation infrastructure guarantees access to air travel for the entire population.
- › Eliminating deficits:
 - › Need for action exists especially in connection with environmental protection and sustainable area planning in the vicinity of airports, while the impacts of civil aviation on the climate are another important aspect.
 - › It is essential to incorporate sustainability considerations into balanced planning processes in Switzerland’s civil aviation sector. For Zurich Airport, the Civil Aviation Infrastructure Plan is an exemplary process for balancing different interests and sustainability dimensions. Here it is especially important to separate the different spatial levels (local, national, global) of conflicts of interests, especially between the economy and the environment.

In view of the growing importance of global climate change, within the scope of its international commitments (e.g. in the ICAO and the EU) Switzerland is supporting measures aimed at consistently including the civil aviation sector, e.g. examining the option of introducing emission rights.

1. EINLEITUNG

1.1. AUFTRAG UND ZIELE DES BERICHTS

Dieser Synthesebericht ist der letzte Teil des Projekts „Luftfahrt und Nachhaltigkeit (NHL)“ der Bundesämter für Zivilluftfahrt BAZL, Umwelt BAFU und Raumentwicklung ARE und des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO. Das Projekt wurde im Jahr 2003 lanciert, mit dem Ziel, den Bericht „Die Auswirkungen der Luftfahrt auf die Umwelt“ der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG EWI von 1993 aufzudatieren und damit neue Datengrundlagen zu erhalten. Die Aufdatierung beleuchtet neben der Umwelt auch den Kontext mit den beiden anderen Säulen der Nachhaltigkeit, der Wirtschaft und der Gesellschaft. Die Studie mit insgesamt sechs Arbeitspaketen wendet sich insbesondere an politische Instanzen und Behörden. Durch die breit behandelte Thematik kann sie eine Grundlage für politische Entscheide bilden.

Der Fokus der Synthese liegt auf der gesamten Luftfahrt der Schweiz. Aufgrund ihrer Bedeutung bilden die Landesflughäfen einen Schwerpunkt. Bei Aspekten, in denen die Wirkungen der General Aviation oder der Luftwaffe relevant sind, sind diese dargelegt.

1.2. AUSGANGSLAGE

NHL Luftfahrt und Nachhaltigkeit in der Schweiz

Im Brundtland-Bericht (nach Gro Harlem Brundtland, Vorsitzende der World Commission of Environment and Development der Vereinten Nationen) von 1987 wurde erstmals ein weitgefasstes politisches Konzept für nachhaltige Entwicklung beschrieben. 1992 fand in Rio de Janeiro die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung statt, aus der unter anderem die Agenda 21 resultierte. Mit der Unterzeichnung dieses Aktionsplans hat sich die Schweiz verpflichtet, nationale Strategien zur Nachhaltigkeit zu erarbeiten. Die erste bundesrätliche Strategie aus dem Jahr 1997 wurde 2002 vervollständigt und weiterentwickelt. Der Begriff Nachhaltigkeit wird unter seinen ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Dimensionen verstanden und soll in allen Politikbereichen verwirklicht werden. In der Bundesverfassung ist die Nachhaltigkeit im Artikel 73 festgehalten („Bund und Kantone streben ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits an“). Die Wirkungen der Luftfahrt haben oft auch eine wichtige räumliche Dimension. Die Dimension Raum stellt aber keinen eigenen Nachhaltigkeitsbereich dar. Vielmehr begegnen sich die drei Nachhaltigkeitsdimensionen auf

verschiedenen räumlichen Ebenen und führen entsprechend je nach betrachtetem Raum (regional, national, international) zu unterschiedlichen Zielkonflikten und Herausforderungen. Die vorliegende Synthese ist der erste Versuch in der schweizerischen Verwaltung, einen Verkehrsträger in allen drei Dimensionen zu analysieren. Zeitgleich mit der Erstellung des ersten Arbeitspakets des NHL-Projekts wurde die Nachhaltigkeit auch im Bericht zur Luftfahrtpolitik der Schweiz (LUPO) verankert. Zur Analyse des Verkehrssystems Luftfahrt mussten Indikatoren herbeigezogen werden. Mit dem ZINV-UVEK (Ziel- und Indikatorensystem nachhaltiger Verkehr des UVEK) steht ein Kriteriensystem zur Verfügung (UVEK 2001), das national anerkannt ist und das die Basis bildete für die in der vorliegenden Studie verwendeten Kriterien und Indikatoren.

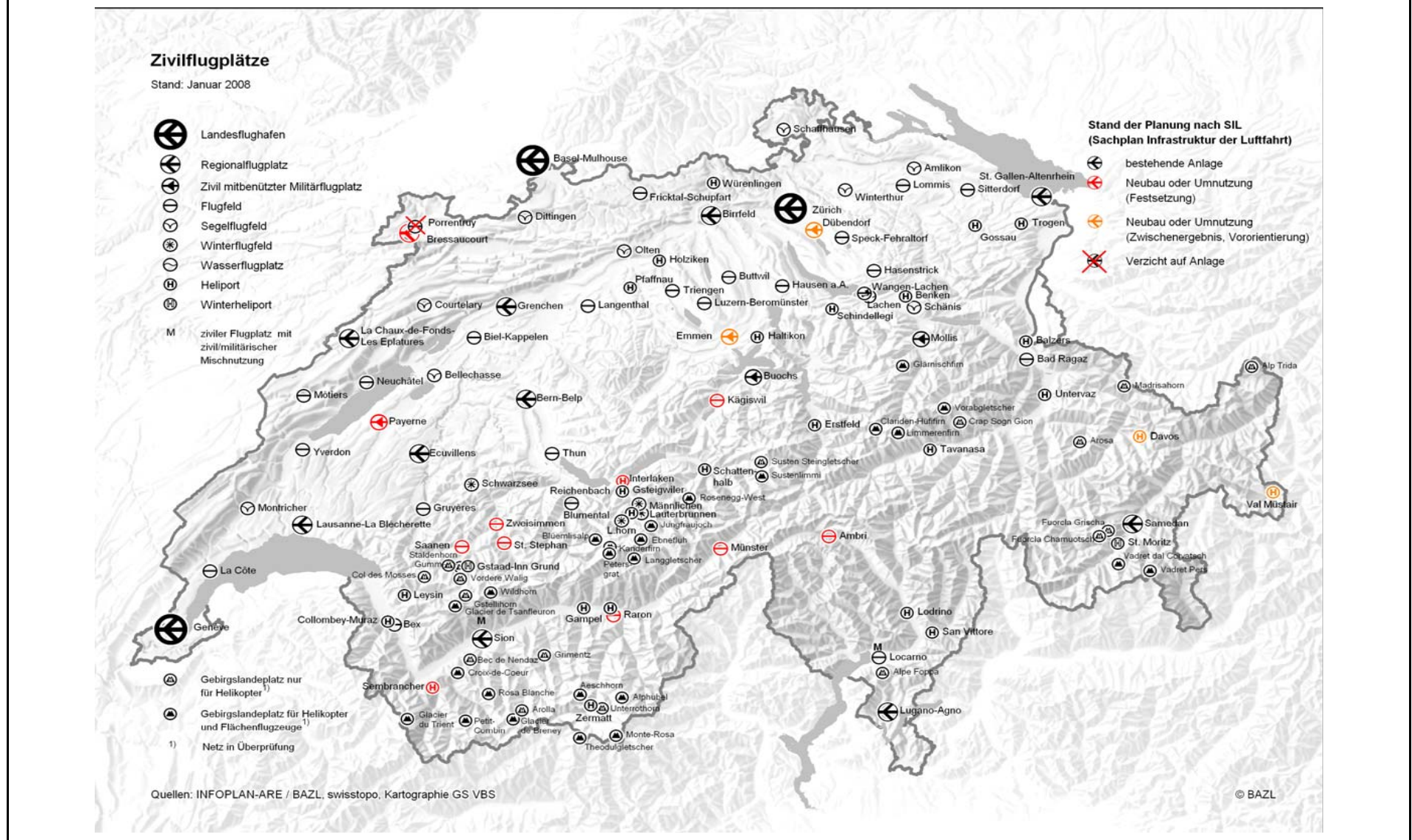
Die Figur 1 zeigt die aktuelle Situation für den Luftverkehr der Schweiz. Die Karte weist alle Infrastrukturen der Luftfahrt auf, die zivil, oder gemischt mit dem Militär genutzt werden.

Anwendungsfälle

Die Grundsätze der Nachhaltigkeit und Erkenntnisse aus der NHL-Studie finden in verschiedenen aktuellen Projekten des BAZL Anwendung. Beim Bericht zur Finanzierung der Flugsicherung spielten insbesondere die wirtschaftlichen Kriterien eine wichtige Rolle. Im SIL-Projekt zur Überprüfung des Netzes der Gebirgslandeplätze sind alle drei Nachhaltigkeitsdimensionen einbezogen, damit die Gebirgslandeplätze mit der Umweltschutzgesetzgebung im Einklang stehen, möglichst breite Akzeptanz besitzen und wirtschaftliche Interessen gewahrt werden.

Besonders eng verflochten mit dem NHL-Projekt ist der SIL-Prozess zum Flughafen Zürich. Er kann als erster ausführlicher Anwendungsfall im Sinne einer vergleichenden Nachhaltigkeitsbeurteilung im Bereich der Luftfahrt bezeichnet werden. Seit Anfang 2005 wird der SIL-Koordinationsprozess für den Flughafen Zürich durchgeführt. In diesem Sachplanverfahren geht es darum, die Entwicklungsrichtung des Flughafens Zürich zu definieren und im so genannten Objektblatt festzuschreiben. Alle möglichen Entwicklungsperspektiven wurden dazu ausgeleuchtet. Er steht unter der Leitung des BAZL, welches den SIL-Prozess in Projektpartnerschaft mit dem Kanton Zürich und dem Flughafen durchführt. Involviert sind auch betroffene Nachbarkantone. Auf den SIL-Prozess für den Flughafen Zürich wird im Rahmen der Nachhaltigkeitskriterien und der Prognosen noch einzugehen sein.

FLUGPLÄTZE IN DER SCHWEIZ (STAND 2008)



Figur 1: Nicht eingezeichnet ist der rein militärisch genutzte Flugplatz Meiringen, sowie die militärische Helikopterbasis Alpnach.

1.3. PROJEKTORGANISATION UND VORGEHEN

In der Projektorganisation Luftfahrt und Nachhaltigkeit wurde von Anfang an auf eine breite Abstützung Wert gelegt. Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) hatte die Studie initialisiert. Zur Mitfinanzierung konnten die Bundesämter für Umwelt (BAFU) und Raumentwicklung (ARE) sowie das Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) gewonnen werden. Einsitz in das Projektteam nahmen aber nicht nur diese vier Ämter und die Luftwaffe, sondern auch Luftfahrtunternehmen, der Kanton Zürich und die Forschung (Unique, SWISS International Airlines, Amt für Verkehr Kanton Zürich, Universität Bern). Der Synthesebericht ist unter Führung der Verwaltung zu Stande gekommen und widerspiegelt die Haltung des UVEK.

Beim Projekt Luftfahrt und Nachhaltigkeit handelt es sich um ein Forschungsprojekt, in dessen Rahmen der Bund in einem ersten Schritt eine Nachfrageprognose und ein Mengengerüst erstellen liess und Kriterien auf deren Auswirkungen und Leistungen im Zusammenhang mit der Luftfahrt überprüfte. Es war das Ziel, eine Grundlagenarbeit mit aktuellen Daten zu erhalten und grundsätzliche Überlegungen über Nachhaltigkeit und Luftfahrt anzustellen.

In verschiedenen Belangen, etwa im Bereich der Luftfahrtprognosen oder den Bewertungskriterien, erfolgte eine enge Zusammenarbeit zwischen den Projektteams SIL Zürich und NHL.

1.4. GRUNDLAGEN

Im Projekt Luftfahrt und Nachhaltigkeit wurden folgende Teilstudien erarbeitet:

- › Vorstudie (INFRAS/Ecoscan 2004): Das Ziel der Vorstudie war es, die Datenlage und mögliche Methoden aufzuzeigen, um auf solider Grundlage eine Hauptstudie lancieren zu können.
- › Kriteriensystem für Nachhaltigkeit in der Luftfahrt (Ecoplan 2004): Es wurde ausgehend von der Vorstudie ein klares und eindeutiges Ziel- und Indikatorensystem festgelegt, das mit dem ZINV-UVEK kompatibel ist. Das Ziel- und Indikatorensystem diente als "Kompass" für die folgenden Arbeiten, d.h. die Auswirkungen der Luftfahrt-Szenarien wurden grundsätzlich immer in den entsprechenden Dimensionen dargestellt und an den entsprechenden Zielen gemessen.
- › Arbeitspaket 1 (Rapp Trans/R+R Burger und Partner 2005): Entwicklungsszenarien Luftverkehr. Als Grundlage für die folgende Nachhaltigkeitsbewertung des Luftverkehrs wurde die Basis in Form eines Mengengerüsts für die nachfolgenden Wirkungsanalysen entwickelt. Die mengenmässige Nachfrageentwicklung im Luftverkehr wurde durch Ereignisse wie dem 11. September 2001, das Swissair-Grounding, SARS usw. stark geprägt. Die vor dem 11. September 2001 existierenden Prognosen und Szenarien waren daher veraltet und bedurften einer Anpassung unter Berücksichtigung der aktuellen und der zukünftigen Rahmenbedingungen. Es

sollten Aussagen zur zukünftigen Entwicklung des Luftverkehrs gemacht werden. Neben der Entwicklung von Mengengerüsten zur Darstellung der Entwicklung von 1985 bis heute, wurden Rahmenbedingungen, bestehende Szenarien und Prognosen analysiert und im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung berücksichtigt.

- › Arbeitspaket 2 bis 5 (INFRAS/Metron 2006): Lärm, Umwelt, Raumentwicklung, Wirtschaft. Die Nachhaltigkeitsbereiche Lärm, Raumentwicklung, Umwelt und Wirtschaft wurden für den Schweizerischen Luftverkehr analysiert. Aus Sicht der Nachhaltigkeit handelt es sich dabei um zwei Nachhaltigkeitsdimensionen (Umwelt, Wirtschaft) und zwei Querschnittsbereiche (Lärm und Raumentwicklung). Insbesondere der Bereich Lärm tangiert alle drei Nachhaltigkeitsbereiche und weist auch grosse Schnittstellen zur Raumentwicklung auf. Die vier Bereiche decken einen grossen Teil der Nachhaltigkeitsaspekte ab. Nicht berücksichtigt wurden die Sicherheitsaspekte sowie eine systematische Betrachtung der Nachhaltigkeitsdimension Gesellschaft.
- › Arbeitspaket 6 (INFRAS 2007): Gesellschaftliche Aspekte. Die Arbeitspakete 1 bis 5 sollten durch die gesellschaftliche Optik ergänzt werden, um das Nachhaltigkeitsbild zu vervollständigen. Die Vertiefungsstudie sollte folgende Ziele erreichen: Aufzeigen der relevanten gesellschaftlichen Fragestellungen im Luftverkehr, Entwicklung von gesellschaftlichen Postulaten, Kriterien und Indikatoren für die Luftfahrt und Würdigung der Luftfahrt aus Sicht der Gesellschaft bezüglich der erarbeiteten Kriterien.

1.5. BERICHTSAUFBAU

Der vorliegende Synthesebericht fasst die Performance des Schweizerischen Luftverkehrs bezüglich Nachhaltigkeit entlang von vorgegebenen Kriterien und Indikatoren zusammen:

- › Kapitel 2 zeigt die zentralen Postulate und Zusammenhänge auf,
- › Kapitel 3 bis 5 würdigen den aktuellen Zustand und die zukünftige Entwicklung entlang den drei Dimensionen Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft,
- › Kapitel 6 fasst die drei Dimensionen zusammen und stellt sie insbesondere in ihren räumlichen Kontext,
- › Kapitel 7 zieht die zentralen Folgerungen und zeigt die Herausforderungen für die Zukunft.

2. POSTULATE UND KRITERIEN

Für die Beurteilung der Nachhaltigkeit des Luftverkehrs bedarf es eines konsistenten Beurteilungsrasters. Dieses ist hierarchisch gegliedert. Ausgehend von der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes sind zunächst grundsätzliche *Postulate* (Ziele) einer nachhaltigen Entwicklung im Luftverkehr abzuleiten. Auf Basis der jeweiligen Wirkungskette sind geeignete *Indikatoren* zu suchen, die erkennen lassen, inwiefern ein Nachhaltigkeitspostulat erfüllt ist oder ob Handlungsbedarf besteht. Die Indikatoren sind dann auf ihre *Aussagekraft*, *Quantifizierbarkeit* und operative *Umsetzbarkeit* zu überprüfen. Ergebnis dieses Prozesses ist eine Liste operationalisierbarer Indikatoren. Für diese Indikatoren wurden die nötigen Daten ermittelt, damit im Gesamtüberblick eine Beurteilung der Nachhaltigkeit im Luftverkehr möglich wird. Dabei lassen sich Zielkonflikte sowie Handlungsbedarf erkennen.

2.1. BEWERTUNGSGERÜST

Im Rahmen der Vorarbeiten zum NHL-Projekt wurde ein erstes Ziel- und Indikatorensystem erarbeitet (vgl. Ecoplan 2004). Dieses orientiert sich am übergeordneten System ZINV-UVEK, basierend auf der bundesrätlichen Nachhaltigkeitsstrategie. Das System wurde im Rahmen von NHL diskutiert und operationalisiert. Es bezieht sich auf die Luftfahrt insgesamt und nimmt eine nationale Sichtweise ein.

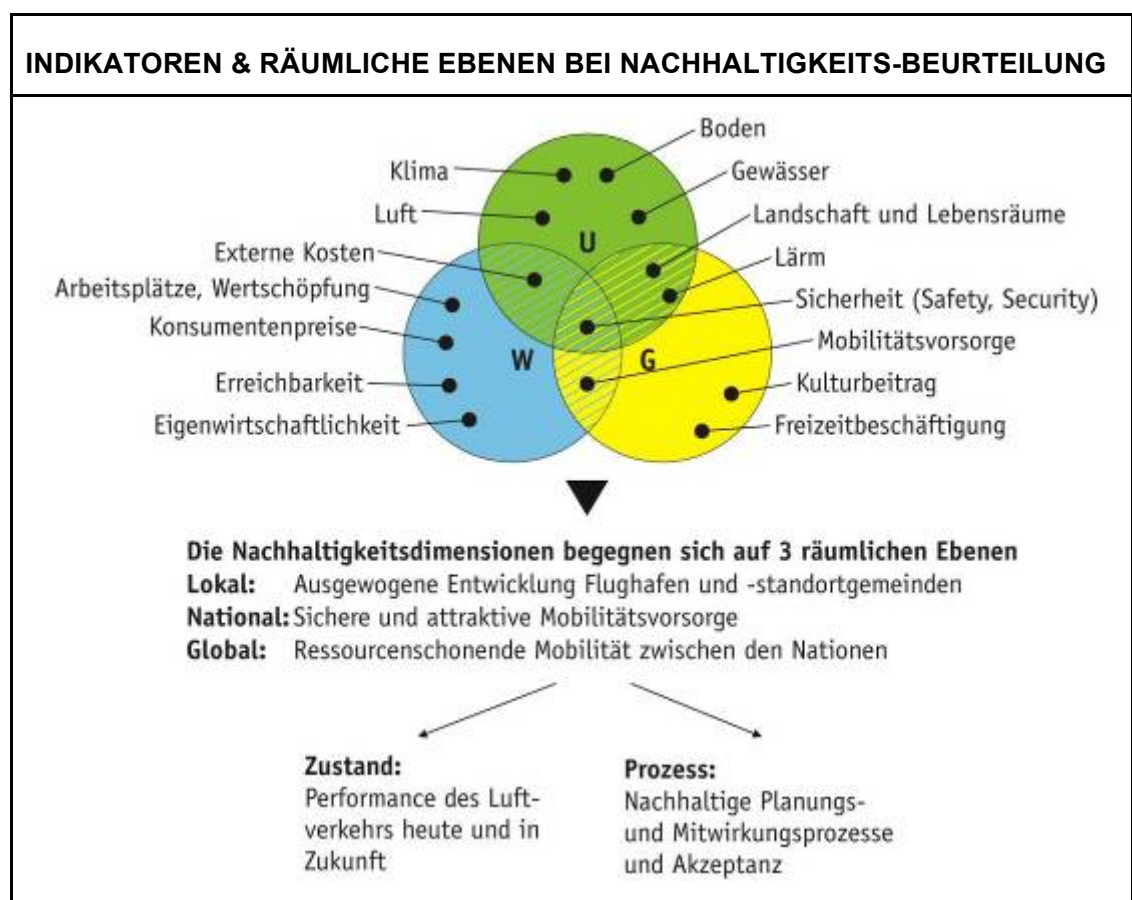
Im NHL-Projekt wie auch im SIL-Prozess Zürich wurde mit Kriterien und Indikatoren aus den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit gearbeitet. Bis anhin war kein erprobtes Kriterien- und Indikatorensystem zur Beurteilung von Nachhaltigkeitsfragen in der Luftfahrt vorhanden, deshalb mussten in beiden Projekten eigene Systeme entwickelt werden. Da es sich im NHL-Projekt um eine Untersuchung zur Nachhaltigkeit handelt und beim SIL-Prozess um eine vergleichende Nachhaltigkeitsbeurteilung, gab es trotz der Gemeinsamkeiten unterschiedliche Zielsetzungen.

Während es im NHL-Projekt um eine Bewertung des Zustandes in der Schweiz zu verschiedenen Zeitpunkten im Zentrum steht, war im SIL-Prozess Zürich eine andere Perspektive notwendig. Das ZINV-UVEK-/NHL-Kriteriensystem wurde verfeinert, angewendet auf quantifizierbare Detailindikatoren und entsprechend der Zielsetzung ergänzt. Das Ziel war hier die vergleichende Nachhaltigkeitsbeurteilung, die Anwendung in einem konkreten Projekt, bezogen auf den Flughafen Zürich, d.h. mit einer lokalen Sichtweise. Für alle Indikatoren wurden Daten erhoben. Es wurden eine Vergleichswertanalyse und eine Nutzwertanalyse mit Gewichtung von Kriterien und Indikatoren vorgenommen und Sensitivitäten berechnet. Der Kriterienkatalog ist

sehr umfassend; es wurde erst im Nachhinein durch die Sensitivitätsrechnungen feststellbar, welche Kriterien ausschlaggebend sind.

Für beide Arten von Kriteriensystemen gilt, dass es im Bereich Umwelt einfacher war Indikatoren zu bestimmen, als im Bereich Gesellschaft. Einerseits existierten schon Indikatoren für Umweltfragen, andererseits waren diese mit weniger Aufwand quantifizierbar als Indikatoren zu gesellschaftlichen Fragen. Bei den Indikatoren zur Wirtschaft war es einfacher, Indikatoren zum Thema Arbeitsplätze zu bestimmen als zum Thema der Standortqualität.

Die folgende Figur zeigt die Dimensionen und Indikatoren im Überblick. Bei Konflikten zwischen den Nachhaltigkeitsebenen müssen die verschiedenen räumlichen Ebenen berücksichtigt werden. Gleichzeitig hat die Analyse klar gemacht, dass die drei Nachhaltigkeitsdimensionen nicht nur zur Beurteilung von Zuständen (heute, Szenarien, Varianten) verwendet werden sollen. Sie sind auch für die Definition und Umsetzung von Prozessen zentral, die mit den möglichen Konflikten in einem ausgewogenen Ansatz umgehen wollen.



Figur 2

2.2. ÜBERSICHT ÜBER DIE POSTULATE

Die Indikatoren haben je nach betrachtetem Akteur unterschiedlich starke Relevanz. Sie orientieren sich an den folgenden Nachhaltigkeitspostulaten:

Wirtschaftliche Postulate

1. **Sicht Konsumenten: Gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis für Luftverkehrskonsumenten (Private und Unternehmen):**
 - › Hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit sicher stellen
 - › Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und preisliche Kontinuität anbieten
2. **Sicht Produzenten: Effizientes und wettbewerbsfähiges Luftverkehrssystem:**
 - › Gute Einbindung ins Gesamtverkehrssystem sicher stellen
 - › Hohe Eigenwirtschaftlichkeit ermöglichen
 - › Hohe Produktivität und Konkurrenzfähigkeit ermöglichen
3. **Sicht Gesamtwirtschaft: Direkter und indirekter Beitrag für die nationale Wirtschaft:**
 - › Hohe internationale und interkontinentale Erreichbarkeit der Schweiz sichern (Verkehrsanbindung)
 - › Hohe Stabilität eines wettbewerbsfähigen Wirtschaftssektors Luftfahrt sicher stellen
 - › Verursachergerechte Preise sicher stellen (Internalisierung der externen Kosten).

Umweltseitige Postulate

1. **Lärmbelastung und –belästigung begrenzen:**
 - › Anzahl betroffener Personen über dem Immissionsgrenzwert begrenzen
 - › Betriebsregime stabil halten
 - › Nachtruhe sicher stellen
2. **Lokale, nationale und grenzüberschreitende Umweltbelastung auf ein langfristig unbedenkliches Niveau senken:**
 - › Luftschadstoffe senken
 - › Bodenbelastung reduzieren
 - › Belastung von Landschaften und Lebensräumen auf unbedenkliches Mass reduzieren
 - › Einwirkungen auf Gewässer auf unbedenkliches Mass senken
3. **Klima und Ressourcen schonen:**
 - › Einflüsse auf das Klimas senken
 - › Spezifischen Kerosinverbrauch senken.

Gesellschaftliche Postulate

1. Betriebliche Sicherheit gewährleisten:

- › Hohen Standard von Safety und Security halten

2. Mobilitätsversorgung und Zugang sicher stellen:

- › Landesweiten Zugang zum Luftverkehr ermöglichen
- › Zugang für alle Einkommensschichten zum Luftverkehr ermöglichen

3. Negative gesellschaftliche Wirkungen vermeiden:

- › Beeinträchtigung von Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung rund um den Flughafen und in Erholungsgebieten minimieren
- › Ausgewogene Entwicklung von Wohnen und Arbeiten in durch den Luftverkehr beeinträchtigten Gebieten sicher stellen

4. Nachhaltige Planungs-, Mitwirkungs- und Entscheidungsprozesse sicherstellen:

- › Luftverkehrsprojekte entlang Kriterien der Nachhaltigkeit beurteilen
- › Betroffene einbeziehen.

5. Wahrung der Lufthoheit:

- › Regelung des über der Schweiz liegenden Luftraums und deren Durchsetzung.

Einzelne Postulate und Kriterien beziehen sich auf verschiedene Nachhaltigkeitsdimensionen. Gleichzeitig spielt die räumliche Komponente eine wichtige Rolle. So ist eine sichere Mobilitätsvorsorge sowohl ein wirtschaftliches als auch ein gesellschaftliches Bedürfnis, insbesondere als nationales Postulat. Ein anderes Beispiel ist die Lärmbelastung des Luftverkehrs. Sie kann sich störend oder gesundheitsschädigend auf die lokale Bevölkerung um den Flughafen auswirken. Dies beeinträchtigt die Umweltqualität, kann aber auch wirtschaftliche und gesellschaftliche Auswirkungen haben. Wenn Fluglärm einen negativen Einflussfaktor auf die Bodenpreise darstellt oder wegen Fluglärm gesellschaftliche Segregation in einzelnen Wohnquartieren zu beobachten ist, dann kann dies einen negativen Einfluss auf das Image einer Gemeinde haben. Solche Effekte sind aber auch möglichen positiven wirtschaftlichen Effekten des Luftverkehrs auf die Standortgunst gegenüberzustellen. Während die wirtschaftlichen und umweltseitigen Postulate oft in Konkurrenz zueinander stehen, weisen verschiedene gesellschaftliche Postulate eine Querschnittsfunktion auf.

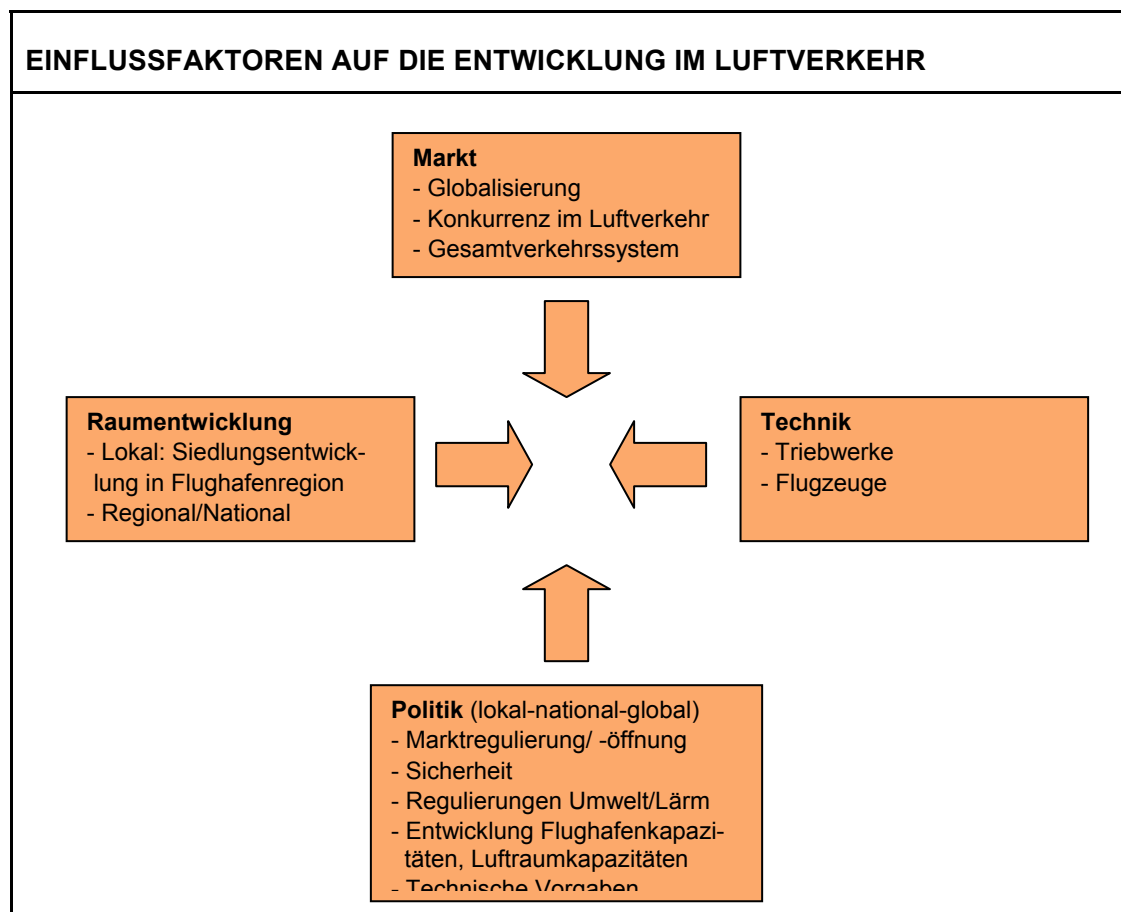
Die Komponente Raumentwicklung spielt bei den Nachhaltigkeitsbeurteilungen des Luftverkehrs eine wichtige Rolle, stellt aber selber keinen Nachhaltigkeitsbereich dar. Vielmehr begegnen sich die drei Nachhaltigkeitsbereiche Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft auf der lokalen, der nationalen und der globalen räumlichen Dimension (siehe auch Figur 3). Je nach

betrachteter räumlicher Dimension führt das Zusammenspiel der drei Nachhaltigkeitsbereiche zu unterschiedlichen Zielkonflikten, Herausforderungen und Schwerpunkten der Nachhaltigkeitsbetrachtung. Die Indikatoren, welche aus Sicht der Raumentwicklung zur Beurteilung der Nachhaltigkeit zentral sind, finden sich jeweils in einem der drei Nachhaltigkeitsbereiche wieder. Die internationale Erreichbarkeit, die wirtschaftlichen Effekte über den Tourismus und die Verteilung der Arbeitsplätze der flugsensitiven Branchen beispielsweise tauchen im Bereich Wirtschaft auf. Auf den Flächenbedarf der Flugplätze und die Anzahl Einwohner mit Gesundheit beeinträchtigender Lärmbelastung wird im Nachhaltigkeitsbereich Umwelt eingegangen. Die Nachhaltigkeit im Luftverkehr kann durch ausgewogene Entwicklungen, die auch die verschiedenen Ebenen der Raumentwicklung berücksichtigen, positiv beeinflusst werden. Das gesellschaftliche Postulat (Nr. 4) zeigt die Grundbedingungen für einen nachhaltigen Prozess auf.

3. WACHSTUMSPERSPEKTIVEN DES LUFTVERKEHRS

Verschiedene Einflüsse spielen eine Rolle

Die Wachstumsperspektiven des Luftverkehrs und seinen Einfluss auf die Nachhaltigkeit sind durch verschiedene Faktoren geprägt, wie folgende Figur zeigt.



Figur 3

Prognosen

Im Rahmen des NHL-Projekts wurden verschiedene bestehende Nachfrageprognosen analysiert und zwei Prognosen in Auftrag gegeben. Es handelt sich einerseits um die Szenarien aus dem Arbeitspaket 1 NHL von Rapp Trans und R+R Burger und Partner (2005). INFRAS erstellte ausserdem eine Second Opinion (Analyse bestehender Studien, 2005).

In der Rapp-Trans-Studie wurde ein Mengengerüst erstellt; es entstand ein breites Screening verschiedener internationaler Studien, unabhängig von deren Methodik, der Art und Weise der

Studien, dem Erstellungszeitpunkt und den Verfassern oder Auftraggebern. Auf dieser Basis wurden verschiedene Szenarien aus dem vollen vorstellbaren Spektrum (inkl. Wegfall der Hubfunktion in Zürich) entwickelt.

Auch im Rahmen des SIL-Prozesses für den Flughafen Zürich mussten Prognosen über die Verkehrsentwicklung erstellt werden. Auf die im NHL-Projekt bereits vorhandene Rapp Trans Studie konnte nicht zurückgegriffen werden, weil eine Analyse bestehender internationaler Studien weniger geeignet ist, den Infrastrukturbedarf für die weitere Entwicklung eines Flughafens zu ermitteln. Daher wurde eine umfassende Nachfrageprognose durch die Münchner Firma Intraplan veranlasst. Diese beschränkte sich aber nicht auf den Flughafen Zürich, sondern ermittelte die Nachfrage nach Luftverkehrsangeboten auf allen Schweizer Flughäfen. Als Prämisse wurde Engpassfreiheit angenommen, um daraus den Infrastrukturbedarf ableiten zu können. Allerdings wurden in Bezug auf den Flughafen Zürich in einem zweiten Schritt auch Prognosen für Entwicklungsszenarien mit Kapazitätsbeschränkungen erstellt. Als Basis für die Berechnungen wurden die aktuellen Verkehrsströme herangezogen; untersucht wurde die künftig mögliche Nachfrage nach Luftverkehrsverbindungen und die mögliche Entwicklung von Passagier- und Verkehrsströmen.

Wichtige Schlussfolgerungen aus den beiden Prognose-Studien sind:

In der RappTrans-Studie wurden weltweite Prognosen verarbeitet und Schlussfolgerungen für die Schweiz gezogen. Dabei wurde ein Hauptszenario mit erwartetem Verkehrswachstum gebildet (Szenario „Wachstum“). Dazu wurden zwei weitere Szenarien gebildet, wovon eines ein tieferes Wachstum (Szenario „Tief“) unterstellte und ein weiteres auf der Überlegung beruhte, der Flughafen Zürich könnte den Hub-Status verlieren (Szenario „no Hub“). Diese beiden Nebenszenarien dienten in den NHL-Arbeiten als alternative Entwicklungsbilder, falls exogene Faktoren (Markt, Politik) sich abweichend vom zu erwartenden Trend verhalten sollten.

Die Intraplan-Studie stellt demgegenüber, bezogen auf das System der Schweizer Luftfahrt, eine neue systematische Erarbeitung der engpassfreien Entwicklung der Nachfrage nach Luftverkehrsverbindungen dar. Sie geht von eher konservativen Annahmen aus, was Faktoren betrifft, welche die Nachfrage begünstigen (z. B. tiefes durchschnittliches Wirtschaftswachstum). Zusätzlich zeigt die Studie für den Flughafen Zürich den Einfluss eines unterschiedlichen Ausbaus des Pistensystems auf.

Diese Kombination der Untersuchung bestehender Prognosen und der Erarbeitung neuer Prognosen erlaubt wertvolle Quervergleiche. Es zeigt sich, dass die erarbeitete Nachfrageprognose „Trend“ von Intraplan in etwa zum gleichen Resultat führte, wie Rapp Trans mit dem Szenario „Wachstum“ beschrieben hatte. Die von Intraplan bezüglich Flughafen Zürich durchge-

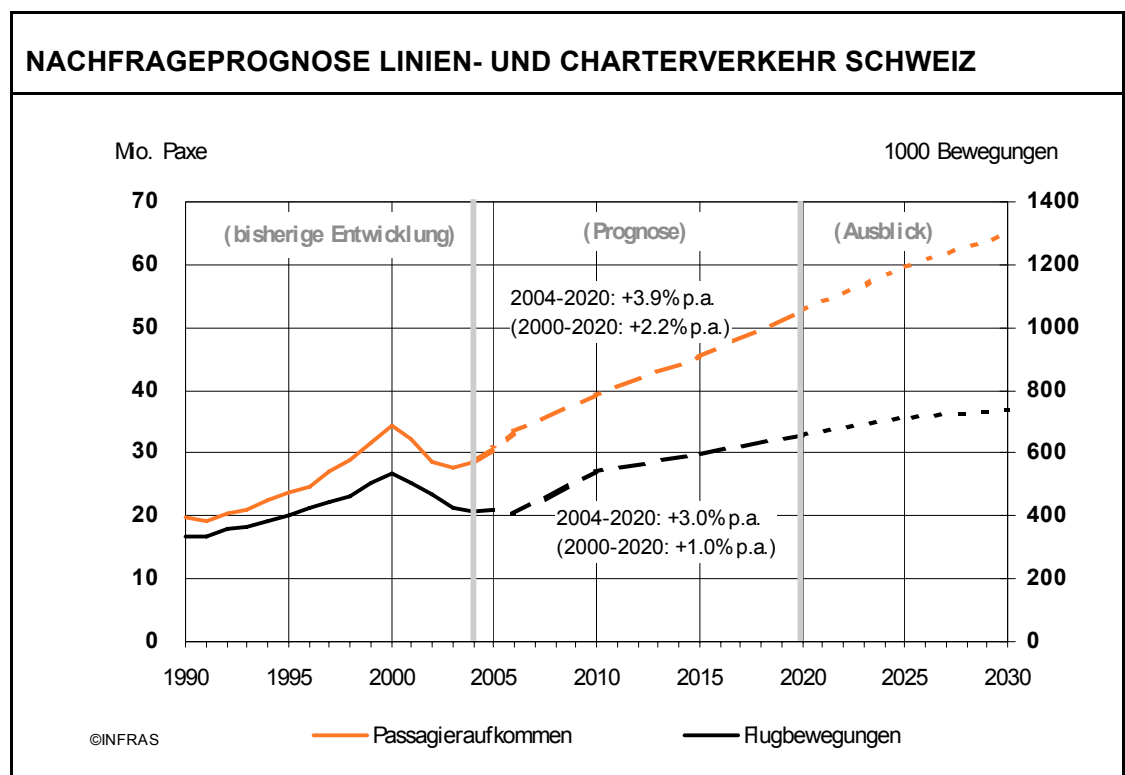
fürten Untersuchungen über die Auswirkungen von Angebotsengpässen (Bewahrung heutiges Pistensystem) zeigen Resultate, die in etwa dem Szenario „Tief“ von Rapp Trans entsprechen.

Für das NHL-Projekt steht das nachfrageorientierte Intraplan-Szenario „Trend“ im Zentrum. Die Prognosen („No Hub“) und („Tief“) von Rapp Trans dienen für die Sensitivitätsbetrachtung.

Linien- und Charterverkehr

Die Prognosen von Intraplan gehen davon aus, dass das **Passagieraufkommen** für den schweizerische Linien- und Charterverkehr zwischen 2004 bis 2020 (2030) um 3.9% (3.2%) p.a. auf knapp 53 Mio. (knapp 65 Mio.) wächst. Zwischen 2004 und 2030 wächst das Passagieraufkommen um 3.2% p.a. auf knapp 65 Mio. Passagiere. Den Flugbewegungen wird für die Zeitspanne bis 2020 (2030) ein Wachstum von +3.0% (2.2%) p.a. vorausgesagt bzw. knapp 660'000 Flugbewegungen im Jahr 2020 (gut 730'000 im Jahr 2030). Das erwartete Wachstum ist ähnlich dynamisch wie in den 90er Jahren vor dem Einbruch nach den Terroranschlägen und dem anschließenden Grounding der Swissair.

Zwischen 2004 und 2020 (2030) nehmen bei „engpassfreier Entwicklung“ gemäss Intraplan das Passagieraufkommen um 84% (127%) und die Flugbewegungen um 60% (78%) zu.



Figur 4 Entwicklung, Prognose und Ausblick der Flugbewegungen und des Passagieraufkommens im Linien- und Charterverkehr der Schweizer Flughäfen (inkl. Basel-Mulhouse). Quelle: Intraplan

Das **Luftfrachtaufkommen** für die Schweizer Flughäfen betrug im Jahr 2004 rund 327'000 Tonnen. Es steigt gemäss Intraplan bis 2020 auf 550'000 Tonnen an (um +3.3% p.a.; insgesamt +68%) 2004-2020. Von 2004 bis 2030 steigt es auf 650'000 Tonnen (um +2.6% p.a.; insgesamt rund +100%). D.h. kurz vor dem Jahr 2020 erreicht das Frachtaufkommen den Wert von 2000, als das damalige Swissair-Netz die grösste Ausdehnung hatte. Für den Flughafen Basel Mulhouse wird das höchste Wachstum prognostiziert. Die regionale Verteilung des Luftfrachtaufkommens der Schweiz konzentriert sich auf das Band Basel – Zürich mit rund 60% des Aufkommens.

General Aviation

Die General Aviation (GA) erbrachte 2004 rund 0.98 Mio. Flugbewegungen. 40% der Bewegungen der General Aviation entfallen auf Ausbildungs- und Kontrollflüge, weitere 40% auf Flüge mit ausschliesslich privaten Charakter (Freizeit- und Geschäftsreiseverkehr). Der Rest dient sonstigen gewerbsmässigen Zwecken.

Intraplan (2005) geht davon aus, dass die gewerbliche GA, die sich v.a. auf die drei Landesflughäfen konzentriert, geringfügig zulegt. Die nicht gewerbliche GA wird auf dem Niveau der letzten Jahre verharren. Insgesamt werden für das Jahr 2020 rund 1.08 Mio. Flugbewegungen der GA prognostiziert.

Die Flugbewegungen im Alpenraum sind ein grosser Teil der GA. Dieser steht zum Teil in Konflikt mit Tourismus und Naturschutz. 95% der Bewegungen im Alpenraum finden ausserhalb der Gebirgslandeplätze statt. Auf den 42 existierenden Gebirgslandeplätzen finden rund 50'000 Bewegungen statt, 20'000 gewerbliche und 30'000 nicht gewerbliche (Auskunft BAZL 2006). In Rapp Trans (2005) wurde die zukünftige Entwicklung der gewerblichen Flugbewegungen auf Gebirgslandeplätzen bis zum Jahr 2030 aufgezeichnet. Das erste Szenario geht davon aus, dass sich die gewerblichen Flugbewegungen auf Gebirgslandeplätzen im Bereich von 20'000 stabilisieren. Das zweite Szenario unterstellt eine Verdopplung der gewerblichen Flugbewegungen auf Gebirgslandeplätzen bis zum Jahr 2030. Über die Entwicklung der nicht erfassten, nicht gewerblichen Bewegungen auf Gebirgslandeplätzen liegen keine Prognosen vor.

Im Gegensatz zu den Bewegungen im Linien- und Charterverkehr ist bei der gewerblichen und nicht gewerblichen General Aviation insgesamt ein geringer Anstieg des Verkehrsaufkommens zu erwarten.

Überflüge

2004 gab es rund 677'000 Überflüge über die Schweiz. Bei den Überflügen wird bis 2020 in Anlehnung an die Prognosen von EUROCONTROL eine Zunahme von 3.3% p.a. erwartet. Der Luftraum der Schweiz ist einer der meist beflogenen in Europa.

Unsicherheiten

Gewisse Unsicherheiten bei den bestehenden Szenarien ergeben sich bezüglich Entwicklung des Erdölpreises, der Wettbewerbsverhältnisse zwischen den Airlines und des politischen Umfelds im Flughafenraum. Dies kann sich auch auf die Entwicklung der Schweizer Luftfahrt und insbesondere die Bedeutung der Hub-Funktion des Flughafens Zürich auswirken.

4. DIE WIRTSCHAFTLICHE DIMENSION

4.1. WICHTIGE ZUSAMMENHÄNGE

Aus wirtschaftlicher Optik sind im System „Schweizer Luftfahrt“ drei Ebenen zu berücksichtigen: die Produzent-, die Konsumenten- und die gesamtwirtschaftliche Ebene.

Konsumentenebene: Konsumenten von Luftverkehrsleistungen befriedigen nicht nur ihre Mobilitätsbedürfnisse, sondern erfahren dank verkürzten Reisezeiten bzw. weniger Umsteigevorgängen infolge (besserer) Luftverkehrsangebote Zeitersparnisse und damit einen Nutzengewinn gegenüber anderen Mobilitätsangeboten.

Produzentenebene: Firmen, welche Luftverkehr (Fluggesellschaften) und Luftfahrtinfrastruktur (Flughäfen) anbieten. Zusätzlich zählen auch Dienstleistungen aus dem flughnahen Bereich (z.B. Catering, Technik, Bodenabfertigung) sowie weitere Dienstleistungsunternehmen auf dem Flughafen (Flugsicherung, Zoll, Polizei) zu den Unternehmen im Luftfahrtbereich. Eine weitere wichtige Rolle spielen luftfahrtsfremde Unternehmen, die auf den Flughäfen bzw. Flugplätzen tätig sind (v.a. Gastronomie- und Retail-Bereich).

Gesamtwirtschaftliche Ebene: Eine gute Erreichbarkeit ist im internationalen Kontext eine wichtige Voraussetzung für eine hohe Standortattraktivität der Volkswirtschaft Schweiz und seiner Unternehmen. Für die Gesamtwirtschaft sind zudem die durch die Luftfahrtunternehmen (inkl. Ausbildung) sowie deren Zulieferfirmen generierten Arbeitsplätze und die damit zusammenhängende Wertschöpfung sowie deren Stabilität bedeutend. Ein Homecarrier hat deutlich höhere Wertschöpfungswirkung im Inland als eine ausländische Fluggesellschaft mit gleichwertigem Angebot ab der Schweiz. Volkswirtschaftlich relevant sind auch die Ausgaben ausländischer Flugpassagiere in der Schweiz. Zu berücksichtigen sind aber auch die negativen externen Effekte, die sich aus dem Luftverkehr ergeben (siehe Dimension Umwelt).

4.2. KONSUMENTENEbene

Sinkende Konsumentenpreise im Flugverkehr

Die Luftverkehrspreise zeigten sich gemäss Landesindex der Konsumentenpreise (LIK) im Vergleich zur Preisentwicklung des Gesamtverkehrs und zum gesamten LIK im Zeitraum 2000 bis 2007 sehr volatil. Der Flugverkehr ist im Vergleich zu den anderen Verkehrsträgern seit 2003 preislich deutlich attraktiver geworden. Das momentan tiefe Preisniveau ist aus Konsumentensicht positiv zu werten. Allerdings sind damit auch unerwünschte Folgen in Form von negativen Umweltwirkungen verbunden (siehe Kapitel 4.4 „Bedeutende nicht internalisierte externe Kosten“).

Auf die Mobilitätsbedürfnisse der Einwohner der Schweiz im Luftverkehr wird im Kapitel Gesellschaft eingegangen.

International überdurchschnittliche aber abnehmende Verspätungen

Grundsätzlich ist der Luftverkehr eher anfällig auf Verspätungen, weil er stärker vom Wetter abhängig ist. 2004 gab es auf dem Flughafen Zürich gemessen an der Anzahl betroffener Flüge prozentual am meisten Verspätungen. In Genf und Basel lagen diese Werte etwas tiefer. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass diese beiden Flughäfen im Gegensatz zu Zürich keinen Hub betreiben und weil es in Zürich zu Kapazitätsengpässen kommen kann. Je grösser die Verspätungen ausfallen, desto stärker beeinträchtigen sie den Flughafenbetrieb.

Der Anteil der mehr als 15 Minuten verspäteten Flüge hat von 51% im Jahr 2000 auf 34% im Jahr 2006 deutlich abgenommen. Zürich lag in den Jahren 2003 und 2004 in der europäischen Pünktlichkeitsstatistik weit hinten, hat sich aber 2005 mit Platz 13 deutlich verbessert. Genf lag zwischen 2003 und 2005 jeweils auf Rang 7 oder 8 und damit im ersten Viertel der bewerteten Flughäfen.

Import von Gütern per Luftfracht erweitern Angebotspalette

Dank der Luftfracht können Waren weltweit schneller transportiert werden als mit anderen Verkehrsmitteln. Dadurch erweitert sich die Angebotspalette an Konsumgütern für die privaten Haushalte auch in der Schweiz stark.

4.3. PRODUZENTENEBENE

Hohe Erreichbarkeit ist positiver Standortfaktor für Unternehmen in der Schweiz

Die Flugverkehrsverbindungen tragen erheblich zu guten interkontinentalen und europäischen Erreichbarkeiten bei, die zu den wichtigen Standortfaktoren gezählt werden. Diese ist auch für die inländischen und die Ansiedlung ausländischer Unternehmen in der Schweiz wichtig. Unter internationaler Erreichbarkeit wird die Erreichbarkeit verschiedener Metropolitanregionen innerhalb von Europa verstanden.

Die drei Schweizer Landesflughäfen verfügten 2004 über eine überdurchschnittlich gute europäische Erreichbarkeit. Bei der internationalen Erreichbarkeit liegen die Schweizer Landesflughäfen ebenfalls deutlich über dem Durchschnitt (=100) der 73 berücksichtigten Metropolitanregionen. Zürich liegt mit einem Index von gut 105 auf Platz 6 der interkontinentalen Erreichbarkeit. Genf mit 102 Punkten und Basel mit 101 Punkten liegen etwas dahinter. Die in-

ternkontinentale und internationale Erreichbarkeit der Schweiz können als hervorragend bezeichnet werden.

Eigenwirtschaftlichkeit: Luftverkehr kostendeckend – Luftinfrastruktur dank Non-Aviation-Bereich profitabel

Der betriebswirtschaftliche Kostendeckungsgrad von Firmen ist ein zentraler Indikator auf der Unternehmensebene und weist auf die Effizienz der Nutzung des Verkehrssystems hin. Als einer der wenigen Verkehrsträger des öffentlichen Verkehrs erreicht der Luftverkehr in der Regel einen Kostendeckungsgrad von gegen 100% oder mehr. Das Grounding der Swissair hat gezeigt, dass die Kostendeckung manchmal aber auch deutlich tiefer liegen kann.

Luftverkehr: Die SR Technics als Unterhaltsunternehmen erreichte in den Jahren 2003 bis 2005 einen Kostendeckungsgrad von beinahe 100%. Die heute grösste Schweizer Fluggesellschaft (SWISS) erreichte nach mehreren Jahren mit Verlusten 2006 die schwarzen Zahlen und schrieb für die ersten 9 Monate 2007 475 Mio. CHF Gewinn.

Luftinfrastruktur: Die Kostendeckungsgrade der Flughäfen und der Flugsicherung im Jahr 2000 sind in Tabelle 1 dargestellt. Der Aviation-Bereich war im Jahr 2000 auf den Schweizer Flughäfen nicht kostendeckend. Mit der Quersubventionierung aus dem sehr profitablen Geschäft des Non-Aviation-Bereichs auf den Landesflughäfen (Retail und Gastro), der mit dem Flugverkehr stark verbunden ist, sind die Flughäfen insgesamt im Durchschnitt deutlich kostendeckend. Seit 1994 gab es keine Subventionen oder zinsgünstige Darlehen an Flughäfen mehr. Bis 1985 hatte die öffentliche Hand hier noch regelmässig finanzielle Unterstützung geleistet (Infras 2003).

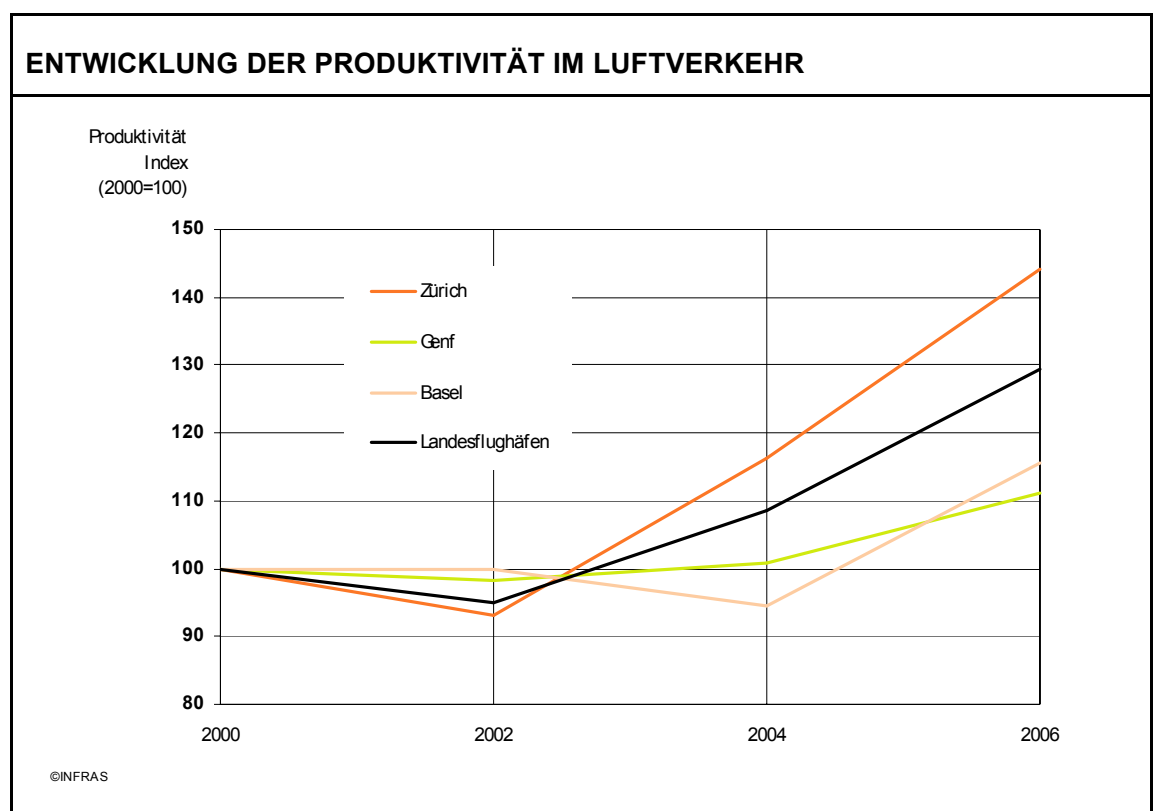
KOSTENDECKUNGSGRAD DER FLUGHÄFEN IM JAHR 2000 (IN %)			
	Landesflughäfen	Regionalflugplätze	Total
Aviation	93%	97%	93%
Non Aviation	197%	95%	193%
Total	123%	97%	122%

Tabelle 1 Landesflughäfen: Flughäfen Zürich, Genf und Basel. Regionalflugplätze: Bern, Lugano, St. Gallen, Sion. Quelle: ARE/BAZL 2003. Lesebeispiel: Der (betriebswirtschaftliche) Kostendeckungsgrad für den Aviation Bereich beträgt 93%.

Die Flugsicherung (Skyguide) muss gemäss gesetzlichem Auftrag ihre Kosten über Gebühren decken. Dies führt dazu, dass die Gebühren im europäischen Vergleich hoch sind (Skyguide 2006). Allfällige Überschüsse muss Skyguide über Gebührensenkungen an die Fluggesellschaften zurückerstatten.

Nach Grounding der Swissair erneut steigende Produktivität

Eine steigende Produktivität (Wertschöpfung pro Vollzeitäquivalent) ist für die Erstellung von wettbewerbsfähigen Flugverkehrsdienstleistungen nützlich. Eine hohe (steigende) Produktivität deutet auf eine hohe (steigende) Effizienz und ist ein Indikator für die Wettbewerbsfähigkeit der Branche. Relevant ist dabei auch der Vergleich mit anderen Branchen.

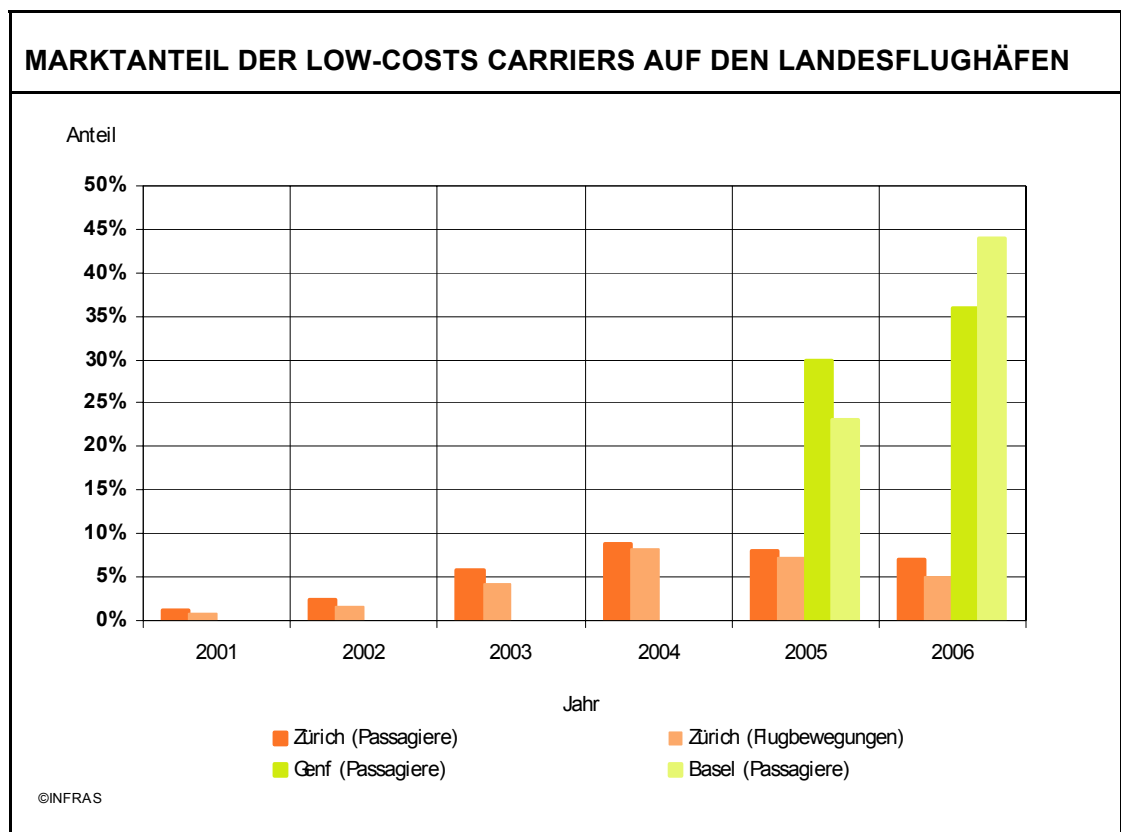


Figur 5 Umfasst alle Firmen im Bereich Airline related (= Airline-nahe Unternehmen: Fluggesellschaften, Technikfirmen, Bodenabfertigungsfirmen, Cateringunternehmen, etc.) und Airport related (Flughafen-nahe Unternehmen: Flughafenbetreiber, Flugsicherheit, Zoll, Polizei, etc.) auf dem Gebiet der Landesflughäfen. Quelle: SIAA 2003, AFV 2005; Daten für 2006 abgestützt auf Entwicklung bei den Landesflughäfen.

Die Produktivität im Luftverkehr der Landesflughäfen in der Schweiz (159'000 CHF pro Vollzeitbeschäftigten VZÄ) lag 2004 über der durchschnittlichen Produktivität der Verkehrsbranchen (128'000 CHF/VZÄ) und auch über dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt der Schweiz (142'000 CHF/VZÄ) (Aerosuisse/BAZL/SIAA 2006) und ist bis 2006 nochmals deutlich gestiegen (hochgerechnet aus Angaben der Entwicklung der Landesflughäfen).

Seit 2001 zunehmende Bedeutung der Low-Cost-Carrier

Der steigende Anteil der Low-Cost-Carrier in den letzten Jahren ist ein möglicher Indikator für einen steigenden Wettbewerbsgrad der Luftverkehrsbranche. 2001 machten die Low-Cost-Carrier in der Schweiz erst einen verschwindend kleinen Anteil am Markt aus. Zwischen 2001 und 2004 haben sie, etwas verzögert im Vergleich zu Deutschland oder Grossbritannien, auch in der Schweiz einen spürbaren Marktanteil erreicht. In Zürich stagniert der Anteil seither, in Basel und Genf stieg die Bedeutung der Low Cost Carrier bis 2006 weiter. Die europäische Konkurrenz mit den Low Cost Carriern hat auch bei den Netzwerkcarriern wie der SWISS zu günstigeren Angeboten auf den Konkurrenzstrecken geführt hat.



Figur 6 Quelle: Geschäftsberichte UNIQUE, AIG und Euroairport (2005, 2006).

Export von Gütern per Luftfracht

Die Schweiz als kleine offene Volkswirtschaft ist definitionsgemäss stark auf die Exportwirtschaft angewiesen. Die Luftfahrt stellt einen wichtigen Transportkanal für die Schweizer Exportindustrie dar, v.a. auch wenn es darum geht zeitkritische Güter (wichtige Maschinen, Elekt-

rotechnik, chemische Erzeugnisse, etc.) zu Kunden zu transportieren, die oft im europäischen oder amerikanischen Markt, aber laufend mehr auch im asiatischen Markt angesiedelt sind.

4.4. GESAMTWIRTSCHAFTLICHE EBENE

Bewegte Entwicklung bei Wertschöpfung und Beschäftigung

Gesamtwirtschaftlich ist der Luftverkehr vor allem wegen der Wertschöpfung und Beschäftigung der auf den Landesflughäfen angesiedelten Unternehmen (direkter Effekt) und der Wertschöpfung und Beschäftigung der inländischen Unternehmen relevant, welche für die Unternehmen des direkten Effekts Vorleistungen produzieren (indirekter Effekt). Für die Schweizer Volkswirtschaft ist eine hohe Wertschöpfung und Beschäftigung eines wertschöpfungsintensiven Sektors wie der Luftfahrt, der eine überdurchschnittliche Produktivität aufweist und wettbewerbsfähig ist, positiv zu werten. Zudem bildet die Luftfahrt zusammen mit den anderen Verkehrsträgern und anderen Infrastrukturen die Basisstruktur der Volkswirtschaft.

INLÄNDISCHE BESCHÄFTIGUNG UND WERTSCHÖPFUNG DER LUFTFAHRT-BRANCHE 2004		
Landesflughäfen	Beschäftigte (in Vollzeitäquivalenten)	Wertschöpfung (in Mio. CHF)
Direkter Effekt	29'800	4'500
Indirekter Effekt	13'600	1'700
Summe	43'400	6'200

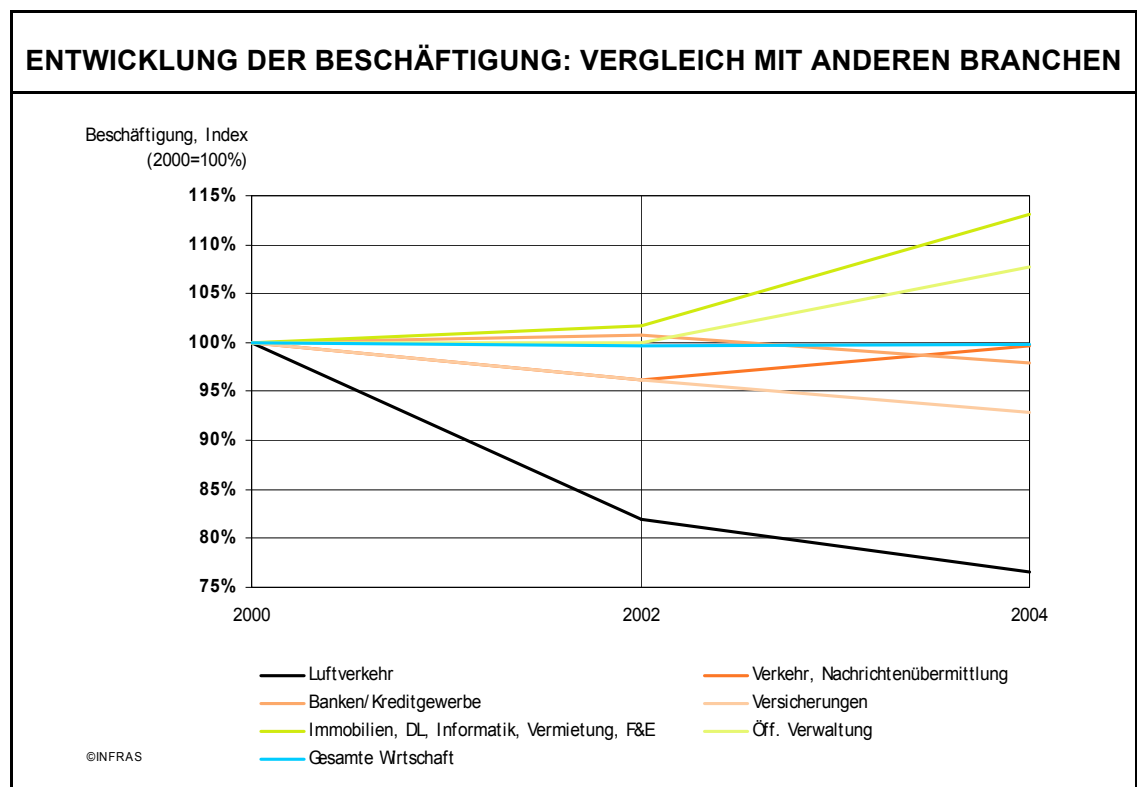
Tabelle 2 Quelle: SIAA 2003, AFV 2005 sowie zusätzliche eigene Berechnungen.

Der direkte Effekt der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Luftfahrt im Jahr 2004 umfasste auf den drei Landesflughäfen knapp 30'000 Vollzeitbeschäftigte. Die damit verbundene Wertschöpfung betrug rund 4.5 Mia. CHF. Die Summe des direkten und indirekten Effekts macht sowohl bei der Wertschöpfung als auch bei den Vollzeitstellen rund 1.4% der Summe des BIP bzw. der Beschäftigung der gesamten Schweiz aus.

Von der Gesamtsumme der drei Landesflughäfen entfallen rund 60% der Beschäftigung und 66% der Wertschöpfung auf den Standort Zürich. Der *Flughafen Zürich* hat innerhalb der Luftfahrt Schweiz eine zentrale Bedeutung. Seine Hub-Funktion spielt für die volkswirtschaftliche Bedeutung des Flughafens Zürich eine wichtige Rolle, u.a. weil dies die Erreichbarkeiten der Schweiz von aussen und gegen aussen erhöht. Die direkte und indirekte Wertschöpfung auf dem Flughafen Zürich wäre beispielsweise ohne Hub im Jahr 2004 rund 30% tiefer gewesen als im heutigen Zustand (AFV 2005).

Die Beschäftigung und Wertschöpfung der Luftfahrt in der Schweiz ist in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre einigermassen kontinuierlich bis zum Höhepunkt im Jahr 2000 gestiegen. 2001 sank die Beschäftigung dann von 39'000 Vollzeitbeschäftigten um 18% und stabilisierte sich zwischen 2002 und 2004 wieder bei rund 30'000 Vollzeitbeschäftigten im direkten Effekt. Im Zuge dieser Umstrukturierungen der Luftfahrtsbranche sind etliche Schweizer Luftfahrtunternehmen an ausländische Investoren verkauft worden (SWISS, Gate Gourmet, SR Technics, Swissport, Nuance, Atraxis).

Ein Vergleich mit der Beschäftigungsentwicklung in anderen Branchen zeigt, dass die Luftverkehrsbranche seit 2000 eine so negative Entwicklung durchgemacht hat wie sonst keine vergleichbare Branche im Dienstleistungssektor (Figur 7). Das aktuelle und erwartete künftige Marktumfeld lassen erwarten, dass der Luftverkehr bis 2020 stärker zulegen wird als die Schweizer Branchen im Durchschnitt. Veränderungen in der weltweiten Sicherheitssituation können den Luftverkehr jedoch kurzfristig stark beeinträchtigen.



Figur 7 Quellen: SIAA 2003, AFV 2005, eig. Berechnungen; Beschäftigungsstatistik 2000-2003 (BFS 2003b).

Die **SWISS** als heute grösster Anbieter nimmt als Home Carrier eine besondere Position in der Schweizer Luftfahrt ein. Die Entwicklung des Personalbestands der SWISS widerspiegelt die

bewegte Entwicklung des Luftverkehrs der letzten 5 Jahre. Von den im Jahr 2002 rund 11'000 Vollzeitstellen wies die SWISS 2006 aufgrund verschiedener Restrukturierungsmassnahmen seit der Gründung noch 6'300 Vollzeitstellen aus. Wichtiger Grund für diesen starken Rückgang ist die Halbierung der Flotte in dieser Zeitspanne. Im November 2006 konnten erstmals wieder 550 neue Arbeitsplätze im Rahmen des Ausbaus der Langstreckenflotte geschaffen werden.

Bedeutende Ausgaben von ausländischen Flugpassagieren

Die Ausgaben ausländischer Flugpassagiere in der Schweiz (z.B. in der Tourismusbranche, dem Verkehr etc.) führen zu weiteren positiven volkswirtschaftlichen Effekten, die mit dem Luftverkehr in Zusammenhang stehen. Die über die Ausgaben der ausländischen Flugpassagiere generierte Wertschöpfung in der Schweiz betrug im Jahr 2004 insgesamt 7.7 Mia. CHF und lag damit etwas höher als die Wertschöpfung aus dem direkten und indirekten Effekt des Luftverkehrs in der Schweiz.

Luftverkehrsverbindungen sind vor allem für internationale und exportierende Unternehmen wichtig

Das Flugverkehrsangebot in der Schweiz hat Auswirkungen auf das Verhalten und die Standortgunst der Unternehmen in der Schweiz. Wichtig für exportorientierte und internationale vernetzte Unternehmen sind z.B. das Angebot an erreichbaren Destinationen, die mit Direktflug erreichbaren Destinationen, die Frequenzen der angebotenen Flüge und die Preise. Luftverkehrsangebote sind für Unternehmen und Volkswirtschaft aus folgenden Gründen wichtig:

- › Bessere Erreichbarkeit und somit Vergrösserung von Märkten.
- › Erhöhte Nutzungsmöglichkeit von Grössenvorteilen bei Herstellung und Vertrieb („economies of scale und scope“).
- › Engeres Zusammenrücken der Räume dank (Luft-)Verkehr führt zu grösserer Ballung von Nachfragern, die für ein Unternehmen erreichbar sind („economies of density“).
- › Grösserer Arbeitsmarkt bei der Mitarbeiterakquisition.
- › Luftverkehr ermöglicht es mehr Firmen Produkte in der Schweiz anzubieten oder hier zu produzieren. Dieser Wettbewerbsdruck zwingt inländische Anbieter zu effizienterem und innovativem Angebot.

Diese Wirkungen sind nicht genau quantifizierbar, spielen aber für die Standortattraktivität, das Wachstumspotential und die Beschäftigungsdynamik der Schweiz eine wichtige Rolle.

Bedeutende nicht internalisierte externe Kosten

Externe Kosten ergeben sich aus nicht erwünschten Nebeneffekten bei der Erstellung von Luftverkehrsdienstleistungen. Die externen Kosten werden im Bereich Gesamtwirtschaft und nicht im Bereich Umwelt abgehandelt, weil sie aus volkswirtschaftlicher Sicht über Preiswirkungen die Effizienz des Marktergebnisses negativ beeinflussen. Eine effiziente Preisgestaltung erfordert eine möglichst vollständige Internalisierung der externen Kosten. Gemäss heutigem Stand der Forschung machen die Klimakosten rund 75% der externen Kosten des Luftverkehrs aus. Daneben sind die externen Lärmkosten, die externen Gesundheitskosten und die externen Umweltkosten von Relevanz. Die auf den aktuellen Erkenntnissen berechneten externen Kosten pro Verkehrsleistung (Passagierkilometer) liegen im Luftverkehr tiefer als z.B. bei den PKW aber höher als bei der Schiene (mit europäischen Strom-Mix) (INFRAS 2007).

4.5. ZUKUNFTSAUSSICHTEN UND GESAMTBEURTEILUNG

Einer der wichtigen Inputs für die Produktion von Luftverkehrsleistungen ist das Erdölprodukt Kerosin. Erdöl als nicht erneuerbare Energiequelle ist nicht unbegrenzt verfügbar. Aufgrund des vergleichsweise hohen Anteils der Energiekosten an den gesamten Produktionskosten können knapper werdende Erdölvorräte bzw. die Kosten für alternative Treibstoffe erhebliche Preissteigerungen für die Airlines und somit auch die Flugpassagiere bedeuten.

Konsumentenebene

Wenn die Entwicklung so verläuft wie im Trendszenario von Intraplan unterstellt, dann wäre auf der Konsumentenebene bis 2020 mit real etwa stabilen Preisen (bei weiterhin hoher Volatilität) zu rechnen. Bei steigenden Flugbewegungszahlen können die Verspätungen bei unveränderter Infrastruktur zunehmen. Mittelfristige Kapazitätsausbauten würden dem entsprechend entgegen wirken. Die interkontinentalen Erreichbarkeiten blieben für die exportorientierten Unternehmen der Schweiz weiterhin sehr gut und würden für gewisse Regionen (z.B. Asien) noch Verbesserungen erfahren. Auch die internationalen Erreichbarkeiten dürften weiter zunehmen, was die Standortattraktivität für Unternehmen mit Fokus auf den europäischen Markt verbessern würde.

Würde die Hub-Funktion des Flughafens Zürich eingeschränkt, würde die Zahl der Umsteigevorgänge vieler Luftfahrtpassagiere bis zur Enddestination wegen der deutlich geringeren Anzahl an Direktverbindungen zunehmen. Bei den Erreichbarkeiten würde die Schweiz gegenüber Konkurrenzstandorten einige Plätze verlieren.

Produzentenebene

Im Fall des Trendszenarios würden auf der Produzentenebene die betriebswirtschaftlichen Kostendeckungsgrade bei den Luftinfrastrukturunternehmen tendenziell steigen, da die Passagierzahlen stärker zunehmen als die Zahl der Flugbewegungen. Die Produktivitätsentwicklung würde bis 2020 etwa stabil bleiben, ausser wenn Infrastrukturerweiterungen diese vorübergehend absinken liessen.

Bei einer Einschränkung der Hub-Funktion in Zürich würden die Kostendeckungsgrade bei der Infrastruktur in Zürich zurückgehen. Weil die Zahl der Transferpassagiere viel stärker rückläufig wäre als die der Lokalpassagiere, würde der Retail-Bereich weniger stark negativ tangiert.

Gesamtwirtschaftliche Ebene

Wenn die Luftverkehrsbewegungen bis 2020 gemäss dem Trendszenario von Intraplan 3% pro Jahr wachsen, dann würde die Wertschöpfung des Luftverkehrs aus dem direkten und indirekten Effekt von 6.2 Mia. CHF im Jahr 2004 auf gut 10 Mia. CHF im Jahr 2020 steigen (zu konstanten Preisen). Dies wäre mit einem Beschäftigungsanstieg von gut 43'000 (dir. und indir. Effekt) im Jahr 2004 auf rund 70'000 im Jahr 2020 verbunden (bei konstanter Produktivität). Vor allem bei der Beschäftigung wäre weiterhin eine erhöhte Volatilität zu erwarten, weil der Luftverkehr besonders anfällig auf globale (Sonder-)Ereignisse ist. Die Ausgaben der ausländischen Luftfahrtpassagiere in der Schweiz würden ab 2010 kaum mehr bedeutend steigen, da das Passagierwachstum ab diesem Zeitpunkt zunehmend durch Transferpassagiere bedingt ist (Intraplan 2005). Die nicht internalisierten externen Kosten des Luftverkehrs nähmen deutlich zu, wenn nicht über Gewichtsreduktionen der Flugzeuge, technische Fortschritte, Neuerungen bei den Antrieben und Air Traffic Management die Folgen des Mengenwachstums gedämpft werden können. Zum Teil werden negative Wirkungen des Luftverkehrs über entsprechende Gebühren der Flughafenbetreiber (z.B. Lärmgebühr) in der Schweiz bereits mit einem Preis belegt. Diese decken jedoch nicht alle Externalitäten (z.B. im Bereich Klima). Zur Internalisierung der verbleibenden externen Kosten würde auf EU-Ebene der Einbezug des Luftverkehrs in das europäische Emissionshandelssystem wahrscheinlicher.

Wenn künftig kein Homecarrier mehr in der Schweiz existieren würde, der einen Hub betreibt, dann dürften 2020 sowohl Wertschöpfung wie Beschäftigung real etwa gleich hoch liegen wie 2004 und somit in Bezug auf das BIP der Schweiz 2020 relativ an Bedeutung verlieren. Wenn dieser No Hub Fall in eine wirtschaftliche Schwächephase fallen sollte, wären die negativen Folgen zeitlich länger und schwerer. Die folgende Tabelle fasst die Beurteilung zusammen:

Bewertung heute:

	Nachhaltige Entwicklung
	Leichte Defizite
	Grössere Defizite

GESAMTBEURTEILUNG DIMENSION WIRTSCHAFT (BASIS TRENDSZENARIO)				
Postulate und Indikatoren	Bewertung heute (Seitenverweis)	Entwicklung in Zukunft	Gesamtbeurteilung¹⁾	Handlungsmöglichkeiten; Chancen und Risiken
Postulat 1 KONSUMENTENEbene: Gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis für Luftverkehrskonsumenten				
Konsumentenpreise im Flugverkehr	(siehe S. 31)	0	Tendenziell positiv	V.a. Unternehmen der Luftfahrt haben Handlungsmöglichkeit in liberalisiertem Markt. Abhängig von int. Wettbewerbsdruck, Weltkonjunktur, Marktposition SWISS als heute grösstem Anbieter in der Schweiz, Wettbewerb unter Zulieferer der Luftfahrtunternehmen und Regulierungsumfeld. Risiko weiter steigender Kerosinpreise. Bei ungünstiger Entwicklung tendenziell negativ.
Verspätungen	(siehe S. 32)	0	Kapazitätsausbau politisch schwierig	Politik und Flughafenbetreiber haben Handlungsmöglichkeiten: Zürich: Verhandlungen auf pol. Ebene zu deutscher Verordnung (DVO), Single European Sky als Chance; Kapazitätsausbau, Betriebsoptimierungen. Reduktion des Verspätungsrisikos ist für Hub-Betrieb wichtig (ZH). Abhängig von Möglichkeiten für Kapazitätsausbau.
Postulat 2 PRODUZENTENEbene: Effizientes und wettbewerbsfähiges Verkehrssystem				
Gute Erreichbarkeiten für Unternehmen	(siehe S. 32)	0 bis +	Positiv	Politik und Performance der Luftfahrt Schweiz. U.a. abhängig von Hubfunktion (ZH) und von SIL-Entscheiden bezüglich Kapazitätsausbauten und Betriebskonzepten. Bei Wegfall der Hubfunktion Einbussen zu erwarten.
Eigenwirtschaftlichkeit	(siehe S. 33)	+	Positiv	Luftfahrtunternehmen und Politik mit Handlungsmöglichkeiten. Abhängig von Wachstum, vergleichbaren Rahmenbedingungen wie im Ausland und Produktivität der Luftfahrt Schweiz. Bei ungünstiger Entwicklung zunehmende Unternehmensrisiken (v.a. bei Wegfall Hubfunktion)

GESAMTBURTEILUNG DIMENSION WIRTSCHAFT (BASIS TRENDSZENARIO)				
Postulate und Indikatoren	Bewertung heute (Seitenverweis)	Entwicklung in Zukunft	Gesamtbeurteilung¹⁾	Handlungsmöglichkeiten; Chancen und Risiken
Produktivität: Wertschöpfung/VZÄ	(siehe S. 34)	0	Positiv	Wichtiger Einfluss der nat. Wirtschafts- und Wettbewerbspolitik und der Unternehmensführungen im Luftverkehr. Abhängig von (inter-)nationalem Wettbewerbsdruck, Zugang zu qualifiziertem Personal. Wichtig dafür sind offene Güter- und Arbeitsmärkte. In Szenario No Hub (ZH) eher negativ, da schlechtere Auslastung der Ressourcen.
Ausgaben der öff. Hand für Luftfahrt		+	Tendenziell positiv	Bund und Kantone haben Handlungsmöglichkeiten in Krisensituationen. Abhängig von politischem Umfeld; Risiken bei Wegfall der Hubfunktion (ZH).
Postulat 3: GESAMTWIRTSCHAFTLICHE EBENE Direkter und Indirekter Beitrag für die nationale Wirtschaft				
Beschäftigung, Wertschöpfung Stabilität (direkt & indirekt)	(siehe S. 36)	+	Positiv	Wichtig sind Investitionssicherheit, Wettbewerb auch bei Zulieferer der Luftfahrt sowie qualifiziertem Arbeitsmarkt. Abhängig von allgemeiner Entwicklung CH-Luftfahrt und SIL-Entscheiden. Bei ungünstiger Entwicklung zunehmende Risiken (v.a. bei Wegfall der Hubfunktion ZH)
Ausgaben ausländ. Flugpassagiere	(siehe S. 38)	0	Positiv	Flughafenbetreiber und Politik gefordert. Abhängig von Hub-Funktion. Bei Wegfall (ZH) Einbussen. Hängt entsprechend auch von SIL-Entscheiden ab. Anfällig auf weltweite Krisen.
Externe Kosten	(siehe S. 39)	-	Tendenziell negativ	Politik (inkl. EU) und Luftfahrtunternehmen z.B. als Besteller von Flugzeugen, Struktur der Flughafengebühren, Vorbereitung zu Einbezug der Luftfahrt in Emissionshandel, Raumplanung um Flughafenstandorte.

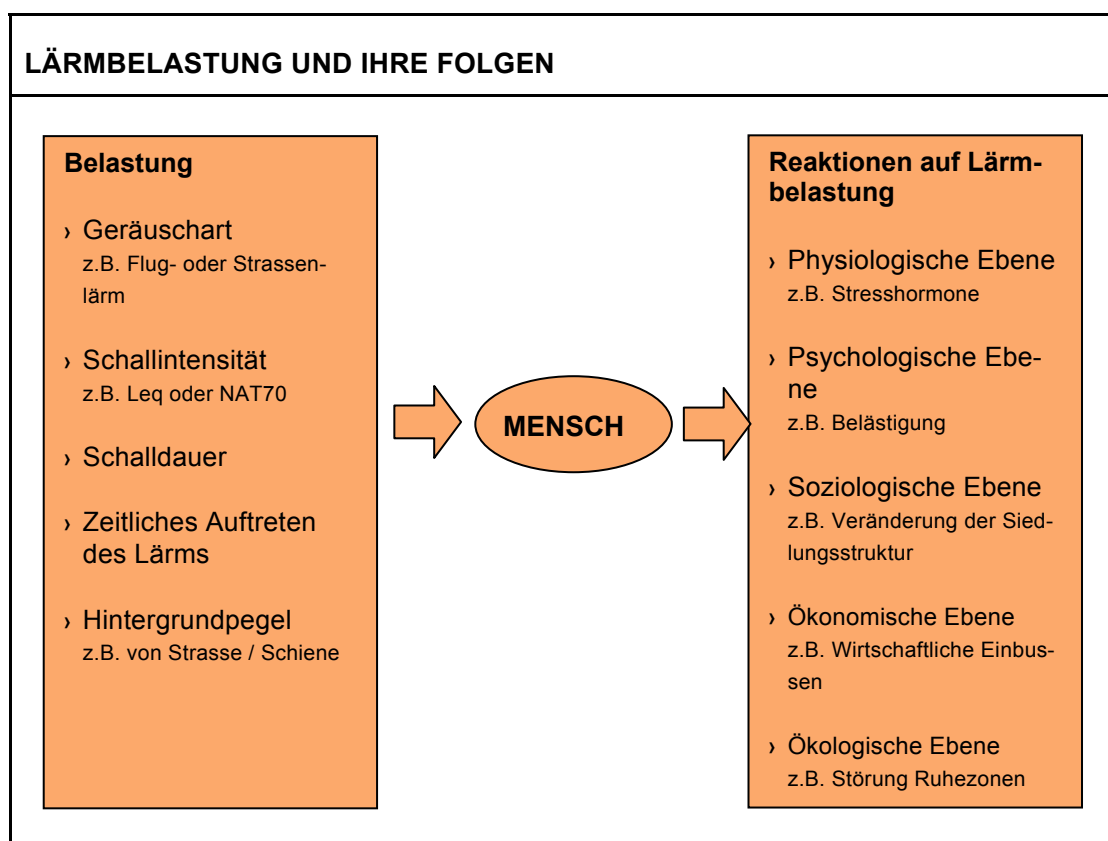
Tabelle 3

5. DIE DIMENSION UMWELT

5.1. LÄRMBELASTUNG UND -BELÄSTIGUNG

Komplexe Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung und Lärmbelästigung

In der Wirkungskette zwischen Lärmbelastung und den Reaktionen auf Lärmbelastung steht der Mensch im Zentrum. Der Fluglärm, als eine von vielen Geräuschquellen, kann z.B. über die Schallintensität oder den Zeitpunkt des Auftretens des Schalls beschrieben werden. Die Reaktionen des Menschen auf den wahrgenommenen Schall finden auf unterschiedlichen Ebenen statt. Sie können u.a. mit der Messung von Stresshormonen, der Erhebung von Belästigung, der Veränderung der Siedlungsstruktur oder der Berechnung von wirtschaftlichen Einbussen aufgezeigt werden. Lärmbeanspruchungen in ökologischen Ruhezonnen zählen ebenfalls zu den Auswirkungen durch Lärmbelastung.



Figur 8 Basierend auf Wirth (2004).

Die heute in der Schweiz relevanten physikalischen Indikatoren zur Messung der Lärmbelastung sind der äquivalente Dauerschallpegel (z.B. $L_{eq,16}$) und der maximale Schallpegel (L_{max}). In der

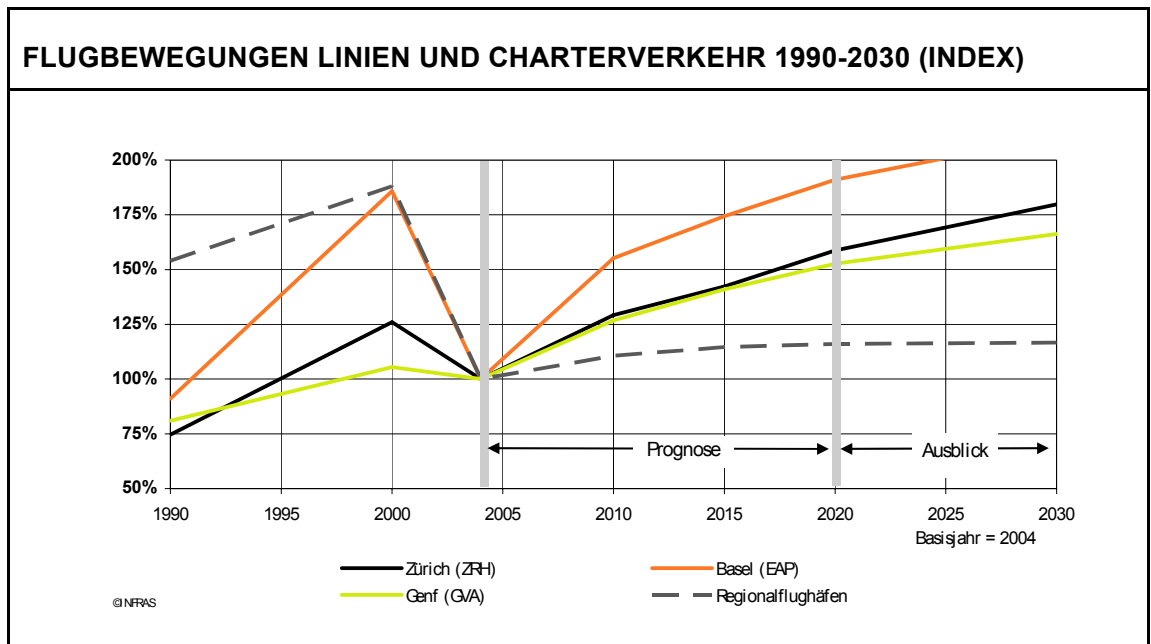
Lärmschutzverordnung (LSV) ist festgelegt, wie die für die Belastungsgrenzwerte massgeblichen Beurteilungspegel ermittelt werden. Diese physikalischen Indikatoren können in Bezug zur Anzahl belasteter Personen oder lärmbelasteter Flächen gesetzt werden. Die Anzahl Personen bzw. die Fläche über den definierten Grenzwerten für eine Empfindlichkeitsstufe gemäss der LSV (z.B. IGW ESII für Wohnzonen) bilden zentrale Beurteilungskriterien.

Demgegenüber steht die Lärmbelästigung als subjektive Einschätzungen der Bevölkerung, die sich nicht unmittelbar messen aber durch Erhebungen erfragen lässt. Die Höhe der Lärmbelästigung ist u.a. abhängig von der Lärmbelastung (Fluglärmpegel). Mittels Dosis-Wirkungs-Beziehungen kann ein Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung hergestellt werden. Die Lärmbelastung kann in der Regel rund einen Drittel der Lärmbelästigung erklären. Weitere Indikatoren erfassen die Folgewirkungen von Lärmbelastungen, wie gesundheitliche Beeinträchtigungen, soziokulturelle Veränderungen oder wirtschaftliche Auswirkungen.

Generell ist zu sagen, dass im Bereich Lärm die Informationen für die einzelnen Flughäfen und Flugplätze relativ heterogen sind. Eigentliche Zukunftsszenarien der Lärmbelastung sind nur qualitativ – auf Basis der Einschätzung der verschiedenen Einflussfaktoren – ermittelbar. Im Rahmen des SIL-Prozesses sind in Zürich detaillierte Lärmprognosen für eine breite Palette von Varianten berechnet worden.

Sinkende Lärmbelastung wegen besserer Technik und Einbruch der Bewegungen ab 2001

Die Entwicklung der Flugbewegungen ist ein Indikator für die Anzahl Lärmereignisse. Die Flugbewegungen haben im Zeitraum 2001 bis 2005 gesamtschweizerisch etwas abgenommen und damit einen dämpfenden Einfluss auf die Lärmbelastung gehabt. Seither nehmen die Bewegungen wieder zu.



Figur 9 Entwicklung und Prognosen für die Flugbewegungen auf Landes- und Regionalflughäfen (Basisjahr = 2004). Quelle: BAZL 2005b und Intraplan 2005.

Gleichzeitig bestehen verschiedene technische Einflussfaktoren, die die Fluglärmbelastung positiv beeinflussen:

- › Der technische Fortschritt hin zu leiseren Triebwerken und Flugzeugkonstruktionen wurde seit Jahrzehnten vorangetrieben. Die Fluggesellschaften erneuern fortwährend ihre Flotte und ersetzen alte, lärmige Flugzeuge durch neue lärmgünstigere (Details siehe INFRAS 2006, AP2).
- › In den Flugzeugflotten wurden die lärmtechnischen Fortschritte eingeführt. Insbesondere laute Einzelereignisse konnten stark reduziert werden.
- › Durch verbesserte An- und Abflugverfahren (z.B. auf dem Flughafen Basel-Mulhouse) konnten Lärmemissionen gebündelt werden. In Zürich dagegen führten die süddeutschen Überflugsbeschränkungen (DVO) zu einer wesentlichen Verschlechterung der Situation in der Schweiz.
- › Durch eine Verlängerung der Nachtsperreordnung am Flughafen Zürich konnten die Lärmemissionen reduziert werden.

Demgegenüber haben die Bevölkerungsdichte im Umfeld der Flughäfen und Zahl der Flugbewegungen in den kritischen Tagesrandstunden zugenommen. Sie überkompensierten den Fortschritt auf der lärmtechnischen Seite der Triebwerke und lärmindernder An- und Abflugverfahren, so dass die Zahl der Lärmbelästigten zunahm.

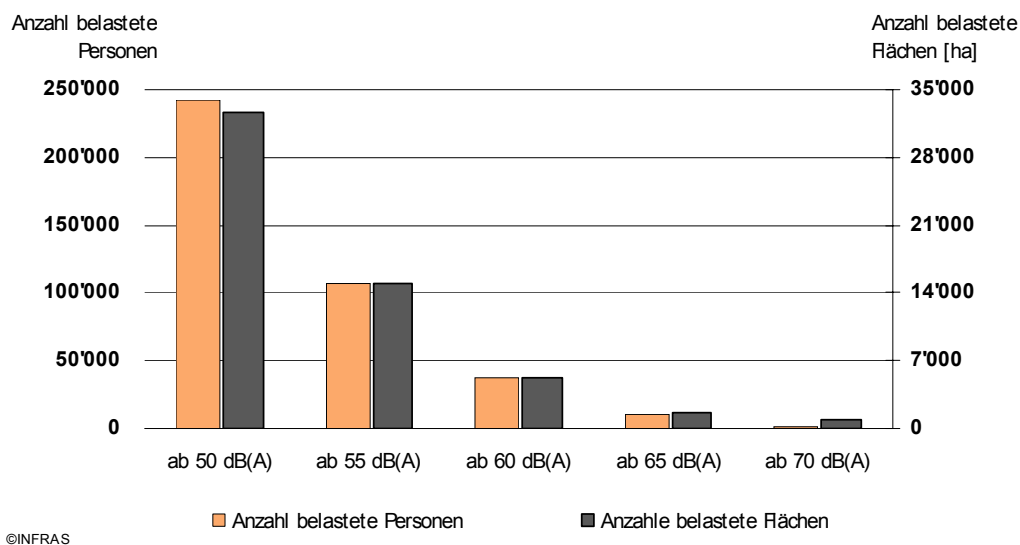
Vergleicht man Daten für fluglärmbelastete Flächen in der Schweiz mit der Studie EWI (1993), zeigt sich, dass die Fluglärmbelastung pro Flächeneinheit in den letzten Jahren gesunken ist. Für die Entwicklung der Anzahl fluglärmbelasteter Personen in der Schweiz während der letzten Jahre sind keine umfassenden Daten vorhanden.

Aus der Analyse der vorliegenden Lärmdaten geht folgendes hervor:

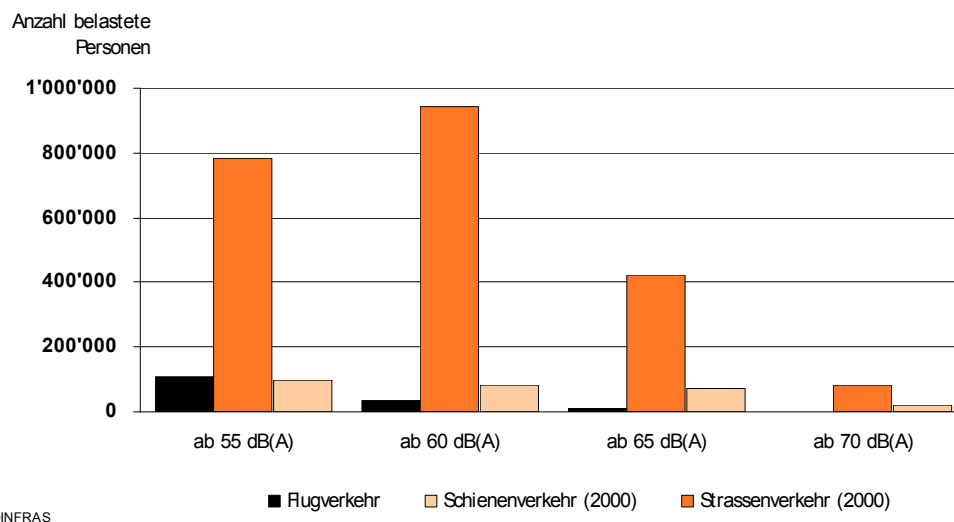
- › Grenzwertüberschreitungen des Immissionsgrenzwerts (IGW) im Sinne der LSV treten beinahe ausschliesslich bei den drei grossen Landesflughäfen auf.
- › Heute sind in der Schweiz 35'100 (Tag) bzw. 38'000 (Nacht) Personen übermässigem Fluglärm (d.h. über den Immissionsgrenzwerten ES II und ES III gemäss LSV) ausgesetzt (ohne Flugbewegungen des Militärs). Durch die Flüge des Militärs knapp 2'400 Personen von Lärm über dem IGW betroffen, 9% davon ausserhalb von Bauzonen (Beurteilungspegel $L_{r,m}$, Angaben Luftwaffe, Stationierungskonzept 2010).
- › 11'300 ha (Zivile Luftfahrt; $L_{eq,16}$, Stand 2003) und gut 1'700 ha (Militärflugplätze; $L_{r,m}$, Stationierungskonzept 2010) sind mit Lärmimmissionen über dem IGW belastet. Die Immissionsgrenzwerte für die zivile Luftfahrt betragen für ES II 60 dB(A) am Tag und 55 dB(A) in der Nacht (Beurteilungspegel L_r für den Gesamtverkehr, bei zivilen Flugplätzen mit Verkehr von Grossflugzeugen gemäss LRV).

In der Schweiz leben in der Umgebung der Landesflughäfen gegen 400'000 Personen in Gebieten, die mit einem akustischen Mittelungspegel von über 50 dB(A) während des Tages belastet sind. Gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) gelten Belärmungen ab dem IGW als schädlich (bei der Zivilluftfahrt bei Empfindlichkeitsstufe I (ESI) 55dB(A), bei ESII 60dB(A)). Knapp 40% der Personen - rund 160'000 Personen - werden über von $L_{r,g,16}$ von 55 dB(A) belastet. Rund 13% der betroffenen Personen sind einem L_{eq} von 60 dB(A) und mehr ausgesetzt. Die folgende Figur zeigt die tagsüber mit Fluglärm belasteten Personen und Flächen um die Landesflughäfen Zürich, Basel und Genf.

BELASTETE PERSONEN UND FLÄCHEN IN DER UMGEBUNG DER LANDES- FLUGHÄFEN (TAG) UND VERGLEICH DER VERKEHRSTRÄGER



VERGLEICH DER VERKEHRSTRÄGER



Figur 10 Fluglärm-belastete Personen in der Umgebung der Landesflughäfen Basel, Zürich und Genf. Für Zürich und Basel Angaben für die Tagesstunden 06.00 bis 22.00 Uhr. (Quelle: EMPA 2000, EMPA 2003, AIG 2003, BAZL 2005c, EMPA 2003). Daten für Genf aus Abschätzung ARE (Quelle für Strasse und Schiene: ARE 2004).

Der Vergleich der lärmbelasteten Personen zwischen den Verkehrsträgern zeigt, dass der Luftverkehr in etwa vergleichbar ist mit dem Schienenverkehr. Diese beiden belärmen zusammen aber deutlich weniger Einwohner als der Strassenverkehr.

Die psychischen Lärmwirkungen sind in der Regel von körperlichen Reaktionen, insbesondere von Stressreaktionen begleitet. Dauerhaft erhebliche oder lang andauernde Belastung durch Fluglärm (auch unterhalb der Schwelle für Gehörschäden) kann die Gesundheit beeinträchtigen und krank machen. Die Studie „Fluglärmwirkungen“ (UBA 2000) zählt folgende Beeinträchtigungen auf:

- › Belästigung,
- › Gehörschädigungen,
- › Lärm als Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislaufstörungen,
- › Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm.

Die subjektive Fluglärmbelastung durch Linien- und Charterflugzeuge steigt

In der Lärmwirkungsforschung wurden im Laufe der Zeit mehrere Metaanalysen durchgeführt, um den Anteil an stark belästigten Personen (%HA) als Funktion der Fluglärmbelastung als Zeitreihe darzustellen. Es gibt Hinweise (z.B. Guski 2003), dass die Bevölkerung bei in den letzten Jahrzehnten vergleichbaren Pegeln auf Fluglärm empfindlicher geworden ist. Einen Anteil von 25% HA ergab sich 1965 bei einer Lärmbelastung (L_{dn}) von 68 dB(A), 1990 bei 62 dB(A) und 2001 bei 53 dB(A). Vergleiche¹ in der Schweiz (Wirth 2004) zeigen, dass in den letzten 10 Jahren das subjektive Störeffinden (empfundene Belästigung bei bestimmtem Lärm) um den Flughafen Zürich zugenommen hat.

Ob diese Beobachtung durch eine grössere generelle Empfindlichkeit der Betroffenen und/oder durch die vorhandenen (raum)politischen und wirtschaftlichen Unsicherheiten um den Luftverkehr im Raum Zürich geprägt sind, ist schwierig zu beurteilen. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei grösseren Änderungen des Betriebsreglements und der Anzahl Flugbewegungen eine wesentlichere Änderung der Störwirkung durch Fluglärm auftritt als bei kontinuierlichen Veränderungen. Es bleibt offen, ob die beobachtete Zunahme der Empfindlichkeit bezüglich Fluglärm auch für die Landesflughäfen Basel und Genf gilt.

¹ Vergleich Fluglärmstudie 2000 mit den beiden älteren Studien von Oliva 1995 und der Arbeitsgemeinschaft für sozio-psychologische Fluglärmuntersuchungen 1974.

Offenbar haben die kaum objektiv messbaren Elemente der Lärmbelastung aufgrund verschiedener Faktoren an Bedeutung gewonnen:

- › hauptsächlich die Anpassung der Anflugverfahren in Zürich (DVO),
- › die stärkere Belastung von Tagesrand- (6.00–7.00 und 21.00–22.00 Uhr) und Nachtzeiten (22.00–06.00 Uhr),
- › der Überflug von sensiblen Gebieten,
- › die Unsicherheiten bezüglich der Festlegung des definitiven Betriebsreglements,
- › die grundsätzliche Einstellung der AnwohnerInnen zum Luftverkehr und zum Flughafen.

Punktuelle Belästigung durch Flugbewegungen der GA im Alpenraum

Mit Ausnahme der beiden Flugplätze Sion (mit militärischer Nutzung) und Lugano verursachen Regionalflugplätze und Flugfelder geringfügige Überschreitungen der Lärmgrenzwerte. Bei Überschreitungen müssten gemäss LSV entsprechende Massnahmen getroffen werden.

Die Flugbewegungen der GA im Alpenraum erfolgt hauptsächlich durch Helikopter deren Einsatz weniger vom Wetter abhängt als der Einsatz von kleinen Flächenflugzeugen. 95% der Bewegungen finden ausserhalb der Gebirgslandeplätze statt. Auf den 42 Gebirgslandeplätzen korreliert die Verkehrsentwicklung stärker mit der Wetterlage. Grob abgeschätzt starten und landen pro Tag durchschnittlich um die 140 Flächenflugzeuge oder Helikopter auf den Gebirgslandeplätzen. Weil auf den Gebirgslandeplätzen ein grösserer Teil der Flüge an Tagen mit schönem Wetter stattfinden, steigt die Belastung um diese Gebirgslandeplätze an schönen Tagen deutlich an.

Belastung durch die Luftwaffe

Bis 2004 wurde eine wesentliche Anzahl Flugbewegungen der Luftwaffe abgebaut (z.B. Verminderung der Flugbewegungen von Jets um rund 60%). Gleichzeitig wurden verschiedene militärische Flugplätze geschlossen. Jets starten und landen seit 2006 ausschliesslich auf den Flugplätzen Emmen, Meiringen, Payerne und Sion, womit eine Bündelung der Jetbewegungen erzielt werden konnte. Die Flüge mit der F/A-18 Hornet werden jedoch an den verbleibenden F/A-18-Basen Meiringen, Payerne und Sion im Durchschnitt um rund 20% bis 2010 ansteigen. Es ist je nach Veränderung der Flugbewegungen mit der F/A-18 Hornet auf diesen Flugplätzen möglich, dass die Lärmbelastung ansteigt. Helikopterflüge werden, mit Ausnahme von Dübendorf, auf allen verbleibenden Militärflugplätzen zunehmen (Anstieg um rund 25%).

Einschätzung der zukünftigen Entwicklung

Die künftige Lärmentwicklung hängt zum einen von der Mengenentwicklung, der Anzahl Starts und Landungen, und zum anderen von der technischen Entwicklung und dem konkreten Flottenmix in Zukunft ab. Die Mengenentwicklung wirkt Lärm erhöhend, die Technik Lärm mindernd. Bezüglich der Mengenentwicklung wird die Trendentwicklung von Intraplan als Referenz verwendet. Das in der Trendentwicklung unterstellte nachfrageorientierte Wachstum der Flugbewegungen setzt in der Schweiz Kapazitätserweiterungen an den Landesflughäfen voraus. Ohne Kapazitätserweiterungen ist die Trendentwicklung Intraplan nicht realistisch.

Gemäss Szenario „Trend“ ist in Zukunft eine Zunahme der Lärmbelastung zu erwarten. Weil aber die Anflugregimes und die Tagesverläufe ebenfalls kritisch für die Beurteilung sind, ist eine Aussage über die zukünftige Lärmentwicklung ohne Modellrechnungen mit sehr grossen Unsicherheiten behaftet. Der Lärm stellt sicherlich auch in Zukunft eine kritische Grösse dar. Zu beachten ist aber gleichzeitig, dass die Lärmbelastung und –belästigung im Luftverkehr lokal (im Umfeld der Landesflughäfen) auftritt. Generell gilt, dass neben der Zahl der Flugbewegungen und der Technik auch die Betriebsreglemente (Flugrouten, Betriebszeiten) einen erheblichen Einfluss auf den Lärm und somit die Nachhaltigkeitsbeurteilung der Luftfahrt haben.

Zusammenfassend sind für die zukünftige Lärmbelastung folgende Punkte relevant:

- › Es gibt sowohl Entwicklungsfaktoren, die die zukünftige Lärmbelastung senken, als auch solche, die sie erhöhen. Die Nettowirkung in Bezug auf die Anzahl der betroffenen Personen oder Flächen ist ohne konkrete Modellrechnungen schwierig abzuschätzen.
- › Das Verminderungspotenzial über eine verbesserte Technik ist bedeutend: Mit dem Einsatz der ‚Best Available Technology‘ durch verbesserte Triebwerk- und Flugzeugtechnik wird eine Verminderung der Fluglärmissionen von bis zu -10 dB(A) bis 2020 angestrebt (CONSAVE 2005).
- › Positiv wirken optimierte An- und Abflugverfahren, raumplanerische Massnahmen und Schallschutzmassnahmen. Es sollte dadurch möglich sein die Zahl lärm betroffener Personen zu verringern, insbesondere jene über den Immissionsgrenz- resp. den Alarmwerten. Vertrauensbildende Massnahmen können zudem die subjektive Lärmbelästigung mindern.
- › Die prognostizierte Zunahme der Flugbewegungen auf den Landesflughäfen verursacht – für sich genommen - eine höhere Fluglärmbelastung unter der Annahme der heutigen An- und Abflugwege und des bestehenden Flottenmixes. Die Zunahme des Dauerschallpegels für das Jahr 2020 beträgt grob geschätzt rund +2.4 dB(A). Die erwartete Modernisierung des Flottenmixes neutralisiert einen Teil dieser Zunahme. Es wird erwartet, dass im Saldo der gemessene Flug-

lärm auf den Landesflughäfen dennoch weiter steigt, weil 2020 wie heute der Flottenmix aus Flugzeugtypen verschiedener Baujahre mit unterschiedlichem technischen Stand besteht.

- › Die wachsende Anzahl Flugbewegungen auf den Landesflughäfen bewirkt, dass bisher schwach ausgelasteten Zeiten stärker mit Flugbewegungen belastet werden. Dies gilt insbesondere für den Flughafen Zürich. Die Lärmbelastung kann sich dadurch tendenziell erhöhen.
- › In der Optimierung der Betriebskonzepte (An- und Abflugverfahren) liegt ein grosses Potenzial, die Anzahl lärm betroffener Personen zu verringern. Ob sich dies auch positiv auf die Lärmbelastung auswirkt, hängt stark von den Rahmenbedingungen und den konkreten Prozessen ab. Die Optimierung der Betriebskonzepte stellt deshalb eine grosse technische und politische Herausforderung dar und ist ein zentraler Bestandteil des laufenden SIL-Prozesses.
- › Auf den Regionalflughäfen sind die Wachstumsprognosen bis im Jahr 2020 (+16%) für die Anzahl Flugbewegungen moderater. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Effekt durch die höhere Anzahl Flugbewegungen in diesen Bereichen durch die technische Entwicklung ausgeglichen wird.
- › Für die General Aviation gibt es zwei Entwicklungsszenarien. Bewegen sich die Flugbewegungen der General Aviation auf einem ähnlichen Niveau wie in den letzten Jahren, wird es kaum zu höheren Lärmbelastungen oder Grenzwertüberschreitungen gemäss der LSV kommen. Bei einem starken Wachstum von über 30% bis zum Jahr 2030 ist jedoch zu erwarten, dass auf gewissen Flugplätzen die Lärmbelastung derart zunimmt, dass auch Grenzwertüberschreitungen vorkommen können, insbesondere wenn Business Jets häufiger zum Einsatz kommen.
- › Die Szenarien der Flugbewegungen der GA im Alpenraum gehen tendenziell von einer Stagnation der Flugbewegungen aus. Es ist zu erwarten, dass in der Umgebung von Gebirgslandeplätzen die Belastungen in etwa stabil bleiben. Leichte Verbesserungen der Lärmbelastungen könnten mit der Bündelung von Flugbewegungen (v.a. für Arbeitseinsätze) und Mindestabständen zum Berg erreicht werden. Das BAZL hat die Problematik der Lärmbelastungen auf Gebirgslandeplätzen im Rahmen des SIL-Prozesses aufgenommen. Der Bundesrat hat im Juni 2007 ein entsprechendes Konzept verabschiedet (BAZL 2007b). Dieses wird im Rahmen einer Überprüfung und Optimierung aller Gebirgslandeplätze umgesetzt.
- › Für die Luftwaffe und deren Entwicklung nach 2010 liegen keine Prognosen vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass bei ähnlicher politischer Lage die Luftwaffe erhalten bleibt und in einer ähnlichen Art und Weise betrieben wird. Entscheidend werden auch hier die Lärmqualitäten neuer Flugzeuge und Helikopter sein. Da für militärische Jets und Helikopter

v.a. die Flugleistung zählt, ist es möglich, dass zukünftige Jets und Helikopter mindestens gleich laut sein werden wie die heutigen. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass sich die Fluglärmbelastung nach 2010 kaum verringern wird.

5.2. LOKALE UND REGIONALE UMWELTBELASTUNG

Sinkende Emissionen und Immissionen durch den Luftverkehr

Die Luftschadstoffemissionen des Luftverkehrs folgen tendenziell der Entwicklung der Anzahl Flugbewegungen in der Schweiz und weisen im Zeitverlauf somit ebenfalls im Jahr 2000 einen Peak auf.

Die NO_x- und PM₁₀-Immissionen aus verschiedenen Quellen (Luftfahrt, Autoverkehr, Heizungen usw.) überlagern sich stark und werden zusätzlich von den Klimaverhältnissen beeinflusst. Die Daten der vorhandenen Messpunkte zeigen eine Korrelation der Flugbewegungen mit den Immissionen (Unique).

Die NO₂-Immissionen auf dem Flughafen Zürich wurden in den Jahren 1999/2000 überschritten, lagen danach von 2001-2004 unter dem Grenzwert von 30 µg/m³. Es ist anzunehmen, dass die verminderte Zahl an Flugbewegungen ab 2001 ebenfalls einen Teil zu den tieferen Messwerten für NO₂-Immissionen beitrug.² Im Gegensatz zum Flughafen Zürich stiegen die gemessenen NO₂-Immissionen (airside) auf dem Flughafen Genf zwischen 1999 und 2004 um rund 15% an (mit einer kurzfristigen Abnahme im Jahr 2001). Untersuchungen der NO₂-Immissionen um den Flughafen Zürich ergaben, dass durch Verdünnungseffekte die Luftverschmutzung durch den Flughafenbetrieb in den angrenzenden Gemeinden relativ gering ist. Der Anteil schwankt zwischen 1 – 5 NO₂ µg/m³.

Die PM₁₀-Immissionen auf dem Flughafen Zürich sind zwischen 2002 bis 2004 gesunken. Die Jahresmittel lagen nach wie vor über den Grenzwerten und es kam im Jahr 2004 an 14 Tagen zu Überschreitungen des Tagesmittelwerts. Wie gross der Beitrag des Flughafens an der dargestellten Gesamtbelastung von PM₁₀ ist, ist nicht genau bezifferbar aber im Vergleich zu den anderen Verkehrsträgern gering.

Geruchsimmissionen von Flughäfen sind in der Regel nur in wenigen hundert Metern um den Flughafen technisch nachweisbar. Mit zunehmender Entfernung überlagern sie sich mit anderen Immissionen und sind deshalb kaum klar dem Verursacher zuzuordnen.

² Allerdings führt ein Nachfragerrückgang auch dazu, dass Fluggesellschaften ihre Flotte weniger rasch modernisieren.

Hoher ÖV-Anteil beim Zubringerverkehr zu den Landesflughäfen

Nebst den Emissionen aus dem Flugbetrieb führt der Luftverkehr zu weiteren Luftschadstoffemissionen, die aus nicht flugbedingten Aktivitäten stammen. Dazu gehören vor allem Schadstoffemissionen aus dem induzierten Landverkehr sowie die Emissionen aus dem Flughafenbetrieb (Infrastruktur und Abfertigung, ohne Flugbetrieb). Trotz guter Erschliessung der Flughäfen an das öffentliche Verkehrsnetz bleibt die Belastung des Strassennetzes durch den induzierten Verkehr in der nahen Umgebung der Landesflughäfen hoch (gute Parkiermöglichkeiten für Passagiere und Personal, gute Erreichbarkeit über die Strasse, Taxis bis ins Stadtzentrum). Die Umweltbelastungen (Luftschadstoffe und Lärm) sind in diesen flughafennahen Gebieten sehr hoch und steigen vielfach noch weiter an. Immerhin konnte beim Flughafen Zürich der ÖV-Anteil der Flugpassagiere in den letzten Jahren erhöht werden. Er liegt bei den Passagieren des Flughafens Zürich heute bei knapp 60% (Unique, 2005). Für die Zukunft wird es entscheidend sein, die Qualität der ÖV-Anbindung von Landesflughäfen und grossen Regionalflughäfen weiter zu verbessern.

Abnehmende Boden- und Gewässerbelastung

Technische Umweltmassnahmen an den Flugzeugen und der Bodeninfrastruktur haben dazu beigetragen, die lokalen Umweltauswirkungen in vielen Bereichen zu reduzieren: Wasser- und Energieeinsparungen, qualitative und quantitative Gewässer- und Bodenverschmutzung, Bodenversiegelung, Abfälle, usw. In Zukunft ist zu erwarten, dass auf diesem Gebiet (z.B. im Bereich Gewässerbelastung durch Enteiserabwasser) noch weitere Anstrengungen getätigt werden. Es kann deshalb erwartet werden, dass die lokalen Umweltwirkungen im Bereich Boden und Gewässer durch den Flugverkehr weiter abnehmen.

Lokal bedeutende Flächenbelegung und Einfluss auf Landschaften und Lebensräume

Der gesamte Flächenverbrauch der Schweizer Flugplätze beträgt 45.2 km². Die drei Landesflughäfen alleine machen 43% dieser Fläche aus (19.5 km²), die Militärflugplätze rund einen Drittel. Von dieser Gesamtfläche besteht allerdings ein beträchtlicher Teil aus nicht versiegelten, ökologisch hochwertigen Flächen, wie Wiesen, Moore, Gewässer etc. Diese nicht versiegelten Flächen stellen oft interessante Habitate für Fauna und Flora dar. Demgegenüber problematisch sind die verbauten Flächen, da der Bodenverlust zu Habitatsverlusten für Pflanzen und Tieren führt. Auf allen drei Landesflughäfen zusammen sind rund 8.5 km² versiegelt (d.h. gut 40% der Fläche). Die versiegelte Fläche der Schweizer Flugplätze insgesamt dürfte etwa 13 km² betra-

gen. Damit ist die wegen des Flugverkehrs versiegelte Bodenfläche im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern als gering zu beurteilen.

Gemäss den Konfliktblättern für die Gebirgslandeplätze des UVEK, gelten 22 Landeplätze aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes als problematisch. Bei diesen Landeplätzen wird eine detaillierte Prüfung als nötig erachtet. Das BAZL hat hier die Problematik erkannt und es sind Arbeiten im Gang, die Probleme genauer zu fassen und Lösungen zu erarbeiten. Die Erarbeitung des Konzepts und die Feststellung des Handlungsbedarfs für diese Arbeiten erfolgten unter Einbezug der Nutzergruppen und von Natur- und Landschaftsschutzorganisationen (BAZL 2007b).

In Zukunft können diese Belastungen noch zunehmen (v.a. höhere Sensibilität der Menschen, aber auch Zunahme der gesamten Anzahl Flugbewegungen). Entscheidend wird sein, wie die Politik bestehende Vorschriften zum Schutz von Natur und Landschaften umsetzt und ob weitere Massnahmen zur Beschränkung der Belastung in sensiblen Gebieten eingeführt werden.

Dank der Aufhebung von Militärflugplätzen werden aber auch bedeutende Flächen für neue Nutzungen frei (z.B: Flugplätze Dübendorf, Interlaken).

5.3. LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN UND KLIMABELASTUNG

Dominierender Linien- und Charterverkehr

Die Emissionen lassen sich einerseits in klimarelevante Gase wie CO₂ und Stickoxide während der Cruise-Phase (NO_x Cruise) und andererseits in bodennahe Luftschadstoffe wie Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO) sowie flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC) während der LTO-Phase unterteilen. Generell folgen die Emissionen von Klimagasen und Luftschadstoffen der Anzahl Flugbewegungen. Sie weisen einen Peak im Jahr 2000 beim Linien- und Charterverkehr wie auch bei der General Aviation auf und sinken in den folgenden Jahren entsprechend den Flugbewegungen deutlich ab.

- › Lokale NO_x -Emissionen (LTO) stammen primär von Starts der Jets im Linien- und Charterverkehr. Rund 9% sind auf die General Aviation auf den schweizerischen Flughäfen zurück zu führen.
- › Deutlich stärker fallen die VOC-Emissionen (LTO) der General Aviation ins Gewicht. Sie machen rund einen Drittel der VOC-Emissionen (LTO) im Luftverkehr aus. Der Luftverkehr ist für 1.3 ‰ der VOC-Emissionen verantwortlich (NIR: BAFU 2007).
- › Nach Absatzprinzip (Treibstoffabsatz in der Schweiz) werden die CO₂-Emissionen der zivilen Luftfahrt im Jahr 2004 auf rund 4.07 Mio. Tonnen geschätzt (inkl. Flughafen Basel-Mul-

house). Das sind 8.4% der gesamten CO₂-Emissionen der Schweiz oder 21% der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen (inkl. des internationalen Anteils, sog. Bunker Fuels). Praktisch die gesamten luftfahrtbedingten Emissionen wurden durch den Linien- und Charterverkehr (v.a. grosse Jetflugzeuge) verursacht. Die General Aviation ist für unter 3% dieser CO₂-Emissionen verantwortlich (Auskunft BAZL). Im Absatzprinzip wird erfasst, welche CO₂-Emissionen aus dem in der Schweiz getankten Kerosin oder Flugbenzin weltweit resultieren. Diese Emissionen haben keinen nationalen Bezug, die Klimawirkung muss in globalem Kontext erfasst werden.

- › Stickoxid-Emissionen (während der Cruise-Phase) beeinflussen die chemischen Prozesse in der Troposphäre und Stratosphäre. Sie sind u.a. mitverantwortlich für Ozonabbau und -aufbauprozesse sowie Methanabbauprozesse. Die Quantifizierung der einzelnen Effekte wird durch die verschiedenen NO_x-Quellen und die Komplexität der chemischen Prozesse erschwert. Nach heutigem Wissensstand sind die Klima erwärmenden Wirkungen eher dominant über die Wirkungen von Klima kühlenden Effekten (u.a. Methan Abbau), was v.a. auf den Ozonbeitrag in der unteren Stratosphäre zurückzuführen ist.

EMISSIONEN VON LUFTSCHADSTOFFEN UND KLIMAGASEN (2004)					
	NO_x [t]	VOC [t]	PM [t] (*)	CO [t]	CO₂ [t]
Luftwaffe	198	53	-	1000	113
Zivile General Aviation (**)	163	95	-	1862	335
Linien- und Charterverkehr (EAP, GVA, ZRH)	1565	201	263	1671	3737

Tabelle 4: Quelle: BAZL 2006 und Green House Gas Inventory for Switzerland (2004)

(*) nur Daten für Linien- und Charterverkehr

(**) inkl. Linien- und Charterverkehr auf Regionalflugplätzen

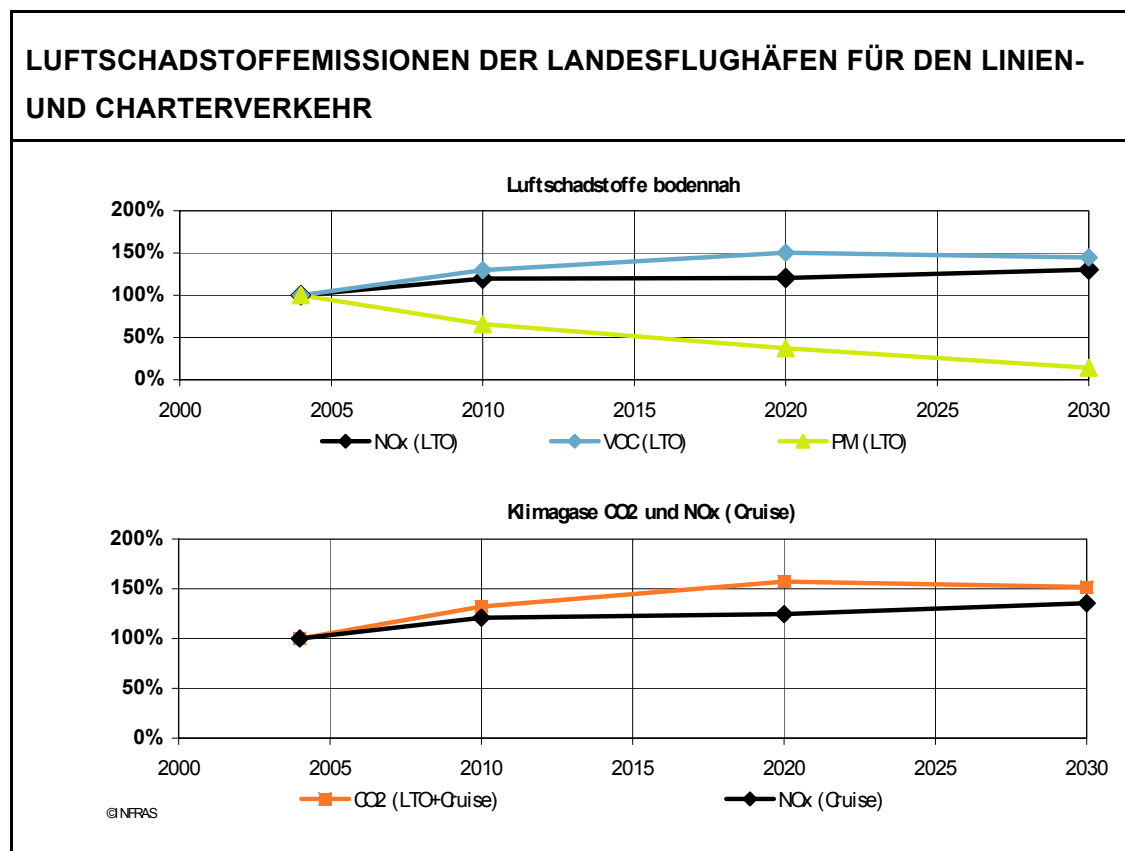
Ambivalente Entwicklung infolge der Wachstumsaussichten

Bei den Immissionen kann davon ausgegangen werden, dass die Gesamtbelastung mit NO₂ und PM₁₀ in der Schweiz insgesamt abnehmen wird. Der Beitrag der Flughäfen an diesen Immissionen könnte jedoch zunehmen, ist er doch stark abhängig von der Entwicklung der Flugbewegungen und den technischen Verbesserungen beim Flugbetrieb.

Für die Emissionen aus dem Linien- und Charterverkehr zeichnet sich gemäss dem Szenario Trend (Intraplan 2005) folgendes Bild ab (vgl. Figur 11):

- › Die NO_x-Emissionen (LTO) steigen bis ins Jahr 2010 an. Zwischen 2010 und 2020 bleiben die Werte wegen verbesserter Triebwerktechnologie praktisch konstant. Ab 2020 steigt die Kurve wieder an, da dann keine wesentlichen technischen Verbesserungen bei den Triebwerken mehr erwartet werden.

- › Die VOC-Emissionen steigen an, bis sie im Jahr 2020 ihren höchsten Punkt erreicht haben. Danach kann ein leichtes Absinken der VOC-Emissionen erwartet werden.
- › Für PM₁₀ wird eine starke Verbesserung hinsichtlich der triebwerkseitig ausgestossenen Emissionen (d. h. exklusive Abrieb und Aufwirbelung) erwartet. Die PM₁₀-Emissionen sollen sich bis im Jahr 2030 um bis zu 90% reduzieren.
- › Prognose und Ausblick für die zukünftigen CO₂-Emissionen und den Verbrauch von Treibstoffen zeigen, dass das Wachstum der Flugbewegungen grösser ist als die Zunahme der Energieeffizienz. Aus den Modellrechnungen geht hervor, dass die CO₂-Emissionen erst ab dem Jahr 2020 leicht absinken.
- › Figur 11 zeigt die Problematik der grossen Jetflugzeuge in Bezug auf die NO_x-Emissionen in grossen Höhen und die daraus entstehende Klimarelevanz. Durch die technische Entwicklung (Triebwerktechnologie) werden zwar die NO_x-Emissionen zwischen den Jahren 2010 bis 2020 gebremst, beginnen danach jedoch wieder anzusteigen.



Figur 11 Luftschadstoffemissionen (LTO und Cruise) des Linien- und Charterverkehrs der drei Landesflughäfen (EAP, GVA, ZRH) für das Szenario „Trend“. Quelle: Berechnungen INFRAS auf Basis Emissionsfaktoren BAZL (2006).

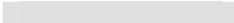
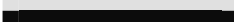

Eine Prognose für die Entwicklung der Luftschadstoffemissionen der General Aviation liegt nicht vor. Für die beiden relevanten Luftschadstoffe VOC und CO ist das technische Potential noch nicht ausgeschöpft. Je nach Entwicklung des General Aviation (Wachstum oder konstante Entwicklung, vgl. Intraplan 2005) können die Luftschadstoffemissionen ansteigen oder sogar im Masse der technischen Verbesserungen absinken. Die CO₂-Emissionen werden sich vermutlich etwas unterproportional zu den Flugbewegungen entwickeln. Ausgehend von einer Verbesserung der Treibstoffeffizienz bei den Linienflugzeugen von 11% bis im Jahr 2030, wird erwartet, dass sich die Treibstoffeffizienz bei der General Aviation in ähnlichem Masse verbessert.

Die Luftschadstoffemissionen aus den Flugbewegungen des Militärs sanken zwischen 1990 und 2004 für NO_x um rund 41% (auf rund 198 Tonnen), für VOC um rund 29% (auf rund 53 Tonnen) und für CO um rund ein Viertel auf rund 1000 Tonnen. Auf Basis der Bedarfsplanung bis 2009 setzen sich diese absteigenden Trends nicht mehr fort, da die unterstellten Flugaktivitäten relativ konstant bleiben und sich die Emissionsfaktoren nicht weiter senken lassen. Für den Zeitraum nach 2010 liegen keine Daten vor. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die Flugaktivitäten – bei gleichen Aufgaben der Luftwaffe – kaum mehr vermindern und die Technik von Kampfflugzeugen und –helikoptern nicht hinsichtlich Luftschadstoffen optimiert werden. Somit dürften die zukünftigen Luftschadstoffemissionen in diesem Bereich konstant bleiben. Die Entwicklung der CO₂-Emissionen der Schweizer Luftwaffe sank zwischen 1990 und 2004 um rund 90'000 Tonnen CO₂ bzw. 46% auf rund 110'000 Tonnen. Gemäss der Bedarfsplanung der Luftwaffe wird sich dieser Trend nicht weiter fortsetzen. In den nächsten 5 Jahren wird ein praktisch konstanter Treibstoffverbrauch erwartet.

5.4. GESAMTBEURTEILUNG

Die folgenden Tabellen fassen die Belastungen in der Dimension Umwelt zusammen. Sie ist der Übersichtlichkeit halber nach den Bereichen Lärm und Umwelt (Rest) getrennt dargestellt.

Bewertung heute:

	Nachhaltige Entwicklung
	Leichte Defizite
	Grössere Defizite

GESAMTBURTEILUNG BEREICH LÄRM (BASIS TRENDSZENARIO)				
Postulate und Indikatoren	Bewertung heute (Seitenverweis)	Entwicklung in Zukunft	Gesamtbewertung¹⁾	Handlungsmöglichkeiten; Chancen und Risiken
Postulat 1: Belastung und Belästigung durch Fluglärm minimieren				
Technische Entwicklung der Flugzeugflotte	(siehe S.44)	+	Positiv	ICAO und Europäische Politik mit Handlungsmöglichkeiten (marktbasierte Massnahmen), zudem Luftfahrtindustrie und Airlines als Besteller. Absenkungspfad kann stärker oder schwächer ausfallen.
Flugbeweg. zivile Luftfahrt	(siehe S.44)	-	Tendenziell neg.	Abhängig von Entwicklung der Luftverkehrsbranche und Konjunktur weltweit.
Bevölkerungsentwicklung um Flughäfen	(siehe S.44)	- bis 0	Tendenziell positiv	Bund, Kantone und Gemeinden in Zusammenarbeit als zentrale Akteure. Aktive Raumplanung als Instrument kann Entwicklung beeinflussen, z.B. mittels Umnutzung von Wohnzonen in Gewerbezone in stark lärmbelasteten Gebieten oder Lärmvorsorge für Kapazitätsausbauten.
Betriebsreglemente		0 bis +	Tendenziell positiv	Bund, Kantone und Gemeinden mit Flughafenbetreiber in Zusammenspiel. Betriebsreglemente sind abhängig von Politik, Infrastruktur und Technik. Grosses Potenzial zur Minimierung der Fluglärmbelastung. Unklarer Einfluss auf Lärmbelästigung.
Militärische Flugbewegungen		0	Tendenziell positiv	Luftwaffe und Politik mit Handlungsmöglichkeiten. Bezeichnung weiterer sensibler Gebiete, vermehrtes Auslandstraining.
Wahrnehmung der Belästigung durch Fluglärm	(siehe S.48f)	0	Tendenziell negativ	Politik und Flughafenbetreiber mit Einfluss über Schaffung von Planungssicherheit. Abhängig von allg. Lärmbelastung, pol. Entscheiden, Informationspolitik.
Entwicklung Leq Linien-Charterverkehr	(siehe S.50f)	0	Tendenziell negativ	Politik mit Luftfahrtgrundsätzen. Stark abhängig von Kapazitäten, den Betriebsreglementen (inkl. Single European Sky als Chance) und der Technik. Tiefere Belastung bei Szenario No Hub.
Entwicklung Leq und Belästigung GA	(siehe S.50f)	0	Tendenziell negativ	Probleme mit Flügen im Gebirge bleiben; Entwicklung der Flugbewegungen eher stabil. Handlungsmöglichkeiten bei Bund (BAZL und Luftwaffe).

Tabelle 5

Die folgende Tabelle fasst die Beurteilung für die weiteren Umweltbelastungen zusammen.

GESAMTBEURTEILUNG DIMENSION UMWELT REST (BASIS TRENDSZENARIO)				
Postulate und Indikatoren	Bewertung heute (Seitenverweis)	Entwicklung in Zukunft	Gesamtbeurteilung¹⁾	Handlungsmöglichkeiten; Chancen und Risiken
Postulat 2: Lokale und regionale Umweltbelastungen auf langfristig unbedenkliches Niveau senken				
NO _x -, VOC-Emissionen für Flugbetrieb	(siehe S.52 und S.54)	-	Tendenziell negativ	Verkehrsträger übergreifende Politik gefragt. Problem wird durch mögl. Abnahme Hintergrundbelastung entschärft. Single European Sky als Chance.
PM ₁₀ Emissionen für Flugbetrieb	(siehe S.52 und S.54)	+	Tendenziell positiv	Int. Luftfahrtindustrie mit Handlungsoptionen. Techn. Fortschritt im Triebwerksbau erlaubt starke Minderung PM ₁₀ -Emission.
Nicht flugbedingte Emissionen (induzierter Landverkehr, Flughafenbetrieb)	(siehe S.53)	0	Tendenziell positiv	Handlungsmöglichkeiten sind v.a. auf politisch- und verkehrsträgerübergreifender Ebene angesiedelt. Techn. Fortschritt bringt Reduktion Emissionen pro Fzg. Gleichzeitig Pax-Wachstum. Entwicklung der ÖV-Anbindung Flughäfen ist zentral.
Bodenbelastung	(siehe S.53)	+	Positiv	Politik und Flughafenbetreiber gefordert. Gesamtbelastung gering. Pistenausbau würde Flächenverbrauch und Bodenversiegelung erhöhen.
Gewässerbelastung	(siehe S.53)	+	Tendenziell positiv	Politik und Flughafenbetreiber gefordert. Verbesserte Sammlung und Reinigung Enteisungsmittel und Meteorabwässern
Einfluss auf Landschaften und Lebensräume	(siehe S.53)	-	Tendenziell negativ	Bund, Kantone, Gemeinden zusammen mit Flughafenbetreiber. Mögliche Kapazitätsausbauten, Zunahme der Flugbewegungen in sensiblen Räumen als Risiken (General Aviation, Heliskiing).
Postulat 3: Klima und Ressourcen schonen				
Ausstoss von Treibhausgasen (v.a. CO ₂).	(siehe S.54)	-	Negativ	Bedeutende Herausforderung. Handlungsoptionen im Diskurs der CH-Akteure mit europäischer Politik (gepl. Einbezug Luftverkehr im ETS, Realisierung Single European Sky; Mehrsäulenansatz). Wachstum Flugbewegungen übertrifft künftige Effizienzsteigerungen.
Ausstoss von NO _x oberhalb Tropopause ³	(siehe S.54)	-	Tendenziell negativ	Luftfahrtindustrie und Airlines als Besteller, sowie Gebührenpolitik als Handlungsoptionen. Problem bei gr. Flugzeugen.

³ Die langfristige Bemessung der Klimawirkungen durch andere Einflüsse als CO₂ ist noch Gegenstand der Forschung, ebenso die räumliche und zeitliche Dimensionen der Klimawirkungen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Wirkungen auf das Klima von heute ausgestossenen NO_x-Emissionen innert weniger Jahre abgebaut werden, d.h. nicht wie CO₂ eine Klimawirkung über 100 Jahre entfaltet.

Tabelle 6

6. DIE GESELLSCHAFTLICHE DIMENSION

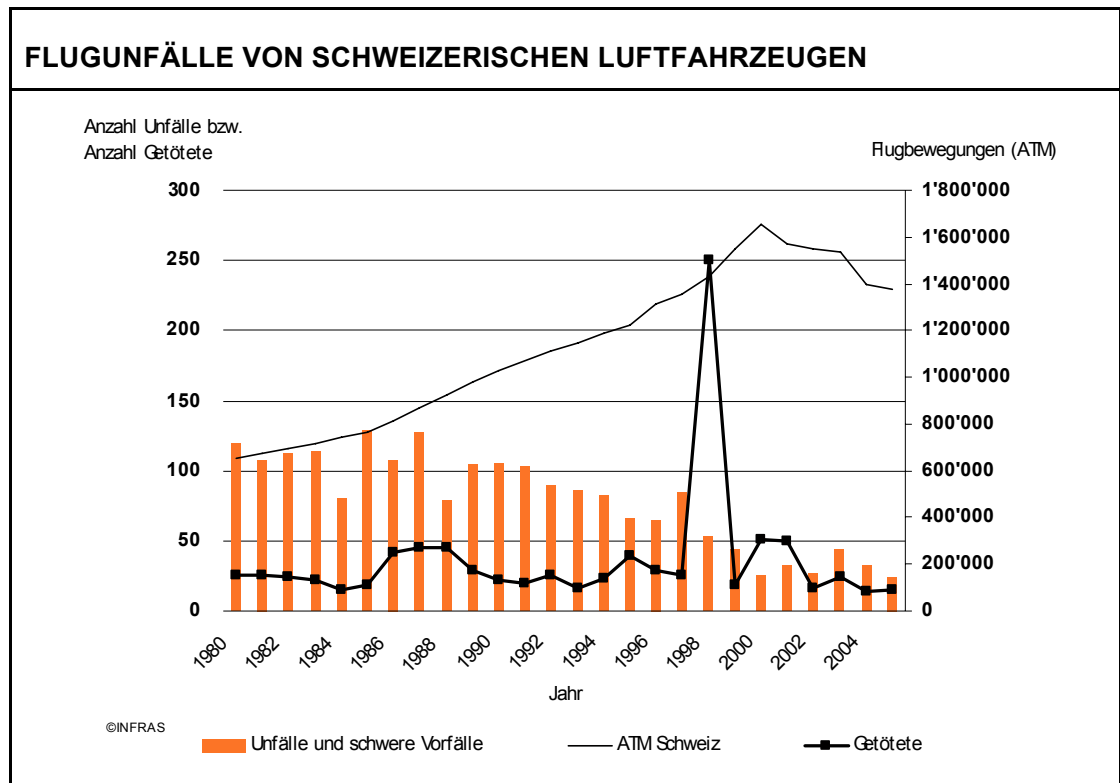
Im Bereich Gesellschaft stehen im Vergleich zu den beiden anderen Nachhaltigkeitsdimensionen eine geringere Anzahl Indikatoren zur Verfügung. Zudem ist die wissenschaftliche Basis in Bezug auf die interessierenden Aspekte deutlich weniger breit.

6.1. SICHERHEIT

Steigende Safety, sinkende Unfallzahlen

Die Sicherheit im Flugbetrieb nimmt seit Anbeginn eine herausragende Stellung ein. Die Statistiken zeigen, dass die Sicherheit im Luftverkehr sehr hoch ist und im Zeitablauf trotz steigendem Verkehrsvolumen tendenziell weiter steigt, dies sowohl in der Schweiz als auch weltweit. Die Sicherheit ist im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln hoch. Aus gesellschaftlicher Sicht ist aber festzuhalten, dass trotzdem einzelne Ereignisse zu bedeutenden Sicherheitsdiskussionen führen können. Dies haben die Grossereignisse (Stadlerberg, Halifax, Nassenwil, Bassersdorf) gezeigt, die die Schweizerische Luftfahrt um die Jahrtausendwende betroffen haben.

Im Weiteren ist der Flugunfall bei Überlingen (D) zu erwähnen, wo im von Skyguide überwachten Luftraum aufgrund einer Kollision 71 Menschen ums Leben gekommen sind.



Figur 12 Flugunfälle und schwere Vorfälle von schweizerischen Luftfahrzeugen und Getötete. Inkl. Kleinaviatik. Quelle: BFS 2006.

Steigende Aufwendungen für Security

Der Luftverkehr ist in Bezug auf Terrorattacken wie andere öffentliche zugängliche Verkehrsmittel exponiert. Die Security-Frage hat in tragischer Weise mit den Terroranschlägen vom 11. September 2001 in den Vereinigten Staaten und den Operationen des Al-Kaida-Netzwerks an Aktualität gewonnen. Weltweit sind die Sicherheitsvorkehrungen (v.a. Security Check) massiv verschärft worden. Gleichzeitig hat die Entwicklung der Epidemie SARS den Luftverkehr auch im Zusammenhang mit der potenziellen Ausbreitung von leicht übertragbaren Krankheiten in die Diskussion gebracht. Ein weiteres Beispiel war die Terrorwarnung in Heathrow, London im August 2006. Die EU hat darauf hin die Sicherheitsvorschriften für das Handgepäck (Flüssigkeiten) verschärft.

Aus gesellschaftlicher Sicht ist von Bedeutung, dass für den Luftverkehr selbst durch diese Bedrohungen bedeutende Kosten entstehen, einerseits Sicherheitskosten für die Betreiber, andererseits Zeitkosten und Einbussen beim Komfort für die Flugpassagiere. Im Jahre 2005 betragen die Sicherheitskosten von Unique 78.3 Mio. Franken. Dieser Betrag deckte vor allem (90%) den Aufwand der Kantonspolizei Zürich, dazu kommen noch Kosten durch Dritte. Sicherheitskosten

werden durch die Passagier- und Mitarbeiterkontrollen, die Gepäckkontrollen, die allgemeine Sicherheit sowie das Verkehrsmanagement verursacht. Hauptursache des Anstiegs in den letzten Jahren ist die Einführung der auch für die Schweiz verbindlichen EU-Sicherheitsregelungen (Geschäftsbericht Unique). In der EU und den USA werden die Sicherheitskosten zum Teil vom Staat getragen, in der Schweiz sind diese über die Flughafengebühren zu finanzieren.

6.2. MOBILITÄT SVORSORGE

Räumlich guter Zugang dank gutem Anschluss

Punkto Erreichbarkeit der Landesflughäfen in der Schweiz gibt es zwar räumlich grosse Unterschiede. Insbesondere für das Berggebiet ist die Erreichbarkeit relativ zum Mittelland schlechter. Allerdings ist ein Grossteil der Bevölkerung per Strasse und per Schiene innerhalb von 2 Stunden an einem Landesflughafen. Aus den Berggebieten liegt die Anreisezeit mit dem ÖV beispielsweise bei über 3 Stunden, aus den grossen Zentren zwischen 15 Minuten und 2 Stunden.

In der Nähe von Flugplätzen wohnhafte Personen sind nicht übermässige Nachfrager nach Flügen. Die Verteilung der Flughäufigkeit in den letzten 5 Jahren unterscheidet sich zwischen den Grossregionen wenig. Rund 30% der Personen in der Schweiz sind in den letzten 5 Jahren nie geflogen (Mikrozensus 2000).

Die Erreichbarkeit der Landesflughäfen und der Regionalflugplätze aus regionaler Sicht kann in der Schweiz insgesamt als gut bezeichnet werden. Es ergeben sich keine signifikanten regionalen Unterschiede bei der Nutzung von Flugverkehrsleistungen.

Guter Zugang für alle Gesellschaftsschichten dank sinkender Flugpreise

Ein wichtiger Grund für diese Entwicklung sind die sinkenden Flugpreise infolge des zunehmenden Wettbewerbs, zum Beispiel durch den Markteintritt von Low Cost Carrier, die oft günstigere Angebote als mögliche Alternativen (Bahn) für bestimmte Strecken führen.

Die Liberalisierung im Luftverkehr hat dazu geführt, dass der Luftverkehr von einem Luxusgut zu einem Massengut und Teil des öffentlichen Verkehrs geworden ist. Diese Entwicklung ist aus gesellschaftlicher Sicht grundsätzlich positiv zu würdigen. Sie hat niedrigen Einkommensschichten den Zugang zu Luftverkehrsreisen ermöglicht und gleichzeitig zu hohen Wachstumsraten geführt. Mit den Low Cost Carriern sind aber nicht nur die Preise für Luftverkehrsleistungen gesunken. Gleichzeitig hat sich auch das Produkt selbst verändert. Ähnlich wie in anderen Märkten (z.B. Detailhandel) haben die Anbieter die Produktpalette stärker auf die Präferenzen von unterschiedlichen Einkommensschichten ausgerichtet.

6.3. WIRKUNGEN IM FLUGHAFENGEBIET

Gesundheit und Wohlbefinden: Gesellschaftliche Einschränkungen am Beispiel des Flughafens Zürich

Die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bevölkerung rund um die Flughäfen haben sich, mit Ausnahme von Zürich aufgrund der DVO, in der Schweiz zwar auf Basis der objektiven Indikatoren verbessert. In subjektiver Hinsicht ist aber bezüglich der empfundenen Lärmbelastigung (zumindest im Gebiet des Flughafens Zürich) das Gegenteil passiert. Dies ist aus gesellschaftlicher Sicht relevant und zeigt, dass das Wohlbefinden und die Lärmbelastigung schwierig fassbare Indikatoren sind. Ein weiteres subjektives Risiko ist das Absturzrisiko, das indessen kaum als Dauerbelastung wahrgenommen wird. Es wird aber durch Einzelereignisse beeinflusst.

Anhand beispielhafter Strukturzahlen für einzelne Flughafengemeinden kann die Entwicklung dargestellt werden. Daraus zeigen sich Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen verschiedenen Gemeinden. Die Entwicklung ist vor allem im Raum Zürich ausgeprägt:

- › Grundsätzlich war eine starke Bevölkerungszunahme in den Flughafengemeinden zu verzeichnen, in der Regel über dem Kantonsdurchschnitt.
- › Der Ausländeranteil liegt in stark belärmten Gemeinden deutlich über dem kantonalen Durchschnitt.
- › Einzelne Gemeinden haben eine erhebliche Zahl an Arbeitsplätzen.
- › Einzelne Gemeinden weisen hohe Steuererträge von juristischen Personen auf. Vor allem direkt angrenzende Flughafengemeinden haben sich teilweise von einer Wohngemeinde zu stärker auch auf Arbeitsplätze orientierten Gemeinde entwickelt, die versucht, die Nähe zum Flughafen trotz hoher Lärmbelastung positiv zu nutzen.
- › Die Leerwohnungsquote ist in einigen Flughafengemeinden über dem kantonalen Durchschnitt und im Vergleich mit ähnlichen Gemeinden ohne Fluglärm höher. Dies ist ein Indiz dafür, dass Fluglärm die Attraktivität der Gemeinden verringert. Der Umstand, dass die aktuelle Bautätigkeit der Flughafengemeinden dennoch oft vergleichsweise hoch liegt, verdeutlicht, dass Fluglärm einer von mehreren Einflussgrössen der Standortattraktivität darstellt.

Die Kosten und Nutzen von Luftverkehrstätigkeit und Fluglärm wirken sich für die Flughafengemeinden unterschiedlich aus und sind auch aus Verteilungssicht relevant. In einzelnen Gemeinden ist ein Imagewandel sichtbar geworden, der sich vor allem in wirtschaftlicher (und finanzwirtschaftlicher) Hinsicht auch positiv auswirken kann. Demgegenüber stehen mögliche Einbussen an Attraktivität als Wohngemeinde. Kritische Entwicklungen (z.B. Ghettoisie-

zungstendenzen) sind nur punktuell sichtbar und betreffen einzelne Wohnquartiere oder Gemischnutzungen mit hoher Belastung und schnellen Mieterwechseln.

6.4. EIGENSTÄNDIGER GESELLSCHAFTLICHER BEITRAG

Der Flugverkehr ist ein wichtiges Publikumsereignis und eine Freizeitbeschäftigung (z.B. Airshow Grenchen 2006: 20'000 Zuschauer; Air04 Payerne: 275'000 Zuschauer). Dieser gesellschaftliche Beitrag ist unabhängig von der kommerziellen Nutzung. Ein Teil davon bezieht sich auch auf die Luftwaffe.

Die Nutzung von Fluggeräten zu privaten Zwecken spielt in der Schweiz eine Rolle. Im Jahr 2006 sind beispielsweise gut 2'600 Lizenzen für reine Privatpiloten vergeben worden, knapp 2'800 Lizenzen für das Fliegen von Segelflugzeugen und gut 30'000 für Hängegleiter. Diesem gesellschaftlich positiven Beitrag sind die Belästigungen (v.a. an Wochenenden) gegenüberzustellen.

6.5. GESAMTBEURTEILUNG

Die folgende Tabelle fasst die Beurteilung der gesellschaftlichen Dimension zusammen.

Bewertung heute:

	Nachhaltige Entwicklung
	Leichte Defizite
	Grössere Defizite

GESAMTBEURTEILUNG DIMENSION GESELLSCHAFT (BASIS TRENDSZENARIO)		
Postulate und Indikatoren	Bewertung heute (Seitenverweis)	Handlungsmöglichkeiten; Chancen und Risiken
Postulat 1: Betriebliche Sicherheit gewährleisten		
Safety	(siehe S.60)	Bund (BAZL) als Aufsichtsbehörde und Luftfahrtunternehmen als zentrale Akteure. Luftverkehr weist eine hohe betriebliche Sicherheit aus und hat sich kontinuierlich verbessert
Security	(siehe S.61)	Wenig nationale Handlungsmöglichkeiten, Schweiz muss sich an europäische Security-Vorschriften anpassen. Luftverkehr bleibt wie andere öffentlich zugängliche Verkehrsmittel verwundbar.

GESAMTBURTEILUNG DIMENSION GESELLSCHAFT (BASIS TRENDSZENARIO)		
Postulate und Indikatoren	Bewertung heute (Seitenverweis)	Handlungsmöglichkeiten; Chancen und Risiken
Postulat 2: Mobilitätsversorgung und Zugang sicher stellen		
Landesweiter Zugang Flughäfen	(siehe S.62)	Handlungsmöglichkeiten haben Verkehrsträger übergreifende Verkehrspolitik und Abstimmung von entsprechenden Sachplänen.
Zugang für Einkommenssichten	(siehe S.62)	Entscheidend sind zunächst die Flugpreise des Marktes. Bei ungenügendem Zugang wären Subventionen für Einkommensschwache theoretisch möglich. Mit der Liberalisierung ist der Luftverkehr billiger und zum Massengut geworden.
Internationale Anbindung	(siehe S.32)	Handlungsmöglichkeit liegt beim Bund. Entscheidend sind Fragen der Infrastrukturausstattung, der Nachtsperre und des Betriebs. Die internat. Erreichbarkeit der Schweiz ist gut, insbesondere auch dank Hubfunktion in Zürich.
Postulat 3: Negative gesellschaftliche Auswirkungen des Luftverkehrs vermeiden		
Gesundheit und Wohlbefinden	(siehe S.63)	Politik und Luftfahrtunternehmen haben Handlungsoptionen. Anzustreben ist Planungssicherheit und eine Versachlichung der Diskussionen zu Lärm und anderen Umweltaspekten. Prozesse wie die Erarbeitung des SIL sind wegweisende Beispiele für künftige Problembearbeitungen. In Gemeinden mit Fluglärm und weiteren neg. Auswirkungen eines Flugplatzes, sind Einwohner zusätzlichen Belastungen ausgesetzt. In Erholungsgebieten gibt es punktuelle Beeinträchtigungen.
Ausgewogene Entwicklungsmöglichkeiten	(Details siehe SIL-Prozess)	Handlungsmöglichkeiten wie Zeile oben. Einige Gemeinden um den Flughafen in Entwicklung eingeschränkt. Erkennen und prüfen von Zielkonflikten und Probleminderungsstrategien angestrebt.

Tabelle 7 Legende Spalte „Bewertung heute“: weiss = nachhaltige Entwicklung; grau = leichte Defizite, Schwarz = grössere Defizite

7. DIE DREI NACHHALTIGKEITSDIMENSIONEN IM RÄUMLICHEN KONTEXT

Aufgrund der besonderen Bedeutung der räumlichen Dimension ist im Rahmen des NHL-Projekts auch ein eigenständiges Arbeitspaket ‚Raumentwicklung‘ ausgearbeitet worden, das die verschiedenen Nachhaltigkeitspostulate aus räumlicher Perspektive gewürdigt hat. Je nachdem auf welcher räumlichen Ebene sich die drei Nachhaltigkeitsdimensionen begegnen, ergeben sich unterschiedliche Betrachtungsschwerpunkte, Zielkonflikte und Handlungsbedarf aus Sicht der Nachhaltigkeit. Deshalb ist es zweckmässig, das Fazit und die Herausforderungen der Nachhaltigkeitsdimensionen aus der lokalen, der nationalen und der internationalen räumlichen Perspektive zusammenzufassen. Damit können auch bereits gewisse Synergien und Konflikte dargestellt werden, die auf der jeweiligen Ebene in einem ausbalancierten Ansatz zu optimieren sind.

7.1. LOKALE PERSPEKTIVE IM UMFELD DER FLUGPLÄTZE

Die lokale Perspektive umfasst räumlich das Gebiet um die einzelnen Flugplätze bzw. Flughäfen, das primär durch Lärmwirkung des Luftverkehrs und des induzierten Bodenverkehrs tangiert ist und gleichzeitig ein Teil des Einzugsgebiets für Arbeitsplätze am Flughafen oder dem engeren Umfeld darstellt. In der lokalen Perspektive liegt das **primäre Spannungsfeld** (potentieller Zielkonflikt) der Luftfahrt- und Flugplatzentwicklung in der **regionalen Prosperität der Luftfahrt und der betroffenen Gemeinden zwischen Lärmbelastung und Raumentwicklungsbedarf**.

Insbesondere bei den Landesflughäfen ist der Konflikt zwischen Lärm und Raumentwicklung ausgeprägt. Neben der lokalen Ebene spielen auch Konflikte mit, die die Landesgrenzen überschreiten. Ein Beispiel ist die deutsche Verordnung (DVO), die den Flughafen Zürich praktisch dazu zwingt, die lokalen Lärmwirkungen im süddeutschen Raum stärker zu gewichten als die der unmittelbar benachbarten Gebiete mit erheblich stärkerer Beeinträchtigung im eigenen Land (auch zahlenmässig). Dies ist mit darauf zurückzuführen, dass die Schweizer Landesflughäfen alle relativ nahe an der Landesgrenze liegen.

Die wirtschaftlichen Vorteile der Flughäfen und insbesondere der Landesflughäfen sind bedeutend und ausgewiesen. Ein grosser Teil der direkten Einkommen, welche bei Unternehmen auf den Flugplätzen und bei deren Zulieferunternehmen anfallend, bleiben in der Flughafenregion. Die Regierung und die Luftfahrt möchten der Nachfrage entsprechende Angebote bieten

können. Deshalb werden bei zunehmender Auslastung der Kapazitäten der Landesflughäfen entsprechend Infrastrukturausbauten aktuell.

In der Regel wird der Standortvorteil durch den Flughafen durch Agglomerationseffekte überlagert. Die Wechselwirkungen zwischen Flughafenanbindung und Entwicklung der Agglomerationen sind ausgeprägt und gegenseitig. Infolge dieser Wechselwirkungen ist die Anziehungskraft der Flughafengebiete für zusätzliche Einwohner hoch. Die Flughafenregionen können trotz Lärmbelastung attraktiv bleiben, wenn andere positive Standortfaktoren die Belärmungswirkung überlagern. Es liegt in einem übergeordneten Interesse zu verhindern, dass zunehmend mehr Personen starkem Lärm ausgesetzt sind. Die Gesundheitsschäden treten bei Lärm oft längerfristig und unmerklich auf. Dies kann in einzelnen Gemeinden bei zukünftigen Wohnnutzungen und der Siedlungsentwicklung generell Einschränkungen zur Folge haben, die sich auf das Entwicklungspotenzial und das Image negativ auswirken.

Zwar hat dank technischem Fortschritt und den zeitweise rückläufigen Flugbewegungen die messbare Lärmbelastung abgenommen. Die empfundene Lärmbelästigung in der lokalen Perspektive hingegen hat in der Flughafenregion demgegenüber an Bedeutung gewonnen. Ein wichtiger Grund dafür ist die Zunahme der Flugbewegungen in den Tagesrandzeiten sowie – im Einzugsgebiet des Flughafens Zürich – das veränderte Anflugregime (DVO).

Neben dem Lärm sind andere Immissionen (wie Luftschadstoffe, Boden- und Gewässerbelastung) in der Wahrnehmung der Region von geringerer Bedeutung, weil in diesem Bereich bedeutende technische Fortschritte erzielt werden konnten oder der Beitrag anderer Quellen überwiegt.

Gerade in der Umgebung der Landesflughäfen ergeben sich für die einzelnen Gemeinden zum Teil positive und zum Teil negative Auswirkungen. Die Bilanzen sind für die einzelnen Gemeinden unterschiedlich und können sich je nach möglichen Ausbauschritten der Flugplätze verändern. Grundsätzlich können die Kernstädte in der Nähe eines Flugplatzes (Zürich, Basel, Genf, Bern, Lugano, etc.) von der guten Erreichbarkeit profitieren und sind tendenziell unterdurchschnittlich belärmt. Je näher die Gemeinden an der eigentlichen Flughafeninfrastruktur gelegen sind, desto stärker ist meist die Lärmbelastung und die Einschränkungen für die Siedlungsentwicklung. Je näher die Gemeinden am Flughafenkopf liegen, desto grösser ist die Chance trotz Lärmbelastung wirtschaftlich zu profitieren.

Das Postulat aus Sicht einer nachhaltigen Raumentwicklung bezieht sich auf eine ausgewogene Entwicklung, die mit entsprechenden Prozessen sicher zu stellen ist: Anzustreben ist eine Entwicklung des Luftverkehrs auf lokaler Ebene, die das heutige und künftige Bestehen der

Standortgemeinden weder wirtschaftlich noch sozial gefährdet. Diese zentrale Herausforderung für die Flughafenpolitik und die Raumplanung ist denn auch in Zürich im Rahmen des SIL-Prozesses Grundlage für die Diskussion verschiedener Entwicklungsvarianten. Ziel muss sein, die Zahl gesundheitsschädigend belärmter und belastigter Personen möglichst zu verringern bzw. zu stabilisieren und nach möglichen Kompensationen für entsprechend notwendige Massnahmen auf lokaler Ebene (pro Gemeinde(-verbund)) zu suchen. Das Verursacherprinzip erfordert von Seiten des Flughafens und der Airlines eine möglichst rasche Anpassung an den neuesten Stand der Technik und einen hohen Lärmschutz. Das Vorsorgeprinzip erfordert eine Eindämmung des Bevölkerungswachstums in den stark beschallten Gebieten und einen innovativen Umgang mit der Gemeindeentwicklung (Quartiererneuerung, Ausschöpfen der Potenziale als Arbeitsplatzstandorte). Länger anhaltende Planungsunsicherheiten können sich sowohl in wirtschaftlicher als auch in gesellschaftlicher Sicht negativ auswirken und sind zu vermeiden bzw. zu beheben.

Neben den Landesflughäfen spielt die Belästigung auch auf einzelnen Regional- und Militärflugplätzen eine Rolle. Bei Regionalflugplätzen sind ebenfalls vermehrt an der Nachhaltigkeitsoptik orientierte Verfahren einzusetzen, um die Zielkonflikte zu erkennen und zu mindern. Diese Verfahren tragen dazu bei, Vertrauen zwischen den verschiedenen Betroffenen und Akteuren aufzubauen, womit sinnvolle Gesamtlösungen im Diskurs zu erreichen sind. Die Flugaktivitäten weisen ebenfalls oft einen Konflikt zwischen wirtschaftlicher Nutzung (Versorgung, Schulung, Tourismus) und lokaler Belästigung (auf Bevölkerung, Natur und Tourismus) auf. Auch hier steht die Suche nach konsensfähigen Lösungen im Zentrum, wenn den Beteiligten klar ist, dass der Zielkonflikt zwischen Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft nicht abschliessend gelöst werden kann, sondern immer einer Abwägung der Aspekte bedarf. Bei der Luftwaffe besteht infolge der Reorganisation neues raumplanerisches Potenzial. Daraus ergeben sich Chancen für neue räumliche Entwicklungen.

7.2. NATIONALE PERSPEKTIVE

In der nationalen Perspektive ist das **primäre Spannungsfeld** der Luftfahrt- und Flugplatzentwicklung die **Wachstumsfähigkeit einer exportorientierten Volkswirtschaft Schweiz zwischen Lärm- und Luftbelastung und Erholungsbedarf**.

Aus wirtschaftlicher Sicht steht eine gute und sichere Anbindung durch den Luftverkehr als nationaler Wirtschafts- und Standortattraktivitätsfaktor im Zentrum. Der Luftverkehr hat zusammen mit anderen Verkehrsträgern und zentralen Infrastrukturen wie Wasser- und Stromversorgung oder Kommunikationsnetzen eine Funktion als Rückgrat für die Volkswirtschaft

Schweiz. Für die kleine offene Volkswirtschaft Schweiz ist die internationale Vernetzung speziell wichtig. Der wichtige Wirtschaftspfeiler der Exporte ist auf gute internationale und interkontinentale Verbindungen angewiesen und Importe spielen in den Produktionsprozessen in der Schweiz eine erhebliche Rolle. Eine gute Erreichbarkeit der Schweiz ist einer der zentralen Faktoren der Standortattraktivität, die Standortentscheide von nationalen und internationalen Unternehmen begünstigt. Dabei spielt die Hubfunktion des Flughafens Zürich mit dem Carrier SWISS als heute grösstem Anbieter in der Schweiz eine wichtige Rolle. Bei zunehmender Nachfrage nach Flügen und knapper werdenden Kapazitäten können Infrastrukturausbauten nötig werden. Werden diese verwehrt, werden die oben beschriebenen wirtschaftlichen Funktionen beeinträchtigt. Der Hub Zürich ist besonders für die Deutschschweiz sehr wichtig, für den Genferseeraum beispielsweise vergleichsweise weniger. Dieser ist über den Flughafen Genf mit Direktverbindungen zu anderen europäischen Hubs international verbunden.

Der Luftverkehr als Wirtschaftsbranche erbringt sowohl direkt als indirekt Wertschöpfung durch die Produktion von Luftfahrtdienstleistungen (Flughafenbetreiber, Airlines, flugnahe Betriebe, Retailunternehmen an den Flughäfen sowie Vorleister der vorgenannten Unternehmen) und trägt entsprechend zu Bruttoinlandprodukt und Beschäftigung der Schweiz bei.

Das Grounding der Swissair hat gezeigt, dass politisch der Wille und die Zahlungsbereitschaft bestand, den öffentlichen Haushalt zu belasten, um in der Schweiz weiterhin einen nationalen Homecarrier zu haben und die damit verbundene volkswirtschaftliche Bedeutung nicht zu gefährden.

Der Einbruch der nationalen Luftfahrtindustrie hat gezeigt, dass kurzfristig bis zu einem Viertel der Wertschöpfung des Luftverkehrs auf dem Spiel stehen kann, wenn die Existenz des nationalen Carriers gefährdet ist. Eine vollständige Plafonierung der Bewegungen und die Aufgabe der Hubfunktion würde das Wertschöpfungspotenzial des Luftverkehrs kurzfristig um rund 30% und langfristig eher noch stärker verringern.

Die Erreichbarkeit der Schweiz über den Luftweg ist gut. Dies gilt sowohl für die Anbindung der Flughäfen (insbesondere mit dem öffentlichen Verkehr) als auch für das Angebot von Flugverbindungen selbst. Dank der Hubfunktion können attraktive Direktverbindungen mit einer hohen Standortgunst angeboten werden. Dies ist für die Wirtschaft der Schweiz von grosser Bedeutung.

Ähnlich wie die anderen Verkehrsträger verursacht der Luftverkehr externe Kosten. Sie sind vor allem im Lärmbereich und im Klimabereich bedeutend: Beim Lärm ist ein Teil der externen Kosten über Lärmgebühren bereits internalisiert, beim Klima bedarf es weiterer Forschung zur Erfassung des genauen Ausmasses der externen Kosten. Die Internalisierung der externen Kos-

ten ist ein zentrales ökonomisches Postulat für alle Verkehrsträger, um eine effiziente nachfrageorientierte Entwicklung gewährleisten zu können.

7.3. INTERNATIONALE PERSPEKTIVE

In der internationalen Perspektive sind das **primäre Spannungsfeld** der Luftfahrt- und Flugplatzentwicklung die **internationale Wettbewerbsfähigkeit zwischen globaler Klimawirkung und dem zunehmenden, weltweiten Mobilitätsbedarf**.

Die Einflussfaktoren für die Entwicklung des Luftverkehrs sind vor allem global. Der Verkehrsträger ist stark von der Weltkonjunktur, aber auch von politischen Krisen und Störfällen beeinflussbar. Luftverkehr wurde in Industrienationen zum Massengut und hat damit die räumlichen Horizonte für breite Schichten stark erweitert. Im Zentrum stehen der Globalisierungstrend und die weltweite Liberalisierung im Luftverkehr, die sich steigend auf die Nachfrage und die Bedeutung der Luftfahrt auswirken. Die Liberalisierung führt gleichzeitig auch zu positiven Auswirkungen auf Preise und Qualität.

Die steigende globale Erreichbarkeit und die Prosperität kontrastiert mit den steigenden Klimagasemissionen und des zunehmenden Risikos für das globale Klima. Während dank technischer Fortschritte vor allem die bodennahen Emissionen des Luftverkehrs sinken (z.B. PM₁₀), ist infolge der Wachstumseffekte ein weiterer Anstieg des Kerosinverbrauchs und der klimarelevanten Gase zu erwarten. Heute macht der Luftverkehr weltweit rund 2% der gesamten CO₂-Emissionen aus. Gemäss IPCC 1999b steigt der Anteil des Luftverkehrs bis 2050 auf rund 4%. Für die individuelle CO₂-Bilanz eines Menschen in einem Industrieland ist die eigene Nachfrage nach Luftverkehr mitentscheidend (neben Wohnfläche, Heizbedarf und weiterer Mobilität Strasse /Schiene). Zudem sind die Klimaeffekte von Emissionen in grossen Höhen zu berücksichtigen. Das weltweite Wachstum des Luftverkehrs sowie die Tatsache, dass die Energiesparpotenziale limitiert sind, bilden aus Sicht der Nachhaltigkeit die eigentlichen Herausforderungen des Luftverkehrs. Die Wachstumsraten liegen deutlich über denjenigen anderer Verkehrsträger, was die Anforderungen an die weltweiten Flughafenkapazitäten erhöht. Der wirtschaftliche Erfolg des Luftverkehrs steht diesen wachstumsbedingten Herausforderungen gegenüber. Bestrebungen zur Senkung der Klimagasemissionen bzw. zur Internalisierung der Klimaproblematik in die Flugverkehrspreise z.B. durch den Handel mit CO₂-Emissionszertifikaten gehören zu den künftigen Herausforderungen der Branche.

Die Besitzstrukturen des Luftverkehrs sind nicht mehr national geprägt. Dies erhöht zwar oft die Flexibilität, aber auch die Abhängigkeit von Entscheidungen von globalen Entscheidungsträgern, die gesellschaftlich oft nicht als erwünscht erachtet wird.

8. HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE ZUKUNFT

8.1. LUFTFAHRTPOLITIK DES BUNDES

Mit dem Bericht über die Luftfahrtpolitik der Schweiz 2004 hat der Bund die Ziele, Leitsätze und die wesentlichen Massnahmen für die zukünftige Luftfahrtpolitik skizziert. Die Politik verpflichtet sich explizit dem Prinzip der Nachhaltigkeit und setzt drei Ziele fest, erstens die Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards, zweitens die Sicherstellung eines attraktiven und bedarfsgerechten Angebots der Schweizerischen Luftfahrt, und drittens eine langfristige aktive Rolle der Schweiz im internationalen Luftverkehr. Verschiedene Handlungsfelder nehmen explizit Bezug auf einzelne Nachhaltigkeitsindikatoren, namentlich:

- › Die hohe Bedeutung von Safety und Security wird untermauert. Der Bundesrat prüft die Übernahme von weiteren Sicherheitskosten.
- › Die Luftfahrtpolitik anerkennt die volkswirtschaftliche Bedeutung des Luftverkehrs und bekennt sich gleichzeitig zum heute grössten Anbieter SWISS als wichtigen nationalen Luftfahrtakteur. Der Bund tritt aber in erster Linie als Regulator und lehnt staatliche Eingriffe ab. Die Beteiligung an der SWISS hatte den Charakter einer Übergangsmassnahme, um volkswirtschaftlich schädliche Eingriffe zu vermeiden.
- › Der Bundesrat bekennt sich weiterhin zu einer nachfrageorientierten Entwicklung der Landesflughäfen. Einzelne Nutzungseinschränkungen werden jedoch im Zusammenhang mit der raumplanerischen Festlegung geprüft.
- › Der gesetzliche Spielraum zur Minimierung der Umweltbelastungen des Flugverkehrs soll ausgeschöpft werden. Der Bundesrat schlägt die Zweckbindung der Erträge aus der Kerosinsteuer für den Binnenluftverkehr (ca. 60 Mio. CHF) für Umweltschutz, Security- und Safety-massnahmen vor. Die Vorlage befindet sich momentan in parlamentarischer Diskussion.
- › Mit dem Instrument des SIL sollen die raumordnungspolitischen Postulate im Luftverkehr (Standortgunst, Erreichbarkeit, Bodennutzung) umgesetzt werden. Die Objektblätter mehrerer Flughäfen werden zur Zeit erarbeitet. Das BAZL überprüft aktuell die Gebirgslandeplätze und die Schaffung von Ruhezeiten.
- › Die SIL-Arbeiten für den Flughafen Zürich dienen auch als Instrument und Prozess, um einen Ausgleich zwischen der Befriedigung der wachsenden Mobilitätsbedürfnisse für Wirtschaft und Gesellschaft, einer Minimierung der Lärmbelastung im Flughafengebiet und eine nachhaltige Entwicklung der Standortgemeinden sicher zu stellen.
- › Der Bundesrat setzt sich gleichzeitig für international koordinierte Massnahmen zur Begrenzung und Reduktion der Treibhausgase ein. Momentan werden solche Massnahmen auf EU-

Ebene studiert. Die EU-Kommission plant, den europäischen Luftverkehr in das Europäische Handelssystem für CO₂-Zertifikate (ETS) einzubeziehen. „Die Schweiz setzt sich im Rahmen ihrer Tätigkeit im ICAO-Umweltsausschuss bei der europäischen Zivilluftfahrtkonferenz aktiv für eine bestmögliche Vermeidung und Verminderung der Auswirkungen der Luftfahrt auf die Umwelt ein. (...) Sie befürwortet dafür die international harmonisierte Einführung marktwirtschaftlicher Instrumente wie z.B. dasjenige des Handels mit Emissionsrechten.“ (BAZL 2007a).

8.2. SCHWERPUNKTE FÜR DIE ZUKUNFT

Der vorliegende Synthesebericht liefert ein breites Set von Kriterien und Postulaten der verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen und zeigt den aktuellen und zukünftig erwarteten Stand auf. Er dient auch als Grundlage, um die formulierte Luftverkehrspolitik weiter zu konkretisieren und Schwerpunkte zu setzen. Die Erkenntnisse aus dem NHL-Bericht sind bei der bevorstehenden Revision des Konzeptteils des SIL (2010) zu berücksichtigen. Ausgehend von den identifizierten Stärken und Schwächen in den einzelnen Nachhaltigkeitsdimensionen und die Begegnung der drei Dimensionen auf drei räumlichen Ebenen lassen sich die folgenden Schwerpunkte identifizieren.

Stärken erhalten

- › Der hohe Stellenwert von Safety und Security wird auch aus Nachhaltigkeitssicht bestätigt.
- › Eine nachfrageorientierte Infrastrukturpolitik und das Bekenntnis zum heute grössten Anbieter in der Schweiz SWISS in einem liberalisierten Umfeld sichern die hohe volkswirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt in der Schweiz.
- › Die regionale Verteilung der Luftfahrtinfrastruktur garantiert einen ausgewogenen Zugang der Schweizer Bevölkerung zum Luftverkehr.

Defizite beseitigen

Handlungsbedarf ergibt sich insbesondere im Umweltbereich im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Raumentwicklung.

- › Der SIL-Prozess für den Flughafen Zürich ist ein Beispielprozess für einen Ausgleich verschiedener Interessen und Nachhaltigkeitsdimensionen. Die Analyse macht sichtbar, wie wichtig ein klares Kriterienset für die Beurteilung von verschiedenen Varianten und klare Anforderungen an den Prozess des Interessensausgleichs sind. Insbesondere gilt es, die verschiedenen Ebenen (lokal, national, global) auseinanderzuhalten.

› Angesichts der zunehmenden Bedeutung der globalen Klimaerwärmung und der laufenden Aktivitäten auf EU-Ebene hat die Reduktion der Klimagase stark an Bedeutung gewonnen. Die Luftverkehrsindustrie haben dazu eine Vierpunktestrategie entworfen:

- › Technischer Fortschritt beschleunigen
- › Verbesserung der Infrastruktur
- › Operative Massnahmen (auch über Landesgrenzen; European Single Sky)
- › Ökonomische Massnahmen.

Im Rahmen ihres internationalen Engagements (ICAO, EU) unterstützt die Schweiz tatkräftig Massnahmen für eine konsequente Umsetzung dieser Strategie. Die EU-Kommission hat signalisiert, dass auch die Schweiz den Einbezug des Luftverkehrs in das Emissionshandelssystem (ETS) prüfen sollte um u.a. Wettbewerbsverzerrungen zu verhindern (BAZL 2007a).

› Die Überprüfung der Gebirgslandeplätze und die Schaffung von Ruhezeiten sowie die Förderung der Zulassung der Ecolights bieten Chancen, dass die heute festgestellten Defizite im Bereich Natur und Landschaft vermindert werden können.

Chancen nutzen

Chancen für eine verstärkt nachhaltige Entwicklung ergeben sich einerseits durch eine konsequente Nutzung des technischen Fortschritts und somit eine Steigerung der Effizienz des Luftverkehrs. Mit der Neuorganisation der Luftwaffe ergeben sich für verschiedene bisherige Militärflugplätze neue Nutzungsmöglichkeiten, die als Chance für eine nachhaltige Raumentwicklung genutzt werden können.

8.3. ZUKÜNFTIGER EINSATZ DER INDIKATOREN

Die Analyse hat gezeigt, dass die Performance des Luftverkehrs in Bezug auf die Nachhaltigkeit mit Postulaten und Indikatoren beschrieben werden kann. Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen einem Indikatorensystem zur Beurteilung des Gesamtzustands und einem System zur Beurteilung von konkreten Strategien oder Vorhaben. Letzteres ist für den SIL-Prozess bereits in Zürich in Anwendung.

Die vorliegenden Postulate und Indikatoren bilden eine Basis für das zukünftige Monitoring der Nachhaltigkeit des gesamten Luftverkehrs. Defizite bei den Indikatoren sind insbesondere im Bereich Lärm und externe Kosten sichtbar geworden. Im Lärmbereich ist es sinnvoll, in Zukunft verstärkt zwischen Lärmbelastung und Lärmbelästigung zu differenzieren, um dem Störpotenzial des Lärms (insbesondere in Tagesrandzeiten) vermehrt Rechnung zu tragen. Gleichzeitig fehlen mit Ausnahme von Zürich kohärente Zeitreihen, um die Veränderung der Lärmbelas-

tung für verschiedene Flughäfen periodisch ausweisen zu können. Die laufenden Aktivitäten zur Überprüfung der Lärmbelastungsgrenzwerte im Verkehrsbereich erhalten in diesem Kontext einen hohen Stellenwert. Ebenfalls zweckmässig ist eine präzisere Bestimmung der externen Effekte im Luftverkehr, analog dem Vorgehen für die beiden anderen Verkehrsträger Strasse und Schiene.

Das erarbeitete Indikatorenset dient auch als Basis für die Beurteilung von konkreten Vorhaben. Die Erfahrungen aus dem SIL-Prozess in Zürich haben gezeigt, dass eine weitere Differenzierung je nach Fragestellung zweckmässig ist, z.B. bezüglich Flächenbedarf oder spezifischen Einwirkungen. Auch hier stehen die Ansprüche an einen aussagekräftigen Lärmindikator (der einerseits den Bezug zur Belastung und zu den Grenzwerten, andererseits zur Lärmbelästigung macht) im Zentrum. Mindestens so wichtig wie die Analyse zweckmässiger Indikatoren ist die Sicherstellung eines Prozesses, der die verschiedenen Indikatoren einander gegenüberstellen und Zielkonflikte und Optimierungspotenziale sichtbar machen kann. Dies ist nur mit einem umfassenden Prozessverständnis (Bewertung der Indikatoren, Diskussion, Mitwirkung) möglich. Dazu dient der laufende SIL-Prozess als Referenz.

Die Arbeiten, die dieser Synthese zu Grunde liegen, haben verdeutlicht, dass es noch diverse Bereiche gibt, in denen wünschbare Indikatoren nicht operationalisiert werden können, weil entsprechende Daten fehlen oder weil die Zusammenhänge wenig untersucht sind. Die folgende Tabelle listet für die drei Nachhaltigkeitsdimensionen sowie für die Ebene Raumentwicklung wichtige Aspekte auf, die in Zukunft vertieft betrachtet werden können.

VERTIEFUNGSVORSCHLÄGE NACH BEREICHEN		
Bereich	Konkretisierung von weiteren Indikatoren	Spezifische Fallstudien
Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> › Vertiefungen der Auswirkungen der Hub-Funktion auf die Standortattraktivität (unternehmensseitig-katalytische Effekte) › Vertiefte Analyse der Luftfahrtindustrie als Zulieferer im In- und Ausland. › Berechnung der externen Effekte des Luftverkehrs 	<ul style="list-style-type: none"> › Detailanalyse der Verteilung von Kosten und Nutzen für einzelne Flugplätze › Trade-off-Betrachtungen: Beispiel: Ruhe und Erholung in Tourismusgebieten und Regionalentwicklung: Militärflugplätze im Alpenraum (z.B. Meiringen)
Umwelt Lärm	<ul style="list-style-type: none"> › Gesundheitliche Auswirkungen des Fluglärms › Gesellschaftliche Auswirkungen von Lärm (z.B. Verteilungsaspekte, Wohlbefinden, Segregation) 	<ul style="list-style-type: none"> › Spezifische Analysen von Auswirkungen von Lärm auf die Soziokultur
Weitere Umwelt- bereiche	<ul style="list-style-type: none"> › Auswirkungen weiterer klimarelevanter Emissionen von Luftverkehr (weltweiter Forschungsbedarf) › Vertiefung der PM₁₀-Emissionen (verschiedene Korngrößen, Prognosen) › Geruchsimmissionen im Luftverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> › Bei NO_x und Wasserdampf Quantifizierung und Wirkungsforschung › Detailanalysen PM-Immissionsbelastung für einzelne Flughafenstandorte
Gesell- schaft	<ul style="list-style-type: none"> › Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigungsindikatoren: Bezug zur Lärmgrenzwerten › Mobilitätsvorsorge aus gesellschaftlicher Sicht › Vertiefung Lärm und gesellschaftliche Auswirkungen, insbesondere auch auf die sozialen Strukturen › Anforderungen an nachhaltige Prozesse für den Umgang mit Konfliktsituationen 	<ul style="list-style-type: none"> › Belästigungserhebungen für kleinere Flugplätze › Indikatorbildung und Zeitreihen › Bedeutung der Mobilitätsvorsorge im Tourismusbereich
Raum- entwick- lung	<ul style="list-style-type: none"> › Differenziertere Betrachtung innerregionaler Standortauswirkungen: Gewinner und Verlierer › Instrumente/Möglichkeiten suchen, um zwischen Aspekten Raum/Bevölkerung und den Flughäfen für beide günstige Gesamtlösungen zu erreichen. › Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Flächen mit Belastungsgrenzwertüberschreitungen und deren Folgen für die räumlichen Entwicklungspotenziale › Detailliertere Betrachtung der Flughafenarealflächen nach unversiegelten/versiegelten Flächen, Ausgleichsflächen etc. und Einfluss auf die Flächenproduktivität › Regionalwirtschaftliche Bedeutung der Regionalflugplätze und Gebirgslandeplätze, insbesondere Bedeutung von Versorgungsflügen, Rettungsdiensten, Schulungsflügen, Tourismus 	<ul style="list-style-type: none"> › Fallstudien für regionalwirtschaftliche Auswirkungen (einzelne Regionalflugplätze, Gebirgslandeplätze) inkl. Betrachtung der Verteilungswirkungen

Tabelle 8

ANHANG: INDIKATORENLISTE

1. ÜBERSICHT ÜBER DIE VERWENDETEN INDIKATOREN

Die folgende Tabelle listet die in dieser Synthese verwendeten Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbeurteilung auf. In den Arbeitspaketen, welche dieser Synthese zu Grunde liegen, finden sich für jede der drei Nachhaltigkeitsdimensionen und die räumlichen Komponenten dieser Dimensionen die Übersicht der insgesamt operationalisierten Indikatoren (INFRAS/METRON 2006).

Dimension Wirtschaft	Dimension Umwelt/Lärm	Dimension Gesellschaft
Konsumentenpreise im Flugverkehr (Kosten-Nutzen)	Technische Entwicklung der Flugzeugflotte	Safety
Verspätungen	Flugbeweg. zivile Luftfahrt	Security
Gute Erreichbarkeiten f. Unternehmen	Bevölkerungsentwicklung um Flughäfen	Landesweiter Zugang Flughäfen
Eigenwirtschaftlichkeit	Betriebsreglemente	Zugang für Einkommenssichten
Produktivität: Wertschöpfung/VZÄ	Militärische Flugbewegungen	Internationale Anbindung
Ausgaben der öff. Hand für Luftfahrt	Wahrnehmung der Belästigung durch Fluglärm	Gesundheit und Wohlbefinden
Beschäftigung, Wertschöpfung Stabilität (direkt & indirekt)	Entwicklung Leq Linien- Charterverkehr	Ausgewogene Entwicklungsmöglichkeiten
Ausgaben ausländ. Flugpassagiere	Entwicklung Leq und Belästigung GA	Eigenständiger gesellschaftlicher Beitrag
Externe Effekte	NO _x -, VOC-Emissionen für Flugbetrieb	
	PM ₁₀ Emissionen für Flugbetrieb	
	Nicht flugbedingte Emissionen (induzierter Landverkehr, Flughafenbetrieb)	
	Bodenbelastung	
	Gewässerbelastung	
	Einfluss auf Landschaften und Lebensräume	
	Ausstoss von Treibhausgasen (v.a. CO ₂).	
	Ausstoss von NO _x oberhalb Tropopause	

Tabelle 9

2. VOLLSTÄNDIGE INDIKATORENLISTE

In der folgenden Liste sind alle Indikatoren erfasst, welche in den Arbeitspaketen AP1-6 als mögliche Grössen bei der Beurteilung der Nachhaltigkeit aus den drei Dimensionen erwähnt sind. Diese Arbeitspakete bilden die Grundlage des vorliegenden Syntheseberichts.

DIMENSION UMWELT: LÄRM

Lärmbelastung

- › Äquivalenter Schallpegel (z.B. Leq 16, Leq 1. und 2. sowie letzte Nachtstunde, z.T. Ldn)
- › Maximaler Schallpegel (L_{max}) für Helikopterlandeplätze
- › Anzahl betroffene Personen pro Dezibelklasse (z. B. Leq 16, Tag)
- › Grösse der lärmbelasteten Fläche
- › Massgebliche Einflussfaktoren auf die Lärmbelastung

Lärmbelästigung

- › Belästigungsskala für Fluglärm
- › Besitzverhältnisse (Mieter/Eigentümer)
- › Einbau von Schallschutzfenstern
- › Veränderung der Verteilung der Flugbewegungen über die Tageszeiten
- › Anzahl telefonischer Fluglärmreklamationen wegen militärischen und zivilen Flugaktivitäten

Gesundheit

- › Lärmbedingter Verlust von Lebensjahren durch ischämische Herzkrankheiten
- › Lärmbedingter Verlust von Lebensjahren durch Bluthochdruck bedingte Krankheit

Sozioökonomische Ebene

- › Indikator zur Entmischung der Bevölkerung

Wirtschaftliche Ebene

- › Zahlungsbereitschaft zur Vermeidung von Fluglärm
- › Immobilienpreisverluste durch Fluglärm
- › Folgekosten aufgrund fluglärmbedingten Gesundheitseffekten
- › Schallschutzkosten

DIMENSION UMWELT: REST

Emissionen Flugbetrieb

- › NO_x, HC (VOC), CO
- › PM₁₀ (PM_{2,5})
- › SO₂, Pb

Nicht flugbedingte Emissionen der Luftfahrt

- › NO_x, HC (VOC), CO, PM₁₀ durch induzierten Landverkehr und Flughafenbetrieb

Immissionen Luftfahrt

- › NO_x (NO₂ und NO)
- › PM₁₀ Bodennahes Ozon
- › Nicht ionisierende Strahlung (NIS)

Bodenbelastung

- › Bodenversiegelung
- › Bodenverschmutzung durch Schwermetalle (Cu, Zn, Cd, etc.) und organische Schadstoffe (PAK, PCB)
- › Altlasten
- › Störfälle mit Umweltwirkungen

Landschaften und Lebensräume

- › Störung von Erholungsräumen, Verminderung Erholungswert von Landschaften
- › Störung von Fauna durch optische und akustische Einflüsse
- › Vogelschlag
- › Flächennutzung und Biodiversität

Gewässerbelastung

- › Qualitative Beeinflussung von Fliessgewässern
- › Quantitative Beeinflussung von Fliessgewässern
- › Atmosphärische Umweltbelastung

Klima

- › Ausstoss von Treibhausgasen (THG) wie CO₂, N₂O, Wasserdampf, usw.

NO_x-Emissionen auf Reiseflughöhe (Ozonabbau in der Stratosphäre)

- › Ausstoss von NO_x oberhalb der Tropopause

Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger

- › Kerosinverbrauch

DIMENSION WIRTSCHAFT

Konsumentenebene

- › Konsumentenpreise im Flugverkehr (Preis-Leistung, Entwicklung und Volatilität)
- › Verspätungen
- › Kosten infolge zusätzlicher Umsteigevorgänge

Produzentenebene

- › Betriebswirtschaftlicher Kostendeckungsgrad (bei Unternehmen der Luftfahrtinfrastruktur bzw. des Luftverkehrs)
- › Produktivität: Wertschöpfung/VZÄ
- › Ausgaben der öffentlichen Hand für die Luftfahrt

Gesamtwirtschaftliche Ebene

- › Beschäftigte (VZÄ) bzw. Wertschöpfung in der Luftfahrt (direkter Effekt) und durch Vorleistungen für die Luftfahrt-Branche in der Schweiz (indirekter Effekt; Aviation & Non-aviation)
- › Veränderung der Wertschöpfung und Beschäftigung aus dem direkten und indirekten Effekt
- › Unternehmensseitig-Katalytischer Effekt (Erreichbarkeit als Faktor der Standortattraktivität)
- › Arbeitslose im Luftfahrt-Sektor und Zahl der offenen Stellen in dem Sektor
- › Ist ergänzende Information zu der Zahl der Beschäftigten: Veränderung der Beschäftigung bzw. Wertschöpfung
- › Induzierter Effekt über Verwendung der Einkommen aus dir. und indir. Effekt
- › Passagierseitig-katalytischer Effekt über Ausgaben der ausländischen Flugpassagiere
- › Nicht internalisierte Unfall- und Umweltkosten
- › Weitere Marktverzerrungen (v.a. zwischen Verkehrsträgern)
- › Beschäftigte in der Schweizer Luftfahrttechnologie-Industrie (Flugzeugherstellung und -wartung)
- › Regionale Verteilung der Beschäftigten

DIMENSION GESELLSCHAFT

Mobilitätsversorgung und Zugang sicher stellen

- › Landesweiter Zugang zum Luftverkehr
- › Zugang für alle Einkommensschichten zum Luftverkehr
- › Internationale Anbindung

Betriebliche Sicherheit gewährleisten

- › Safety
- › Security

Negative gesellschaftliche Auswirkungen des Luftverkehrs vermeiden

- › Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung rund um den Flughafen und in Erholungsgebieten
- › Entwicklung von Wohnen und Arbeiten im Flughafengebiet

Gesellschaftliche Solidarität fördern

- › Sozialverträglichkeit und Zuverlässigkeit (als Arbeitsgeber und als Dienstleister)
- › Faire Verteilung der Kosten und Nutzen des Luftverkehrs
- › Intergenerationen-Gerechtigkeit erhalten

Akzeptanz, Partizipation und Koordination sicherstellen

- › Mitwirkungsmöglichkeiten der Bevölkerung

Wahrung der Lufthoheit

- › Regelung des über der Schweiz liegenden Luftraums und deren Durchsetzung

ZUSÄTZLICHE INDIKATOREN AUS DER BEGEGNUNG DER 3 NACHHALTIGKEITSDIMENSIONEN IM RAUM**Dimension Wirtschaft**

- › Internationale Erreichbarkeit der Schweiz
- › Erreichbarkeit der Schweizer Regionen
- › Regionale Verteilung der Arbeitsplätze in flugsensitiven Branchen
- › Innerregionale Verteilung von flugsensitiven Unternehmen
- › Ausbaubedarf auf Zubringerachsen zu Flughäfen Zürich und Genf

Dimension Umwelt

- › Flächenbedarf der Flugplätze
- › Flächenproduktivität

Dimension Gesellschaft

- › Anzahl Gemeinden mit Einwohnern in Gebieten mit Fluglärm über 60 dB
- › Flächen nach Nutzung mit Lärmbelastungen über den Belastungsgrenzwerten

GLOSSAR

Absatzprinzip	Prinzip für die Bemessung der Emissionen (v.a. Klimagase). Massgebend ist der Absatz an Flugbenzin in der Schweiz
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
AW	Alarmwert, höchste Lärmstufe der LSV
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
Bunker Fuels	Treibstoffverbrauch des internationalen Luftverkehrs ausserhalb der Landesgrenzen der Startdestination (gemäss Absatzprinzip)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
CAEP	Committee on Aviation Environmental Protection of ICAO (ICAO Komitee für den Umweltschutz in der Luftfahrt)
DVO	Durchführungsverordnung zur Luftverkehrsordnung (Festlegung von An- und Abflüge nach Instrumentenflugregeln zum und vom Flughafen Zürich) des deutschen Luftfahrt-Bundesamt vom 14.5.2005
ECAC	European civil aviation conference
ECMT	Europäische Konferenz der Transportminister
ETS	Emission Trading Scheme; System zum Handel von Zertifikaten für CO ₂ -Emissionen
EUROCONTROL	Europäische Organisation für Sicherheit in der Luftverkehrsnavigation
Externe Effekte	Volkswirtschaftliche Kosten/Nutzen, die normalerweise von den Märkten und in den von verschiedenen auf diesen Märkten tätigen Akteuren getroffenen Entscheide nicht einbezogen werden
(Full) fuel cycle	Kompletter Treibstoffzyklus; inkl. Fund, Abbau, Verarbeitung, Transport und Verbrauch einer Energiequelle
General Aviation (GA)	Umfasst alle gewerbsmässigen und nicht gewerbsmässigen Flugbewegungen ausser dem Linien- und Charterverkehr und den Militärflügen
HA	Highly annoyed persons; Anteil stark belästigte Bevölkerung
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Organisation für Zivile Luftfahrt)
IFR	Instrument Flight Rules (IFR), Instrumentenflug-Regeln
IGW	Immissionsgrenzwert, Lärmschwelle ab der Gesundheitsschädigungen auftreten können gemäss LSV. Unterschieden nach Empfindlichkeitsstufen (ES).

Internalisierung	Einbezug von externen Effekten in den Marktprozess durch Preisfestsetzung oder regulatorische Interventionen. Im engeren Sinne wird Internalisierung dahingehend umgesetzt, dass den Verschmutzungsverursachern die durch sie verursachten Schadenskosten und -folgen auferlegt werden, gemäss dem Prinzip „Der Verursacher bezahlt“.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (scientific group within UN Framework on climate change). Internationaler Ausschuss zu Klimaveränderungen (wissenschaftliche Gruppe im Rahmen der UNO über Klimaveränderungen).
Landesflughäfen:	Zürich, Genf, Basel
Low Cost Carrier	(LCC); „Billigfluggesellschaften“. Typische Charakteristika sind: betreibt meist point-to-point Netzwerk (nur Direktverbindungen, keine Transfers), eine Passagierklasse, kaum inbegriffene Zusatzleistungen (Freigepäck, Service on board, etc.), Entlohnung der Angestellten unter dem Branchendurchschnitt.
LSV	Lärmschutzverordnung des Bundes vom Dezember 1985
LTO	Landing-Take-Off cycle. Ein Referenzzyklus zur Kalkulation und Berichterstattung von Emissionen
LUPO	Bericht des Bundesrates über die Luftfahrtpolitik der Schweiz, 2004
Mobilitätsvorsorge	Zugang zu Verkehr für alle Regionen und soz. Schichten ermöglichen
NIR	National Inventory Report; Klimagasinventar
Regionalflugplätze	Bern-Belp, Lugano-Agno, St. Gallen-Altenrhein
Wertschöpfung	Einsatz von Arbeit und Kapital, indirekte Steuern und Gewinne eines Unternehmens, einer Branche in den Produktionsprozessen; entspricht Umsatz minus Vorleistungen; Summe der Wertschöpfung der Schweiz entspricht (approximativ) dem BIP
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PAX	Passagiere.
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
SIL	Der Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt (SIL) legt als Planungsinstrument des Bundes Ziele und Vorgaben für die Infrastruktur der Zivilluftfahrt fest.
VFR	Visual Flight Rules
VZÄ	Vollzeitäquivalente Beschäftigung

LITERATUR

- AEROSUISSE/BAZL/SIAA 2006:** Volkswirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt in der Schweiz; M. Peter, D. Sutter, T. Vogel, M. Maibach (INFRAS) im Auftrag der Aerosuisse, des Bundesamtes für Zivilluftfahrt und der Swiss International Airports Association, Zürich.
- AFV 2005:** Volkswirtschaftliche Bedeutung des Flughafens Zürich – Auswirkungen verschiedener Entwicklungsszenarien, M. Peter, D. Sutter, M. Maibach (INFRAS) im Auftrag des Amtes für Verkehr (AFV) des Kantons Zürich, Zürich.
- AIG 2005:** Rapport environnemental période 2002-2004, Aéroport International de Genève (AIG), Genève 2005.
- ARE 2001:** Mobilität in der Schweiz – Ergebnisse des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und Bundesamt für Statistik (BFS), Bern und Neuenburg, 2001.
- ARE 2003:** Ziel- und Indikatorensystem (ZINV UVEK), Bilanz und Ausblick, September 2003, Bern.
- ARE 2004:** Externe Lärmkosten des Strassen und Schienenverkehrs der Schweiz, Aktualisierung für das Jahr 2000.
- BAFU 2007** Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2005, National Inventory Report (NIR) 2007.
- BAK 2004:** Die internationale Verkehrsanbindung der Schweiz in Gefahr? Volkswirtschaftliche Beurteilung des Wirtschaftsstandortes Schweiz und seiner Regionen; Basel.
- BAZL/BFS:** Schweizerische Zivilluftfahrt, Jahresstatistik, diverse Jahrgänge, Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) und Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel.
- BAZL 2003:** Pilotrechnung Infrastrukturkosten Luftverkehr,
- BAZL 2007a:** Richtlinienvorschlag der Europäischen Kommission zur Integration der Luftfahrt in das EU-Emissionshandelssystem vom 20. Dezember 2006 – Haltung der Schweiz, Aktennotiz BAZL Luftfahrtentwicklung.
- BAZL 2007b:** Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt (SIL) Teil IIIB6a Gebirgslandeplätze - Konzeptionelle Ziele und Vorgaben mit Erläuterungs- und Prüfungsbericht, 27.6.07.
- BAZL 2006:** Impact on global climate from aircraft cruise emissions – summery of consensus scientific view.
- Bleisch 2001:** EuroAirport: Volkswirtschaftlicher Nutzen und regionale Bedeutung. Lizentiatsarbeit am Wirtschaftswissenschaftlichen Zentrum (WWZ) der Universität Basel, Basel.

- Brink, Wirth et al. 2005:** Lärmstudie 2000 Zusammenfassung, Brink, M., Wirth, K., Rometsch, R., Schierz, Ch., ETH Zürich - Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften, 2005.
- Bundesrat 2004:** Luftfahrtpolitischer Bericht des Bundesrates, Bern
- BUWAL 2005:** Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna – Schlussbericht mit Empfehlungen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 376, B. Bruderer und S. Komenda-Zehnder, Herausgeber BUWAL, Bern, 2005.
- CONSAVE 2005:** Quantification of Constrained Scenarios on Aviation and Emissions - Foliensatz, DLH, DLR, NLR, QinetiQ, IIASA, MVA und Airbus, 2005.
- DLR 2005:** Forschungsbericht 2004-10/D, Nachtfluglärmwirkungen – Band 4 – Psychologische Wirkungen, Quehl J., Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln.
- ECOPLAN 2004:** Kriteriensystem für Nachhaltigkeit in der Luftfahrt, Ecoplan im Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL), Bern.
- EMPA 2005:** Flughafen Zürich – UVB Vorläufiges Betriebsreglement Flughafen Zürich - Fluglärmrechnungen (Eingabe 22. 3. 2005), EMPA im Auftrag des BAZL, Dübendorf, 2005.
- EWI 1993:** Die Auswirkungen der Luftfahrt auf die Umwelt – Synthese, Elektrowatt Ingenieurunternehmen AG im Auftrag Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) und des Bundesamtes für Militärflugplätze (BAMF), Zürich, 1993.
- Intraplan 2005:** Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030 – Nachfrageprognose, Intraplan Consult i.A. BAZL, München, 2005.
- IPCC 1999a:** Aviation and the global atmosphere, Cambridge University Press, 1999.
- IPCC 1999b:** Special report on aviation and the global atmosphere.
- INFRAS/ECOSCAN 2004:** Nachhaltiger Luftverkehr – Vorstudie, INFRAS und Ecoscan im Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL), Zürich/Lausanne.
- INFRAS 2003:** Pilotrechnung Infrastrukturkosten Luftverkehr Schweiz, Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL).
- INFRAS/METRON 2006:** Luftfahrt und Nachhaltigkeit: Bestandesaufnahme – Perspektiven – Handlungsspielraum, Arbeitspakete 2-5:Lärm, Umwelt, Raumentwicklung, Wirtschaft, im Auftrag des BAZL, Zürich/Brugg
- INFRAS 2007a:** Luftfahrt und Nachhaltigkeit: Bestandesaufnahme – Perspektiven – Handlungsspielraum, Arbeitspaket 6, Gesellschaftliche Aspekte, in Zusammenarbeit mit Fritz Sager, im Auftrag des BAZL, Zürich
- INFRAS 2007b:** Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland – Aufdatierung 2005, Ch. Schreyer, M. Maibach et al., im Auftrag der Allianz pro Schiene.

- INTRAPLAN 2005:** Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030 - Nachfrageprognose, München.
- Luftwaffe 2005:** Lärmkurven (in Form von GIS-Daten) für die Militärflugplätze Alpnach, Dübendorf, Emmen, Meiringen, Payern und Sion – Prognosen 2010, Luftwaffe (VBS), Dübendorf, 2005.
- Oliva 1995:** Lärmstudie 90. Belastung und Betroffenheit der Wohnbevölkerung durch Flug- und Strassenlärm in der Umgebung der internationalen Flughäfen der Schweiz. Gefördert durch den Schweizerischen Nationalfonds im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 26 "Mensch, Gesundheit, Umwelt" NFP 26.
- Rapp Trans 2005:** Luftverkehr und Nachhaltigkeit AP1: Entwicklungsszenarien im Luftverkehr
- SIAA 2003:** Volkswirtschaftliche Bedeutung der Schweizerischen Landesflughäfen, Synthesenbericht, Arbeitsgemeinschaft INFRAS/Ecoplan/Güller Güller, Zürich/Bern, Juni.
- Skyguide 2005:** Luftfahrtpolitik des Bundes – im Fokus: die Flugsicherung, Faktenblatt.
- SWISS 2005:** Geschäftsbericht diverse Jahrgänge, SWISS International Air Lines AG, Basel.
- UBA 2006:** UBA-Gutachten: Verschärfung der Lärmgrenzwerte von zivilen Strahlflugzeugen, Öko-Institut e.V. im Auftrag des Umweltbundesamtes, Darmstadt, August 2006.
- Unique, 2005:** Umweltbericht 2004, Flughafen Zürich, Juni 2005.
- UVEK 2001:** Ziel- und Indikatorensystem nachhaltiger Verkehrs des UVEK, Oktober 2001.
- Wirth 2004:** Lärmstudie 2000 – Die Belästigungssituation im Umfeld des Flughafens Zürich, Katja Wirth - ETH Zürich, Shaker Verlag, Aachen, 2004