

Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL)

Messkonzept: Status und Ausblick bis 2025



NABEL-Leitung

Dr. Richard Ballaman, BAFU (Vorsitz)

Dr. Rudolf Weber, BAFU

Dr. Lukas Emmenegger, Empa

Dr. Christoph Hüglin, Empa

Dr. Stefan Reimann, Empa

23. November 2015

Inhalt

1. Zusammenfassung	4
2. Ausgangslage	5
3. Ziel und Zweck des Messnetzes	6
4. Standorttypen des NABEL	7
5. Gemessene Parameter	8
6. Strategie bis 2020	9
7. Ausblick bis 2025	10
Anhang 1: Beschreibung des Messnetzes NABEL	11
Anhang 2 Messprogramm des NABEL (Stand 2015)	12

1. Zusammenfassung

Das NABEL-Messnetz ist ein zentrales Element der Umweltbeobachtung in der Schweiz. Es wurde nach einem Bundesratsbeschluss im Jahre 1988 von acht auf sechzehn Stationen ausgebaut und deckt seither alle wichtigen Belastungssituationen in der Schweiz ab. Das NABEL ermöglicht unter anderem eine Erfolgskontrolle der in den vergangenen 25 Jahren umgesetzten Massnahmen zur Reduktion der Emissionen von Luftschadstoffen.

Die Messungen des NABEL umfassen die wichtigsten Luftschadstoffe, welche die menschliche Gesundheit oder die Umwelt schädigen können, seien sie gas- oder partikelförmig oder im Niederschlag enthalten. Primär werden jene Luftschadstoffe bestimmt, die in der schweizerischen Luftreinhalteverordnung geregelt sind, oder im Rahmen von internationalen Luftreinhalte-Abkommen erhoben werden müssen. Sie bilden daher das Grundmessprogramm des NABEL. Für weitergehende Fragestellungen wird dieses Programm durch zeitlich befristete Projekte ergänzt. Beispielsweise werden auf dem Jungfrauoch im Projekt HALCLIM verschiedene Treibhausgase gemessen, um deren zeitliche Entwicklung zuverlässig bestimmen zu können.

Das NABEL evaluiert neue Messmethoden und stellt sein Wissen den Behörden und Betreibern von kantonalen und kommunalen Messnetzen zur Verfügung. Einige der NABEL-Stationen dienen als Referenz für die Messung der vertikalen Verteilung von Spurengasen mit Ballonsondierungen oder Satelliten. Das NABEL-Messnetz liefert zudem Referenzdaten zur Kalibration sowie zur Validierung von Ausbreitungsmodellen, welche die Bestimmung der flächenhaften Verteilung von Luftschadstoffen ermöglichen.

Gemeinsam mit kantonalen und städtischen Messnetzen gewährleisten die NABEL-Messwerte eine umfassende Information der schweizerischen Bevölkerung über die aktuelle Luftqualität, zum Beispiel über Internet und mit der Smartphone-Applikation airCHECK. Die NABEL-Jahresberichte ergänzen diese Informationsquellen und liefern Interpretationen und eine Übersicht über langfristige Veränderungen der Luftqualität.

Das NABEL-Messnetz erfüllt die Anforderungen aus dem Übereinkommen über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE CLRTAP, EMEP Programm), der Mitgliedschaft in der Europäischen Umweltagentur (EEA), sowie dem Global Atmosphere Watch (GAW) Programm der Weltorganisation für Meteorologie (WMO).

Dieses aktualisierte Messkonzept zeigt auf, wie das NABEL unter Berücksichtigung der Entwicklungen auf nationaler und internationaler Ebene auch für den Zeitraum 2015-2025 zuverlässige und präzise Informationen über die Luftqualität in der Schweiz zur Verfügung stellen kann.

2. Ausgangslage

Das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL wurde 1978 gegründet und während den ersten Jahren mit acht Messstationen betrieben. Gemäss dem Bundesratsbeschluss vom 17. August 1988 wurde das Messnetz auf 16 Stationen ausgebaut. Das **Basis-Messprogramm** des NABEL umfasst die Luftschadstoffe, für welche in der Luftreinhalteverordnung (LRV) Immissionsgrenzwerte festgelegt sind oder die als krebserregend eingestuft werden. Das NABEL-Messprogramm umfasst zudem weitere Messgrössen, zu deren Erhebung die Schweiz im Rahmen der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) verpflichtet ist. Darüber hinaus werden **ergänzende Messungen** weiterer Schadstoffe, wie Treibhausgase oder Stickstoffkomponenten, durch Zusatzprojekte sichergestellt.

Das vorliegende Messkonzept trägt der Entwicklung der Wissenschaft, Technik und Politik der letzten Jahre Rechnung. Es basiert auf dem Messkonzept 2010-2020, dem Messkonzept für Stickstoffverbindungen aus dem Jahr 2006 und dem Messkonzept für Partikelmessungen 2014-2016. Neben den bekannten Problemen der Luftreinhaltung wie übermässige Belastung durch Feinstaub, Stickstoffdioxid, Ammoniak und Ozon sind die Bereiche kanzerogene Luftschadstoffe, die weiträumige Verfrachtung und Deposition von Luftschadstoffen und die Messung von Treibhausgasen zunehmend in den Vordergrund gerückt.

Darüber hinaus haben sich auch die Anforderungen betreffend **Datenzugang und Datenaustausch** verändert. Sowohl auf nationaler wie auf internationaler Ebene werden zunehmend Daten in Near-Real-Time (NRT) ausgetauscht, was Anpassungen in der Datenerfassung und -verarbeitung erforderte. Das BAFU betreibt neben der NABEL-Datenbank auch eine Datenbank mit allen lufthygienischen Daten der Schweiz gemäss Art. 44 Ziff.2 des Umweltschutzgesetzes (USG).

Das internationale Umfeld des NABEL ändert sich:

- Es wurde eine neue Messstrategie des internationalen Messprogramms EMEP im Rahmen des Übereinkommens über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE CLRTAP) verabschiedet, welche insbesondere erweiterte Messaktivitäten für Stickstoffverbindungen und Inhaltsstoffen von Feinstaub erforderte.
- Die Station Jungfrauoch wurde, aufgrund der repräsentativen Lage und des umfassenden Messprogramms, durch die WMO (World Meteorological Organization) als globale Station im Rahmen des GAW Programms (Global Atmosphere Watch) anerkannt, die Station Rigi-Seebodenalp als regionale Station.
- Die Schweiz ist der Europäischen Umweltagentur beigetreten und liefert Daten von 12 NABEL-Stationen zusammen mit Daten kantonaler Stationen an die europäische lufthygienische Datenbank Euroairnet geliefert. Dies erfordert eine langfristige Fortführung dieser Messreihen.
- Innerhalb der EU wurde eine neue Richtlinie zur Luftqualität, 2008/50/EG, erlassen. Die Schweiz folgt weitgehend den Messvorgaben dieser Richtlinie, beurteilt aber die Luftqualität nach den schweizerischen Immissionsgrenzwerten der LRV.

Luftqualität und Klima stehen in direkter wechselseitiger Beziehung. Einerseits werden anthropogene und biogene Emissionen durch das Klima beeinflusst, andererseits beeinflussen Luftschadstoffe wie Ozon, Russ oder Sulfat den Strahlungshaushalt der Atmosphäre und damit das Klima. Im NABEL werden daher an ausgewählten Standorten neben den Luftschadstoffen auch Treibhausgase gemessen.

3. Ziel und Zweck des Messnetzes

Gemäss Artikel 39 Absatz 1 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 führt das BAFU „Erhebungen über den Stand und die Entwicklung der Luftverunreinigung im gesamtschweizerischen Rahmen“ durch. Das NABEL dient insbesondere der Erfüllung dieser gesetzlichen Aufgabe. Es ist somit ein wichtiges Vollzugsinstrument der LRV, indem es den Behörden und der Öffentlichkeit eine Übersicht über die gesamtschweizerische Luftqualität vermittelt und die Beurteilung anhand der Immissionsgrenzwerte (IGW) ermöglicht. Eine weitere wichtige Aufgabe ist die *Erfolgskontrolle* betreffend der gegen die Luftverschmutzung ergriffenen Massnahmen (Art. 44 Umweltschutzgesetz). Diese basiert auf der langfristigen Messung und Analyse der Schadstoffkonzentrationen.

Gemäss Artikel 39 Absatz 2 der LRV wird das NABEL durch die Empa betrieben. Die Empa vertritt auch die Schweiz in AQUILA, dem Netzwerk der nationalen Referenzlabors für lufthygienische Messungen der EU und EFTA Staaten. Zudem arbeitet die Empa aktiv in ausgewählten CEN-Arbeitsgruppen mit, in denen europäische Normen für Immissionsmessungen entwickelt werden. Schliesslich fliessen Resultate der wissenschaftlichen Aktivitäten an der Empa in die Entwicklung des NABEL-Messnetzes ein. Die im Rahmen des NABEL gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen werden den kantonalen und städtischen Luftreinhalte-Fachstellen weitergegeben und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Harmonisierung der Messungen und zur Qualitätssicherung der Immissionsmessungen.

National

Beim NABEL stehen grundsätzlich die gesamtschweizerischen Bedürfnisse im Vordergrund. Das Messnetz misst in erster Linie Luftschadstoffe von nationaler Bedeutung und Verbreitung. Die Messwerte des NABEL ermöglichen die Beurteilung von Luftschadstoffen an verschiedenen Standorttypen mit unterschiedlicher Belastungssituation (siehe Anhang 1) und zeigen die langfristige zeitliche Entwicklung der Immissionen auf (Erfolgskontrolle). Die Standorte der NABEL Stationen decken eine weite Spanne unterschiedlicher Belastungssituationen ab und sind repräsentativ für den jeweiligen Standorttyp.

Die mit dem NABEL erhobenen Daten dienen weiter der *Information der Öffentlichkeit* über den Zustand der Luftqualität und deren zeitlichen Entwicklung. Dies erfolgt über Berichte und der Darstellung der aktuellen Belastung in Tabellen und Karten. Die NABEL-Daten stehen der Öffentlichkeit unentgeltlich zur Verfügung und werden für zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen (z.B. im Rahmen von Doktorarbeiten an Forschungsinstitutionen) sowie für Modellvalidierungen verwendet.

International

Zu den nationalen Aufgaben kommen die Verpflichtungen, die sich aus den internationalen Luftreinhalte-Abkommen ergeben, bei denen auch die Schweiz Vertragspartei ist. Dazu gehört vor allem das UNECE [Übereinkommen](#) über die weiträumige, grenzüberschreitende Luftverschmutzung (Genf, 1979), einschliesslich der acht Protokolle, welche von den Ländern Immissionsmessungen gemäss den Vorgaben der EMEP Messstrategie verlangen.

Das NABEL pflegt zudem einen intensiven Datenaustausch mit mehreren internationalen Messprogrammen wie dem [Euroairnet](#) der Europäischen Umweltagentur oder dem [EMEP](#) und führt die von der Schweiz verlangten Messungen durch.

Weiter trägt das NABEL Messprogramm zu wichtigen weltweiten Projekten bei. Beispiele dafür sind das Global Atmosphere Watch ([GAW](#)) der World Meteorological Organisation

([WMO](#)) und das Advanced Global Atmospheric Gases Experiment ([AGAGE](#)). Auch innerhalb von Forschungs- und Infrastrukturprojekten der EU ist das NABEL stark eingebunden, z.B. im Integrated Carbon Observation System ([ICOS](#)), im Integrated non-CO₂ Greenhouse gas Observing System ([INGOS](#)) und im Aerosols, Clouds, and Trace gases Research Infrastructure Network ([ACTRIS II](#)).

4. Standorttypen des NABEL

Die Einteilung der Messorte des NABEL in Standorttypen bildet die allgemeine Situation der Luftqualität in der Schweiz ab und entspricht den Kategorien, wie sie in der Europäischen Umweltagentur verwendet werden. Die einzelnen Messstationen repräsentieren dabei in erster Linie einen Standorttyp und erst zweitrangig eine geographische Region. Zur Charakterisierung lokaler Verhältnisse wird das NABEL durch Messungen von Kantonen und Städten ergänzt.

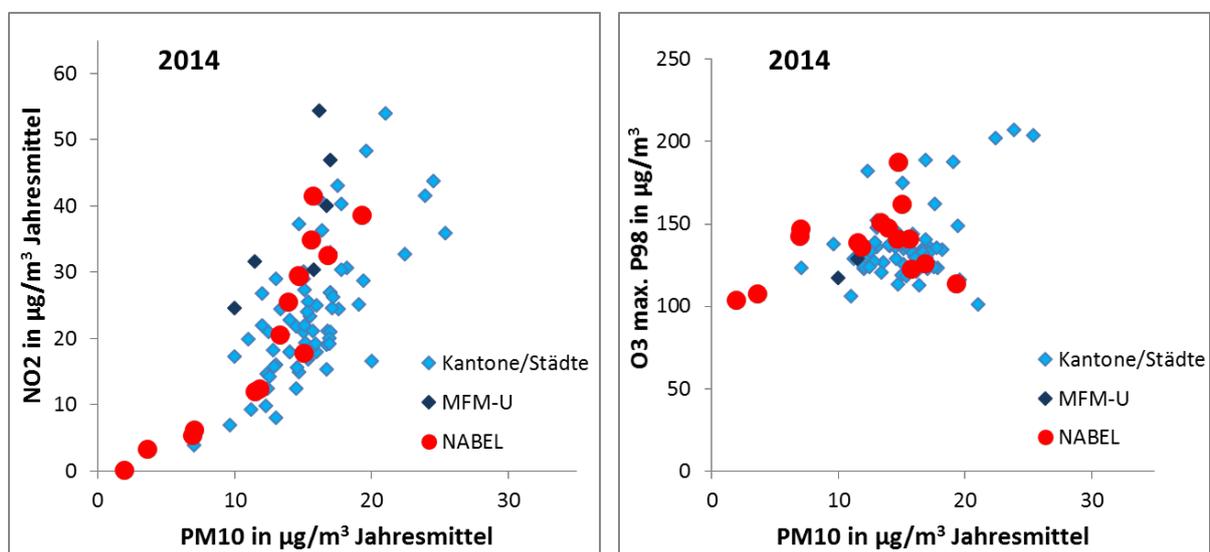


Abbildung 1: Jahresmittel 2014 von PM₁₀ und NO₂ (linke Grafik) sowie das Halbstundenmittel von Ozon (höchste monatliche 98te Perzentil der Halbstundenmittel) und das Jahresmittel von PM₁₀ (rechte Grafik) an Messstationen des NABEL, des Projektes „Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt“ (MFM-U) sowie an den von Kantonen und Städten betriebenen Messstationen in der Schweiz.

Wie die Grafiken in Abbildung 1 zeigen, decken die NABEL-Stationen einen weiten Bereich der Belastungssituationen bezüglich der Schadstoffe NO₂, PM₁₀ und O₃ ab. Einige kantonale Stationen und Stationen des Projektes „[Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt](#)“ (MFM-U) sind noch unmittelbarer verkehrsexponiert und weisen höhere NO₂-Werte als die NABEL-Stationen auf. Die höchsten Belastungen durch Ozon und PM₁₀ im Südtessin sind durch die NABEL-Stationen nicht abgedeckt. Dafür ist die Hintergrundbelastung durch die NABEL Stationen gut repräsentiert, was bezüglich der Beobachtung von weiträumiger Verfrachtung und des spezifisch schweizerischen Beitrags zur Luftverschmutzung wesentlich ist.

Zurzeit deckt das NABEL die meisten Standorttypen durch zwei Messstationen ab. Der städtische Hintergrund, welcher sehr bedeutend ist für die Bevölkerungsexposition, wird aber auf der Alpennordseite nur durch die Messstation Zürich-Kaserne vertreten.

Ergänzend zum NABEL messen Kantone und Städte Luftschadstoffe in spezifischen lokalen Situationen und in der Nähe grosser Emittenten. Die Nutzung aller schweizerischen Daten erlaubt heute die Erzeugung von stündlich aktualisierten Karten der momentanen Luftbelastung durch Ozon, Stickstoffdioxid und Feinstaub.

Bei allen Standorten wird auch in Zukunft regelmässig überprüft, ob und wie sich die Standortumgebung und damit die lufthygienische Charakteristik der Messungen verändert. Die Standorte des NABEL sollen auch weiterhin die Spannweite der Luftbelastung in der Schweiz weitgehend abdecken.

5. Gemessene Parameter

Alle Messparameter wurden systematisch daraufhin überprüft, ob und an welchen Standorten sie zur Erfüllung der nationalen und internationalen Verpflichtungen gemessen werden müssen oder relevante Grössen für die Interpretation der Luftbelastung darstellen. Das aktuelle Messprogramm des NABEL ist in Anhang 3 tabellarisch dargestellt.

Gase

Alle Gase, für die in der LRV Immissionsgrenzwerte festgelegt sind, werden im NABEL Messnetz gemessen: SO₂, NO₂, CO und O₃. Darüber hinaus werden kanzerogene Substanzen wie Benzol oder Butadien gemessen und an der Station Jungfrauoch auch Treibhausgase wie N₂O, CH₄, CO₂ und halogenierte Verbindungen. Ebenfalls gemessen werden NO, VOC und NH₃.

Partikel

In der LRV sind Immissionsgrenzwerte für PM₁₀ und einige Schwermetallgehalte festgelegt. Diese Grössen werden im NABEL an den meisten Standorten gemessen. Für eine umfassendere Beurteilung der Feinstaubbelastung werden in befristeten Zusatzprojekten die Grössenfraktion PM_{2.5}, die Partikelanzahl, die Partikelgrössenverteilung sowie Russ gemessen.

Deposition

Die durch die LRV geregelte Gesamtdeposition von Schwermetallen, sowie die nasse Deposition von Ionen werden an relevanten Standorten gemessen.

Stickstoffverbindungen

Stickstoff-Depositionen (gasförmig, als Aerosole und im Niederschlag) aus der Atmosphäre können in naturnahen, nährstoffarmen Ökosystemen wie Wäldern, Hoch-/Flachmooren, Trockenwiesen und Weiden zu unerwünschten Düngungs- und Versauerungseffekten führen. Die Monitoring Strategie des EMEP verlangt unter anderem von den Ländern an den EMEP-Stationen gasförmige, partikuläre und im Niederschlag enthaltene Stickstoffverbindungen zu messen. Um die Wirkung von Emissionsminderungen immissionsseitig überwachen zu können, werden die Konzentrationen von Ammoniak und Stickoxiden gemessen. Um zudem ein Prozessverständnis für die Ammoniakemission und die Umwandlung von Ammoniak in der

Atmosphäre zu erlangen, werden an einigen exemplarischen Standorten zeitlich hoch aufgelöste Messungen durchgeführt.

Meteo und Verkehr

Verschiedene Hilfsgrössen dienen der Interpretation der beobachteten Luftbelastung. Dabei wird in der Messmethodik und -technik der MeteoSchweiz, bzw. derjenigen des ASTRA gefolgt. Wo vorhanden, werden die Messdaten von MeteoSchweiz oder vom ASTRA übernommen. Im Gegenzug werden die vom NABEL erhobenen meteorologischen Daten auch der MeteoSchweiz zur Verfügung gestellt.

Neue Messmethoden

Die Weiterentwicklung der Messtechnik wird verfolgt und die Eignung neuer Messmethoden für einen Messnetzbetrieb wird durch Parallelmessungen mit den etablierten Methoden abgeklärt. Im Rahmen des europäischen Netzwerkes der nationalen Referenzlabors (AQUILA), innerhalb von Arbeitsgruppen des Europäischen Komitee für Normung (CEN), sowie innerhalb des GAW und zeitlich befristeten Projekten (z.B. AirMonTech und ACTRIS) arbeitet die Empa aktiv an der Evaluation neuer Messmethoden zur Bestimmung der Luftqualität. Die nötige Vergleichbarkeit der Messdaten über einen langen Zeitraum, welche für eine zuverlässige Erfolgskontrolle erforderlich ist, wird durch entsprechende Parallelmessungen sichergestellt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen werden in Form von Berichten und Präsentationen an interessierte Stellen weitergegeben (z.B. kantonale Fachstellen, Cercl'Air).

6. Strategie bis 2020

Das NABEL soll weiterhin eine *langfristige Erfolgskontrolle* von emissionsmindernden Massnahmen sicherstellen sowie zuverlässige und aussagekräftige Informationen über die Luftqualität in der Schweiz liefern. Das NABEL setzt sich dabei zum Ziel, die Datenqualität und Homogenität der Messreihen hoch zu halten und gleichzeitig möglichst effiziente und einfache Methoden und Abläufe einzusetzen.

Um dies zu erreichen wird einerseits eine *Kontinuität* bei den Messstandorten sichergestellt, andererseits das Messprogramm und die angewendeten Messkonzepte laufend den technischen Entwicklungen und Möglichkeiten angepasst. Als weitere Möglichkeit um Informationen über die räumliche Verteilung von Luftschadstoffen zu gewinnen (Ergänzung zu fixen Stationen), könnten insbesondere in städtischer Umgebung in Zukunft auch kleine und kostengünstige Sensoren eine wichtige Rolle spielen. Sensoren könnten zum Beispiel für orientierende Messungen oder die Untersuchung kleinräumiger Unterschiede der Luftqualität im städtischen Raum eingesetzt werden. Im Rahmen des NABEL werden durch entsprechende Abklärungen die Möglichkeiten und Grenzen solcher Sensoren für Luftqualitätsmessungen ermittelt.

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und *klimaaktiven Substanzen*, beispielsweise beim Transport und der Umwandlung in der Atmosphäre sowie in der Messtechnik. Deswegen werden im NABEL an ausgewählten Standorten wie dem Jungfraujoch auch Treibhausgase gemessen.

Beim ausser Betrieb genommenen Sendeturm Blosenberg bei Beromünster werden zurzeit im Rahmen des SNF Synergia Projekts [CarboCount](#) Messungen von Treibhausgasen vorgenommen. Der Standort liegt zentral im Mittelland auf einer Höhe von 800 m ü.M. und ist nicht unmittelbar durch Emissionen von Strassen oder Industrieanlagen beeinflusst. Die Lage auf

einer nicht bewaldeten Kuppe erlaubt eine freie Anströmung aus allen Richtungen. Der Standort ist aufgrund seiner Lage repräsentativer für das Mittelland als der weiter nördlich auf ähnlicher Höhe gelegene Standort Lägeren. Am Standort Beromünster könnte das Gebäude unter dem Sendeturm als Messraum verwendet werden. Im Gegensatz zum Waldstandort Lägeren sind Partikelmessungen problemlos möglich. Der Standort ist gut über geteerte Strassen erreichbar. In den nächsten Jahren soll deshalb eine NABEL Station in Beromünster aufgebaut werden. In einer Übergangsphase von einem Jahr sollen die Messungen an der Lägeren parallel betrieben und anschliessend durch jene von Beromünster ersetzt werden.

Die mittlere Bevölkerungsexposition durch Luftschadstoffe in der Schweiz wird im Wesentlichen durch Messungen im Hintergrund von besiedelten Gebieten repräsentiert. Im jetzigen NABEL Messnetz ist nur ein städtischer Hintergrundstandort auf der Alpennordseite vorhanden. Deshalb soll evaluiert werden, wie der städtische Hintergrund auf der Alpennordseite im NABEL besser repräsentiert werden könnte.

7. Ausblick bis 2025

Das NABEL spielt für die Schweiz eine aktive Rolle bei der Evaluation von neuen Messmethoden und der Entwicklung von Messkonzepten.

In den vergangenen Jahren hat eine bedeutende Entwicklung von neuen Methoden zur Messung von Luftschadstoffen stattgefunden. Beispiele hierfür sind laserspektroskopische Verfahren für hochpräzise und selektive Messungen von gasförmigen Luftschadstoffen, sowie Massenspektrometer zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Feinstaubpartikel in Echtzeit. Im Rahmen des NABEL werden die Einsatzmöglichkeiten und der Nutzen dieser Techniken für Langzeitmessungen in einem Luftqualitätsmessnetz geprüft. Je nach Eignung und Nutzen sollen verfügbare neue Technologien im NABEL eingesetzt werden. Dazu gehören langfristig auch Satellitendaten, welche künftig als Ergänzung der langjährigen, präzisen Messungen der Bodenstationen auch direkte flächendeckende Informationen liefern werden. Das Potential von Satellitendaten für wolkenfreie und schneefreie Bedingungen wurde bereits erfolgreich untersucht. Neue Generationen von Satelliten (z.B. geostationäre Satelliten) könnten eine Ergänzung zu Bodenstationen darstellen.

Als Ergänzung zu den Informationen von Bodenstationen, der Referenz zur Beurteilung der Luftqualität, gewinnt die Kenntnis der vertikalen Verteilung von Spurenstoffen (dritte Dimension) für ein verbessertes Verständnis der atmosphärischen Prozesse mehr und mehr an Bedeutung. Die Verwendung von Daten der dritten Dimension (Säulen oder Profile) können künftig ergänzend einen Mehrwert bedeuten und sollen zur Information über die Qualität der Luft beigezogen werden.

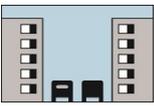
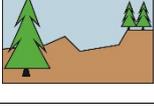
Auch bei der Modellierung der räumlichen Verteilung von Luftschadstoffen sind in den vergangenen Jahren deutliche Fortschritte erzielt worden. Die räumliche Auflösung sowie die Genauigkeit der verfügbaren (Chemie-) Transportmodelle haben sich verbessert. Es kann erwartet werden, dass diese Entwicklung auch in den kommenden Jahren anhalten wird. Modelle und Messungen können sich ideal ergänzen: Einerseits benötigen die Modelle die Messwerte von Luftqualitätsmessnetzen wie dem NABEL zur Validierung der Resultate, andererseits liefern die Modelle im Gegensatz zu den Messnetzen flächenhafte Informationen über die Luftschadstoffbelastung. Bei der strategischen Planung des NABEL werden daher die

Möglichkeiten von Modellen für ein verbessertes Verständnis von Luftschadstoffen berücksichtigt.

Anhang 1: Beschreibung des Messnetzes NABEL

Die Schadstoffbelastung in der Schweiz zeigt grosse räumliche Unterschiede, die in erster Linie von der Art des Standortes und den dort vorhandenen Emissionsquellen abhängen. Es ist daher sinnvoll, eine Klassierung der Messstationen nach Standorttypen vorzunehmen. Das NABEL-Messnetz erfasst die Luftschadstoffbelastung an solchen Standorttypen. Aufgrund einer Beurteilung der Stationsumgebung und der an den Stationen gemessenen Schadstoffbelastung ergibt sich folgende Einteilung der NABEL-Stationen nach Standorttypen:

Klassierung der NABEL-Stationen nach Standorttyp

	Standorttyp	Abkürzung	Station
	Städtisch, verkehrsbelastet	BER LAU	Bern-Bollwerk Lausanne-César-Roux
	Städtisch	LUG ZUE	Lugano-Università Zürich-Kaserne
	Vorstädtisch	BAS DUE	Basel-Binningen Dübendorf-Empa
	Ländlich, Autobahn	HAE SIO	Härkingen-A1 Sion-Aéroport-A9
	Ländlich, unterhalb 1000 m	MAG PAY TAE LAE	Magadino-Cadenazzo Payerne Tänikon Lägeren
	Ländlich, oberhalb 1000 m	CHA RIG DAV	Chaumont Rigi-Seebodenalp Davos-Seehornwald
	Hochgebirge	JUN	Jungfraujoch

Die 16 Stationen des NABEL-Netzes sind räumlich weit über die Schweiz verteilt und repräsentieren alle Stufen der Belastung, von sehr hoch bis sehr niedrig. Das NABEL deckt damit die wichtigsten in der Schweiz vorkommenden Belastungstypen ab.

Anhang 2 Messprogramm des NABEL (Stand 2015)

Messgrösse	EMEP															
	BAS	BER	CHA	DAV	DUE	HAE	JUN	LAE	LAU	LUG	MAG	PAY	RIG	SIO	TAE	ZUE
Schwefeldioxid (SO ₂)	X				X	X	X			X	X	X	X			X
Stickoxide (NO _x , NO ₂ , NO)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NO ₂ photolytisch							X					X	X			
NO _y							X									
Lachgas (N ₂ O)							X									
Ozon (O ₃)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kohlenmonoxid (CO)		X			X	X	X		X	X		X	X			X
Kohlendioxid (CO ₂)						X	X									
Methan (CH ₄)					X		X			X						X
Nichtmethankohlenwasserstoffe					X					X						X
BTX (Benzol, Toluol, Xylol)		S			S								S			S
VOC Komponenten ¹⁾							S						S			S
Halogenierte Verbindungen ¹⁾							S									
Ammoniak (NH ₃)											X	X			X	
Peroxyacetylnitrat (PAN)					X											
Feinstaub PM10, HiVol	T	T	T		T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T
Feinstaub PM10, kont.	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Feinstaub PM2.5, HiVol	T	T			T	T				T	T	T	T			T
Feinstaub PM2.5, kont.	X	X			X	X				X	X	X	X			X
Partikelanzahl	X	X				X				X			X			
Aerosol-Grössenverteilung																X
EC im PM2.5	X	X			X	X				X	X	X	X			X
PAK im PM10	3M	3M			3M	3M			3M	3M	3M	3M		3M	3M	3M
Pb, Cd, As, Ni, Cu in PM10	J	J	J		J	J	J		J	J	J	J	J	J	J	J
Schwefel in PM10							T			T		T	T			
Staubniederschlag (SN)	M	M				M			M		M	M	M			M
Pb, Cd, Zn, Tl, As, Cu, Ni im SN	J	J				J			J		J	J	J			J
Regenmenge (Analytik)			W		W						W	W	W			
pH-Wert, Leitfähigkeit (Regen)			W		W						W	W	W			
Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ (Regen)			W		W						W	W	W			
Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ (Regen)			W		W						W	W	W			
Σ(NH ₃ + NH ₄ ⁺); Σ(HNO ₃ + NO ₃ ⁻)												T	T			
NH ₃ , NH ₄ ⁺ , HNO ₃ , NO ₃ ⁻											2W	2W	2W			2W
Druck	XA	X	X	X	X	X	XA	X	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Temperatur	XA	X	X	X	X	X	XA	X	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Feuchtigkeit	XA	X	X	X	X	X	XA	X	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Wind	XA	X	X	X	X	X	XA	X	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Globalstrahlung	XA	X	X	X	X	X	XA	X	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Strahlungsbilanz				X				X								
Niederschlagsmenge (autom.)	XA	X	X	X	X	X		X	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Verkehrsdichte		S				SA			S					S		

X=Zehnminutenmittelwerte S=Stundenmittelwerte T=Tagesmittelwerte W=Wochenmittelwerte 2W=14-Tage-Mittel

M=Monatsmittelwerte 3M=Dreimonatsmittel J=Jahresmittelwerte XA=Zehnminutenmittelwerte (MeteoSchweiz)

SA=Stundenmittelwerte (ASTRA) EMEP=European Monitoring and Evaluation Programme

GAW=Global Atmosphere Watch Programme

¹⁾ Einzelkomponenten siehe Technischer Bericht des NABEL ([Empa](#) und [BAFU](#))

Gase	Partikel	Deposition	N-Verbindungen	Meteo, Verkehr
------	----------	------------	----------------	----------------