

---

# **MATRIOSCHKA – Umweltmonitoring – Monitoringsystem für stationäre und mobile Messungen von gasförmigen Schadstoffen**

Holger SCHULZ

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, Prien · holger.schulz@prien.iml.fraunhofer.de

## **Hintergrund**

Die stetigen Verbesserungen in der Datenkommunikation, Satellitennavigation oder auch innerhalb der Erdbeobachtung sowie bei standortbezogenen Diensten ermöglichen innovativere Technologien in vielen Anwendungsgebieten. Dieser positiven Entwicklung hat sich auch das Projekt „MATRIOSCHKA – Umweltmonitoring“ gewidmet.

Das vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt in Prien am Chiemsee, der proTime GmbH, dem Netzwerk Satellitennavigation Berchtesgadener Land sowie der Russian Space Systems (JSC RSS) initiierte Forschungsprojekt zielt auf eine gemeinsame Entwicklung eines Monitoringsystems für stationäre und mobile Messungen von gasförmigen Schadstoffen unter der Nutzung von Raumfahrttechnologien ab. Das Vorhaben wird mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie durch die IABG mbH gefördert.

## **Projekt**

Innerhalb des Projektes „MATRIOSCHKA – Umweltmonitoring“ erfolgt eine deutsch-russische Zusammenarbeit hinsichtlich der gemeinsamen Entwicklung eines Systems zur Überwachung von Gas- und Schadstoffen unter Nutzung von Nanotechnologie in Kombination mit Satellitennavigation, -kommunikation und Erdbeobachtung.

Ziel ist es, ein vollautomatisches, umfassendes Umweltmonitoringsystem zu etablieren, welches umweltgefährdende Stoffe in freier Umgebung erkennt und quantifiziert, verortet und diese Information umgehend an verantwortliche Stellen weiterleitet. Dabei wird das System ermöglichen, Umweltschäden und -bedrohungen in Echtzeit aufzuzeigen, mögliches Gefährdungspotenzial auf Grundlage der aktuell gemessenen Daten zu simulieren sowie auch die Hintergründe bzw. Entstehung der gegenwärtigen Umweltschäden oder einer möglichen Umweltbedrohung zu erklären. Somit kann zukünftig eine Gefährdung von Mensch und Umwelt minimiert und die Höhe der anfallenden Folgekosten gesenkt werden.

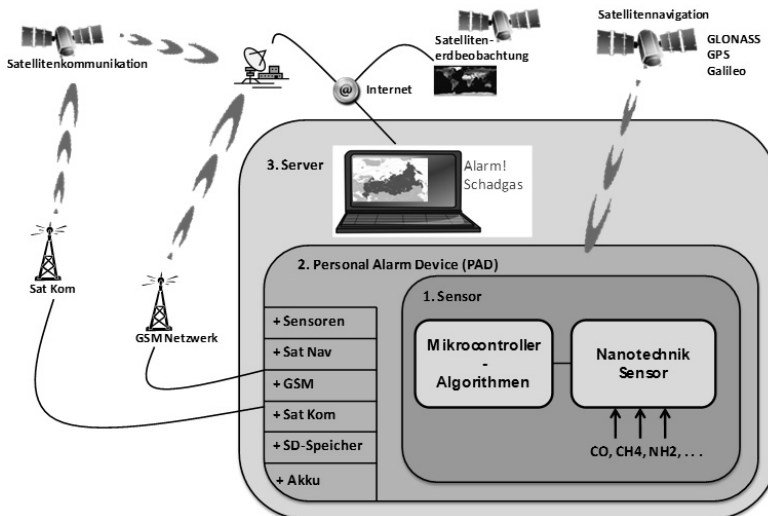
## Anwendungsszenarien

Während der Projektlaufzeit wird das „MATRIOSCHKA“-Gesamtsystem anhand von zwei Pilotanwendungen auf dessen Funktionalität getestet:

- Ein mobiles Umweltmonitoring von Gasen bei Lagerung, Transport und bei Unfällen (Anwendungsszenario Bayern).
- Die Überwachung der Luftgüte (Ammoniak-Austritte) bei Industrieanlagen (Anwendungsszenario Moskau).

## Konzept

„MATRIOSCHKA“ ist ein mehrstufiges System zum Umweltmonitoring. Den Grundbaustein der Systemarchitektur stellt ein intelligenter, digitaler Gassensor auf der Basis von Nanotechnologie dar, welcher für verschiedene Schadstoffe adaptiert werden kann. Dieser Sensor ist in ein Personal Alarm Device (PAD) integriert. Das PAD erfasst und speichert die Messwerte georeferenziert und leitet diese automatisiert über verschiedene Kommunikationskanäle, beispielsweise Mobilfunk oder Satellitenkommunikation, an einen webbasierten Server zur Bewertung und Auswertung weiter. Sollten Schadstoffgrenzwerte überschritten werden, werden über das System gezielt Alarmmeldungen ausgelöst und automatisch an die vorgeschriebenen Stellen übermittelt. In einem Geoinformationssystem wird der Ort mit erhöhter Schadstoffkonzentration kartographisch visualisiert. Untenstehende Abbildung 1 gibt einen Überblick über die „MATRIOSCHKA“-Gesamtsystemarchitektur, dessen mehrstufigen Aufbau und dem Zusammenspiel der einzelnen Komponenten.

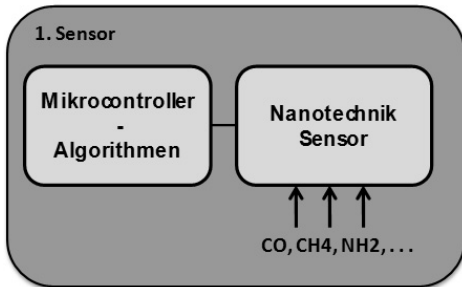


**Abb. 1:** „MATRIOSCHKA“ – Gesamtkonzept

(Quelle: Fraunhofer IML, Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt 2011)

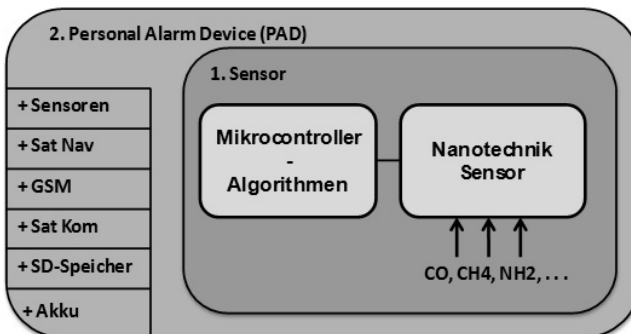
## Technik

Das Gesamtsystem besitzt eine dreistufige Architektur. Der Grundbaustein des „MATRIOSCHKA“-Systems besteht aus einem Gassensor auf der Basis von Nanotechnik. Dieser wird um verschiedene Bausteine, z. B. Temperatursensor, Mikrocontroller, Frequenzwandler erweitert und so zu einem intelligenten, digitalen Gassensor weiterentwickelt (vgl. Abb. 2).



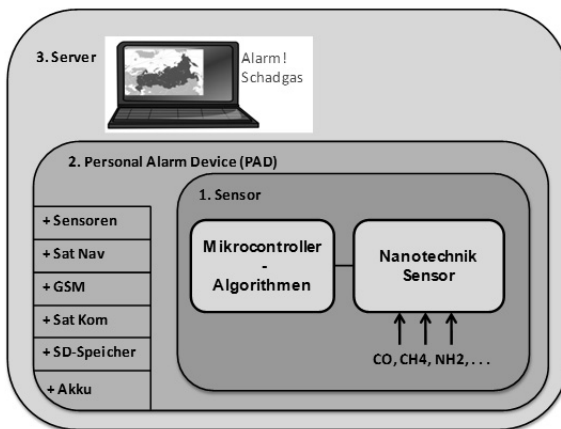
**Abb. 2:** „MATRIOSCHKA“-Systemarchitektur – Stufe 1: Intelligenter Gassensor  
(Quelle: Fraunhofer IML, Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt 2011)

Dieser intelligente Gassensor ist in das Personal Alarm Device, ein System zu Datenerfassung und Kommunikation, integriert. Das PAD hat u. a. Schnittstellen zu den Satellitensystemen GPS, GLONASS und Galileo sowie auch eine Kommunikationsanbindung über GSM und Satellitenkommunikation, siehe hierzu auch Abbildung 3. Bei Bedarf kann das Personal Alarm Device um weitere Sensoren bzw. auch um Inertialsensorik, wie Gyroskop oder Beschleunigung, ergänzt werden und je nach Aufgabenstellung oder Einsatzbedingung verschiedene Ausprägungen aufweisen. Weiterhin kann das Gesamtsystem per Akkumulator oder künftig auch energieautark versorgt und je nach Bedarf als festes oder als mobiles Gerät eingesetzt werden.



**Abb. 3:** „MATRIOSCHKA“-Systemarchitektur – Stufe 2: Personal Alarm Device  
(Quelle: Fraunhofer IML, Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt 2011)

Die dritte Ebene ist die Einbindung der Information von den PADs in ein übergeordnetes Monitoringsystem. Dieses System besteht aus Servern, die eine Weboberfläche zur Visualisierung und Parametrisierung bieten, wobei zusätzlich zu den geobasierten Darstellungen auch die Integration von Kartendaten angedacht ist (vgl. Abb. 4). Des Weiteren sind in dieser Stufe auch Schnittstellen zu externen Geodaten- und Informationsquellen, wie Einbindung von Erdbeobachtungssatellitendaten, Temperatur, Windrichtung vorgesehen. Neben der Visualisierung und Datenverarbeitung können auch automatisierbare Informationskanäle bedient werden, um insbesondere Alarmmeldungen bei Grenzwertüberschreitungen an die zu informierenden Stellen weiterzuleiten.



**Abb. 4:** „Matrioschka“-Systemarchitektur – Stufe 3: Monitoring-System  
(Quelle: Fraunhofer IML, Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt 2011)

## Innovation

Das Projekt „Matrioschka – Umweltmonitoring“ setzt auf Innovationen im Sensor- und im Satellitennavigationsbereich. So wird beispielsweise ein auf Nanotechnologie basierter Gassensor in einer Anwendung zum Umweltmonitoring verwendet. Zudem stellen mobile Gassensoren, welche mit Positionsbestimmung und Kommunikationsfunktion arbeiten, einen erheblichen Anwendernutzen dar. Durch die Kombination der drei Raumfahrttechnologien – Satellitennavigation (GPS, GLONASS, Galileo), -kommunikation und Erdbeobachtung – in einem Gesamtsystem wird eine sehr hohe Informationsdichte erlangt und ein äußerst präzises und umfangreiches Umweltmonitoring ermöglicht.

## Nutzen und Hauptmerkmale

Der Nutzen sowie die Hauptmerkmale des „Matrioschka“-Gesamtsystems sind untenstehend nochmals abschließend aufgeführt:

- Monitoringsystem für stationäre und mobile Messungen von gasförmigen Schadstoffen;
- Nutzung von Satellitennavigation (Multi-GNSS), -kommunikation, Erdbeobachtung und Nanotechnologie;
- Erkennung, Quantifizierung und Verortung von umweltgefährdenden Stoffen;
- vollautomatisches und mehrstufiges Umweltmonitoringsystem;
- Gefährdungsminimierung von Mensch und Umwelt sowie Reduzierung von Folgekosten.

## **Literatur**

FRAUNHOFER IML, Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt (2011), MATRIOSCHKA Projektantrag. Prien am Chiemsee.

MATRIOSCHKA PROJEKTWEBSITE (2013), MATRIOSCHKA Systemstruktur.

<http://www.matrioschka.eu/index.php/projekt/systemstruktur> (19.04.2013).