



- 19:00 Uhr Begrüßung und Einführung
- 19:10 Uhr Projekt Geruchsüberwachung im Warndt Schütze
Wissenschaftlicher Hintergrund und Methodik
- 19:40 Uhr Projekt Geruchsüberwachung im Warndt Conrad
Kurzreport über 1. Erhebungsphase, Vorstellung der
Messsysteme, Standorte und des Bürgernetzwerks
- 20:00 Uhr Fragen und Antworten

Vorstellung

- Lehrstuhl für Messtechnik
- Grundlagen Technologie
- Ziele des Projekts

Saarbrücken, 09.10.2014

Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze

Lehrstuhl für Messtechnik, Fachrichtung Mechatronik



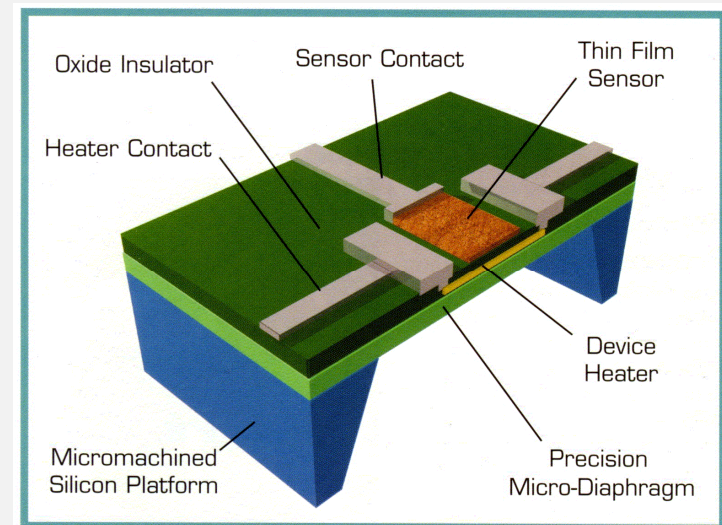
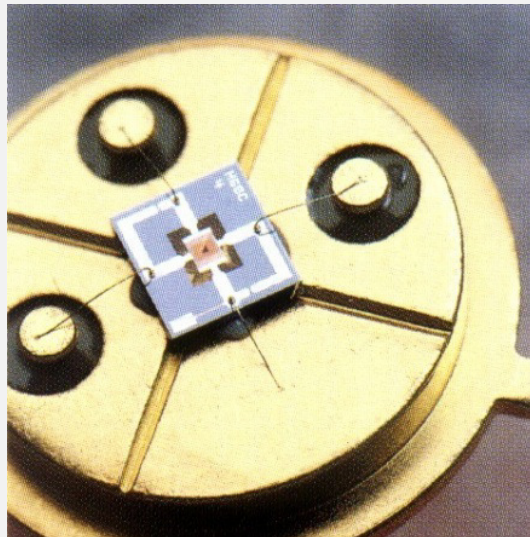
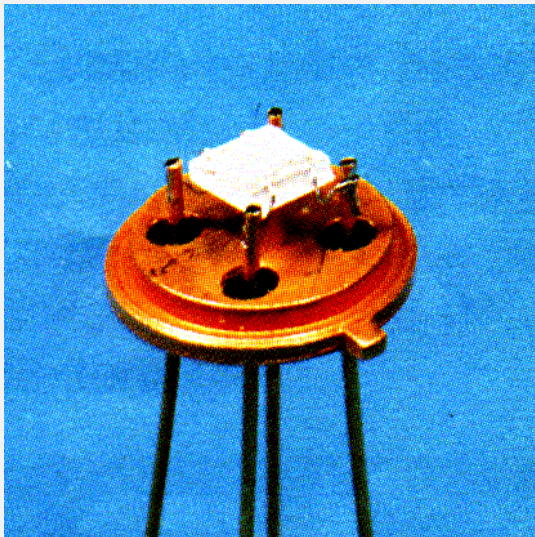
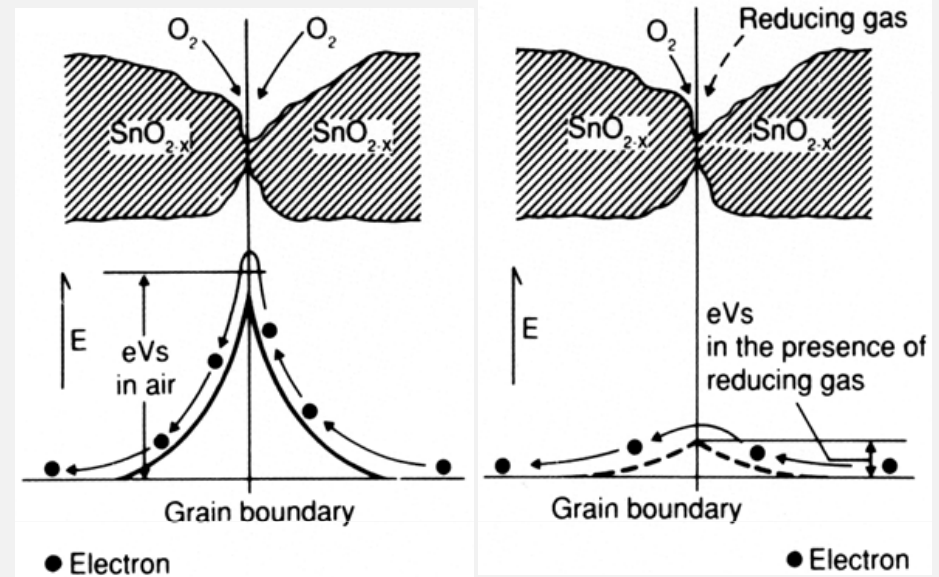


- Unser Fokus: Intelligente Sensorsysteme für chemische Größen
- Primär genutzte Basistechnologie: Metalloxid-Halbleiter-Gassensoren
- Methodischer Ansatz: dynamischer Betrieb für bessere Sensitivität und Selektivität
- Verknüpft mit Multisensorsignalverarbeitung
- Anwendungsorientierte Forschung:
 - Brandfrüherkennung
 - Geruchsbewertung
 - Innenraumluftqualität
 - Zukünftig: Medizintechnik (Krebsfrüherkennung)

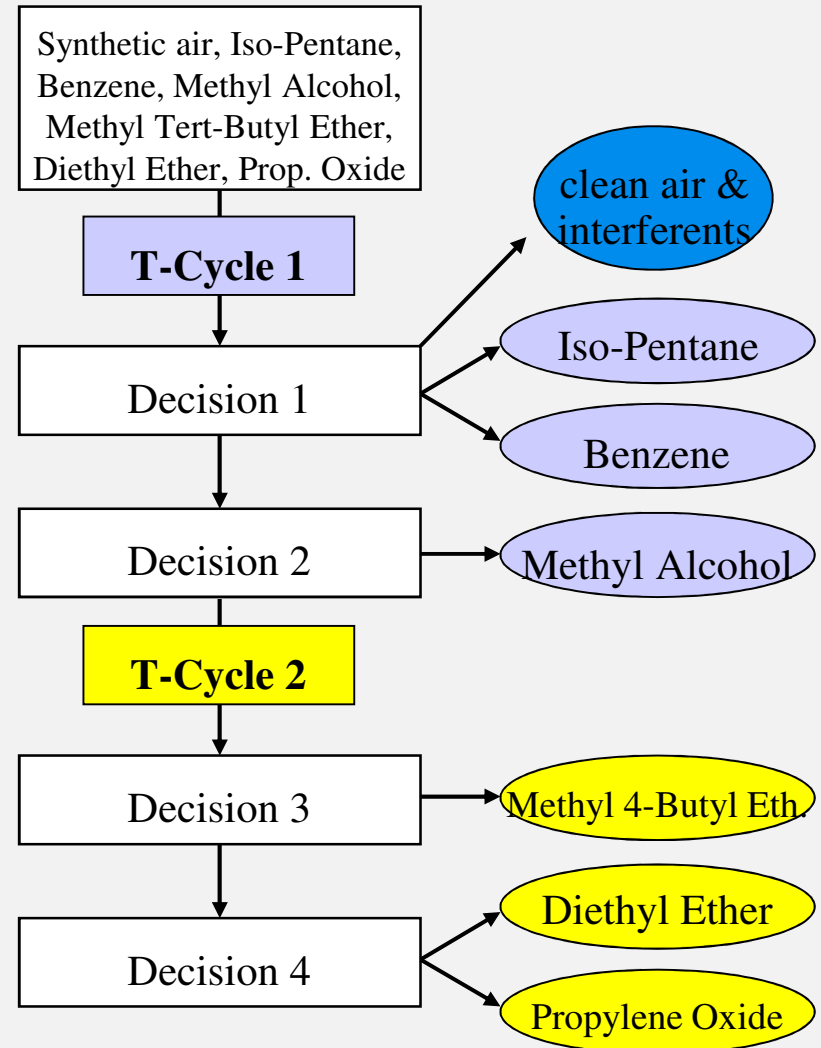
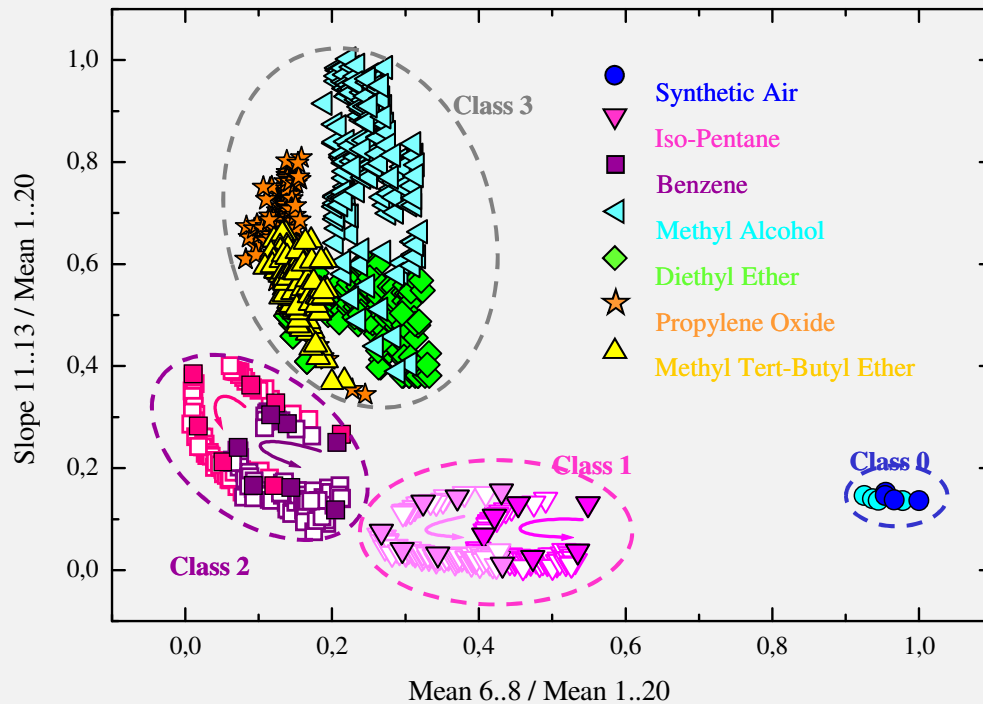
> Metalloxid-Gassensoren



- Einfaches, robustes Prinzip
- Widerstandsänderung
- Hohe Empfindlichkeit
- Zusammenarbeit mit Herstellern
- Optimierung der Sensorschichten
- Erarbeitung von Applikationen



- Erkennung von sechs Lösungsmitteln über einen weiten Konzentrationsbereich mit einem einzigen Sensorelement
- Stabile Erkennung über mehrere Monate
- Systematisches Vorgehen erlaubt schnelle Anpassung an Applikation



A. Schütze et al.: IEEE Sensors Journal, Vol. 4, No. 6, 2004, pp. 857-863, doi: 10.1109/JSEN.2004.833514

Ziel: neue Sensorsysteme im Innenraumbereich

- Enormes Energieeinsparpotential: bis zu 25% Primärenergieverbrauch
- Verbesserter Komfort und bessere Gesundheit

Lösungsansatz: selektive Detektion von gesundheitsgefährdenden VOC (Formaldehyd, Benzol, Naphthalin) mit preiswerten Sensorsystemen

Anforderungen

- Extrem hohe Empfindlichkeit
 - Nachweisschwelle unter 1 ppb
- Extrem hohe Selektivität
 - Störgase mit bis zu 1000fach höherer Konzentration
- Integration in Gebäude
 - Anbindung an Bussysteme



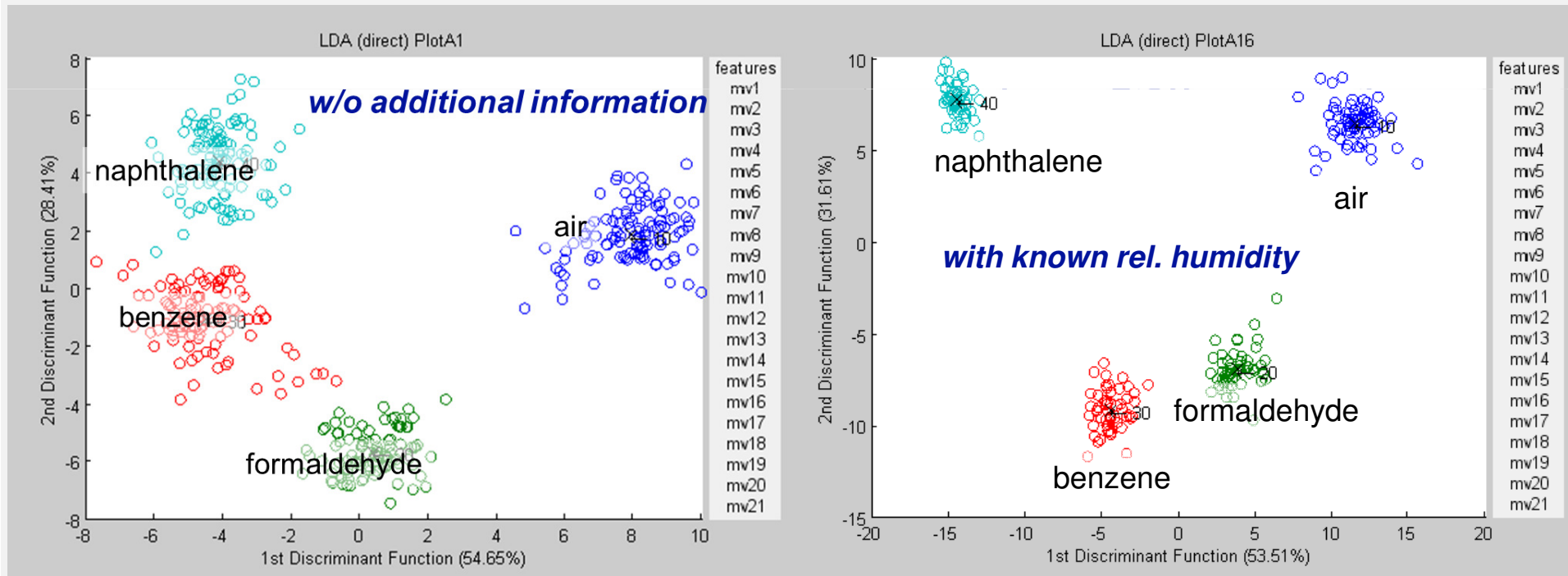
LMT koordiniert zwei internationale Verbundprojekte, weltweit führend



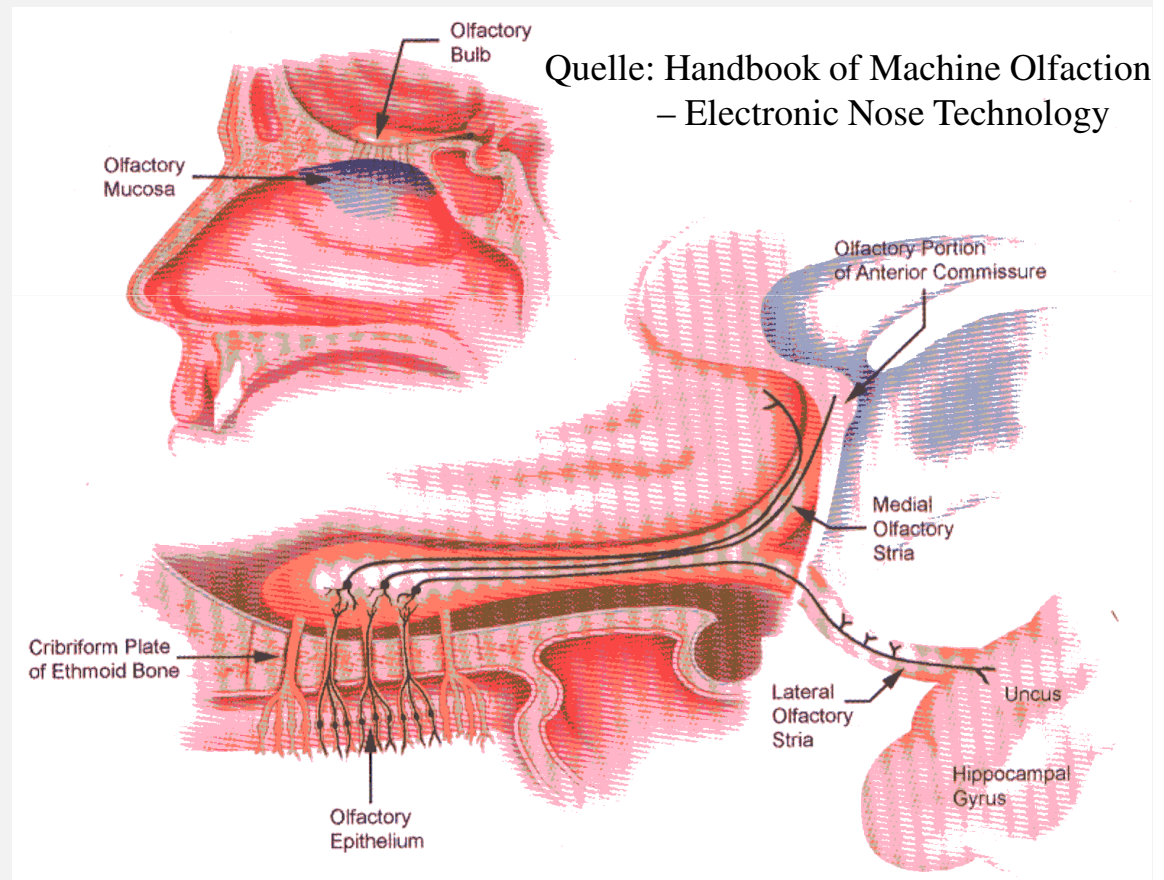
MNT-ERA.net Projekt VOC-IDS



- Ergebnis basierend auf einem einzelnen MOS Sensor (UST)
 - Identifikation der Zielgase unabhängig von Luftfeuchte und Störgasen
 - Verbesserung der Identifikation durch zusätzliche Sensorik (T, r.F.)
 - Ergebnisse erster Feldtests vielversprechend

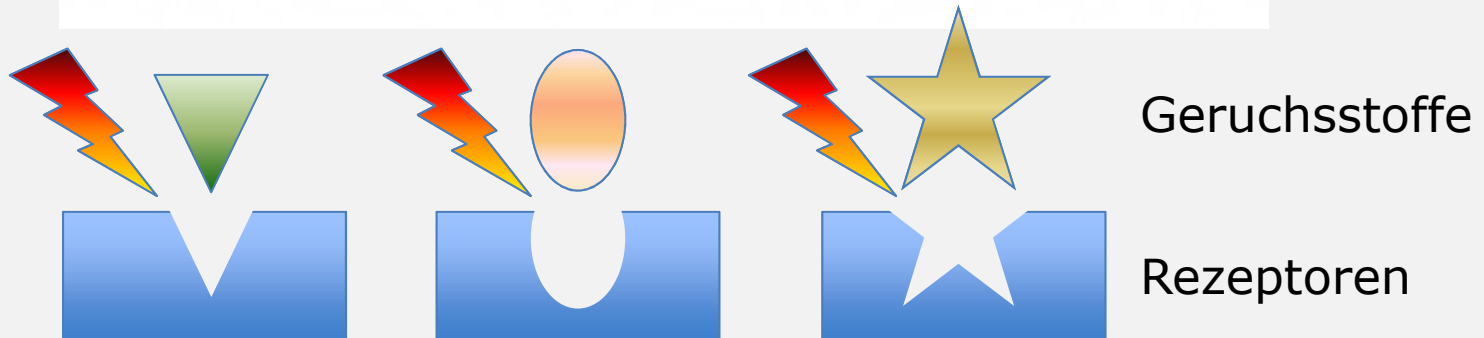
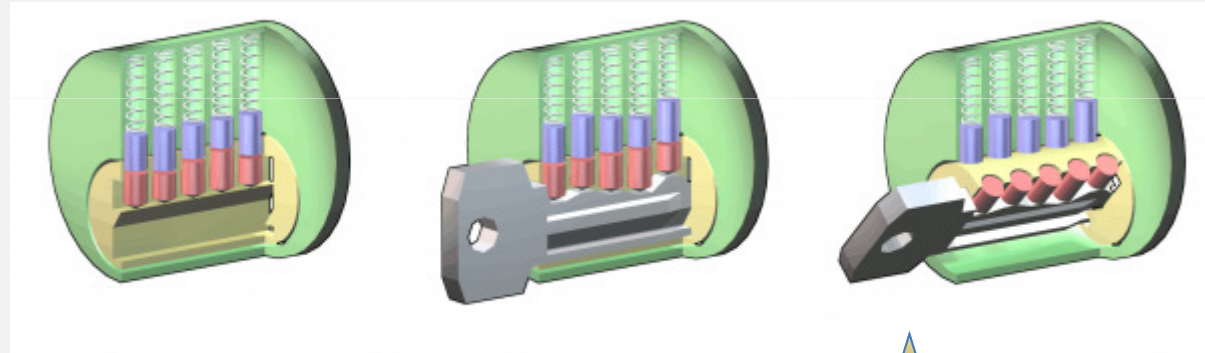


- Geruch ist der komplexeste menschliche Sinn
- Menschliche Nase verfügt über mehrere hundert verschiedene Geruchsrezeptoren
- Ein geübter Parfümeur kann bis zu 10.000 verschiedene Gerüche unterscheiden
 - Mustererkennung
- Nase riecht primär komplexe Moleküle
- Ansprechschwelle liegt je nach Geruchsstoff weit unter 1 ppb (z.B. für Mercaptane)



Wie funktioniert das?

- „Schlüssel-Schloss-Prinzip“:
Geruchsstoffe passen in die Rezeptoren,
wie ein Schlüssel in das dazu passende Schloss:



- Die Nase kann sogar Enantiomere unterscheiden

Enantiomere sind Moleküle, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten.

Diese Moleküle haben (fast) die gleichen physikalischen und chemischen Eigenschaften.

Beispiel:

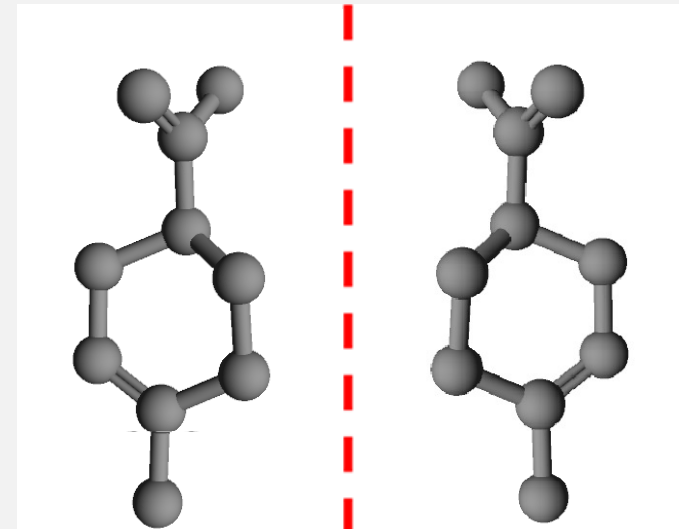
R-Limonen (Orange) und L-Limonen (Tanne)

→ **Sensorik und Analytik schafft das nicht!**

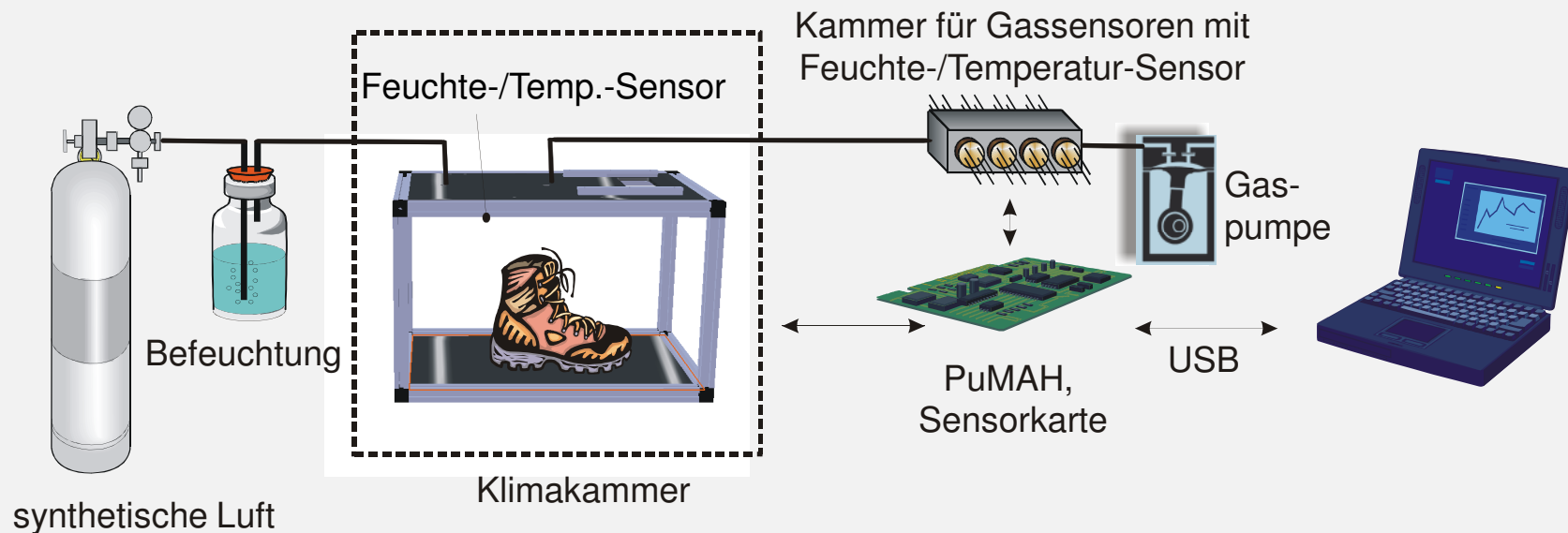
- Geruchseindrücke können sich massiv mit der Konzentration verändern
- Mischungen riechen z.T. deutlich anders als die Einzelsubstanzen
- Manche weit verbreiteten Gerüche sind sehr komplexe Gemische
→ Simulation von Kaffeegeruch erfordert mehr als 20 Substanzen

Fazit:

- Es gibt heute keine universelle Messtechnik für Gerüche
- Akzeptierter Standard sind sog. sensorische Panels, d.h. Testpersonen



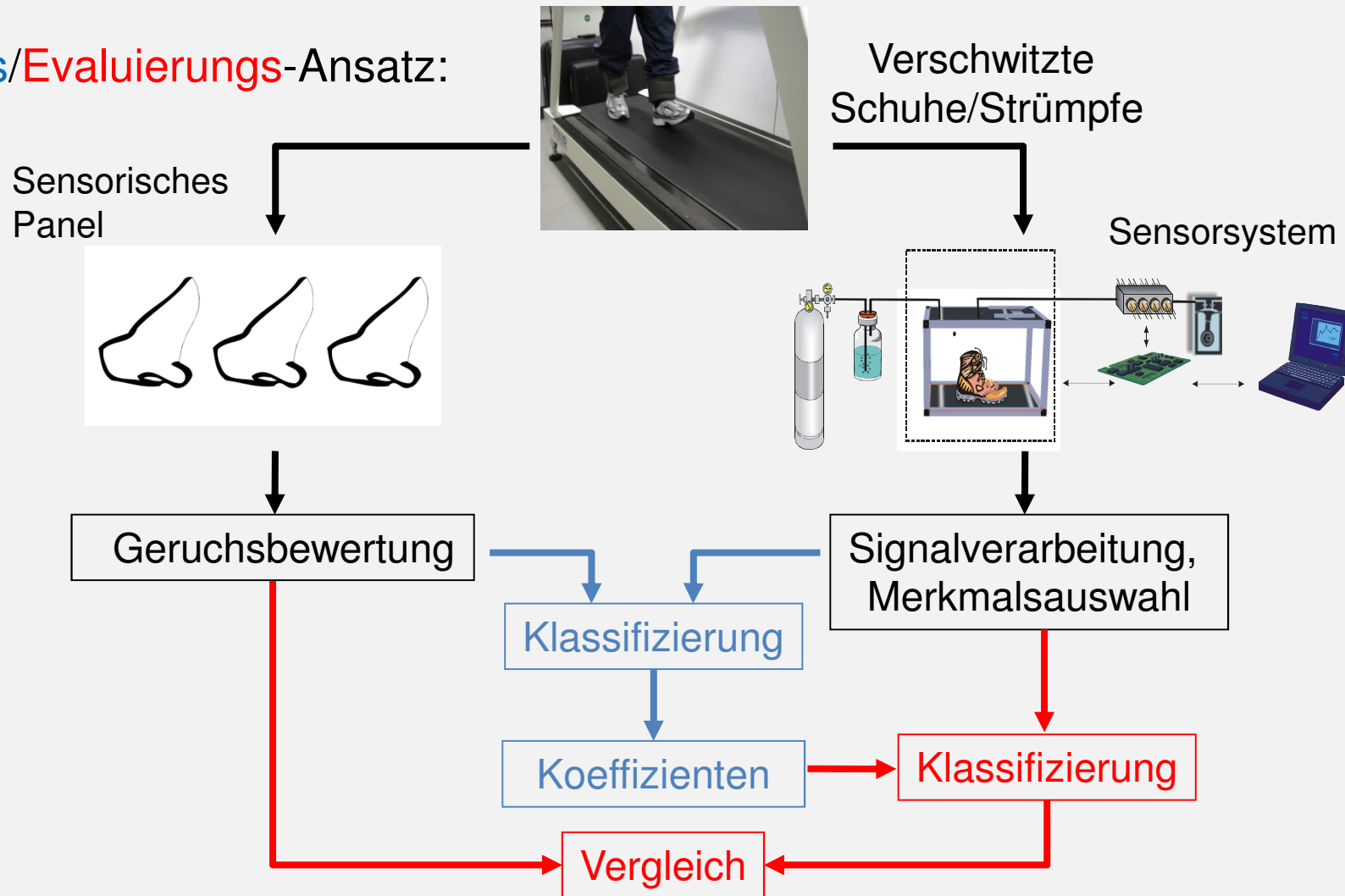
> Applikationsbeispiel: Schweißgeruchsmessung



- Geruchsbewertung durch Korrelation der Gassensorsignale mit einem menschlichen Geruchspanel
- Erprobt an Hand der Schweißgeruchsbestimmung von Schuhen/Strümpfen

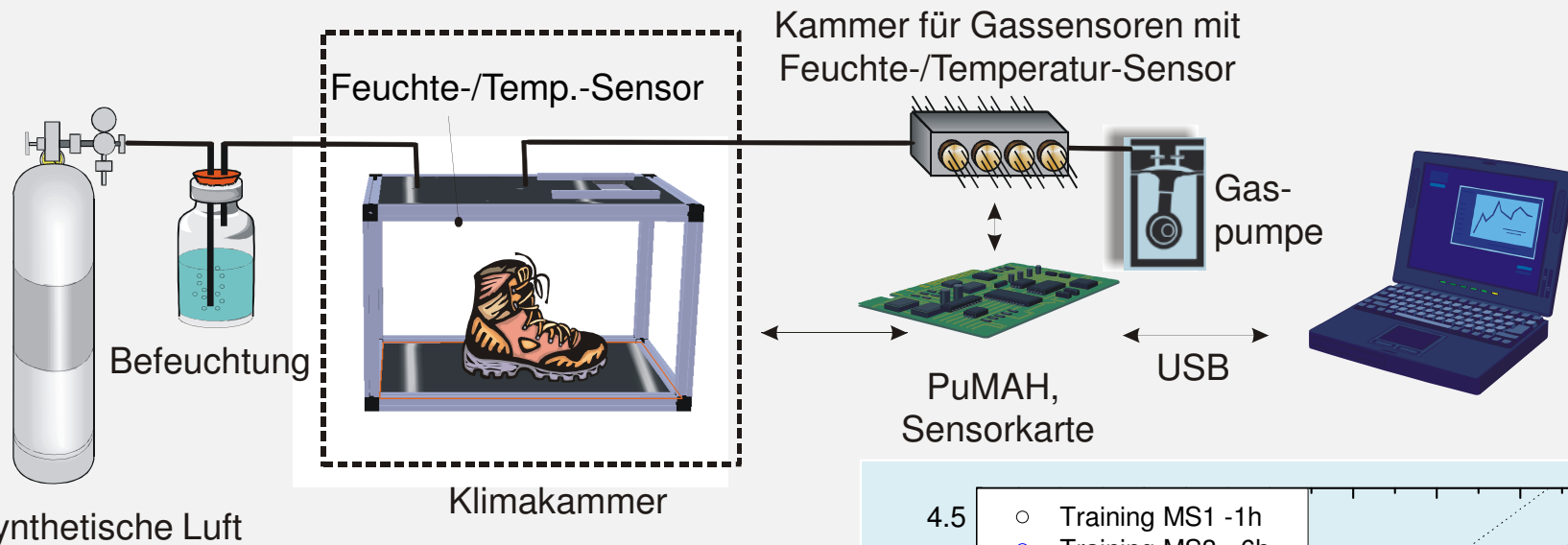
S. Horras et al. ISOEN 2009, Brescia; SENSOR+TEST 2009, Nuremberg

Trainings/Evaluierungs-Ansatz:



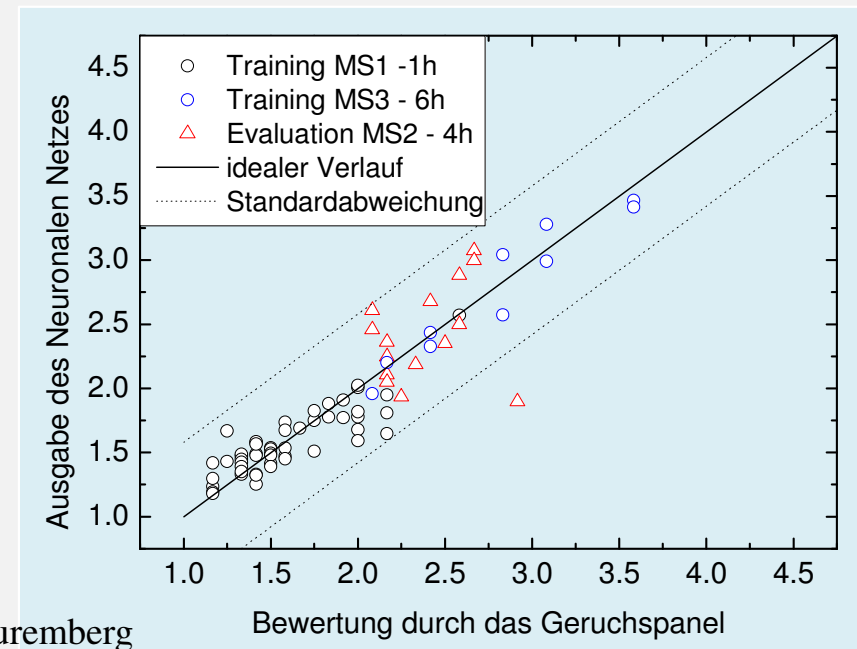
S. Horras et al. ISOEN 2009, Brescia; SENSOR+TEST 2009, Nuremberg

> Applikationsbeispiel: Schweißgeruchsmessung



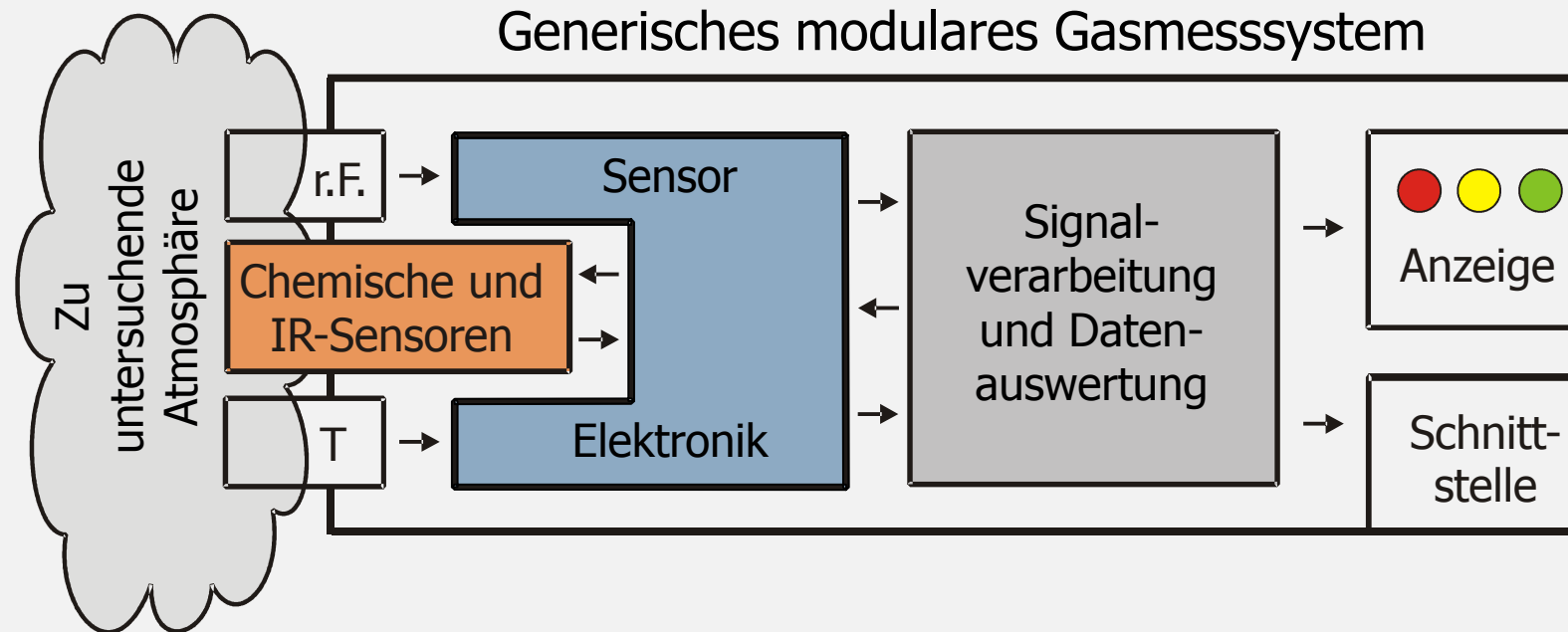
- Geruchsbewertung durch Korrelation der Gassensorsignale mit einem menschlichen Geruchspanel
- Erprobt an Hand der Schweißgeruchsbestimmung von Schuhen/Strümpfen
- Erfolgreich demonstriert am Beispiel Schweißgeruchsintensität

S. Horras et al. ISOEN 2009, Brescia; SENSOR+TEST 2009, Nuremberg





- Sensoren können weniger als die menschliche Nase
 - Für viele Substanzen zu geringe Empfindlichkeit
 - Deutlich schlechtere Selektivität
- Sensoren können mehr als die menschliche Nase
 - Erkennung von geruchlosen Gasen, z.B.
 - Kohlenmonoxid (CO): Vergiftung durch Abgase, Branderkennung
 - Wasserstoff (H₂), Methan (CH₄): Explosionsgefahr (Odorierung von Gas!)
 - Geruchseindruck der Nase ist schnell erschöpft/gestört
 - Besprechungsraum: Gewöhnung an schlechte Luft
 - Arbeit in Kanalisation: H₂S betäubt die Geruchsrezeptoren
- Zielstellung für die aktuelle Forschung
 - Entwicklung von Messsystemen mit zur Nase kompatibler Reaktion
 - Heute nur anwendungsspezifische Lösungen



Zur weiteren Umsetzung: Ausgründung der 3S GmbH

- Gegründet 2006 von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Messtechnik
- u.a. Kommerzialisierung der am LMT entwickelten Methoden und Systeme, eigene Forschungsarbeiten
- LMT und 3S verfügen bisher nur über begrenzte Erfahrung im Bereich der Umweltüberwachung und insbesondere im **Immissionsschutz**



- Über europäisches Netzwerk EuNetAir Kontakt zu Partnern, insbes.
 - Prof. Anne-Claude Romain, Université de Liège, Campus Arlon
 - Chemische Analytik
 - Geruchsbewertung und Olfaktometrie
 - Odometric SA, Arlon, B
Spin-off der Arbeitsgruppe von A.-C. Romain
 - Messung von Geruchsbelastungen mit Sensorsystemen und Bürgerfeedback
 - Dienstleistung für öffentliche Auftraggeber
 - spezialisiert auf Umweltüberwachung/**Emissionsschutz**
 - eingebunden in beratender Funktion (Auswahl Messorte, Fragebögen, später ggfs. Referenzmessungen)

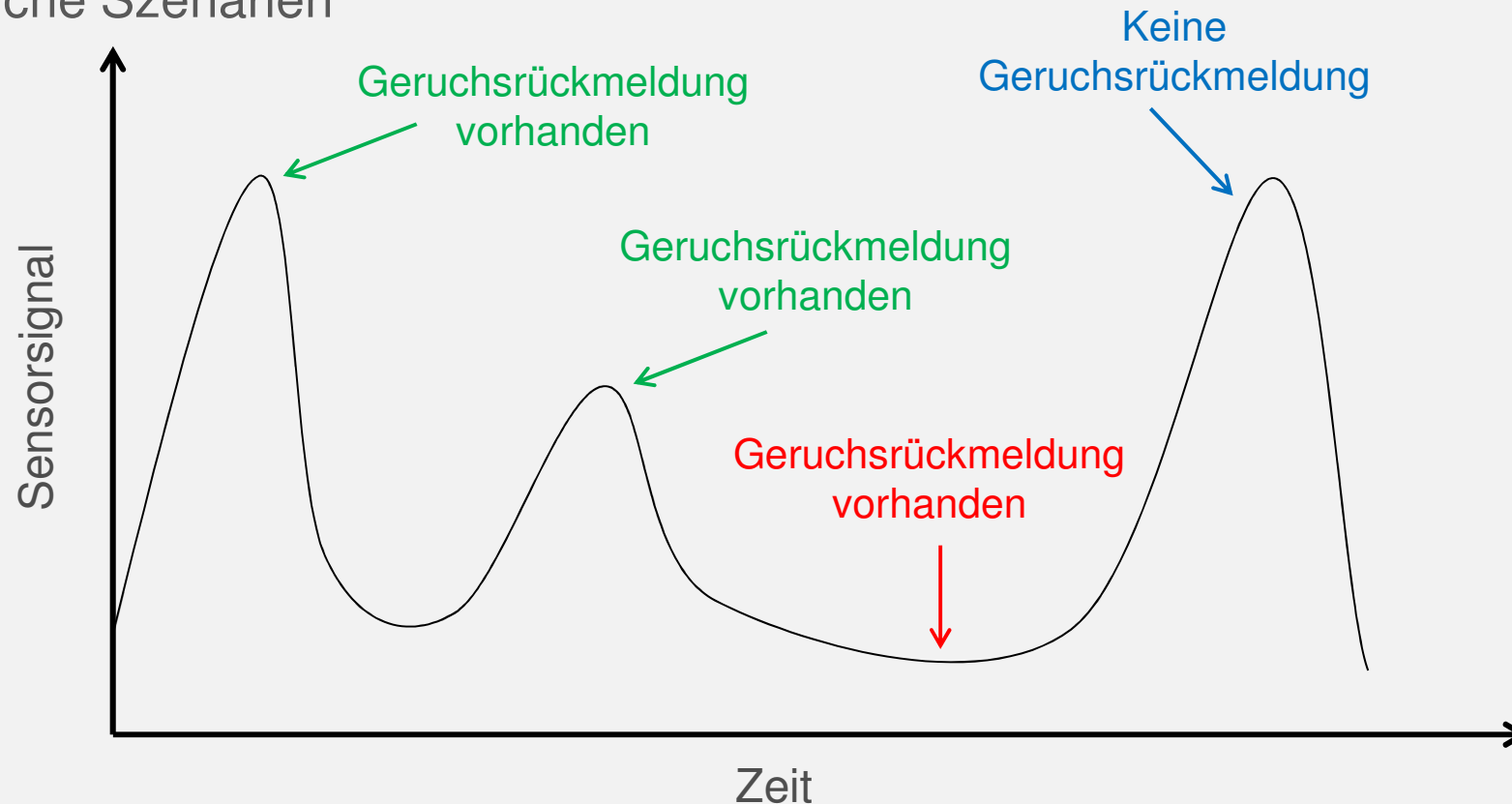
> Methodischer Ansatz des F&E-Projektes
Geruchsüberwachung im Warndt



- Installation von Messsystemen an Orten mit hohen Geruchsbelastungen
 - Auswahl auf Basis der ersten Fragebogen-Erhebung
 - Berücksichtigung von Erfahrungswerten vergleichbarer Projekte
- Erfassung von zeitlich hoch aufgelösten Sensorsignalen (~ 1 min)
- Erfassung von Geruchseindrücken mittels Bürgernetzwerk
 - Korrelation von Sensorsignalen und Geruchseindrücken



Mögliche Szenarien

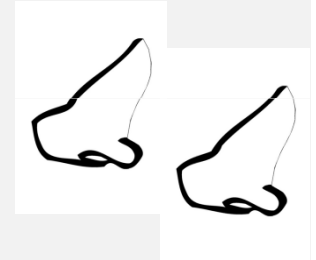


- Durch Auswertung der temperaturmodulierten Sensoren ist nach Anlernen der Sensoren eine Klassifizierung, d.h. eine Wiedererkennung der Gerüche, möglich
- Falsch positiv, z.B. Verkehrsabgase (CO, NO_x), Ozon, ...; ebenfalls klassifizierbar
- Falsch negativ: Geruch vom Sensorsystem nicht detektierbar

> Methodischer Ansatz des F&E-Projektes Geruchsüberwachung im Warndt



- Installation von Messsystemen an Orten mit hohen Geruchsbelastungen
 - Auswahl auf Basis der ersten Fragebogen-Erhebung
 - Berücksichtigung von Erfahrungswerten vergleichbarer Projekte
- Erfassung von zeitlich hoch aufgelösten Sensorsignalen (~ 1 min)
- Erfassung von Geruchseindrücken mittels Bürgernetzwerk
 - Korrelation von Sensorsignalen und Geruchseindrücken



1. Ergebnis auf Basis der Signalhöhe:

Sind Sensorsysteme ausreichend empfindlich für die relevanten Gerüche?

Falls nein: Abbruch des Projektes, Technologie ist nicht geeignet.

Falls ja (ggfs. auch nur für manche Geruchsereignisse):

2. Ergebnis auf Basis der Signalmuster:

Häufigkeit und räumliche Verteilung der Geruchsereignisse



Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Messtechnik
Campus A5.1
66123 Saarbrücken
<http://www.lmt.uni-saarland.de>



- Falls relevante Geruchsereignisse identifiziert werden können
 - Quantifizierung auf Basis der Signalhöhen und -muster, Bewertung entsprechend gängiger Umweltstandards (nicht Teil der Expertise von LMT und 3S!)
 - Identifizierung der Geruchskomponenten?
Dies erfordert einen deutlich weitergehenden Forschungsansatz, z.B. automatisierte Probennahme vor Ort, analytische Bewertung, Kalibrierung/Korrelation mit Labormessungen