

## Informationstechnische Konzepte für Online-Messnetze

Anforderungen, Aufgaben und Realisierungsmöglichkeiten  
moderner Online-Messtechnik

ÖWAV Seminar, 3. März 2004

Andreas Haumer, xS+S  
<http://www.xss.co.at/>

**Kurzfassung:** Online-Wassergütemessnetze können erfolgreich dort eingesetzt werden, wo eine gleichzeitige, kontinuierliche und aktuelle Messung vieler physikalischer Parameter an vielen Messorten erforderlich ist. Der Aufbau eines derartigen Messnetzes ist jedoch keinesfalls trivial und erfordert die reibungslose technische Kooperation vieler einzelner Subsysteme. Der vorliegende Text versucht, aus der Erfahrung der Praxis einen Überblick über die Aufgaben, Anforderungen und Lösungsmöglichkeiten zur Realisierung eines derartigen Messnetzes zu bieten.

**Key-Words:** Messdaten, Erfassung, Qualitätssicherung, Datenbank, Präsentation, Telemetrie

## Inhaltsverzeichnis

1. Online Messtechnik.....	3
2. Anforderungen an ein Online-Messnetz.....	4
2.1 Automatisch.....	4
2.2 Kontinuierlich.....	4
2.3 Datenerfassung.....	4
2.4 Datenspeicherung.....	5
2.5 Datenaufbereitung.....	6
2.6 Präsentation von Daten .....	7
2.7 Probenahmestelle .....	7
2.8 Aktualität.....	8
2.9 Datenqualität.....	8
3. Wesentliche Komponenten eines Online-Messnetzes.....	9
3.1 Sensor.....	9
3.1.1 Aufgaben.....	9
3.1.2 Schnittstellen.....	9
3.2 Messstation.....	11
3.2.1 Aufgaben.....	11
3.2.2 Komponenten.....	12
3.2.3 Varianten.....	12
3.2.4 Stabilität und Flexibilität.....	12
3.3 Messnetzzentrale.....	14
3.3.1 Aufgaben.....	14
3.3.2 Benutzerschnittstellen.....	14
3.3.3 Spezial- vs. Standardsoftware.....	15
3.3.4 Verfügbarkeit.....	16
3.4 Datenbank.....	17
3.4.1 Aufgaben und Anforderungen.....	17
3.4.2 Technologie.....	17
3.4.3 Auswahlkriterien.....	17
3.4.4 Dimensionierung.....	18
3.5 Datenfernübertragung (Telemetrie).....	20
3.5.1 Verwendung.....	20
3.5.2 Kommunikationstechnologien.....	20
4. Zusammenfassung.....	22

## 1. Online Messtechnik

Die Messung als Methode zur Erfassung eines realen, physikalischen Zustandes ist ein wichtiger Arbeitsschritt, um ein zum Zweck der Planung, Analyse, Bewertung oder Prognose erstelltes Modell eines beliebigen Systems zu kalibrieren und damit mit der Wirklichkeit zu synchronisieren.

Modelle im Bereich der Meteorologie, Luft- und Wasserhygiene, Wasseraufbereitung, Wasserver- und -entsorgung umfassen oftmals geographisch weit ausgedehnte Gebiete, erfordern die Berücksichtigung einer großen Zahl unterschiedlicher physikalischer Parameter und versuchen, zeitliche Zusammenhänge über Monate oder Jahre abzubilden. Um eine hochwertige Messdatenbasis für derartige Modelle zu erzeugen ist daher eine große Zahl von Messungen erforderlich, mit vielen Messpunkten, die sich über einen geographisch und zeitlich weit ausgedehnten Bereich erstrecken und doch sowohl in zeitlicher als auch räumlicher Dimension eine ausreichend feine Diskretisierung aufweisen.

Herkömmliche Laboranalytik mit manueller Probennahme ist für derartige Anwendungsfälle teuer und in manchen Fällen wie z.B. im Minutentakt aufeinanderfolgende Messungen über einen längeren Zeitraum in einem dynamischen Medium kaum realistisch durchführbar.

In solchen Fällen bietet es sich an, die Messungen automatisiert durch ein geeignetes EDV System vor Ort oder sogar direkt im zu untersuchenden Medium („in-situ“) durchführen zu lassen. Sollen nun zusätzlich die Messergebnisse möglichst aktuell und jederzeit zugänglich sein, ist der Aufbau eines Online-Messnetzes die einzige Möglichkeit, diese Anforderungen zu erfüllen.

## 2. Anforderungen an ein Online-Messnetz

Die wesentliche Aufgabe eines Online-Messnetzes ist die automatische und kontinuierliche Erfassung, Speicherung, Aufbereitung und Präsentation von Messdaten mehrerer geographisch verteilter Probenahmestellen mit hoher Aktualität und in geeigneter Qualität.

Diese kurze Definition bezeichnet alle wesentlichen Anforderungen, die ein Online Messnetz notwendigerweise erfüllen muss. Daneben kann es natürlich je nach Anwendung und Einsatzgebiet eine Reihe von weiteren funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen geben, die ein Messnetz erfüllen muss, damit es für den zuvor genannten Einsatzzweck geeignet ist.

Betrachtet man die einzelnen Bestandteile der zuvor angeführten Definition näher, erkennt man einige weitere wesentliche Eigenschaften eines typischen Online-Messnetzes:

### 2.1 Automatisch

Ein Online-Messnetz erfüllt seine wesentlichen Aufgaben weitgehend ohne Benutzer-Interaktion. Vor allem die Durchführung der Messung vor Ort sowie die weitere Verarbeitung und Speicherung der Messergebnisse stellen in der Regel völlig autonome Vorgänge dar, die ohne menschlichen Eingriff ablaufen. Weitere automatisch ablaufende Funktionen in einem Online-Messnetz können z.B. die Kalibrierung der Messgeräte, die regelmäßige Erstellung von Standardauswertungen oder die Überwachung und Alarmierung der Benutzer bei Sondersituationen sein.

### 2.2 Kontinuierlich

Ein Online-Messnetz erfüllt seine Aufgaben ohne Unterbrechung und rund um die Uhr. Auch bei Ausfall einzelner Komponenten muss der Messnetzbetrieb insgesamt ohne Unterbrechung aufrecht erhalten werden.

Um die Komplexität des Systems überschaubar und die zu verwaltende Datenmenge in Grenzen zu halten wird in der Regel jedoch die Zeitdomäne in Einheiten ausreichender Größe unterteilt, für die die Betrachtung der Messgröße in Form einer Einzelmessung ausreicht. Diese Zeiteinheit wird „Messintervall“, das Ergebnis der Einzelmessung auch „Atomarer Messwert genannt“. Die sinnvolle Dauer eines Messintervalls hängt von den Eigenschaften des Mediums sowie der Messaufgabe selbst ab. So wird z.B. bei der Immissionsmessung in einem stehenden Gewässer oder in der Umgebungsluft das Messintervall länger sein als bei der Erfassung von Auswirkungen einer Mischwasserentlastung in einem Kanal.

### 2.3 Datenerfassung

Eine Kernaufgabe eines Online-Messnetzes ist die Erfassung von Daten durch Messung der zu beobachtenden physikalischen Eigenschaften eines Mediums. Die Erfassung der Daten erfolgt dabei in der Regel parallel an mehreren geographisch verteilten Orten („Probenahmestelle“) und in bestimmten zeitlichen Abständen („Messintervall“).

Das Endergebnis der Datenerfassung ist für die Einzelmessung das Messergebnis in Form des atomaren Messwerts der gemessenen Messgröße, unmittelbar zugeordnete Eigenschaften wie Ort und Zeitpunkt der Messung sowie die je nach Messverfahren zusätzlich produzierten Daten wie z.B. Qualität und statistische Kenngrößen der Messung oder In-

formationen über die während der Messung vorherrschenden Randbedingungen mit Auswirkung auf das Messverfahren.

In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, dass manche Messgeräte als Ergebnis der Messung im Rahmen des Messintervalls bereits einen intern wiederum aus mehreren Einzelmessungen ermittelten aggregierten Messwert liefern. Insofern diese im Messgerät stattfindenden Einzelmessungen ausserhalb nicht zugänglich sind betrachten wir deshalb dieses Messergebnis dennoch weiterhin als atomaren Messwert, der im Rahmen der definierten Gültigkeitskriterien ohne Einschränkung der weiteren Messwertverarbeitung zugeführt werden darf.

Der Gesamtvorgang der kontinuierlichen Datenerfassung liefert Zeitreihen von atomaren Messwerten inklusive Zusatzinformationen für alle gemessenen Eigenschaften („Probenahmestellenparameter“) im gesamten Messnetz. Diese Zeitreihen können äquidistant (also mit konstanten Messintervallen) oder nicht-äquidistant (d.h. mit variablen Messintervallen) sein.

## 2.4 Datenspeicherung

Die erfassten Messdaten werden in einem Online-Messnetz in der Regel in einem mehrstufigen Verfahren so gespeichert, dass alle Messdaten in ihrem Kontext eindeutig zuordenbar sind und die Messwerte für Auswertungen möglichst effizient zur Verfügung stehen. Alle während der Datenerfassung ermittelten Daten müssen derart gespeichert werden, dass ein Zugriff auf die Messwerte inklusive dazugehörendem Kontext (Zeit- und Ortsbezug, Zusatzdaten) innerhalb einer vorgegebenen Zeit (Performancekriterium) möglich ist.

Üblicherweise verfügt ein Online-Messnetz über folgende Speicherbereiche für Messdaten:

- Kurzzeitspeicher im Messgerät  
Zur Aufbewahrung der Zwischenergebnisse während einer Messung, abhängig vom Messverfahren und von der Implementation des Messgeräts.
- Kurzzeitspeicher in der Messstation  
Als Zwischenspeicher für die gesammelten Messergebnisse bis zur Abholung und Übertragung der Daten in die Messnetzzentrale.
- Kurzzeitspeicher in der Messnetzzentrale  
Für den schnellen Zugriff auf die erfassten Messdaten über einen beschränkten Zeitraum im Rahmen der regulären Tätigkeiten der Messnetzzentrale
- Langzeitspeicher in der Messnetzzentrale  
Speicherbereich mit direktem Zugriff auf die Messdaten für Online-Auswertungen und Berichte auch über längere Zeiträume.
- Zwischenspeicher für Spezialanwendungen  
Für den gepufferten Zugriff auf Daten durch z.B. anonyme Benutzer im Internet über öffentliche Auswertungen zur Entlastung und Entkoppelung der Haupt-Datenbank im Messnetz.
- Datenarchiv (Offline)  
Externe Speichermedien zur Langzeitarchivierung der Messergebnisse. Ein direkter Online-Zugriff auf diesen Speicherbereich ist üblicherweise nicht mehr möglich erfordert in der Regel zusätzliche Arbeitsschritte, um die archivierten Daten in das Online-System zu integrieren.

Die Größe der einzelnen Speicherbereiche bestimmt die Menge der in den einzelnen Subsystemen speicherbaren Daten.

## 2.5 Datenaufbereitung

Die während der Messung gewonnenen Messdaten werden vom Online-Messnetz unter Benutzung verschiedener Algorithmen und Methoden weiterverarbeitet, um den Nutzen, die Qualität und den Informationsgehalt der Messdaten für den Benutzer zu erhöhen.

Die Datenaufbereitung kann z.B. folgende Bereiche umfassen:

- **Plausibilisierung**  
Methoden der Qualitätssicherung zur Überprüfung und Sicherstellung der Gültigkeit von Messwerten und Korrektheit der Messergebnisse.
- **Korrektur**  
Anwendung verschiedener Algorithmen zum Ausgleich eventueller systematischer Fehler im Messverfahren und dadurch Steigerung der Genauigkeit der Messergebnisse. Automatisierte Korrekturalgorithmen können so etwa die Ergebnisse von Sensorkalibrierungen benutzen, um dabei festgestellte Abweichungen im Zusammenhang zwischen der tatsächlichen physikalischen Größe und dem Messergebnis zu eliminieren. Zur Aufrechterhaltung qualitativ hochwertiger Messergebnisse ist eine überlegte Anwendung von automatischen Korrekturalgorithmen sowie die sorgfältige Auswahl der zu Grunde liegenden Ausgangs- und Kalibrierdaten von wesentlicher Bedeutung.
- **Aggregation**  
Unter Aggregation versteht man die Zusammenfassung mehrerer Einzelmesswerte zu einem einzelnen „Aggregierten Messwert“. Sie hat das Ziel, die Datenmenge durch Weglassung nicht benötigter Details zu reduzieren. Ein typisches Beispiel für eine Aggregation ist die Bildung von arithmetischen Mittelwerten aus mehreren Einzelmesswerten. In einem Online-Messnetz erfolgt die Aggregation in der Regel zeitlich oder räumlich nach unterschiedlichen Aggregationsalgorithmen. Die sorgfältige Wahl des richtigen Aggregationsalgorithmus und Berücksichtigung aller notwendigen Aggregationsbedingungen (Gültigkeit, Belegungsgrad, etc.) sind unbedingte Voraussetzungen zur Ermittlung von korrekten aggregierten Messwerten.
- **Überwachung**  
Die Überwachungsfunktion in einem Online-Messnetz erzeugt aus den vorliegenden Messdaten unter Benutzung vordefinierter Überwachungskriterien Zusatzinformationen, die eine Zustandsänderung im Messnetz bewirken (z.B. Umschalten der Messwerterfassung von Normalintervall auf Kurzintervall), eine Steueraktion initiieren (z.B. Kalibrierung durchführen oder Ventil schließen) oder einen Alarm (z.B. bei einer Grenzwertüberschreitung) auslösen kann. Natürlich kann die Überwachung auch mehrere Aktionen gleichzeitig auslösen oder durchführen.

Die zuvor genannten Methoden und Algorithmen zur Datenaufbereitung können im Messnetz entweder vollautomatisch ohne Benutzerinteraktion, halbautomatisch mit Benutzerbestätigung oder vollständig vom Anwender (Sachbearbeiter, Messnetzbetreuer, Bedienpersonal) gesteuert ausgeführt werden.

Die einzelnen hier beschriebenen Methoden und Algorithmen werden von unterschiedlichen Komponenten eines Online-Messnetzes implementiert und erfordern teilweise sogar die Interaktion mehrerer Messnetz-Komponenten.

Alle Methoden der Datenaufbereitung liefern neben eventuell modifizierten Messdaten in der Regel zusätzliche Informationen wie Markierungen, Statusinformationen oder Meldungen, die Auskunft über die jeweiligen Abläufe geben.

## 2.6 Präsentation von Daten

Natürlich sollen die in einem Online-Messnetz erfassten und verarbeiteten Messdaten auch allen interessierten Anwendern in geeigneter Form zur Verfügung gestellt werden. Dabei wird zwischen verschiedenen Anwender-Gruppen unterschieden, wie z.B.:

- Fachliche Entscheidungsträger
- Technisches Bedienpersonal
- Wissenschaftliche Mitarbeiter
- Behörden
- Externe Institutionen und beteiligte Dritte
- Öffentlichkeit

Je nach Benutzergruppe müssen unterschiedliche Zugangsberechtigungen zu den Messdaten berücksichtigt werden. Die Berechtigung zum Zugang zu einzelnen Messdaten kann z.B. an die Verarbeitungsstufe oder Qualität des Messwerts, an den Ort oder den Zeitpunkt der Messung gebunden sein. Im Online-Messnetz müssen daher geeignete Authentifizierungs- und Autorisierungsmassnahmen zur Verfügung stehen.

Weiters muss berücksichtigt werden, dass die Daten auf verschiedene Arten zur Verfügung gestellt werden müssen. Die verschiedenen Varianten zur Datenweitergabe können z.B. sein:

- Über ein Datenaustauschprotokoll in maschinenlesbarer Form zur direkten Weiterverarbeitung durch andere Programme.
- Auswertungen, Berichte, Protokolle in grafischer und tabellarischer Form, geeignet für die Kontrolle am Bildschirm oder den Ausdruck auf Papier.
- Aufbereitet für die Darstellung in einem Web-Browser für den einfachen Zugriff auf die Daten über das Internet oder Intranet.

## 2.7 Probenahmestelle

Als Probenahmestelle wird hier der geographisch eindeutig identifizierbare Ort bezeichnet, an dem das zu untersuchende Medium zur Untersuchung durch den Sensor entnommen oder, wie im Falle von in-situ Messungen, dem Sensor direkt zugeführt wird. Ein wichtiger Vorteil eines Online-Messnetzes ist die Möglichkeit der gleichzeitigen und kontinuierlichen Datenerfassung an mehreren, geographisch weit verteilten Probenahmestellen zu vergleichsweise geringen Kosten. In einem Online-Messnetz wird also in der Regel eine große Anzahl von Probenahmestellen existieren, um diese Vorteile effizient nutzen zu können.

## 2.8 Aktualität

Die Verfügbarkeit möglichst aktueller Daten stellt ein weiteres wichtiges Kriterium in einem Online-Messnetz dar. Auch bei einer großen Anzahl von Probenahmestellen kann bei Einsatz geeigneter Technologie in der Regel eine Latenzzeit der Messergebnisse aller Probenahmestellenparameter (Zeit zwischen der Probenahme am Messort und Vorliegen des ausgewerteten Messergebnisses in der Messnetzzentrale) von wenigen Minuten erzielt werden. Dies ist mit herkömmlichen manuellen Methoden (Labormessung) nicht oder nur mit einem erheblichen Aufwand erzielbar.

## 2.9 Datenqualität

Die Messdaten in einem Online-Messnetz sollten natürlich bereits mit möglichst hoher Genauigkeit erfasst und in Folge weiter verarbeitet werden. Die erzielbare Genauigkeit hängt dabei wesentlich vom Sensor bzw. dem eingesetzten Messverfahren einerseits, sowie von den Randbedingungen während der Messung andererseits ab.

Bei automatisierten in-situ Messungen ist in den seltensten Fällen eine einer sorgfältig durchgeführten Labormessung vergleichbare Präzision erzielbar. Dennoch muss der Messnetzbetreiber bestrebt sein, die Datenqualität durch entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen zu maximieren.

Dazu gehören unter anderem:

- Sorgfältige und regelmäßige Wartung der Sensoren und Messeinrichtungen
- Automatisierte Kalibrierungen und Berücksichtigung der Kalibrierergebnisse
- Regelmäßige manuelle Referenzkalibrierungen
- Erfassung, Speicherung und Auswertung von Informationen über die die Messung eventuell beeinflussenden Randbedingungen.
- Automatisierte Plausibilisierung und Messwertkorrektur.
- Speicherung aller Modifikationen an einem Messwert, um diese später auswerten und eventuell rückgängig machen zu können.

Der technische und personelle Aufwand zur Erreichung und Erhaltung eines hohen Qualitätsstandards in einem Online-Messnetz darf keinesfalls unterschätzt werden.

Die Software des Online-Messnetzes sollte entsprechende Funktionen für die Qualitätssicherung zur Verfügung stellen. Die Ergebnisse von Plausibilisierung und Kalibrierung müssen automatisiert verarbeitet werden und automatische und manuelle Möglichkeiten zur Messwertkorrektur sollten zur Verfügung stehen. Informationen über die Qualität eines einzelnen Messwerts sowie die Umgebungsbedingungen bei der Entstehung des Messwerts müssen als zusätzliche Kenngrößen der Messung bei Bedarf auswertbar sein und generell in Datenauswertungen berücksichtigt werden können.

### 3. Wesentliche Komponenten eines Online-Messnetzes

#### 3.1 Sensor

Ein Sensor (Messgerät) stellt das Bindeglied zwischen dem zu untersuchenden Medium und der IT Infrastruktur des Messnetzes dar und vermittelt so zwischen der Wirklichkeit und dem Modell. In einem Online-Messnetz kommen eine große Anzahl von Sensoren bzw. Sensortypen mit spezifischen Eigenschaften für unterschiedliche Messaufgaben zum Einsatz.

##### 3.1.1 Aufgaben

Die wichtigste Aufgabe eines Sensors ist die Umwandlung der physikalischen Messgröße im Medium an der Probenahmestelle (Eingangssignal) in elektrische Größen, die automatisiert weiterverarbeitet werden können (Ausgangssignal) unter Verwendung eines geeigneten Messverfahrens. Physikalische Messgrößen, für die ein derartiger Sensor z.B. aus Mangel an einem geeigneten Messverfahren nicht existiert, können in einem Online-Messnetz nur über Umwege integriert werden (z.B. durch manuelle Probenahme und anschließende Laboranalytik). (Anmerkung: die Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten verschiedener für die gegebene Aufgabe geeigneter Messverfahren sind vielfältig und werden hier nicht näher diskutiert)

##### 3.1.2 Schnittstellen

Die Ausgangssignale von verschiedenen Sensoren bzw. Sensortypen können unterschiedlichen Informationsgehalt und unterschiedliche Darstellungsformen haben. Es existiert derzeit kein allgemein gültiger Standard für die Ansteuerung an der Datenschnittstelle von Online-Sensoren.

Einfache Sensoren liefern z.B. analoge Strom- oder Spannungssignale, die innerhalb eines definierten Messbereichs einen (hoffentlich) definierten und möglichst linearen Zusammenhang mit einer einzelnen physikalischen Messgröße aufweisen. Derartige Signale müssen vor der informationstechnischen Weiterverarbeitung durch EDV Systeme noch in digitale Informationen umgewandelt (Analog/Digital Konverter) und aus den gelieferten Momentanwerten entsprechende Einzelmesswerte gebildet werden. Bei diesem Arbeitsschritt kann bei Bedarf gleichzeitig auch eine Berücksichtigung und Korrektur eventueller, bekannter Nichtlinearitäten des Sensors durchgeführt werden.

Moderne Sensoren liefern in der Regel als Ergebnis der Messung jedoch bereits eine alphanumerische Repräsentation einer oder auch mehrerer physikalischer Messgrößen, die in computerlesbarer Form z.B. über ein HP-IB (IEEE-488) Interface oder über eine serielle Schnittstelle nach dem RS232 Standard als Einzelmesswerte oder sogar bereits als aggregierte Messwerte abgefragt werden können. Derartige Sensoren bieten darüberhinaus meist eine große Zahl von weiteren Informationen und Zusatzfunktionen zur Kontrolle und Steuerung des gesamten Messvorgangs wie z.B. Spülung, Kalibration, Messbereichsumschaltung, Einflussnahme auf das Messverfahren, statistische Kenngrößen zum Messvorgang, etc.

Jedoch gilt auch hier, dass kein einheitlicher Schnittstellenstandard existiert. Verschiedene Hersteller von Messgeräten benutzen unterschiedliche Protokolle zur Steuerung der Sensoren über die Schnittstelle. Unterschiede ergeben sich vor allem in den elektrischen Schnittstellen, Steuerbefehlen, Umfang und Art der numerischen Präsentation von

Messergebnissen bis hin zur Definition von Einheiten und Parameterbezeichnungen. Die korrekte Ansteuerung unterschiedlicher Sensoren stellt daher eine besondere Herausforderung bei der Implementation eines Online-Messnetzes dar, insbesondere für die Implementation der Messstation.

Es gilt leider auch hier der bekannte Satz: „Das Gute an Standards ist, dass es so viele davon gibt“.

Verschiedene Hersteller haben sich in den letzten Jahren jedoch mit einigen Messnetzbetreibern bei bestimmten Umwelt-Messgeräten auf ein einheitliches Protokoll geeinigt, um so zumindest eine Untermenge der wichtigsten Funktionen eines Sensors über eine standardisierte Schnittstelle anzubieten (z.B. sogenanntes „Bayern-Hessen Protokoll“ zur Ansteuerung serieller Messgeräte im Bereich des Luftqualitätsmonitoring).

Eine weitergehende Standardisierung und Vereinheitlichung von Sensorschnittstellen für Online-Umweltmessnetze existiert derzeit jedoch nicht.

## 3.2 Messstation

Eine Messstation ist die am Ort oder in der Nähe der Probenahme platzierte Infrastruktur (Hardware, Software), die für den ordentlichen und kontinuierlichen Betrieb der Sensoren erforderlich ist und das Bindeglied zwischen Messwerterfassung und Messwertverarbeitung darstellt. Eine einzelne Messstation kann dabei durchaus mehrere Probenahmestellen bedienen.

### 3.2.1 Aufgaben

Die Aufgaben einer Messstation sind vielfältig, die Systemgrenzen sind innerhalb des Messnetzes jedoch fließend und nicht immer eindeutig bestimmbar.

Folgende Eigenschaften und Funktionen lassen sich jedoch mit ziemlicher Sicherheit in den meisten Fällen dem Bereich der Messstation zuordnen:

- **Sichere Betriebsumgebung**  
Die Messstation sorgt für geeignete Umgebungsbedingungen für die empfindliche Messtechnik (Feuchte, Temperatur, Strahlung, Staub, Vibration, etc.), stellt ein stabiles mechanisches und elektromechanisches Fundament für den Messprozess vor Ort zur Verfügung und bietet Schutz vor Diebstahl und Vandalismus.
- **Ansteuerung der Sensoren**  
Die Messstation verfügt über verschiedene Schnittstellen je nach Anzahl und Art der eingesetzten Sensoren. In der Regel übernimmt die Messstation die Sensorsteuerung völlig autonom, unter gewissen Umständen ist jedoch auch ein direkter Zugriff auf ausgewählte Funktionen eines Sensors für das Bedienpersonal erforderlich („Transparentmodus“)
- **Unterstützung des Messvorgangs**  
Entsprechende mechanische und elektrische Ausrüstung zur Unterstützung des Messvorgangs für verschiedene Messverfahren (Pumpen, Ventile, Filter, Kalibriereinrichtungen, etc)
- **Messwertvorverarbeitung**  
Die von verschiedenen Sensoren in unterschiedlicher Art gelieferten Mess- und Zusatzwerte werden von der Messstation aufbereitet und in ein möglichst einheitliches Format gebracht. Die Aufgaben umfassen z.B. Analog/Digital-Wandlung, Rohwertberechnung, Massnahmen zur Qualitätssicherung, Aggregation, Plausibilisierung u.ä. Damit sorgt die Messstation bereits in einem ersten Schritt der Messwertverarbeitung für eine Datenkonzentration und Steigerung des im gesamten Messnetz vorhandenen Informationsgehalts.
- **Kurzzeit-Datenspeicherung**  
Die gesammelten und vorverarbeiteten Messergebnisse müssen von der Messstation für eine gewisse Zeit gespeichert werden, um sie zu einem definierten Zeitpunkt aktiv oder auf Anfrage in die Messnetzzentrale zu übertragen. Die Größe dieses Datenspeichers muss ausreichen, um alle Messergebnisse, Zusatzdaten und Statusinformationen auch bei einem Ausfall der Telemetrie über mehrere Tage vorhalten zu können.
- **Telemetrie**  
Die Messstation verfügt über Möglichkeiten zur Kommunikation mit der Messnetzzentrale und kann auf diese Weise Daten und Befehle senden und empfangen.

### 3.2.2 Komponenten

Je nach Einsatzgebiet und Anforderungen besteht eine Messstation in der Regel aus einer Kombination der folgenden Komponenten:

- Einhausung  
Fundament, Container, Diebstahlsicherung, etc.
- Energieversorgung  
Anschluss an das öffentliche Stromnetz, Solarpanel, USV, Notstromversorgung
- Sensoren und Messgeräte  
Ausrüstung entsprechend der gestellten Messaufgaben
- Messtechnische Zusatzausrüstung  
Pumpen, Ventile, Filter, Kalibriereinrichtungen
- Messstationsrechner („MSR“)  
Industrierechner mit entsprechender Software, Speicherkapazität und Schnittstellen
- Telemetrieinheit  
Modem, Datenleitung

Je nach Art und Einsatzgebiet der Messstation können alle oder nur einige der hier angeführten Komponenten benutzt werden um die Messstation aufzubauen. Es ist auch vorstellbar, dass einige Komponenten zusammen integriert benutzt werden (z.B. MSR oder Sensor und Telemetrieinheit)

### 3.2.3 Varianten

Wie erwähnt sind die Grenzen des Systems „Messstation“ in einem Online-Messnetz fließend und nicht immer eindeutig. In manchen Anwendungen kann bereits ein einzelnes „intelligentes“ Messgerät oder Datenlogger alle notwendigen Aufgaben vor Ort erfüllen und zusammen mit einer entsprechenden Einhausung und Energieversorgung eine vollständige Messstation bilden.

Kommen mehrere oder unterschiedliche Sensortypen an einer oder an mehreren räumlich eng zusammenliegenden Probenahmestellen zum Einsatz oder erfordert der Messvorgang die Durchführung komplexerer Abläufe, kann in der Regel nicht auf eine voll ausgestattete Messstation mit einem entsprechend intelligenten Messstationsrechner zur Unterstützung der Messwerterfassung vor Ort verzichtet werden.

Auch die Durchführung anspruchsvoller Messwertvorverarbeitung vor Ort erfordert den Betrieb einer intelligenten und leistungsfähigen Messstation.

### 3.2.4 Stabilität und Flexibilität

In jedem nicht-trivialen Online-Messnetz werden hohe Anforderungen an die Stabilität und Flexibilität einer Messstation gestellt. Im kontinuierlichen Messnetzbetrieb muss eine Messstation tage- und wochenlang ohne Ausfall und mit geringstmöglichen Wartungsarbeiten die an sie gestellten Anforderungen erfüllen.

In einem umfangreichen Online-Messnetz können bis zu hundert oder mehr Messstationen installiert sein. Der Messnetzbetreiber ist dabei bestrebt, alle Messstationen möglichst einheitlich und homogen zu gestalten, um den Investitions- und Wartungsaufwand zu minimieren. Da die Messaufgaben aber durchaus unterschiedlich sein können, muss die

# xS+S

*\*x Software + Systeme*

Andreas Haumer, Altendorf 37, A-3242 TEXING  
Büro: Karmarschgasse 51/2/20, A-1100 WIEN  
Tel: +43-1-6060114-0, +43-664-3004449  
Fax: +43-1-6060114-71  
EMail: [office@xss.co.at](mailto:office@xss.co.at)  
WWW: <http://www.xss.co.at/>

Messstation möglichst flexibel gestaltet und situationsgerecht parametrierbar sein. Eine Messstation sollte aus diesem Grund entsprechend flexibel sein und durch Parametrierung verschiedene Sensortypen, Messverfahren und Betriebsmodi unterstützen.

### 3.3 Messnetzzentrale

Die Messnetzzentrale stellt das übergeordnete Steuersystem für das gesamte Online-Messnetz dar. Sie verfügt über Hard- und Software Komponenten zur Steuerung der Messstationen, Aufbereitung, Verarbeitung und Speicherung der Messergebnisse und Schnittstellen zu den Anwendern und externen Systemen. Ohne geeignete Messnetzzentrale ist der Betrieb eines Online-Messnetzes in der Regel nicht möglich.

#### 3.3.1 Aufgaben

Zu den wesentlichen Aufgaben und Funktionen der Messnetzzentrale gehören:

- Verwaltung und Steuerung des Messnetzbetriebs
- Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle
- Manuelle Dateneingabe und Korrektur
- Datenauswertung
- Durchführung von Routineaufgaben
- Überwachung und Alarmierung
- Datenspeicherung
- Datenweitergabe

Die Position der Messnetzzentrale im Zentrum des Online-Messnetzes ermöglicht die Durchführung von Aufgaben, die an anderer Stelle wie z.B. in einer Messstation nicht durchführbar sind. Dazu gehören z.B. alle Aufgaben im Bereich der Qualitätssicherung oder Überwachung, für die der Zugriff auf die Messwerte verschiedener Probenahmestellen erforderlich ist. Auch die Langzeit-Datenspeicherung sowie die Auswertung und Weitergabe von höher aggregierten Daten können nur sinnvoll in der Messnetzzentrale durchgeführt werden.

#### 3.3.2 Benutzerschnittstellen

Eine Vielzahl der Funktionen einer Messnetzzentrale erfordern die direkte Interaktion mit einem Anwender, der Abläufe initiiert, Vorgänge steuert, Informationen abfragt oder zur Verfügung stellt und Ergebnisse kontrolliert. Für diese Benutzerinteraktionen muss die Messnetzzentrale geeignete Schnittstellen zur Verfügung stellen.

In einer modernen Software-Architektur ist die Benutzer-Schnittstelle („User-Interface“) von der eigentlichen Applikation („Business-Logic“) getrennt. Dies erlaubt die Implementation unterschiedlicher Varianten von Benutzer-Schnittstellen, die jedoch alle auf eine einheitliche Funktionalität der Applikation zugreifen. Auf diese Weise kann die Benutzerschnittstelle betriebssystemunabhängig, netzwerktransparent und damit auch ortsunabhängig gestaltet werden, was dem Anwender hohe Flexibilität und Freiheit bei der Wahl der Arbeitsumgebung gestattet.

Typische Anwendungen dieser Architektur sind:

- Web-Client  
Gestattet den interaktiven Zugriff auf die Funktionen der Applikation über einen Web-Browser. Am Arbeitsplatz des Anwenders ist somit keinerlei Spezialsoftware erforderlich

und die Nutzung der Funktionen kann auch über relativ langsame Datenleitungen erfolgen.

- **Web-Service**  
Erlaubt den automatisierten Zugriff auf Daten und Funktionen der Messnetzzentrale durch externe Software, die über eine entsprechende Netzwerkverbindung und unter Verwendung standardisierter Protokolle mit der Messnetzzentrale verbunden ist.
- **Application-Client**  
Der interaktive Zugriff auf die Funktionen der Applikation erfolgt über Methodenaufrufe, die in einer speziellen Client-Software implementiert sind. Diese Client-Software muss am Arbeitsplatz des Benutzers installiert sein und bietet in der Regel einen höheren Funktionsumfang als ein Web-Client.
- **Datenbank-Client**  
Hier erfolgt ein direkter Zugriff auf die Daten der Messnetzzentrale durch spezielle Software mit entsprechender Datenbank-Unterstützung.

Jeder einzelne Anwendungsfall hat spezifische Vor- und Nachteile. Eine leistungsfähige Messnetzzentrale sollte daher alle oder zumindest viele der hier beschriebenen Varianten unterstützen, um dem Messnetzbetreiber eine hohe Flexibilität bei der Nutzung der Funktionen im Messnetz zu bieten.

Natürlich müssen die von der Messnetzzentrale angebotenen Benutzerschnittstellen mit geeigneten Maßnahmen gegen Missbrauch durch unbefugte Dritte geschützt werden.

### 3.3.3 Spezial- vs. Standardsoftware

Im Zentrum der Diskussion bei der Planung eines Online-Messnetzes steht oftmals die Funktionalität, die im Bereich Datenauswertung und Durchführung von Routineaufgaben gefordert wird. Hier stellt sich die Frage, welche Funktionen von Spezialsoftware der Messnetzzentrale einerseits und von entsprechend leistungsfähiger, externer Standardsoftware andererseits durchgeführt werden sollen.

Aktuell verfügbare Standardsoftware zur Auswertung von umfangreichen Datenbeständen ist sehr leistungsfähig und bietet einen umfangreichen Funktionsumfang. Das Angebot an Standardsoftware ist dabei erstaunlich vielfältig und umfasst Software für einfache graphische Auswertungen bis hin zu umfangreichen Statistik- und „Data Mining“ Softwarepaketen.

Allerdings ist Standardsoftware notwendigerweise entsprechend allgemein gehalten und kann auf spezielle Anforderungen für eine bestimmte Messnetzanwendung nicht immer Rücksicht nehmen.

Unbedingte Voraussetzung für den Einsatz derartiger Standardsoftware ist jedoch ein Datenbestand, der es erlaubt, die Algorithmen und Funktionen der Standardsoftware korrekt einzusetzen. Jede Aggregation und jede aus dem Datenbestand extrahierte Information wird wertlos, wenn der Berechnungsalgorithmus auf ungültige Daten zugreift oder die Gültigkeit der Daten ungenügend oder auf falsche Weise berücksichtigt. Eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz externer, nicht speziell für den Messnetzbetrieb entworfener Standardsoftware ist daher die Verfügbarkeit aller für die Weiterverarbeitung der Messwerte erforderlichen Daten und Zusatzdaten. Dabei ist zu beachten, dass der Zugriff auf diese Informationen entsprechend dem Datenmodell optimiert erfolgen sollte, um eine möglichst

hohe Geschwindigkeit zu erzielen. Die Formulierung entsprechender Abfragen ist eine Aufgabe, deren Komplexität nicht unterschätzt werden sollte.

Speziell für den Einsatz im Messnetzbetrieb entworfene Software kann diese Kriterien oftmals besser und mit hoher Performanz berücksichtigen. In der Regel wird man daher Routineaufgaben und häufig benötigte Berechnungen und Standardauswertungen direkt von speziell implementierter Software in der Messnetzzentrale selbst durchführen lassen und nur für spezielle Aufgaben auf externe Standardsoftware zurückgreifen.

Durch entsprechend vorbereitete Datenexportfunktionen und -schnittstellen kann die Software der Messnetzzentrale die Anbindung externer Standardsoftware jedoch gut unterstützen.

### 3.3.4 Verfügbarkeit

Durch die zentrale Position in einem Online-Messnetz und wesentliche Bedeutung der Messnetzzentrale für den Messnetzbetrieb stellt die Verfügbarkeit dieses Systems einen wichtigen Betriebsparameter dar.

Der Betrieb der Messnetzzentrale erfolgt in der Regel ohne Unterbrechung rund um die Uhr („24x7x52“). In bestimmten Anwendungen ist ein Ausfall des Systems („Downtime“) von mehr als 1 Stunde oder weniger in einem Jahr nicht akzeptabel, was einer geforderten Verfügbarkeit von 99,98% oder mehr entspricht.

Eine derart hohe Verfügbarkeit ist nur durch entsprechende IT Infrastruktur wie z.B. durch Verwendung eines High Availability Cluster („HA Cluster“) zu entsprechenden Kosten realisierbar. Bei der Planung eines Online-Messnetzes ist daher unbedingt eine sorgfältige Abschätzung der geforderten Verfügbarkeit des Systems durchzuführen und die Ergebnisse bei der Auswahl der IT Infrastruktur zu berücksichtigen.

### 3.4 Datenbank

Die Datenbank eines Online-Messnetzes ist in der Regel integraler Bestandteil der Messnetzzentrale selbst, stellt aber in gewisser Hinsicht eine eigenständige Systemkomponente dar. Die Kommunikation zwischen Datenbank und Applikation erfolgt dabei üblicherweise über netzwerktransparente Methodenaufrufe.

#### 3.4.1 Aufgaben und Anforderungen

An die zentrale Datenbank eines Online-Messnetzes werden unter anderem folgende Anforderungen gestellt:

- Stabile Basis für das Datenmodell des Online-Messnetzes
- Verwaltung des Datenbestandes an Mess- und Metadaten
- Leistungsfähige Funktionen für den Zugriff auf die Daten
- Leistungsfähige Funktionen für die Administration und das Management des Datenbestandes
- Hohe Performance bei Routineaufgaben

Die Wahl der geeigneten Datenbank-Software sowie das sorgfältige Design des Datenmodells sind für die Erfüllung dieser Anforderungen von entscheidender Bedeutung.

#### 3.4.2 Technologie

Durch den wesentlichen Einfluss der Datenbank auf die Leistungsfähigkeit des gesamten Messnetzes kommt der Wahl der richtigen Datenbank-Technologie eine besondere Bedeutung zu.

Aus heutiger Sicht lassen sich die zuvor genannten Anforderungen nur mit modernen relationalen oder objekt-relationalen Client/Server Datenbanksystemen erfüllen. Derartige Datenbanken werden in der Regel als fertiges Produkt zugekauft, als eigenständige Systemkomponente betrieben und über definierte Schnittstellen mit der Messnetzzentralensoftware integriert.

Unter Umständen muss zur Erreichung der gestellten Anforderungen an die Leistungsfähigkeit, Flexibilität und Verfügbarkeit des Messnetzes auch auf speziellere Technologien wie z.B. verteilte Datenbanken oder Datenbank Cluster-Lösungen zurückgegriffen werden.

#### 3.4.3 Auswahlkriterien

Bei der Auswahl des geeigneten Datenbank-Produkts müssen eine Reihe von Eigenschaften berücksichtigt werden.

Funktionale Mindest-Anforderungen an die Datenbank und das Datenbank-Managementsystem sind:

- Die Datenbank muss in der Lage sein, den zu erwartenden Datenbestand problemlos zu verwalten. Je nach Größe und sonstiger Eigenschaften des Messnetzes können während der Betriebsdauer mehrere hundert Millionen Messwerte erzeugt werden.
- Die Datenbank muss in der Lage sein, alle Eigenschaften des gewählten Datenmodells abzubilden.

- Die Datenbank muss geeignete Schnittstellen für die Messnetzzentralensoftware und sonstige Zusatzsoftware zur Verfügung stellen.
- Die Datenbank muss über geeignete Schnittstellen und Funktionen zur Administration und Überwachung im Betrieb verfügen.

Die Unterstützung der SQL Abfragsprache nach aktuellem Standard sowie Technologien wie Transaktionen, Triggers oder Stored Procedures sollte selbstverständlich sein.

Daneben gibt es nicht-funktionale Auswahlkriterien, die natürlich genauso berücksichtigt werden müssen:

- Unterstützung durch bereits vorhandene Software
- Vorhandenes Datenbank Know-How
- Kosten und Lizenzbestimmungen

### 3.4.4 Dimensionierung

Die leistungsmäßigen Anforderungen an die Datenbank in einem Online-Messnetz dürfen nicht unterschätzt werden. Das Datenaufkommen kann bereits für „einfache“ Immissionsmessnetze relativ hoch werden.

Folgende Parameter tragen wesentlich zum Datenvolumen (ausgedrückt in Byte) bei:

- Messintervall  
Daraus lässt sich direkt die Anzahl an Messwerten pro Zeiteinheit und Probenahmestellenparameter ableiten.
- Anzahl der Probenahmestellenparameter  
Ergibt die Anzahl der Messreihen, die im Messnetz ermittelt werden.
- Benötigter Speicherplatz für einen Einzelmesswert  
Hier sind alle Daten zu berücksichtigen, die zur eindeutigen Bestimmung aller, einen Einzelmesswert beschreibenden Informationen diesem zuzuordnen sind.

Das Messintervall wird entsprechend den Eigenschaften des zu messenden Mediums und der Messaufgabe gewählt und bewegt sich für ein typisches Online-Messnetz in der Regel in einem Bereich von 1 Minute bis zu 1 Stunde, entsprechend einer Anzahl von 24 bis zu 1440 Messwerten pro Tag und Probenahmestellenparameter. Werden im Messnetz auch oder ausschließlich nicht-äquidistante Zeitreihen gespeichert, muss mit entsprechenden Mittelwerten gerechnet werden.

Die Anzahl der Probenahmestellenparameter kann durch entsprechendes Aufsummieren aller an den jeweiligen Probenahmestellen erfassten Parameter ermittelt werden.

Der benötigte Speicherplatz pro Einzelmesswert ist sehr stark implementationsabhängig. Je nach Abstraktionsgrad des Datenmodells werden pro Einzelmesswert eine Reihe von Daten gespeichert, wie z.B. der Messwert selbst, Zusatzinformationen zur Messung, Markierungen und Gültigkeit, Zugriffsinformationen und natürlich alle Daten, die zur eindeutigen Zuordnung des Messwerts zum Ort und Zeitpunkt der Messung erforderlich sind (auch als „Schlüssel“ bezeichnet). Der benötigte Speicherplatz für einen Einzelmesswert kann so mehr als 100 Byte betragen.

Konkretes Beispiel: die Datenbank einer von xS+S implementierten Messnetzzentrale für ein Online-Messnetz mit 8 Untersuchungsgebieten, 30 Probenahmestellen und 7250 Probenahmestellenparameter verfügt nach etwa eineinhalb Jahren Messnetzbetrieb über einen Datenbestand von 125 Millionen Messwerten, die zusammen einen Platz von etwa 13 GB belegen. Dazu kommt noch Platzbedarf für die Indexdateien der Datenbank, der ungefähr in gleicher Größenordnung liegt.

Dieses Messnetz arbeitet mit nicht-äquidistanten Zeitreihen, wobei Messintervalle zwischen 3 und 30 Minuten zur Anwendung kommen. In seltenen und besonderen Fällen wird hier aber auch mit Messintervallen von 1 Minute gearbeitet.

Ein Messwert-Datensatz belegt in dieser Implementation einen Platz von etwa 100 Byte und enthält zusätzlich zum eigentlichen Messwert eine große Zahl von Zusatzinformationen, die für die Weiterverarbeitung und Bewertung der Messergebnisse erforderlich sind.

Die Anzahl der Transaktionen, die die Datenbank im Online-Messnetz pro Zeiteinheit und mit definierter Antwortzeit durchführen muss, bestimmt unter anderem die Auswahl der Datenbank-Hardware. Anzahl und Art der zu erwartenden Datenbank-Zugriffe müssen daher bereits in der Planungs- und Konzeptionsphase des Online-Messnetzes abgeschätzt und entsprechend berücksichtigt werden.

Werden die Daten des Online-Messnetzes auch der breiten Öffentlichkeit für dynamische Abfragen zur Verfügung gestellt (z.B. über das Internet), ist diese Abschätzung äußerst schwierig. Die Häufigkeit der Zugriffe anonymer Anwender und damit Lastspitzen sind nur schwer vorhersagbar und können die Grundlast im Regelbetrieb um ein Vielfaches übersteigen. Andererseits werden an die Antwortzeiten des Systems für die Datenpräsentation im Internet nicht so hohe Anforderungen gestellt.

Die Erfahrung zeigt, dass gerade in Situationen, wo die Verfügbarkeit und Performance der Messnetzzentrale für das Fachpersonal von erheblicher Bedeutung ist (z.B. bei drohender Überschreitung von Grenzwerten oder in Alarmsituationen), die Zugriffe auf die Daten durch interessierte Laien über das Internet sprunghaft ansteigen.

Daher muss für die Präsentation im Internet in der Regel eine eigene, getrennt vom regulären Messnetzbetrieb arbeitende und regelmäßig aktualisierte Datenbank betrieben werden, um im Fall von Sonderereignissen mit sprunghaft ansteigenden, anonymen Zugriffen und damit wesentlich erhöhter Belastung des Systems den Betrieb des Messnetzes nicht zu gefährden.

### 3.5 Datenfernübertragung (Telemetrie)

Moderne Kommunikationstechniken erlauben vielfältige Möglichkeiten der Datenkommunikation zwischen geographisch weit voneinander entfernten, nicht direkt verbundenen Kommunikationspartnern und bieten daher Varianten für alle Einsatzgebiete, wobei in einem Online-Messnetz durchaus mehrere Methoden zur Datenübermittlung gleichzeitig implementiert sein können.

#### 3.5.1 Verwendung

Haupteinsatzgebiet für Telemetriefunktionen in einem Online-Messnetz ist die Kommunikation zwischen Messnetzzentrale und Messstationen. In seltenen Fällen erfolgt die Kommunikation zwischen der Messnetzzentrale und einem Sensor direkt. Unter Umständen bedient sich auch die Kommunikation zwischen Sensor und Messstation entsprechender Telemetrietechniken, obwohl hier eher die direkte und feste Kopplung zwischen Sensor und Messstation die Regel ist.

Die Kommunikation zwischen Messnetzzentrale und Messstation dient vor allem dem Transfer der ermittelten Messdaten und Zustandsinformationen von der Station in die Zentrale, aber auch der Übermittlung von Konfigurationsinformationen (unidirektional oder auch bidirektional) sowie der Übertragung von Steuerbefehlen von der Messnetzzentrale zur Messstation.

#### 3.5.2 Kommunikationstechnologien

Jede Datenkommunikation kann in einem Schichtenmodell (ISO/OSI 7-Schichtenmodell o.ä.) dargestellt und betrachtet werden. Führt man ein derartiges, für die vorliegenden Zwecke jedoch vereinfachtes Schichtenmodell in einem Online-Messnetz ein, ergeben sich folgende Ebenen:

##### 1. Hardwareebene

Definiert die physikalischen Eigenschaften des Übertragungsmediums und der benötigten Übertragungs-Endgeräte (z.B. Modulationsverfahren)

##### 2. Transportebene

Zuständig für die zuverlässige Übertragung des Datenstroms zwischen Messstation und Messnetzzentrale (z.B. Adressierung, Fehlersicherung, Blockwiederholung, Behandlung von Timeouts)

##### 3. Befehlsebene

Legt den Aufbau und die Struktur der zwischen der Messnetzzentrale und der Messstation ausgetauschten Befehls- und Antwortsätze fest (z.B. Satzlängen, Befehlstoken, Darstellungsformate)

##### 4. Anwendungsebene

Bestimmt die Verarbeitung, die Bedeutung und die Interpretation der einzelnen Informationen, die zwischen der Messnetzzentrale und der Messstation ausgetauscht werden (z.B. Interpretation von Statusinformationen)

Es stehen eine Reihe von Technologien zur Realisierung der einzelnen hier genannten Kommunikationsebenen zur Verfügung, wobei die Spezialisierung mit der Höhe der Kommunikationsebene zunimmt.

Typische Technologien für die einzelnen Ebenen sind:

## 1. Hardwareebene

Analoge oder digitale leitungsgebundene Wählverbindungen mit entsprechenden Endgeräten (Analogmodem, ISDN Terminaladapter), drahtlose digitale Wählverbindungen unter Benutzung öffentlicher GSM Infrastruktur, Funkmodems, Standleitungen, Ethernet

## 2. Transportebene

Verschiedene Punkt-zu-Punkt Übertragungsprotokolle (z.B. nach DIN66348), paketorientierte und adressierbare Protokolle (z.B. TCP/IP)

## 3. Befehlsebene

Standardisierte Protokolle (z.B. DDP), RPC in verschiedenen Formen, XML, spezielle Protokollentwicklungen abhängig von den Anforderungen und Funktionen im Online-Messnetz

## 4. Anwendungsebene

Spezielle Protokolle, stark abhängig von den Anforderungen und Funktionen im Online-Messnetz

In den Protokollschichten 1 und 2 erfolgt der eigentliche Transport digitaler Information in applikationsunabhängigen Protokollen unter Verwendung vorhandener oder eigens installierter Telekommunikations-Infrastruktur. In jedem nicht-trivialen Online-Messnetz muss jedoch davon ausgegangen werden, dass eine einheitliche und homogene TK Infrastruktur nicht oder nur mit erheblichen Kosten realisiert werden kann. Aus diesem Grund sollten die zur Anwendung kommenden Komponenten flexibel sein und auch mit unterschiedlichen Übertragungstechnologien umgehen können.

Ab Protokollschicht 3 (Befehlsebene) und höher wird die Kommunikation im Online-Messnetz abhängig von den spezifischen Anforderungen, die das Messnetz erfüllen soll. Ein allgemein anerkannter Protokollstandard existiert hier nicht. Versuche in der Vergangenheit, entsprechende Standards zu etablieren (z.B. „Deskriptives Datenprotokoll“ (DDP)) haben sich bisher nicht sonderlich durchgesetzt und kämpfen mit der Geschwindigkeit, mit der neue Technologien, Methoden und Funktionen in Online-Messnetzen Einzug halten.

Die Strategie im Online-Messnetz sollte daher sein, durch Verwendung von offenen und standardisierten Protokollen auf möglichst vielen Ebenen die Flexibilität des Kommunikations-Subsystems zu erhöhen und so für erweiterte oder geänderte Anforderungen gerüstet zu sein. Auf den Ebenen, wo die Implementierung spezieller Protokolle erforderlich ist, sollte diese jedenfalls modular und parametrierbar erfolgen.

## 4. Zusammenfassung

Online-Messnetze können überall dort vorteilhaft eingesetzt werden, wo eine kontinuierliche Messwerterfassung mit kurzen Messintervallen an mehreren Orten gleichzeitig, verbunden mit hoher Aktualität der Messdaten gefordert wird. Mit steigender Anzahl der Messpunkte und Häufigkeit der Messungen stellt der Betrieb eines Online-Messnetzes die einzige sinnvolle Realisierungsmöglichkeit dar.

Durch den Einsatz eines Online-Messnetzes ergeben sich neue Möglichkeiten zur messtechnischen Überwachung großer Gebiete, Steuerung von Prozessen und Qualitätssicherung der Messergebnisse, die mit herkömmlicher Laboranalytik nicht oder nur mit einem sehr viel höheren Aufwand erreichbar sind.

Online-Messnetze erfordern die Verfügbarkeit von Messverfahren und Sensoren, die für die gestellte Messaufgabe und den automatischen Langzeitbetrieb geeignet sind. An die Betriebssicherheit, Stabilität und Genauigkeit der Sensoren werden hohe Anforderungen gestellt, die jedoch derzeit nicht für alle physikalischen Parameter, die für den Messnetzbetreiber von Interesse sind, in ausreichender Weise erfüllt werden können. Hier sind die Hersteller von Messgeräten gefordert, neue Messverfahren und Technologien zu entwickeln und auf den Markt zu bringen.

Ein Online-Messnetz ist ein komplexes System und erfordert die Kooperation vieler unterschiedlicher Komponenten aus den Bereichen IT und Messtechnik. Der Aufbau und der Betrieb eines Online-Messnetzes ist nicht trivial und erfordert eine sorgfältige Analyse der konkreten Anforderungen, ein sorgfältiges Design, eine überlegte Planung und Betrieb.

# xS+S

*\*x Software + Systeme*

Andreas Haumer, Altendorf 37, A-3242 TEXING  
Büro: Karmarschgasse 51/2/20, A-1100 WIEN  
Tel: +43-1-6060114-0, +43-664-3004449  
Fax: +43-1-6060114-71  
EMail: [office@xss.co.at](mailto:office@xss.co.at)  
WWW: <http://www.xss.co.at/>

Korrespondenz an:

**xS+S**

z.H. Andreas Haumer  
Karmarschgasse 51/2/20  
A-1100 Wien

Tel: +43 1 6060114 0  
Fax: +43 1 6060114 71

Mail: [andreas@xss.co.at](mailto:andreas@xss.co.at)  
Web: <http://www.xss.co.at/>

# xS+S

*\*x Software + Systeme*

Andreas Haumer, Altendorf 37, A-3242 TEXING  
Büro: Karmarschgasse 51/2/20, A-1100 WIEN  
Tel: +43-1-6060114-0, +43-664-3004449  
Fax: +43-1-6060114-71  
EMail: office@xss.co.at  
WWW: <http://www.xss.co.at>

Datei: /home/andreas/text/office/2004/Kunden/OEWAV/OEWAV\_Seminar.sxw  
Erstellt: Sa, 27. Dezember 2003, 17:50:35 ()  
Geändert: Mi, 30. Juni 2004, 11:44:37 (Andreas Haumer)  
Version: 1.2  
Titel: Informationstechnische Konzepte für Online-Messnetze  
Thema: Anforderungen, Aufgaben und Realisierungsmöglichkeiten moderner Online-Messtechnik  
Referenz: PR0203-004  
Status: interne Dokumentation

Linux ist ein eingetragenes Warenzeichen von Linus Torvalds. Alle anderen Produkt- und Markennamen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller. Dieses Dokument wurde ausschließlich mit Linux Software erstellt. Copyright © 2004 by xS+S.