



Untersuchung eines Bautrockners auf seine Eignung zur Wassergewinnung für die menschliche Nutzung

Inhalt

1.	Einleitung.....	1
2.	Überblick über Ziele und Wege.....	2
3.	Bautrockner TTK 300.....	3
3.1.	Daten.....	3
3.2.	Funktionsprinzip.....	3
3.3.	Wasser- bzw. Entfeuchtungsleistung.....	5
3.3.1.	Wasserleistung bei verschiedenen Klimata.....	5
3.3.2.	Untersuchung zur Wasserleistung bei Extremklima.....	5
3.4.	Betrieb des TTK 300 in Verbindung mit Photovoltaikelementen im Jahr 2003 – ein Beispiel.....	6
3.4.1.	Eckdaten zur Photovoltaik.....	6
3.4.2.	Auslegung der Photovoltaikanlage.....	6
3.4.3.	Kosten der solaren Wasserversorgungseinheit.....	7
4.	pH-Wert der Wasserproben.....	8
4.1.	Allgemeines zur pH-Messung.....	8
4.2.	pH-Messung.....	9
4.2.1.	Analytische Geräte.....	9
4.2.2.	Bestimmungen.....	9
4.2.3.	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	12
4.2.4.	Diskussion der Ergebnisse.....	13
5.	Spezifische Leitfähigkeit der Wasserproben.....	13
5.1.	Allgemeines zur spezifischen Leitfähigkeit und deren Ermittlung.....	13
5.2.	Spezifische Leitfähigkeit.....	14
5.2.1.	Analytische Geräte.....	14
5.2.2.	Praktisches Vorgehen zur Messung.....	15
5.2.3.	Berechnung der spezifischen Leitfähigkeit k	15
5.2.4.	Bestimmungen.....	16
5.2.5.	Überprüfung der Messzellenkonstante k	19
5.2.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	20
5.2.7.	Diskussion der Ergebnisse.....	21



6.	Untersuchung des Gehalts verschiedener Schwermetalle mittels Voltammetrie.....	22
6.1.	Analyseverfahren Voltammetrie.....	22
6.1.1.	Chemische Voraussetzungen des Analyten.....	22
6.1.2.	Chemische Vorgänge zur Darlegung des Bestimmungsprinzips.....	22
6.1.3.	Elektroden.....	24
6.1.4.	Bedingungen für den Ablauf der Redoxreaktion.....	25
6.1.5.	Konstantes Potenzial und Durchfahren einer Spannungsrampe.....	26
6.1.6.	Strommesstechniken bzw. Art der Spannungsrampe.....	27
6.1.7.	Stofftransport zum Reaktionsort Quecksilbertropfen.....	28
6.1.8.	Die Grundlösung.....	28
6.1.9.	Quantitative Analyse.....	29
6.1.9.1.	Durchtrittsreaktion und Stofftransport.....	29
6.1.9.2.	Standardaddition bzw. Aufstockmethode.....	29
6.2.	Voltammetrische Bestimmung verschiedener Metallkationen.....	30
6.2.1.	Auswahl der zu untersuchenden Metalle anhand der Trinkwasserverordnung.....	30
6.2.2.	Analytische Geräte.....	32
6.2.2.1.	VA-Processor 646 von Metrohm.....	32
6.2.2.2.	VA-Stand 647 von Metrohm.....	32
6.2.3.	Material.....	34
6.2.4.	Probengewinnung.....	34
6.2.5.	Herstellung von Standardlösungen.....	35
6.2.6.	Verifizierungsproben.....	35
6.2.7.	Methoden.....	36
6.2.7.1.	Probenvorbereitung.....	36
6.2.7.2.	Bestimmungen.....	38
6.2.8.	Analysenpläne.....	43
6.2.9.	Ergebnisse.....	44
6.2.10.	Beispielvoltammogramme von Proben.....	45
6.2.11.	Erläuterung der Ergebnisse.....	49
6.2.12.	Die Kupferproblematik und eine mögliche Lösung.....	49
7.	Allgemeines zur Gaschromatographie und Massenspektrometrie.....	50
7.1.	Probenaufgabe bzw. Injektion.....	50
7.2.	Gaschromatographische Säule.....	50
7.3.	Trennprinzip und Aspekte der Trennung.....	50
7.4.	Detektion mittels Massenspektrometer.....	51
8.	Untersuchung des Übergangs organischer Lösungsmittel aus der Luft ins Kondensat mittels GC-MS.....	52
8.1.	Probengewinnung.....	52
8.1.1.	Verwendete organische Lösungsmittel.....	52



8.1.2.	Versuchsort.....	52
8.1.3.	Klimatische Bedingungen.....	53
8.1.3.1.	Einstellung der Klimata.....	53
8.1.3.2.	Probenplan mit Klimadaten.....	54
8.1.3.3.	Ermittlung der tatsächlichen Klimadaten.....	54
8.2.	Versuchsvorbereitung.....	55
8.3.	Versuchsapparatur und –durchführung.....	56
8.4.	Nachbehandlung der Proben.....	58
8.4.1.	Bestimmung der Kondensatmasse.....	58
8.4.2.	Probenhandhabung bis zur Messung.....	58
8.5.	Aspekte der Kondensation.....	59
8.6.	Ermittlung des Substanzgehalts im Kondensat mittels GC-MS.....	59
8.6.1.	GC-MS-Methode.....	59
8.6.2.	Informationen zur Injektion.....	60
8.6.3.	Informationen zur Quantifizierung / Kalibration.....	61
8.6.4.	Analysenpläne und Ergebnisse.....	61
8.6.4.1.	Klimaspezifischer Analysenplan und Ergebnistabelle 1.....	62
8.6.4.2.	Klimaspezifischer Analysenplan und Ergebnistabelle 2.....	63
8.6.4.3.	Klimaspezifischer Analysenplan und Ergebnistabelle 3.....	64
8.6.4.4.	Ergebnisse und Diskussion zur Substanzkonzentration.....	65
8.6.4.5.	Ergebnisse und Diskussion zum rekondensierten Massenanteil.....	68
8.6.5.	Betrachtung der höchsten Substanzkonzentrationen..... hinsichtlich ihrer Toxizität	71
8.6.6.	Allgemeine Einschätzung eines Gefährdungspotenzials durch..... kondensierende organische Lösungsmittel	72
9.	Untersuchung des Übergangs von PAK aus autoabgashaltiger Luft ins Kondensat mittels GC-MS.....	73
9.1.	Probengewinnung.....	73
9.2.	Untersuchung des PAK-Gehalts.....	73
9.2.1.	GC-MS-Methode.....	74
9.2.2.	Informationen zur Injektion.....	75
9.2.3.	Informationen zur Standardlösung.....	75
9.2.4.	Vorgehensweise bei der Analyse.....	75
9.2.4.1.	Von der Methodenentwicklung zur Substanzzuordnung im Chromatogramm des Standards.....	75
9.2.4.2.	Analyse der Wasserprobe.....	77
9.2.5.	Bestimmungsgrenze.....	78
9.2.6.	Ergebnisse.....	79
9.2.6.1.	Schlussfolgerungen aus den Chromatogrammvergleichen.....	79
9.2.6.2.	Nachweisgrenzen.....	80
9.2.6.3.	Diskussion.....	81



10.	Statistische Methoden.....	81
11.	Zusammenfassung und Ausblick.....	82
12.	Literaturverzeichnis.....	84
13.	Anhang.....	86
13.1.	Voltammetrische Untersuchungen.....	86
13.1.1.	Rohdaten / Ergebnisse Cadmium.....	86
13.1.2.	Rohdaten / Ergebnisse Blei.....	87
13.1.3.	Rohdaten / Ergebnisse Kupfer.....	88
13.1.4.	Rohdaten / Ergebnisse Nickel.....	89
13.2.	Versuche zum Übergang organischer Lösungsmittel.....	90
13.2.1.	Berechnung von Klimadaten durch Integration 1.....	90
13.2.2.	Berechnung von Klimadaten durch Integration 2.....	91
13.2.3.	Berechnung von Klimadaten durch Integration 3.....	92
13.2.4.	Berechnung von Klimadaten durch Integration 4.....	93
13.2.5.	Stoffspezifische GC-MS-Messdaten zur Kalibration und Beispiele für Probenmessungen.....	94