



# Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes

Franz Feichtinger

## INHALT

- Einleitung
- Modellkonzept
  - ✓ Generelle Struktur
  - ✓ Regionale Adaptierungen
- Projektregion
  - ✓ Lage und Datenbasis
  - ✓ Modellanwendung
- Ergebnisse
- Zusammenschau

## EINLEITUNG

**Bewirtschaftung von Wasser: Weltweite Herausforderung**

**Österreich - Wasserqualität: NO<sub>3</sub> im Grundwasser**

- ✓ Osten des Bundesgebietes
- ✓ Zentralraum Oberösterreichs
- ✓ Südosten der Steiermark

**Rechenmodelle:**

**Hilfsmittel der Problemanalyse und Lösungssuche**

**STOTRASIM:**

**Wasser- und N-dynamik in der ungesättigten Zone eines Ackerstandortes (Luft, Wasser, Boden, Landnutzung)**



franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## EINLEITUNG

**Regionale Modellanpassung, Aufbereitung regionaler Modelldaten und Modellanwendung zu Bereichen der Tal- und Beckenlagen der Südoststeiermark; Teilprojekt des Netzwerkes WATERPOOL**

### Ziele im Projekt – UZ

- ✓ Modellierung der unterirdischen Wasservorkommen
- ✓ OG und UZ in Interaktion mit GW – Modellierung (UZ: Kopplung --> Anbindung)
- ✓ DSS als übergreifende Oberfläche

### Im Folgenden:

- ✓ Wasser- und Stickstoffflüsse in UZ
- ✓ Input für GW – Modellierung
- ✓ Regionale Übersicht

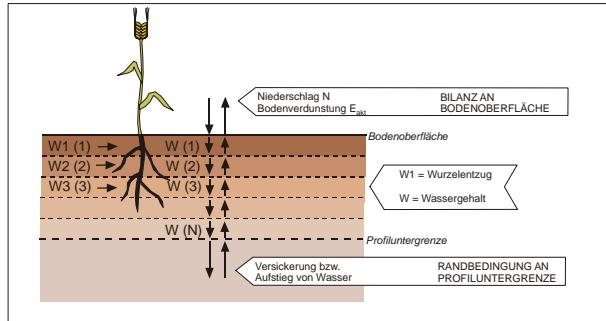


franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## MODELL STOTRASIM – generelle Struktur

### Wasserdynamik in der ungesättigten Zone → SIMWASER



**Wasserbilanz und Pflanzenwachstum für eine beliebig lange Fruchtfolge auf Tagesbasis.**

- Input:** Niederschlag, Beregnung als Eintrag  
**Output:** Evapotranspiration, Interzeption, Versickerung  
**Wasserflüsse:** Darcy-Gesetz + Adaptierung  
**Ergebnis:** GW-neubildung bzw. kapillarer Aufstieg

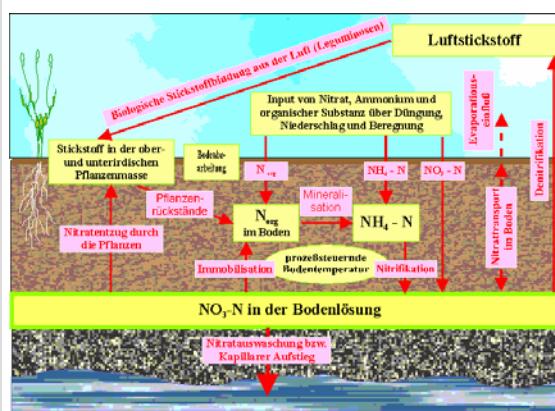


franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## MODELL STOTRASIM – generelle Struktur

### Stickstoffdynamik in der ungesättigten Zone → STOTRASIM



**Stickstoff- und partiell die Kohlenstoffflüsse für einen landwirtschaftlich genutzten Boden auf Tagesbasis.**

**N - Input:** Düngung, Niederschlag, Beregnung, Bindung durch Leguminosen

**N - Output:** Pflanzenaufnahme, Denitrifikation und Ammoniumausgasung

**N - Flüsse:** Mineralisation und Immobilisation, Konvektion, Diffusion/Dispersion

**Ergebnis:** N - Versickerung bzw. kapillarer Aufstieg



franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## MODELL STOTRASIM – regionale Adaptierung

Regionale Anpassung von Modellformulierungen/-beiwerten:  
Rechnung entspricht möglichst punktuellen Messwerten  
(Versickerung von Wasser und Stickstoff)

- Widerstandsbeiwert zur Verdunstungsberechnung
- Umsatzraten zur Mineralisierung/Immobilisierung von OS



**Regionale Anwendung:**  
**Prüfung der Ergebnisplausibilität**

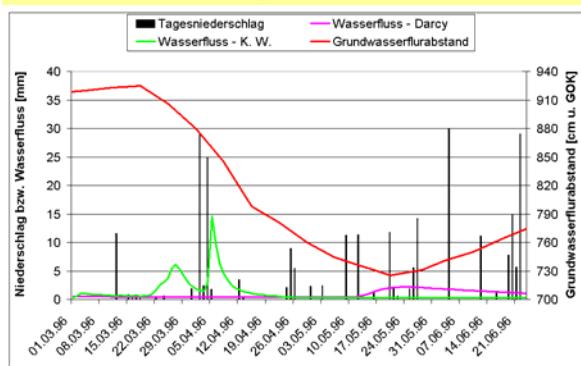


franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## MODELL STOTRASIM – regionale Adaptierung

**Tiefensickerung:** Zeitliche Harmonisierung von berechneter und gemessener Wasserdynamik



**Momentaner Ansatz:**  
**Stark vereinfachter „Kinematic wave approach“**

**Ursachen:**

Unzulängliche Bodenkennwerte (pF, Ku) ?  
Flüsse in Mehrphasensystem ?

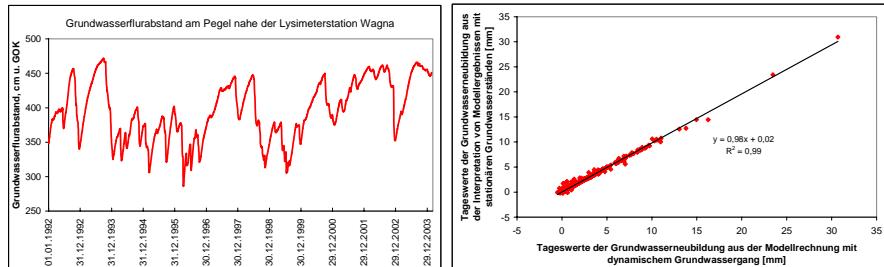


franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## MODELL STOTRASIM – regionale Adaptierung

### Modellierung: Ungesättigte Zone – Grundwasser Direktkopplung versus Anbindung



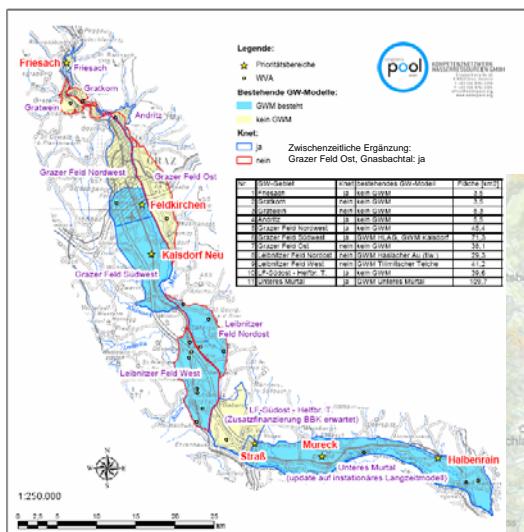
**„Anbindungs-Algorithmus“:** STOTRASIM stellt für stationäre GW-Spiegellagen (Abstufung 25 cm zwischen HGW und NGW) die Zeitreihen der Flüsse am Übergang zum GW bereit und die GW-Modellierung nimmt entsprechend der tagesaktuellen GW-Spiegellage den Werten der Flüsse durch Interpolation ab.



franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

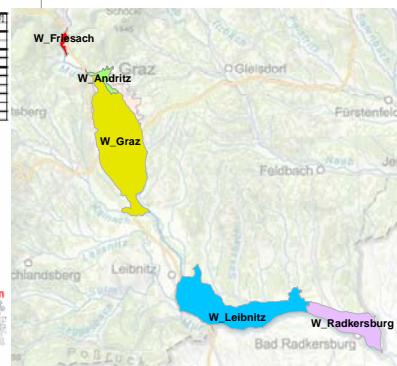
Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## PROJEKTGEBIET – Lage und Wetterinfo



5 Teilregionen mit zugehörigen Wetterdaten

Gesamt: ~310 km<sup>2</sup>



franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

# PROJEKTGEBIET – Agrarmanagement

### **Unterteilung in 3 Teilregionen:**

- \* Friesach / Andritz (6 KG's)
  - \* Grazer Feld (46 KG's)
  - \* Unteres Murtal (76 KG's)

### **Basis:**

## **Agrarstatistik für die Jahre 1998-2005 zu jeder Katastralgemeinde.**

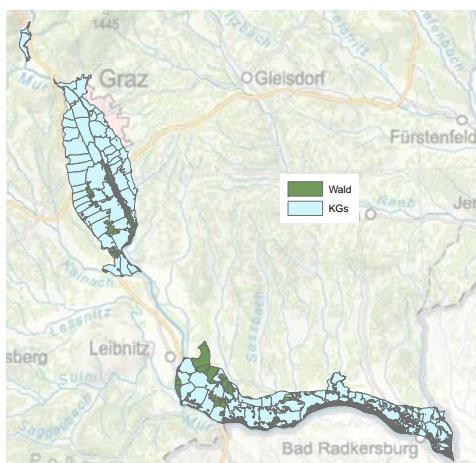
## **Erstellung regionaler Leitfruchtfolgen:**

- \* Friesach / Andritz (5)
  - \* Grazer Feld (11)
  - \* Unteres Murtal (8)



Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seqquau, 2008-03-31 / 04-01

## **PROJEKTGEBIET – Agrarmanagement**



**Abbildung des Kulturartenspektrums  
jeder KG durch:**

$\Sigma LF_i^* w_i$   
w<sub>i</sub> .. KG-spezifische Gewichtung  
↓

**Abweichung zu jeder KG < 5%**

## **Stickstoffdüngung und sonstiges Management ist mit Unterstützung von Agrarexperten festlegt**

**Forstbereiche**  
Wasserflüsse: Relativ zu einer  
Maismonokultur  
Nitratkonzentration im Sickerstrom:  
10mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>

**PROJEKTGEBIET – Boden / Ungesättigte Zone**

**ÖBK - Info**

Horizontabfolge	Horizont	Von [cm]	Bis [cm]	Bodenfeuchte	Bodenart	Grobanteil
1	Ap	0	20	erdfrisch	sandiger Schotter	mäßiger Grobanteil (Kies, Schotter, 3 cm Ø)
2	ABv	20	55	erdfrisch	sandiger Lehm	mäßiger Grobanteil (Kies)
3	Bv	55	75	erdfrisch	lehmiger Sand	mäßiger Grobanteil (Kies)
4	D	75	200			Kies und Schotter

Horizontabfolge	Horizont	Von [cm]	Bis [cm]	Bodenfeuchte	Sand [%]	Schluff [%]	Ton [%]	Humus [%]	Kalk [Ph]	[mec]
1	Ap	0	20	10	31	56	13	3	0	4.9
2	ABv	20	55	35	30	51	19	1.3	0	4.7
3	Bv	55	75	60	39	40	12	6	0	4.7
4	D	75	200							

Struktur, Porosität, Zerdrückbarkeit, Farbe, Fleckung, Konkretionen, Durchwurzelbarkeit, Regenwurmtätigkeit

**Parametrisierung**

**Horizontierung  
Humusversorgung  
nach ÖBK**

**pF, Ku  
Textur, Strukturansprache n. ÖBK  
+ MURER, 1998 (PTF)**

franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

**PROJEKTGEBIET – Boden / Ungesättigte Zone**

Petzenkirchen

**Endgültige Festlegung des Profils  
der ungesättigten Zone von GOK  
bis zur tiefsten Grundwasserspiegelage  
einer Einheit (Hydrotop):**

**ÖBK – Information samt Sonderkartierung  
(0 – max. 150 cm u. GOK)**

+

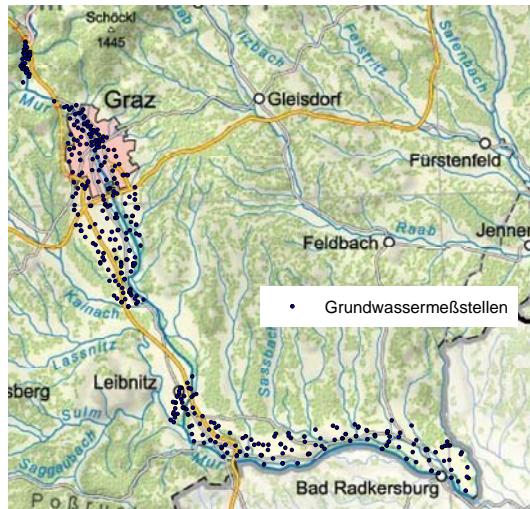
**Bewertung des Reliefs der Schotteroberkante  
(Verschnitt der ÖBK – Angaben mit Aufschlüssen:  
Bohrungen, Schürfen, ...)**

Petzenkirchen

franz.feichtinger@baw.at  
www.baw.at

Regionale Modellierung des Wasser- und Stoffkreislaufes  
Schloss Seggau, 2008-03-31 / 04-01

## PROJEKTGEBIET – Grundwasserinformation



Zu jeder der  
Grundwassermessstellen  
sind Gelände Höhe,  
HGW und NGW für den  
Bearbeitungszeitraum  
bekannt

Für jedes Hydrotop:  
maximaler und minimaler  
Grundwasserflurabstand im  
Bearbeitungszeitraum

## PROJEKTGEBIET – Modellanwendung

### **Rechenläufe mit STOTRASIM:**

Zeitraum 1.1.1980 – 31.12.2006  
(Bewertung: 1.1.1993 – 31.12.2006)

Kombinationen aus Wetter/Management/Boden: ~ 1370

Zu jeder Kombination waren:

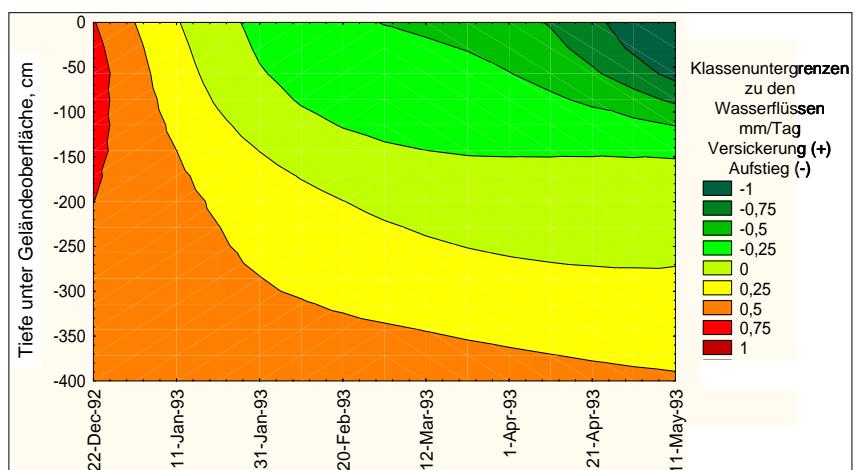
- ✓ ~18-20 stationäre Grundwasserspiegellagen
- ✓ ~ 5-7 Fruchfolgen bei agrarischer Flächennutzung
- ✓ durch jedenfalls > 100000 Rechenläufe abzuarbeiten

Umlegung der Ergebnisse auf: ~4600 Einzelflächen

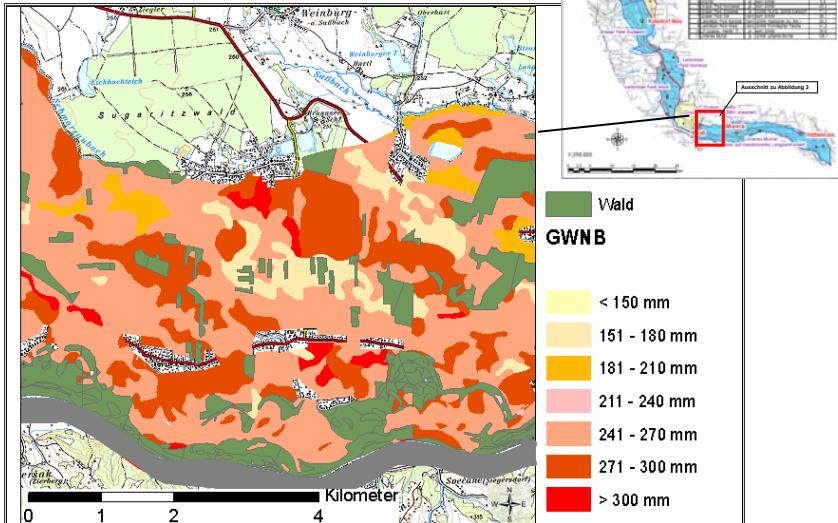
## ERGEBNISSE

GAN_01239_Radk_66337_WP438.ERG													
Ergebnisse zur GWNB (mm); Datumszeile													
Ergebnisse zur N-Versickerung (kgN/ha); ohne Datum													
14 stationare GW-spiegellagen (in cm u. GOK)													
25.	50.	75.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	275.	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
1994 11 19	0.6233	0.6233	0.1478	0.3556	0.7183	1.0217	1.4851	1.6968	1.7234	1.7251	1.7643	:	:
0.0567	0.0567	0.0243	0.0726	0.1232	0.1872	0.3355	0.4872	0.4976	0.3913	0.2862			
1994 11 20	0.0435	0.0435	0.0817	0.3296	0.6226	0.9056	1.3442	1.5922	1.6109	1.5033	1.5531		
0.0036	0.0036	0.0132	0.0673	0.1072	0.1670	0.3039	0.4499	0.4576	0.3653	0.2487			
-0.2794	-0.2794	-0.0005	0.2740	0.5486	0.8089	1.2079	1.3832	1.4811	1.4340	1.4331			
-0.0266	-0.0266	-0.0005	0.0559	0.0949	0.1491	0.2728	0.3961	0.4120	0.3351	0.2390			
-0.7265	-0.7265	-0.1387	0.2118	0.4812	0.7227	1.0940	1.2768	1.2495	1.3571	1.2855			
-0.0693	-0.0693	-0.0235	0.0433	0.0834	0.1337	0.2469	0.3638	0.3697	0.3135	0.2164			
-0.9927	-0.9927	-0.3211	0.1363	0.4211	0.6451	0.9993	1.1503	1.1658	1.0510	1.3109			
-0.0953	-0.0953	-0.0538	0.0278	0.0736	0.1197	0.2251	0.3283	0.3516	0.2505	0.2082			
1994 11 24	-0.8770	-0.8770	-0.4496	0.0505	0.3649	0.5758	0.8979	1.0458	0.9960	1.2097	1.0143		
-0.0847	-0.0847	-0.0749	0.0102	0.0643	0.1071	0.2023	0.2980	0.2808	0.2845	0.1699			
0.4548	0.4548	-0.5202	-0.0226	0.3026	0.5130	0.8043	0.9296	1.1007	0.9886	0.9801			
-0.0442	-0.0442	-0.0442	-0.0666	-0.0047	0.0528	0.0955	0.1826	0.2672	0.3235	0.2458	0.1563		
-0.6926	-0.6926	-0.5225	-0.0761	0.2492	0.4554	0.7336	0.8968	0.9162	0.9199	0.8144			
-0.0677	-0.0677	-0.0666	-0.0154	0.0434	0.0848	0.1649	0.2535	0.2661	0.2200	0.1396			
-0.2751	-0.2751	-0.2751	-0.5188	-0.1174	0.2021	0.4045	0.6729	0.8269	0.8584	0.8741	1.0200		
-0.0272	-0.0272	-0.0272	-0.0863	-0.0237	0.0354	0.0753	0.1513	0.2364	0.2596	0.2160	0.1641		
-0.5405	-0.5405	-0.4766	-0.1502	0.1475	0.3589	0.6162	0.6990	0.8250	0.7444	0.6815			
-0.0532	-0.0532	-0.0532	-0.0791	-0.0303	0.0263	0.0669	0.1380	0.2003	0.2456	0.1738	0.1220		
-0.1707	-0.1707	-0.4716	-0.1734	0.1120	0.3160	0.5610	0.6993	0.6368	0.6934	0.8518			
-0.0169	-0.0169	-0.0169	-0.0781	-0.0349	0.0197	0.0590	0.1259	0.1967	0.1795	0.1691	0.1398		
-0.1459	-0.1459	-0.1459	-0.4146	-0.1914	0.0852	0.2771	0.5172	0.6208	0.7101	0.8665	0.6738		
-0.0145	-0.0145	-0.0145	-0.0687	-0.0384	0.0151	0.0516	0.1156	0.1777	0.2164	0.2115	0.1159		
-0.7966	-0.7966	-0.4023	-0.2024	0.0553	0.2440	0.4705	0.6204	0.5987	0.5366	0.7056			
-0.0793	-0.0793	-0.0793	-0.0660	-0.0406	0.0099	0.0455	0.1055	0.1720	0.1792	0.1389	0.1183		
-0.2469	-0.2469	-0.4524	-0.2113	0.0292	0.2156	0.4371	0.5272	0.6992	0.6770	0.4117			
-0.0246	-0.0246	-0.0742	-0.0423	0.0051	0.0402	0.0962	0.1521	0.1999	0.1576	0.0750			
-0.0550	-0.0550	-0.4037	-0.2236	0.0066	0.1909	0.4076	0.5054	0.4360	0.5868	0.6861			
-0.0056	-0.0056	-0.0662	-0.0448	0.0018	0.0356	0.0908	0.1422	0.1353	0.1417	0.1090			

## ERGEBNISSE



## ERGEBNISSE



## ZUSAMMENSCHAU

- ✓ Die regionale Modellierung von Wasser- und Stoffkreislauf ist zur ungesättigten Zone wie vorgestellt (noch) machbar.
- ✓ Die operative Durchführung verlangt einiges ab und erreicht Grenzbereiche der Machbarkeit. Jede weitere regionale Erweiterung sollte dazu wohl überlegt werden.
- ✓ Einhergehende „Unschärfen“ (Parametrisierung, Regionaldaten, Tiefensicherung, ..) sind niemals zu vergessen.
- ✓ Demnach dienen die Ergebnisse der Entscheidungsfindung auf Regionalebene, sollen jedoch nicht die Einzelparzelle beurteilen.



**Bundesamt für Wasserwirtschaft**  
Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt



lebensministerium.at

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

**Kontaktadresse**

Tel.: 07416/52108-24

Fax: 07416/52108-90

[franz.feichtinger@baw.at](mailto:franz.feichtinger@baw.at)

[www.baw.at](http://www.baw.at)