

**VOGELANPRALL AN GLASFLÄCHEN  
PRÜFBERICHT**

**Punktraster Anthrazit 9mm  
Quadrate Raster Anthrazit 12 mm**

Prüfung unter Einbezug von Spiegelungen

**im Auftrag der SEDAK GmbH**  
im Flugtunnel II  
der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf

**Martin Rössler**

Wien, März 2020



## **1. ZUSAMMENFASSUNG**

In den Jahren 2018 und 2019 wurden im Auftrag der Sedak GesmbH zwei Siebdruckmuster der Farbe Anthrazit, aufgebracht auf Position 1 auf VSG, im Flugtunnel der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf auf ihre Eignung zur wirksamen Vermeidung von Vogelanprall geprüft. Die Prüfung erfolgte nach der Methode „WIN-Test“ unter Einbezug von Spiegelungen. Referenzscheibe war jeweils 4mm starkes unmarkiertes Floatglas. Beide Kandidaten können wegen ihrer hohen geprüften Wirksamkeit zur Anwendung empfohlen werden.

Die aus regelmäßig im Mittelpunktabstand von 90mm (Kantenabstand 78mm) angeordneten schwarzen Quadrate mit einer Seitenlänge von 12mm bestehende Markierung „Quadrate 12 mm“ wurde im Wahlversuch von zehn Prozent der Testvögel angefliegen. Die aus regelmäßig im Mittelpunktabstand von 90mm angeordneten schwarzen Punkte (Kreise) mit einem Durchmesser von 9mm bestehende Markierung „Punkte 9 mm“ wurde im Wahlversuch von 14 Prozent der Testvögel angefliegen.

## **2. GEGENSTAND DER UNTERSUCHUNG**

Punktmuster sind in der bisherigen Forschungsarbeit unterrepräsentiert, obwohl sie zumindest in den letzten Jahren von Architekten häufig vorgeschlagen werden. Zunehmend werden Punktbedruckungen zur Klimagestaltung (zur Beschattung) verglaste Räume eingesetzt. Punktmuster weisen im Vergleich zu den bisher geprüften Streifenmarkierungen tendenziell geringere Bedeckungsgrade bedruckter Fläche auf. Ein positives Abschneiden von Punktmustern mit großen Elementabständen könnte durch die starke Reduktion sichtbeeinträchtigender Fläche für die öffentliche Akzeptanz von Vogelanprallmarkierungen sehr wichtige Grundlagen bilden.

Im vorliegenden Bericht werden Prüfergebnisse zweier Kandidaten aus den Jahren 2018 und 2019 dargestellt. Die Prüfung erfolgte im Auftrag der Sedak GesmbH. Da die Beauftragung und Auslieferung von ursprünglich vier Prüfscheiben regelmäßiger Punktraster mit Durchmessern von 6mm bis 12mm erst gegen Ende der Saison im September 2018 erfolgte, wurden diese 2018 nur „exploriert“. Zwei Kandidaten (weiße, bzw. anthrazitfarbene Punkte, Durchmesser 6mm) wurden nach kurzer Explorationszeit ausgeschieden. Ein Kandidat konnte 2018 zu Ende getestet werden (schwarze Punkte, 9mm Durchmesser; vgl. Rössler 2019 a). 2019 wurde der Test des verbliebenen Kandidaten (schwarze Quadrate 12 mm Durchmesser), für den bis dahin ungefähr ein Viertel der notwendigen Einzelversuche vorlag, abgeschlossen.

Die Markierungen wurden unter Einbezug von Spiegelungen bei beschattetem Hintergrund (Simulation eines Innenraumes mit auf etwa 1% des Tageslichtes reduzierter Reflexion des Hintergrundes) nach der WIN Methode (s.u.) in einem Wahlversuch getestet.

## **3. METHODE**

### **3.1 Untersuchungsdesign**

Die Beurteilung der Wirksamkeit geprüfter Muster beruht auf einem Wahlversuch mit Wildvögeln. Grundlage des Wahlversuchs, welcher die Richtungsentscheidungen von Vögeln beobachtet, die auf eine markierte bzw. eine unmarkierte Scheibe zufliegen, ist ein 7,5 m langer Flugtunnel, der drehbar gelagert ist, handbetrieben dem Stand der Sonne folgt und dadurch immer symmetrischen und weitgehend gleichmäßigen Lichteinfall auf die Prüfscheiben aufweist (Abb. 1: Ansicht, Abb. 2: Schnitt). Der Versuchstunnel ermöglicht Untersuchungen unter Einbezug von

Spiegelungen, also unter Lichtverhältnissen, die für Vorder- und Hintergrund von Fenstern und Fassaden typisch sind (WIN Versuch von: „window“).

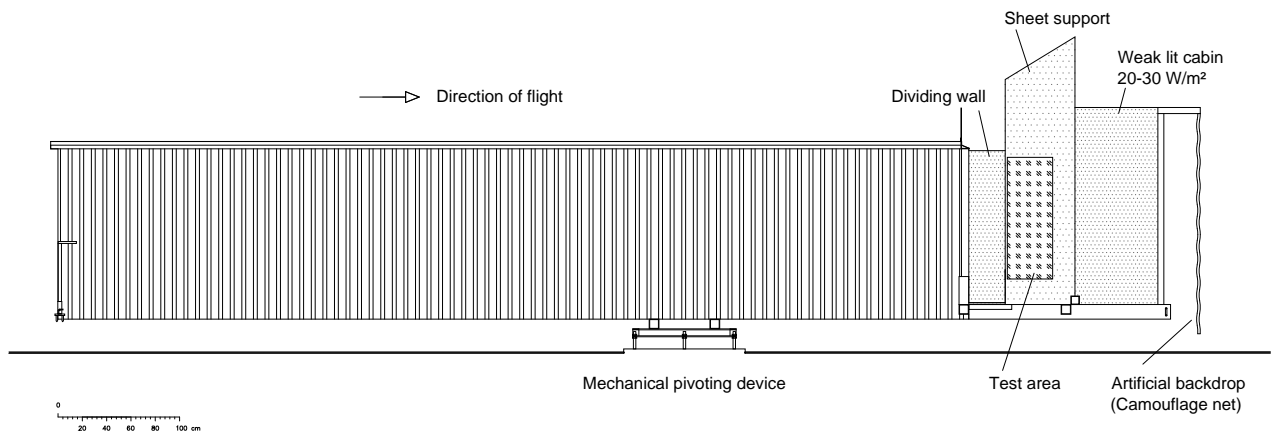


Abbildung 1: Flugtunnel für WIN-Tests. Links: Flugtunnel (senkrecht schraffierter Bereich). Rechts: Konstruktion für Prüfscheiben und Generierung von Spiegelungen mit schräg zur Flugachse stehenden Scheiben, montiert in trapezförmigen Platten (*sheet support*), welche die direkte Sicht der Vögel auf Himmel und Vegetation verhindern. Dahinter befindet sich eine Kammer (*weak lit cabin*) mit Dach, Seitenwänden und als Hintergrund einer weißen Leinwand mit dahinter liegendem Tarnnetz (*artificial backdrop*). Das durch die Prüfscheiben eintretende Licht wird diffus reflektiert.

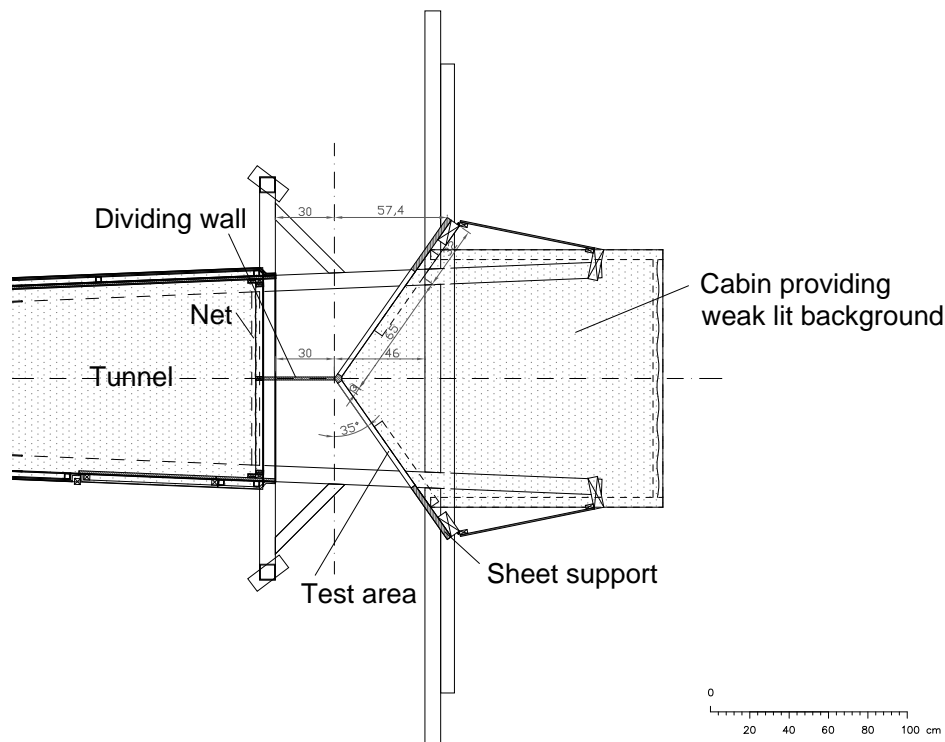


Abbildung 2: Schnitt durch Flugtunnel mit Auffangnetz, Trennwand zur eindeutigen Zuordnung der Wahlentscheidung und schräg zur Flugachse der Vögel stehenden Prüfscheiben (*test area*) im überdachten Hintergrund.

Zur Erzeugung realitätsnaher Spiegelungen befindet sich im Hintergrund der Prüfscheiben eine abgedunkelte Kammer, ca. 170 x 170 x 170 cm, in der Lichtverhältnisse hergestellt und mit Messgeräten kon-

trolliert werden, die Gebäudeinnenräumen entsprechen. Das Licht fällt dabei durch Prüf- und Referenzscheibe frontal ein. Die angeflogenen vertikalen Scheiben stehen nicht normal zur Flugachse der Vögel, sondern in einem Winkel von 125° und spiegeln wie Seitenspiegel eines Autos die Umgebung. Die Umgebungsvegetation ist homogen (dichter Bestand aus Chenopodiaceen / Gänsefüßen), sodass die Spiegelungen in beiden Scheiben weitgehend übereinstimmen. Je nach Beleuchtungsverhältnissen (Sonne, Wolken, bedeckter Himmel) treten mehr oder weniger kontrastreiche Spiegelungen der Umgebung auf den Scheiben auf bzw. werden Strukturen der Konstruktion der dahinter liegenden Kammer erkennbar. Die Flugachsen der Vögel liegen in der Ebene (Azimut) des Sonnenlichteinfalls, die Sonne kommt immer von hinten. Die Scheiben erhalten kein direktes Sonnenlicht.

Für den Wahlversuch werden Scheiben mit einer Breite von 65 cm und einer Höhe von 100 cm verwendet. Als Referenzscheibe dient unmarkiertes Floatglas mit einer Stärke von 4 mm. Die Scheiben werden nach jeweils drei Testflügen gewechselt. Reihenfolge und Anordnung der Scheiben folgen einer vorher festgelegten Zufallsreihe. Die Testvögel sind Wildvögel aus dem Beringungsprogramm der Biologischen Station. Sie sind beringt und damit individuell wiedererkennbar. Damit wird vermieden, dass ein Vogel mehr als einmal pro Kalendertag für einen Flug eingesetzt wird. Die Testvögel werden tageslichtadaptiert von außen in eine Startröhre gesetzt und starten sofort vom dunklen hinteren Ende zum offenen vorderen Ende des Tunnels. 10 cm vor dem Tunnelende befindet sich ein zum Vogelfang gebräuchliches Japannetz, welches mit Fadenstärken von 0,1 mm die frontale Sehschärfe der Vögel unterschreitet und daher nicht wahrgenommen wird. Die Vögel werden damit sanft abgefangen und vor einem Aufprall auf den Testscheiben bewahrt und unmittelbar nach dem Flug in Freiheit gesetzt. Die Versuchsflüge werden mit einer Videokamera aufgezeichnet.

### 3.2 Prüfscheiben und Referenzscheibe

Bei den markierten Prüfscheiben handelt es sich um Verbundsicherheitsgläser (VSG) mit Bedruckung auf der Außenseite (Pos. #1). Die Gläser hatten eine Gesamtdicke von 11 mm. Die Bedruckungen wurden in RAL 9010 (weiß) bzw. RAL 9005 (schwarz) ausgeführt. Die Referenzscheibe war in allen Wahlversuchen eine unmarkierte 4mm dicke Floatglasscheibe (Tab. 1). Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Prüfscheiben (jeweils links) und die Referenzscheibe (jeweils rechts) aus der Sicht der durch den Tunnel anfliegenden Vögel.

Tabelle 1: Übersicht über die geprüften Muster.

Benennung	Bedruckung	Testmethode	Referenzscheibe	Anzahl gültiger Versuche
<b>Punkte 9mm SDR anthrazit</b>	Punkte 9mm DM, RAL 9005, Mittelpunktabstd. 90mm, Bedeckung 0,8 %. Druck auf Pos. #1 auf VSG.	WIN	4mm Floatglas unmarkiert	72 (2018)
<b>Quadrate 12mm SDR anthrazit</b>	Quadrate 12mm Seitenlänge, RAL 9005, Mittelpunktabstd. 90mm, Bedeckung 1,8 %. Druck auf Pos. #1 auf VSG.	WIN	4mm Floatglas unmarkiert	21 (2018) 78 (2019)



Abbildung 3: Prüfscheibe „Punkte 9mm“ (links) und unmarkierte Referenzscheibe (rechts) im WIN-Test. Die Prüfung dieser Markierung wurde 2018 durchgeführt.



Abbildung 4: Prüfscheibe „Quadrate 12mm“ (links) und unmarkierte Referenzscheibe (rechts) im WIN-Test. Die Versuche wurden 2018 begonnen und 2019 abgeschlossen.

Die Versuche fanden im Zeitraum 14.09. bis 01.10. 2018 und 16.08. bis 27.09. 2019 statt. Es wurden in den Jahren 2018 und 2019 mit den beiden Kandidaten 259 Einzelversuche (Testflüge) durchgeführt, von

denen 171 Versuche (66 %) gewertet werden konnten (Tab 2). 88 Einzelexperimente (34 %), mussten ausgeschieden werden (Tab. 2). Ursachen dafür waren verweigerte oder zögerliche, uneindeutige Flüge der Testvögel (51 Individuen, 19,7 %) oder, entsprechend einer methodischen Regel, ein Anflugwinkel an das Auffangnetz von weniger als 45 Grad (37 Individuen, 14,3 %).

Tabelle 2: Datenstruktur – gültige und ungültige Testflüge

Prüfscheibe	gültig	ungültig		Summe
		zögerlich	< 45° Anflug	
Punkte 9mm 2018	72	24	13	109
Quadrate 12 mm 2018	21	13	6	40
Quadrate 12 mm 2019	78	14	18	110
Summe	171	51	37	259

### 3.3 Tageszeitliche Verteilung und Lichtverhältnisse

64 Versuche (37 %) fanden in den Morgenstunden vor 09:00 Uhr statt. Insgesamt wurden 82 Versuche (82 %) vor 12:00 mittags und 25 Versuche (16 %) am Nachmittag oder in den Abendstunden durchgeführt.

Von den 171 gewerteten Versuchen fanden 129 (75 %) bei Sonnenschein und 42 (25 %) bei bewölktem Himmel statt. 61 Versuche (36 %) fanden bei einer Globalstrahlung von >400 W/m<sup>2</sup> statt, 110 Versuche (64 %) bei geringerer Strahlung.

### 3.4 Verwendete Vogelarten

Für die Versuche wurden Wildvögel aus 32 Arten verwendet. Die Vögel stammen aus dem Beringungsprogramm der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf (Tab. 3).

Tabelle 3: Verwendete Testvögel nach Arten und Anzahl.

Vogelart		Punkte 9mm	Quadrate 12 mm			Gesamt 2018/19
			2018	2018	2019	
Eisvogel	<i>Alcedo atthis</i>	1			0	1
Wendehals	<i>Jynx torquilla</i>			2	2	2
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>		1		1	1
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	6	1		1	7
Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	1		1	1	2

<b>Gartenrotschwanz</b>	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>			1	1	1
<b>Schwarzkehlchen</b>	<i>Saxicola torquata</i>	7	1		1	8
<b>Amsel</b>	<i>Turdus merula</i>	1			0	1
<b>Singdrossel</b>	<i>Turdus philomelos</i>	2			0	2
<b>Feldschwirl</b>	<i>Locustella naevia</i>			1	1	1
<b>Schilfrohrsänger</b>	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	5	1	8	9	14
<b>Sumpfrohrsänger</b>	<i>Acrocephalus palustris</i>	2	1	7	8	10
<b>Teichrohrsänger</b>	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>		1	4	5	5
<b>Drosselrohrsänger</b>	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1		4	4	5
<b>Klappergrasmücke</b>	<i>Sylvia curruca</i>	1			0	1
<b>Dorngrasmücke</b>	<i>Sylvia communis</i>			3	3	3
<b>Gartengrasmücke</b>	<i>Sylvia borin</i>			3	3	3
<b>Mönchsgrasmücke</b>	<i>Sylvia atricapilla</i>	1		1	1	2
<b>Zilpzalp</b>	<i>Phylloscopus collybita</i>			1	1	1
<b>Fitis</b>	<i>Phylloscopus trochilus</i>	4		8	8	12
<b>Grauschnäpper</b>	<i>Muscicapa striata</i>		1		1	1
<b>Heckenbraunelle</b>	<i>Prunella modularis</i>	6		2	2	8
<b>Blaumeise</b>	<i>Parus caeruleus</i>	9	2	6	8	17
<b>Kohlmeise</b>	<i>Parus major</i>	4	1	2	3	7
<b>Beutelmeise</b>	<i>Remiz pendulinus</i>	4	1		1	5
<b>Neuntöter</b>	<i>Lanius collurio</i>			8	8	8
<b>Star</b>	<i>Sturnus vulgaris</i>			2	2	2
<b>Feldsperling</b>	<i>Passer montanus</i>	2		8	8	10
<b>Grünling</b>	<i>Carduelis chloris</i>	2	5	2	7	9
<b>Stieglitz</b>	<i>Carduelis carduelis</i>	3	1	3	4	7
<b>Goldammer</b>	<i>Emberiza citrinella</i>	2			0	2
<b>Rohrhammer</b>	<i>Emberiza schoeniclus</i>	8	4	1	5	13
		<b>72</b>	<b>21</b>	<b>78</b>	<b>99</b>	<b>171</b>

#### 4. ERGEBNISSE

Im Wahlversuch mit einer unmarkierten Floatglasscheibe wurden die Prüfscheiben mit schwarzen Siebdruck Punktrastern „Punkte 9mm“ und „Quadrate 12mm“ in 14% bzw. in 10% der Testflüge angefliegen (Tab. 4). Es ließen sich keine Einflüsse auf die Wirksamkeit durch Tageslichthelligkeit (Globalstrahlung, ausgewertet nach Klassen  $>400 \text{ W m}^{-2}$  und  $<400 \text{ W m}^{-2}$ ) und durch Herkunft des Lichtes (direkte Sonnenbestrahlung, diffuses Licht bei bewölktem Himmel) erkennen (Tab. 5).

Tabelle 4: Wahlentscheidungen der Testvögel in 171 Testflügen. Angestrebt wird ein möglichst geringer Anteil der Anflüge zur Prüfscheibe.

	Anflüge zu			Summe
	Referenzscheibe	Prüfscheibe	Prüfscheibe [%]	
<b>Punkte 9mm</b>	62	10	<b>14</b>	72
<b>Quadrate 12mm 2018 + 2019</b>	89	10	<b>10</b>	99
<b>Summe</b>	151	20		171

Tabelle 5: Ergebnisse in Abhängigkeit von Lichtstärke im Vordergrund der Prüfscheiben und Herkunft des Lichtes.

Prüfscheibe	n	Flüge zur Prüfscheibe [%]		Summe	Fisher's exact test
		> 400 W m <sup>-2</sup>	< 400 W m <sup>-2</sup>		
		<b>Globalstrahlung</b>			
<b>Punkte 9mm</b>	14	<b>14</b>	58	72	n.s.
<b>Quadrate 12mm 2018 + 2019</b>	47	<b>9</b>	52	99	n.s.
		<b>Sonne</b>			
<b>Punkte 9mm</b>	58	<b>14</b>	14	72	n.s.
<b>Quadrate 12mm 2018 + 2019</b>	71	<b>11</b>	28	99	n.s.

## 5. DISKUSSION UND EMPFEHLUNGEN

Die Untersuchungen der beiden Prüfscheiben begannen 2018 und wurden 2019 abgeschlossen. Zuvor lagen nur wenige Prüfergebnisse von Punktrastern vor und es waren keine Daten aus standardisierten experimentellen Untersuchungen, die Spiegelungen einbeziehen, für Markierungen mit so geringen Anteilen bedruckter Fläche verfügbar. 2018 wurde im Auftrag der Wiener Umweltschutzbehörde ein schwarzer Punktraster mit Punkten von 3 mm Durchmesser und einem Deckungsgrad von 3,6% geprüft. Dieser hat sich in den Tests als unwirksam erwiesen (Rössler 2019 b). Die im vorliegenden Bericht behandelten Probanden, schwarze Siebdruckmarkierungen auf Position #1, wiesen eine deutlich größere Dimensionierung auf. Es wurden schwarze Punkte mit 9mm Durchmesser und Quadrate mit 12 mm Seitenlänge bei Mittelpunktabständen von 90 mm und Deckungsgraden von 0,8 bzw. 1,8 % bedruckter Fläche geprüft. Beide Ergebnisse sind mit Blick auf die geringen Anteile bedruckter Fläche unerwartet gut.

Die hier vorgestellte Markierung „Quadrate 12mm“ zählt mit einem Ergebnis von 10 % Anflügen zur Prüfscheibe zu den derzeit besten der bisher unter Einbezug von Spiegelungen geprüften Markierungen und kann zur Verwendung als hochwirksame Markierung empfohlen werden.

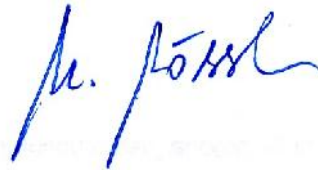


Für den „WIN-Test“, der Spiegelungen berücksichtigt und bei dem generell höhere „Fehlerquoten“ (Anflüge zur Prüfscheibe) als beim ONR-Versuch (ideale spiegelungsfreie Durchsicht) beobachtet werden, gibt es bisher noch keinen akkordierten Wert, der entsprechend der ONR 191040 eine Unterscheidung zwischen „hoch wirksamen“, „bedingt wirksamen“, „wenig wirksamen“ und unwirksamen Markierungen trifft, da für eine entsprechende Empfehlung eines „Grenzwertes“ die Zahl vergleichbarer Ergebnisse noch zu gering ist. Es zeichnet sich jedoch ab, dass dieser Wert nicht unter 15% liegen wird. Dementsprechend kann aus heutiger Sicht die zweite hier vorgestellte Markierung „Punkte 9mm“ mit einem Anteil von 14% der Richtungsentscheidungen zur Prüfscheibe ebenfalls zur Anwendung empfohlen werden.

## 6. LITERATUR

Rössler, M. 2019a: Vogelanprall an Glasflächen – Prüfbericht: Punktraster Anthrazit 9mm. Mit Vorversuchen zu Punktraster 6mm schwarz und weiß und Raster mit Quadraten 16mm schwarz. Prüfung unter Einbezug von Spiegelungen im Flugtunnel II der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf. Wien. 10pp.

Rössler, M. 2019b: Vogelanprall an Glasflächen – Prüfbericht: Punktraster Anthrazit 3 mm, Prüfung unter Einbezug von Spiegelungen im Flugtunnel II der Biologischen Station Hohen-Ringelsdorf. Wiener Umweltanwaltschaft, Wien. 9pp. <http://wua-wien.at/images/stories/publikationen/pruefbericht-punktraster-anthrazit-2019.pdf>



**coll  
labs**  
collision laboratories

DI Martin Rössler, collision laboratories – Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf, m\_roessler@gmx.at