

## Authors' response

Dear Referees,

Thank you for your comments.

We have addressed your remaining points and made the following changes to the manuscript.

We believe that the manuscript is now ready for publication in AMT.

Thank you.

Best regards,

Michael Rösch and Dan Cziczo

Referee 2:

*"Please make sure all abbreviations are defined at first use e.g. PNSD."*

We double checked the whole manuscript to define acronyms at first use.

*"Please provide information on what PSLs were used."*

Please see line 74 of the manuscript where is stated that we used NIST traceable PSL particles and the manufacturer of the PSLs. In line 156 we name the four diameters of the used PSLs for the experiments.

*"I am not sure how permanent the design information is. Could you put this in a public repository to stand up to time?"*

We believe Thingiverse is the correct archive site. It is dedicated to preservation of designs, specifically 3D printing designs, and has been in continued operation for over a decade. It is also open access for users which is an important aspect of the low-cost objectives of this project. With the increase in 3D printing, we do not believe there is a reason this site will not be in place for many years. Everyone can access and download the information or the design files. As suggested by the other referee we will also provide the design files and pictures as supplementary material.

We added the following sentences to the manuscript:

“Pictures of PROTeGE and post processing details for the instrument are also provided on the data repository as well as supplement to this study.”

“Data availability: The .stl files for PROTeGE are available at <https://www.thingiverse.com/thing:4444498> and also as supplement to this study.”

Referee 3:

*“The authors need to discuss the potential effects of composition in the manuscript. It needs to be explicitly stated that it was not tested, and that composition may deviate from stock solutions.”*

The effects of composition on the generated particles (size and number concentration) for the solutions used in this study were discussed in lines 175-186.

We added the following to the manuscript:

“The higher the concentration of the solution the larger the generated particles. Also compositions that were used in this study may deviate from stock solutions.”

*“The stability of the device against chemical attack by solvents should be discussed. (e.g. probably can’t be used with ethyl-acetate as solvent).”*

Indeed, all materials able to dissolve cured photo polymeric resin parts should not be used with the 3D printed particle generator. Therefore, we added the following paragraph to the manuscript:

“If one is in doubt about the usage of certain liquids with PROTeGE, please refer to the MSDS of the resin or contact the manufacturer for details about chemicals having dissolving properties on SLA 3D printed materials. Electro-plating the 3D printed generator will give it metal-like properties for better resistance against chemical attack.”

*“I appreciate the link to thingiverse. However, this link may be transient. The stl file and picture should also be published as supplement to the manuscript or posted in permanent archive that has a doi and prescribed lifespan.”*

We believe Thingiverse is the correct archive site. It is dedicated to preservation of designs, specifically 3D printing designs, and has been in continued operation for over a decade. It is also open access for users which is an important aspect of the low-cost objectives of this project. With the increase in 3D printing, we do not believe there is a reason this site will not

be in place for many years. Everyone can access and download the information or the design files. As suggested by the other referee we will also provide the design files and pictures as supplementary material.

We added the following sentences to the manuscript:

“Pictures of PROTeGE and post processing details for the instrument are also provided on the data repository as well as supplement to this study.”

“Data availability: The .stl files for PROTeGE are available at <https://www.thingiverse.com/thing:4444498> and also as supplement to this study.”

# Aqueous particle generation with a 3D printed nebulizer

Michael Rösch<sup>1,2</sup>, and Daniel J. Cziczo<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth, Atmospheric & Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology,

Cambridge, 02139, USA

<sup>2</sup>Department of Environmental Systems Science, Eidgenössische Technische Hochschule - ETH, Zurich, 8092, Switzerland

<sup>3</sup>Department of Civil Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 02139, USA

<sup>4</sup>Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Purdue University, West Lafayette, IN 47907 [USA](#)

*Correspondence to:* Michael Roesch ([michael.roesch@env.ethz.ch](mailto:michael.roesch@env.ethz.ch))

**Abstract.** In this study, we describe the design and testing of a high output stability, constant liquid feed nebulizer using the Venturi principle to generate liquid particles from solutions. This atomizer, the PRinted drOpleT Generator (PROTeGE) was manufactured using stereolithography (SLA) printing. Different concentrations of ammonium sulfate solutions were used to characterize the size and number concentration of the generated particles. A comparison of a 3D printed 0.5 mm orifice [against](#) a [commercially available](#) 0.5 mm brass orifice using the same ammonium sulfate [solution](#) was also performed. [The particle number concentration generated with the printed orifice was higher, by ~2x, than the particle number concentration generated with the brass orifice.](#)

PROTeGE is also capable of dispersing polystyrene latex spheres (PSLs) for calibration purposes. The particle number concentrations obtained in this study ranged from [~10,000 cm<sup>-3</sup>](#) for 0.75  $\mu\text{m}$  to  $\sim 100 \text{ cm}^{-3}$  for 5.0  $\mu\text{m}$  PSL particles with a dependence on the concentration of the dispersed solution. [For the different concentrated ammonium sulfate solutions particle](#)

Formatvorlagendefinition ... [3]

Formatvorlagendefinition: Überschrift 1

Formatvorlagendefinition: Überschrift 2

Formatvorlagendefinition ... [2]

Formatiert ... [5]

hat gelöscht:

Formatiert ... [4]

Formatiert ... [6]

hat gelöscht:

hat gelöscht:

hat gelöscht:

hat gelöscht:

hat gelöscht:

Formatiert ... [7]

hat gelöscht: USA ¶ ... [8]

Formatiert ... [9]

Formatiert ... [10]

hat gelöscht:

hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht: with

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht: more dimensionally accurate and symmetric [11]

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht: solutions

hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm

hat gelöscht: shown to be

hat gelöscht: 10000

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: 1

Formatiert ... [1]

44 number concentrations from  $\sim 14,000 \text{ cm}^{-3}$  for  $0.1 \text{ g L}^{-1}$  to  $7,600 \text{ cm}^{-3}$  for  $5.0 \text{ g L}^{-1}$  were  
45 measured. An additional measurement with a Scanning Electrical Mobility System (SEMS)  
46 was performed for the  $0.6 \text{ g L}^{-1}$  solution to measure particles in the size range of 10 nm to 1000  
47 nm. The generated particle number size distributions (PNSDs) showed a maximum at 50 nm  
48 with particle number concentrations of  $\sim 40,000 \text{ cm}^{-3}$ . PROTeGE is easy to manufacture and  
49 operate, low in maintenance, and cost-effective for laboratory and field generation of particles  
50 from aqueous media in a size range of 10 nm to 5000 nm.

51

## 52 1 Introduction

53

54 Reliable and cost-effective particle generation methods are necessary for applications  
55 where a well-defined mono- or polydisperse particle concentrations and size is required. High  
56 concentrations of monodisperse aerosol particles ( $>10^6 \text{ particles cm}^{-3}$ ) in the nm to  $\mu\text{m}$  diameter  
57 size range can be created by instruments utilizing vapor condensation and electrospray  
58 techniques. Similar concentrations and size ranges of aerosol particles can be produced from  
59 bulk solutions using a variety of instruments such as vibrating-orifice aerosol generators and  
60 ultrasonic nebulizers. Another common technique used to generate liquid aerosol particles is  
61 by pressurized-air nebulization. In this method, compressed air is utilized to shatter a solution  
62 into small aerosol droplets with a specific size distribution (Swiderska-Kowalczyk et al., 1997).  
63 Pressurized-air nebulizers have been used in numerous studies which require the generation of  
64 aqueous aerosol particles. For example, Wang et al. (2019) used a nebulizer to create  
65 ammonium sulfate seed particles in cloud droplet activation studies. Kong et al. (2018) created  
66 aqueous aerosol particles used to study deliquescence and ice nucleation in sea salt particles.  
67 These are two of many studies focused on the influence of aerosol particles in the Earth's  
68 atmosphere. Pressurized-air nebulizers are also used in pharmaceutical applications to produce

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: .

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht: →

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Formatiert: Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat formatiert: Englisch (USA)

Formatiert: Überschrift A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt.

hat gelöscht:

hat gelöscht:

hat formatiert: Englisch (USA)

Formatiert: Text A, Zeilenabstand: einfach

Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm

hat gelöscht: / $\text{cm}^3$

hat formatiert: Schriftart: Symbol

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht: SwiderskaKowalczyk

hat gelöscht: ¶

hat formatiert: Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftart: (Standard) Arial Unicode MS, Schriftfarbe: Schwarz, Arabisch

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: 2

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

76 nanometer-sized drug particles with a specific size distribution (Eerikainen et al., 2003). It is  
77 clear that the pressurized-air nebulizer is a ubiquitous instrument for studies or applications  
78 requiring aqueous aerosol particle generation. Although effective, commercial particle  
79 generation instruments may not be economically feasible for all research and teaching  
80 institutions wishing to perform these types of experiments.

81 Advances in 3D printing have made it possible to rapidly fabricate high-resolution ( $\mu\text{m}$ -  
82 scale) devices. Stereolithography, a form of 3D printing technology, creates objects in layers  
83 through the use of photopolymerization. In conjunction with Computer Aided Design (CAD),  
84 or Computer Aided Manufacturing (CAM) software, an ultraviolet (UV) laser is used to trace  
85 a pre-programmed design on to the surface of a photopolymer contained in a vat. The resin is  
86 photochemically solidified and forms a single layer of the desired object. The Form 2 SLA 3D  
87 printer (Formlabs, Inc.), used in this work, is capable of creating objects with a layer thickness  
88 of 25  $\mu\text{m}$ .

89 The Form 2 was previously used to fabricate PRIZE, a compact fluidized bed aerosol  
90 generator (Roesch et al. 2017). It was found that PRIZE was able to successfully disperse  
91 aerosol particles from dry material without creating artifact particles (particles generated from  
92 the material used to fabricate the generator). The impetus for this study, similar to the study  
93 presented in Roesch et al. 2017, was to fabricate a low-cost, constant pressure nebulizer, using  
94 a SLA 3D printer, PROTeGE. In the following two sections we describe how PROTeGE is  
95 designed and manufactured. The experimental setup and performance tests using different PSL  
96 and ammonium sulfate solutions is discussed. Three types of experiments were conducted to  
97 demonstrate the performance of PROTeGE: (1) an aerosol production experiment using four  
98 different sizes of PSL's, (Polysciences Inc., NIST traceable) ranging from 0.75 to 5.0  $\mu\text{m}$ , (2)  
99 experiments where different concentrations of ammonium sulfate solutions were dispersed and  
100 monitored over time with an optical particle sizer (OPS, Model 3330, TSI Inc.) and for the 0.6  
101  $\text{g L}^{-1}$  also with a SEMS (BMI Inc.), (3) an experiment comparing the performance of a printed

hat gelöscht:

hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftart: Symbol, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: (SLA)

hat gelöscht:

hat formatiert: Englisch (USA)

Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm, Erste Zeile: 1.27 cm, Abstand Nach: 0 Pt.

hat gelöscht:

hat formatiert: Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht:

hat gelöscht: 3

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

107 0.5 mm orifice to a 0.5 mm commercial brass orifice using the same ammonium sulfate solution  
108 of 0.6 g L<sup>-1</sup>.

hat formatiert: Schriftart: (Standard) Times, 13 Pt., Englisch (USA)

## 111 2 Methods

### 112 2.1. Design

113 PROTeGE was designed using a CAD program (Solidworks 2015, Dassault Systems). There  
114 are two versions: the first is printed as a single part including a 0.5 mm diameter orifice (Fig.  
115 1), while the second, featuring the same inner and outer dimensions, has an exchangeable nozzle  
116 to use various machined orifice diameters. The 0.5mm (0.02 in) orifice used in the comparison  
117 is a commercially available brass nozzle (Part Number 2943T887, McMaster-Carr) that is  
118 threaded into the pressurized air inlet of PROTeGE (Fig. 1d). This modular feature enables  
119 rapid exchange of nozzles with a different orifice diameter using the same printed unit. In  
120 contrast, the exclusively printed version of PROTeGE has a fixed orifice diameter for  
121 continuous and simple operation. Both versions are based on the generator designs of May,  
122 1973 and Liu & Lee, 1975. Unlike the repurposing of existing nebulizers built for other uses,  
123 such as medical applications (Reisner et al., 2001), PROTeGE was designed specifically for  
124 research applications e.g. instrument calibration and particle generation, similar to other  
125 custom-built nebulizers (Wex et al., 2015). In contrast to other generation systems, which are  
126 typically machined, PROTeGE is made from photopolymer resin (e.g. FLGPCL02, Formlabs  
127 Inc.), weights only ~50 g, and can therefore feature smaller overall dimensions.

128 The front inlet to PROTeGE is a 6.35 mm (0.25 in) barbed tube to connect to a pressurized  
129 airflow. The inlet is end-capped by the orifice. Directly following, and perpendicular oriented  
130 to the orifice, is the liquid feed 3.18 mm (0.125 in) inlet to the dispersible solution. Excess  
131 liquid from the nebulizing process exit the chamber through a 6.35 mm outlet at the bottom,  
132 dripping directly back into the feed bottle. Aqueous particles exit the chamber through the 9.53

Formatiert: Überschrift 2 A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt.

hat gelöscht:

hat gelöscht:

hat formatiert: Schriftart: Fett

Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht: computer aided design (

hat gelöscht: )

hat gelöscht: ¶

hat formatiert: Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: this study

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: within

hat gelöscht: 6183T63

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: screwed

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: Both versions include a printed GL45 bottle cap so that the aqueous material bottle can to directly attached to the nebulizer body.

hat gelöscht:

hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: 4

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

146 mm (0.375 in) aerosol outlet at the top. The overall dimensions of PROTeGE are 17 x 45 x 65  
147 mm (width, depth, height). Designed CAD files were converted to style files (.stl) to be readable  
148 by the 3D printer software (PreForm, Formlabs Inc.).

## 149 2.2. Manufacturing

150 The manufacturing and post-processing of the parts was performed as described by Roesch et  
151 al., 2017 using the same 3D printer software, clear photopolymer resin (FLGPCL02, Formlabs  
152 Inc.) and 3D SLA printer (Form 2, Formlabs Inc.). Modifications were made to the dimensions  
153 of the default contact points of the printing scaffolding; in this study scaffolding was reduced  
154 to 0.45 mm due to the overall smaller geometry of PROTeGE (i.e., lower mass needing to be  
155 supported). Using a resolution of 100 µm, eight complete PROTeGEs can be printed on the  
156 build surface at the same time, taking ~8 h.

157 A custom UV box was used to post-cure the printed parts. Inside the box, the printed parts were  
158 placed on a slow-moving turntable to be illuminated equally from all sides by 28 high-power  
159 LEDs emitting at 405 nm. It should be noted that the curing time depends on the size and wall  
160 thickness of the printed part; one hour per mm wall thickness is suggested. The post-curing  
161 time for PROTeGE was ~1 h. For more detailed information see the manufacturing section in  
162 Roesch et al., 2017. The cost to produce one PROTeGE is around ~\$2.50 depending on the type  
163 of resin and the percentage of scaffolding used. The commercial brass nozzle costs <\$10, so a  
164 total PROTeGE costs under \$15. For users with no access to a 3D printer, it is also possible to  
165 upload the .stl file for PROTeGE (provided at <https://www.thingiverse.com/thing:4444498>) to  
166 an online print service. Pictures of PROTeGE and post processing details for the instrument are  
167 also provided on the data repository as well as supplement to this study.

## 170 2.3. Experimental setup

hat formatiert: Schriftart: Lucida Grande, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht:

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht:

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Formatiert: Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftart: Fett

Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm

hat gelöscht:

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht:

hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht: slow moving

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

hat gelöscht:

Feldfunktion geändert

hat formatiert: Ohne, Englisch (USA)

hat gelöscht:

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Formatiert: Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

hat formatiert: Ohne, Englisch (USA)

hat formatiert: Ohne, Schriftart: Fett

Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm

hat gelöscht:

hat formatiert: Ohne, Deutsch

hat formatiert: Ohne

hat gelöscht: 5

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach



A schematic of the experimental setup including the relevant flow rates used in this study is shown in Fig. 2. Dry, filtered, pressurized air was used as the carrier gas. The input flow rate of 1.7 L min<sup>-1</sup> (at 35 psi) into PROTeGE was controlled by a rotameter (MR3A, Omega Engineering). A high velocity jet is created by the expansion of the pressurized air through the orifice. As a result, the pressure behind the orifice drops, the liquid is pulled upward from the feed bottle, and the high velocity jet disperses the liquid solution into droplets. Large droplets that are unable to follow the streamlines through the aerosol outlet are removed by impaction at the curved wall; these drip back as excess liquid into the feed bottle through a drain outlet at the bottom of PROTeGE. For these experiments, the droplets from the aerosol outlet were subsequently dried using a silica gel drier. Downstream, the flow of residuals (remaining solid cores of the droplets) was split into two flows. The first is sent to the OPS, to determine PNSDs in the size range of 0.3 to 10 µm and the remainder through a filter (IDN-4G, Parker) open to lab. Unless otherwise noted, all experiments presented here were performed using the brass nozzle with a 0.3 mm orifice and the previously stated pressures and flow rates.

### 3. Results

In this study three types of experiments were conducted: (1) an aerosol production experiment using four different sizes of PSL's, ranging from 0.75 to 5.0 µm, (2) an application experiment where different concentrated ammonium sulfate solutions were dispersed and monitored over time with the OPS and for the 0.6 g L<sup>-1</sup> also with the SEMS, (3) a comparison experiment on the performance of a printed 0.5 mm orifice versus a 0.5 mm commercial brass orifice using the same ammonium sulfate solution. For all experiments the PNSDs of the droplet residuals (i.e., after drying) were measured with the OPS. Prior to each experiment, PROTeGE was immersed in a jar with Distilled De-ionized (DDI) 18.2 MΩ·cm Millipore water and sonicated for 10 minutes in an ultrasonic bath to ensure clean inner surfaces. Afterwards, PROTeGE was dried using pressurized nitrogen and connected to

|                                                            |          |
|------------------------------------------------------------|----------|
| hat formatiert                                             | ... [13] |
| hat gelöscht: an optical particle sizer (                  |          |
| hat gelöscht: Model 3330, TSI Inc.)                        |          |
| hat gelöscht: particle number size distributions (PNSD)    |          |
| hat formatiert                                             | ... [14] |
| hat formatiert                                             | ... [15] |
| hat formatiert                                             | ... [16] |
| hat gelöscht:                                              |          |
| hat formatiert                                             | ... [17] |
| hat gelöscht:                                              |          |
| hat formatiert                                             | ... [18] |
| Formatiert                                                 | ... [19] |
| hat formatiert                                             | ... [20] |
| hat formatiert                                             | ... [21] |
| Formatiert                                                 | ... [22] |
| hat gelöscht:                                              |          |
| hat formatiert                                             | ... [23] |
| hat gelöscht: to demonstrate the performance of PROTeGE: * |          |
| hat formatiert                                             | ... [24] |
| hat gelöscht: An                                           |          |
| hat formatiert                                             | ... [25] |
| hat gelöscht: polystyrene latex spheres (                  |          |
| hat formatiert                                             | ... [26] |
| hat gelöscht: Polysciences Inc., NIST traceable)           |          |
| hat formatiert                                             | ... [27] |
| hat gelöscht: .                                            |          |
| hat formatiert                                             | ... [28] |
| hat gelöscht: An                                           |          |
| hat formatiert                                             | ... [29] |
| hat gelöscht: .                                            |          |
| hat formatiert                                             | ... [30] |
| hat gelöscht: An                                           |          |
| hat formatiert                                             | ... [31] |
| hat gelöscht: comparing                                    |          |
| hat formatiert                                             | ... [32] |
| hat gelöscht: to                                           |          |
| hat formatiert                                             | ... [33] |
| hat gelöscht: an                                           |          |
| hat formatiert                                             | ... [34] |
| hat gelöscht: PNSD                                         |          |
| hat formatiert                                             | ... [35] |
| hat gelöscht: was                                          |          |
| hat formatiert                                             | ... [36] |
| hat gelöscht:                                              |          |
| hat formatiert                                             | ... [37] |
| hat formatiert                                             | ... [38] |
| hat gelöscht: double distilled deionized                   |          |
| hat formatiert                                             | ... [39] |
| hat gelöscht: *                                            |          |
| hat formatiert                                             | ... [40] |
| hat gelöscht: 6                                            |          |

249 the setup. Each of the four samples was prepared in a separate 100 ml glass bottle, using 80 ml  
 250 of DDI water plus multiple drops of the respective PSL solution (0.75  $\mu\text{m}$ , 1.5  $\mu\text{m}$ , 2.0  $\mu\text{m}$ , 5.0  
 251  $\mu\text{m}$ ). The generated number concentration of PSL particles strongly depends on the  
 252 concentration of the prepared PSL sample. Therefore, the higher the concentration of the  
 253 solution, the higher the generated particle number concentration. A time-series measurement of  
 254 420 seconds was performed for each of the four PSL samples. The obtained PNSDs showed  
 255 particle number concentrations of  $\sim 10,000 \text{ cm}^{-3}$  for 0.75  $\mu\text{m}$  PSL particles,  $\sim 1,000 \text{ cm}^{-3}$  for 1.5  
 256  $\mu\text{m}$  PSL particles,  $\sim 800 \text{ cm}^{-3}$  for 2.0  $\mu\text{m}$  PSL particles to  $\sim 100 \text{ cm}^{-3}$  for 5.0  $\mu\text{m}$  PSL particles  
 257 (Fig. 3). All four investigated PSL samples showed a narrow PNSD except the 5.0  $\mu\text{m}$  PSL  
 258 sample where a fraction of sub-micrometer particles was detected (Fig. 3d). This fraction of  
 259 particles likely originates from the solution matrix in which the PSLs are suspended. Overall  
 260 the generated PNSDs were stable over their measured period of time while only the 1.5  $\mu\text{m}$   
 261 PSL sample showed a slight decrease. These data show that the curved design of the chamber  
 262 enables PROTeGE to disperse PSL particles with diameter up to 5.0  $\mu\text{m}$ .  
 263 In addition to the PSL measurements, ammonium sulfate experiments with different solution  
 264 concentrations (0.1  $\text{g L}^{-1}$ , 0.6  $\text{g L}^{-1}$ , 5.0  $\text{g L}^{-1}$ ) and an experiment to determine the performance  
 265 of the printed 0.5 mm orifice versus the 0.5 mm brass orifice using the same ammonium sulfate  
 266 solution of 0.6  $\text{g L}^{-1}$  were conducted. The three solutions were again prepared in separate 100  
 267 ml glass bottles using DDI 18.2 M $\Omega\cdot\text{cm}$  Millipore water. The cleaning procedure of PROTeGE  
 268 was identical to the one described above for the PSL experiments.  
 269 For the lowest concentration of aqueous ammonium sulfate solution (0.1  $\text{g L}^{-1}$ ) the maximum  
 270 particle number concentration of  $\sim 14,000 \text{ cm}^{-3}$  was observed in the 0.3  $\mu\text{m}$  bin of the OPS (Fig.  
 271 4a). The overall width of the generated PNSDs ranged from 0.3  $\mu\text{m}$  up to 0.6  $\mu\text{m}$ . Compared to  
 272 the higher concentrated solutions of 0.6  $\text{g L}^{-1}$  and 5.0  $\text{g L}^{-1}$  this is rather narrow. Dispersing the  
 273 0.6  $\text{g L}^{-1}$  solution of ammonium sulfate generated PNSDs in the range of 0.3  $\mu\text{m}$  up to 1.5  $\mu\text{m}$   
 274 with a maximum particle number concentration of  $\sim 8,200 \text{ cm}^{-3}$  in the 0.5  $\mu\text{m}$  detection bin of

- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)
- hat gelöscht: PNSD
- hat formatiert ... [41]
- hat gelöscht: from  $\sim 10000$
- hat formatiert ... [42]
- hat gelöscht: PNSD's
- hat formatiert ... [43]
- hat gelöscht: in.
- hat formatiert ... [44]
- hat gelöscht: makes
- hat formatiert ... [45]
- hat gelöscht: capable of dispersing
- hat gelöscht: at least
- hat formatiert ... [47]
- hat gelöscht: micrometers.
- hat formatiert ... [46]
- hat gelöscht: ... [48]
- hat formatiert ... [49]
- hat gelöscht:
- hat formatiert ... [50]
- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)
- hat gelöscht: 14000
- hat formatiert ... [51]
- hat gelöscht: 8200
- hat formatiert ... [52]
- hat gelöscht: 7
- Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

the OPS (Fig. 4b). For the highest concentration of 5.0 g L<sup>-1</sup>, the generated PNSDs ranged from 1.0 µm to 2.4 µm with a maximum particle number concentration of ~7,600 cm<sup>-3</sup> (Fig. 4c). For the 0.6 g L<sup>-1</sup> solution an additional experiment using the SEMS instrument was performed. The size range was scanned from 10 nm to 1000 nm with a resolution of 60 bins and a sampling rate of 1 second per bin. The maximum particle number concentration was found at ~50 nm with ~40,000 cm<sup>-3</sup>. The average PNSD for a 420 second sampling period is shown in Fig. 4d. During the experiment the generated size distributions did not change over time. Combining the obtained size distributions from SEMS and OPS shows that PROTeGE is capable of generating particles as small as 10 nm up to 2.4 µm based on the dispersed ammonium sulfate solution. The higher the concentration of the solution the larger the generated particles. Also compositions that were used in this study may deviate from stock solutions. Overall, the generated particle number concentrations for the different tested ammonium sulfate solutions are high enough (> 1,000 cm<sup>-3</sup>) to operate particle size selection instruments downstream of PROTeGE, e.g. a differential mobility analyzer (DMA), assuming ~10% of the introduced particles are selected as monodisperse aerosol particles. In order to investigate the performance of an integrally printed 0.5 mm orifice versus the commercial brass nozzle the same 0.6 g L<sup>-1</sup> ammonium sulfate solution was used. Visual observations of the printed 0.5 mm orifice showed that there were sometimes imperfections and asymmetries in the roundness of the printed orifice. It was therefore necessary to post-drill the printed orifice with a 0.5 mm bit by hand, which was done for the PROTeGE used in experiment described here. The generated particle number concentration with the printed orifice was ~4,500 cm<sup>-3</sup> versus ~2,400 cm<sup>-3</sup> for the brass nozzle, with minimal difference in PNSD shape. The printed nozzle exhibited a broader shoulder from 0.3 µm to 0.5 µm with higher particle number concentrations than the brass nozzle. The latter showed a decline with the highest particle number concentration at 0.3 µm leveling out to 1.0 µm. Overall, the width of both PNSDs ranged from 0.3 µm to 1.0 µm (Fig. 5).

|                                                                                          |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| hat formatiert                                                                           | ... [54] |
| hat gelöscht: 7600                                                                       |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [55] |
| hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                              |          |
| hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                              |          |
| Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm                                                  |          |
| hat gelöscht: will be sufficient                                                         |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [56] |
| hat gelöscht:                                                                            |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [57] |
| hat formatiert                                                                           | ... [58] |
| hat gelöscht: and this                                                                   |          |
| hat gelöscht: experiments                                                                |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [59] |
| hat formatiert                                                                           | ... [60] |
| hat gelöscht: mean ...article number concentration with the printed orifice was ~4500... | ... [61] |
| hat formatiert                                                                           | ... [62] |
| hat gelöscht: -3                                                                         |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [63] |
| hat gelöscht: 2400                                                                       |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [64] |
| hat gelöscht: m-3                                                                        |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [65] |
| hat gelöscht: . Both orifices generated similar PNSDs                                    |          |
| hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                                    |          |
| hat gelöscht: their maximum                                                              |          |
| hat formatiert                                                                           | ... [66] |
| hat gelöscht: 1.0 µm at largest (Fig. 5).                                                |          |
| hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                                    |          |
| Formatiert                                                                               | ... [67] |
| hat formatiert                                                                           | ... [68] |
| hat gelöscht: 8                                                                          |          |
| Formatiert                                                                               | ... [53] |

350 **4. Conclusion**

351 In this study, we described the design and the performance of a low-cost particle generator –

352 PROTeGE. The experiments presented here show the PROTeGE capability for generating four

353 different sizes of PSL particles between 0.75  $\mu\text{m}$  and 5.0  $\mu\text{m}$  with resulting particle number

354 concentrations between  $100\text{ cm}^{-3}$  and  $\sim 10,000\text{ cm}^{-3}$ . This enables PROTeGE to be used as a

355 simple and cost-effective particle generation unit for calibration purposes. In addition, we show

356 the results of experiments using different concentrations of ammonium sulfate solutions. The

357 generated PNSDs ranged from 10 nm up to 2.4  $\mu\text{m}$ , based on the dispersed solution, with stable

358 output concentrations demonstrating that particle size selection instruments can be used

359 downstream of PROTeGE. Finally, we compared the performance of a commercially machined

360 brass 0.5 mm orifice to a 3D printed 0.5 mm orifice. Both nozzles showed PNSDs ranging from

361 0.3  $\mu\text{m}$  to 1.0  $\mu\text{m}$  with a broader shoulder for the printed nozzle between 0.3  $\mu\text{m}$  and 0.5  $\mu\text{m}$

362 compared to the brass orifice. Also the total particle number concentration generated with the

363 printed orifice was almost two times higher than the total particle number concentration

364 generated with the brass orifice.

365 Due to the low cost of PROTeGE ( $\sim \$15$ , material costs), multiple generators can be used in

366 parallel to reduce experimental time while running more samples. If one is in doubt about the

367 usage of certain liquids with PROTeGE, please refer to the MSDS of the resin or contact the

368 manufacturer for details about chemicals having dissolving properties on SLA 3D printed

369 materials. Electro-plating the 3D printed generator will give it metal-like properties for better

370 resistance against chemical attack.

371

372 Data availability: The .stl files for PROTeGE are available at

373 <https://www.thingiverse.com/thing:4444498> and also as supplement to this study.

374

- hat formatiert: Ohne, Französisch
- hat gelöscht:
- hat formatiert: Ohne, Französisch
- hat formatiert ... [70]
- hat gelöscht: 10000
- hat formatiert ... [71]
- hat gelöscht: cost effective
- hat formatiert: Ohne, Englisch (USA)
- hat gelöscht: 0.3  $\mu\text{m}$
- hat formatiert ... [72]
- hat gelöscht: Both orifices performed well, while the mean
- hat formatiert ... [73]
- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)
- Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm
- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)
- hat gelöscht:
- hat formatiert ... [74]
- hat gelöscht:
- hat formatiert: Englisch (USA)
- Formatiert: Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach
- hat formatiert: Ohne, Farbe: Rot, Schriftfarbe: Rot, Englisch (USA)
- Formatiert: Text A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach
- hat gelöscht: up on request.
- hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)
- Feldfunktion geändert
- hat formatiert: Farbe: Rot, Englisch (USA)
- hat gelöscht:
- hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)
- hat formatiert: Farbe: Rot, Englisch (USA)
- Formatiert ... [75]
- hat gelöscht: 9
- Formatiert ... [69]

393 Authors contribution: MR and DJC contributed both equally to the manuscript. The  
394 experiments were conducted by MR.

396 Competing interests: The authors declare that they have no conflict of interest.

## 400 References

402 Eerikainen, H., Watanabe, W., Kauppinen, E. I. and Ahonen, P. P: Aerosol flow reactor method  
403 for synthesis of drug nanoparticles, Euro. J. Pharma. and Biopharma., 55,3, 357-360, 2003.

405 Kong, X., Wolf, M., Roesch, M., Thomson, E. S., Bartles-Rausch, T., Alpert, P. A., Ammann,  
406 M., Prisle, N. L., and Cziczo, D. J.: A continuous flow diffusion chamber study of sea salt  
407 particles acting as cloud nuclei: deliquescence and ice nucleation, Tellus B, 70,  
408 doi:10.1080/16000889.2018.1463806, 2018.

410 Liu, B. Y. H., and Lee, : An Aerosol Generator of High Stability, Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 36,  
411 861–865, 1975.

413 May, K.R.: The Collusion Nebulizer: Description, Performance and Application, J. Aero. Sci.,  
414 4, 235–243, 1973.

|                |           |
|----------------|-----------|
| hat formatiert | ... [77]  |
| Formatiert     | ... [78]  |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [79]  |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [80]  |
| Formatiert     | ... [81]  |
| hat formatiert | ... [82]  |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [83]  |
| Formatiert     | ... [84]  |
| hat formatiert | ... [85]  |
| hat gelöscht:  | ... [86]  |
| hat formatiert | ... [87]  |
| hat formatiert | ... [88]  |
| Formatiert     | ... [89]  |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [90]  |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [91]  |
| Formatiert     | ... [92]  |
| hat formatiert | ... [93]  |
| hat formatiert | ... [94]  |
| Formatiert     | ... [95]  |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [96]  |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [97]  |
| hat formatiert | ... [99]  |
| Formatiert     | ... [98]  |
| hat formatiert | ... [100] |
| Formatiert     | ... [101] |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [102] |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [103] |
| Formatiert     | ... [104] |
| hat formatiert | ... [105] |
| hat formatiert | ... [106] |
| Formatiert     | ... [107] |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [108] |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [109] |
| Formatiert     | ... [110] |
| hat formatiert | ... [111] |
| hat formatiert | ... [112] |
| Formatiert     | ... [113] |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [114] |
| hat gelöscht:  |           |
| hat formatiert | ... [115] |

451 [Reisner, C., Katial, R. K., Bartelson, B. B., Buchmeir, A., Rosenwasser, L. J., Nelson, H. S.:](#)  
 452 [Characterization of aerosol output from various nebulizer/compressor combinations, A. All.](#)  
 453 [Asth. Immun. , 1081-1206, 86, 5, 566-574, 2001.](#)  
 454  
 455 [Roesch, M., Roesch, C., and Cziezo, D. J.: Dry particle generation with a 3-D printed fluidized-](#)  
 456 [bed generator, Atmos. Meas. Tech., 10, 1999–2007, 2017.](#)  
 457  
 458 [Swiderska-Kowalczyk, M., Gomez, F. J., Martin, M.: Particle generation methods applied in](#)  
 459 [large-scale experiments on aerosol behavior and source term studies, Inform. Tech. Cie., 819,](#)  
 460 [1997.](#)  
 461  
 462 [Wex, H., Augustin-Bauditz, S., Boose, Y., Budke, C., Curtius, J., Diehl, K., Dreyer, A., Frank,](#)  
 463 [F., Hartmann, S., Hiranuma, N., Jantsch, E., Kanji, Z. A., Kiselev, A., Koop, T., Möhler, O.,](#)  
 464 [Niedermeier, D., Nillius, B., Rösch, M., Rose, D., Schmidt, C., Steinke, I., and Stratmann, F.:](#)  
 465 [Intercomparing different devices for the investigation of ice nucleating particles using](#)  
 466 [<sup>®</sup> Snomax as test substance, Atmos. Chem. Phys., 15, 1463–1485, 2015.](#)  
 467  
 468 [Wang, J., Shilling, J. E., Liu, J., Zelenyuk, A., Bell, D. M., Petters, M. D., Thalman, R., Mei,](#)  
 469 [F., Zaveri, R. and Zheng, G.: Cloud droplet activation of secondary organic aerosol is mainly](#)  
 470 [controlled by molecular weight, not water solubility, Atmos. Chem. Phys. 19, 941-954, 2019.](#)  
 471

hat formatiert ... [120]  
 Formatiert ... [121]  
 hat gelöscht: ¶  
 hat formatiert ... [122]  
 hat gelöscht: ¶  
 hat formatiert ... [123]  
 hat gelöscht:  
 hat formatiert ... [124]  
 hat gelöscht: → → → → ¶  
 hat formatiert ... [125]  
 hat formatiert ... [126]  
 Formatiert ... [127]  
 hat gelöscht:  
 hat formatiert ... [128]  
 hat gelöscht:  
 hat formatiert ... [129]  
 Formatiert ... [130]  
 hat formatiert ... [131]  
 hat formatiert ... [132]  
 Formatiert ... [133]  
 hat gelöscht:  
 hat formatiert ... [134]  
 hat gelöscht:  
 hat formatiert ... [135]  
 Formatiert ... [136]  
 hat formatiert ... [137]  
 Formatiert ... [138]  
 hat gelöscht: ¶  
 hat formatiert ... [139]  
 hat verschoben (Einfügung) [1]  
 hat formatiert ... [140]  
 hat verschoben (Einfügung) [2]  
 hat formatiert ... [141]  
 hat gelöscht: ® ¶  
 hat formatiert ... [142]  
 hat formatiert ... [143]  
 Formatiert ... [144]  
 hat formatiert ... [145]  
 hat nach oben verschoben [1]: Chem.  
 hat formatiert ... [146]  
 hat gelöscht: ¶  
 hat formatiert ... [147]  
 hat nach oben verschoben [2]: Phys., 15, 1463–  
 hat formatiert ... [148]  
 hat gelöscht: ¶  
 hat formatiert ... [149]  
 hat formatiert ... [150]  
 hat formatiert ... [151]  
 Formatiert ... [152]  
 hat formatiert ... [153]  
 hat gelöscht:  
 hat formatiert ... [154]  
 hat gelöscht: ¶  
 hat gelöscht: ¶

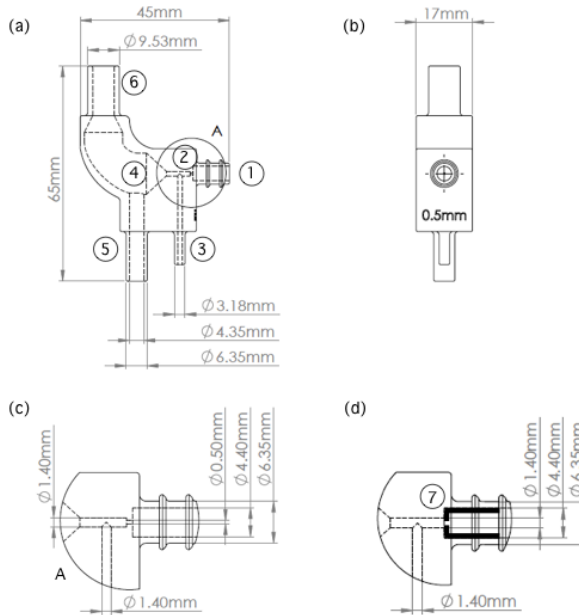


Figure 1: Dimensioned drawings of PROTeGE: (a) side view; (b) front view; (c) detailed view of the inlet section with the printed 0.5mm orifice; (d) detailed view of the inlet section with the exchangeable nozzle/orifice. PROTeGE consists of: (1) a pressurized air inlet, (2) a printed 0.5mm orifice, (3) a liquid feed inlet, (4) a central impaction chamber, (5) the drain outlet, (6) an aerosol outlet, and an optional (7) exchangeable orifice.

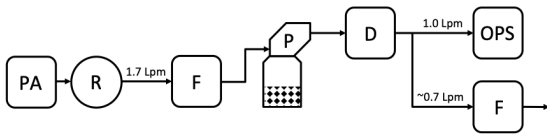


Figure 2: Schematic of the experimental setup used in this study. A dry pressurized air flow (PA) was passed through a rotameter (R) to control the flow rate and a filter (F) upstream of PROTeGE (P). Generated droplets were dried with silica gel (D) before the flow of particles was directed into an OPS with excess flow discarded through a filter (F).

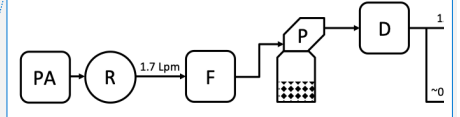
Formatiert: Beschriftung, Einzug: Links: 0 cm, Rechts: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht:

hat formatiert: Ohne

hat gelöscht:



hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Englisch (USA)

Formatiert: Beschriftung, Einzug: Links: 0 cm, Rechts: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

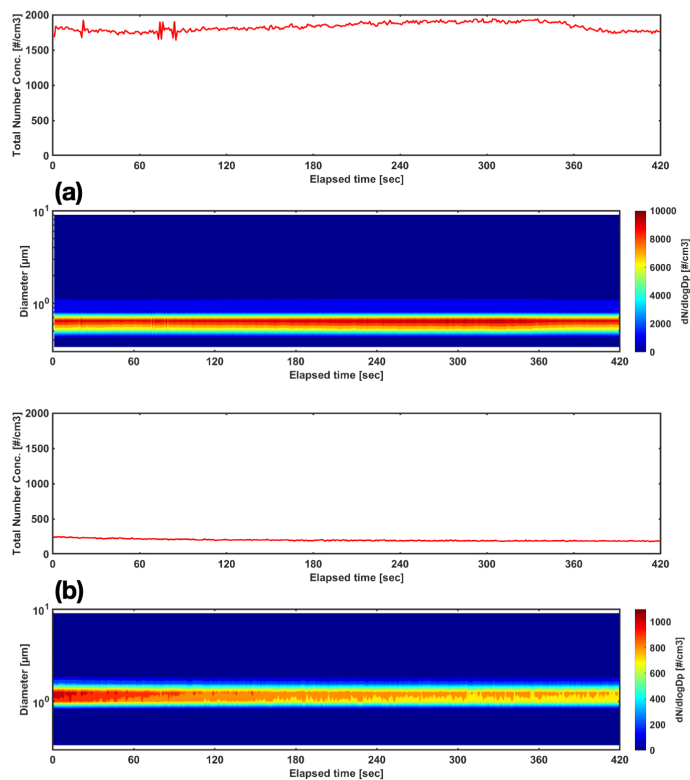
hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht:

hat formatiert: Ohne

hat gelöscht: 12

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach



534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
|

hat gelöscht: .....Abschnittswechsel (Nächste Seite).....

<Objekt>228 → ¶

<Objekt>228 → ¶

229

hat formatiert: Englisch (USA)

hat formatiert: Englisch (USA)

hat gelöscht: 13

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach



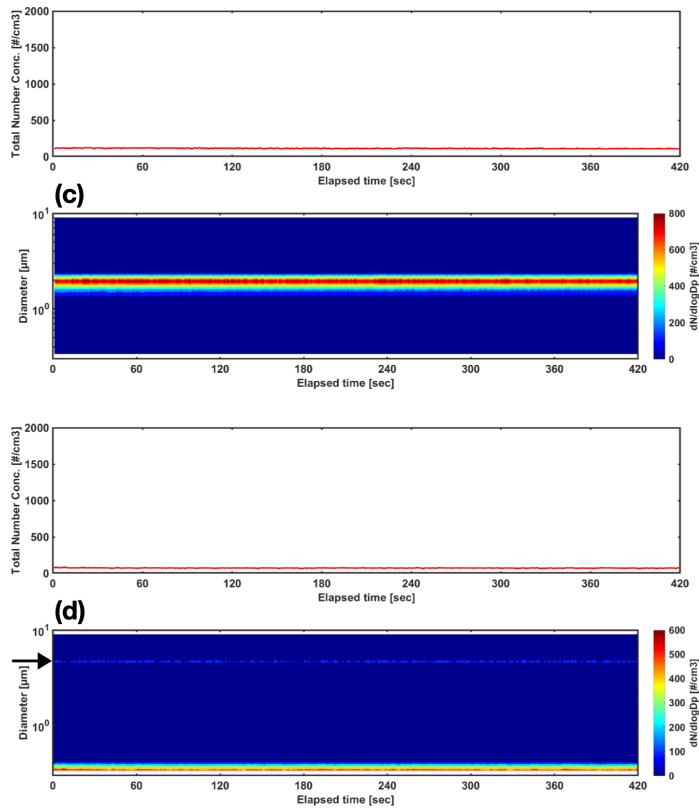


Figure 3: Total particle number concentrations and particle number size distributions as function of time for different sized polystyrene latex spheres generated with PROTeGE and detected by the OPS: (a) 0.75  $\mu\text{m}$ ; (b) 1.5  $\mu\text{m}$ ; (c) 2.0  $\mu\text{m}$ ; (d) 5.0  $\mu\text{m}$  where the black arrow denotes the PSL size and the small particles represent atomized matrix material (see text for details).

Formatiert: Beschriftung, Einzug: Links: 0 cm, Rechts: 0 cm, Abstand Vor: 0 Pt., Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht: 230

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht: 231

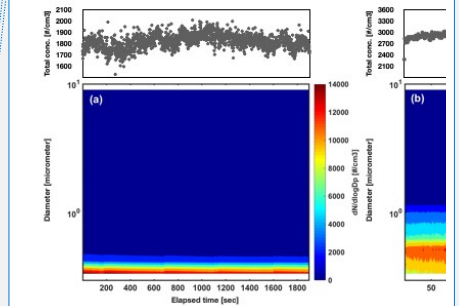
hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht:

hat formatiert: Ohne

hat gelöscht: 232 →

233 →



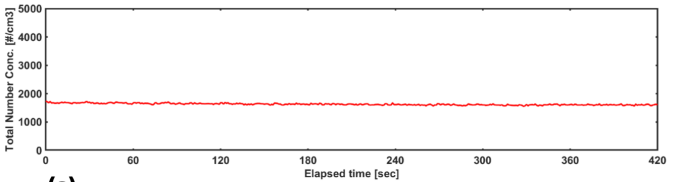
234 →

235 →

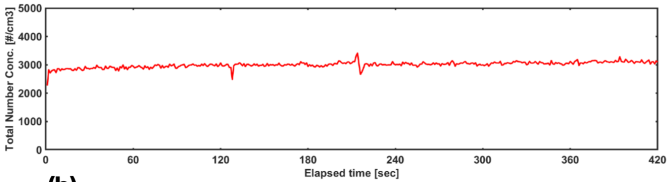
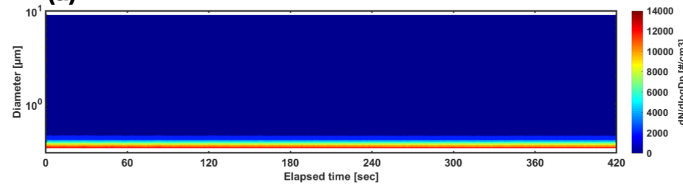
hat gelöscht: 14

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

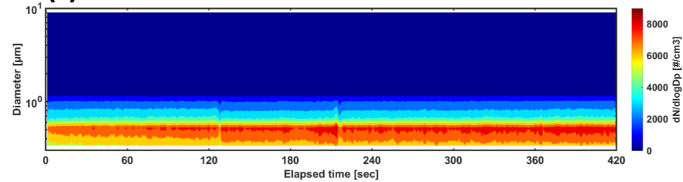
561



(a)



(b)



562

563

564

565

15

hat gelöscht: 15

Formatiert: Fußzeile, Einzugs: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

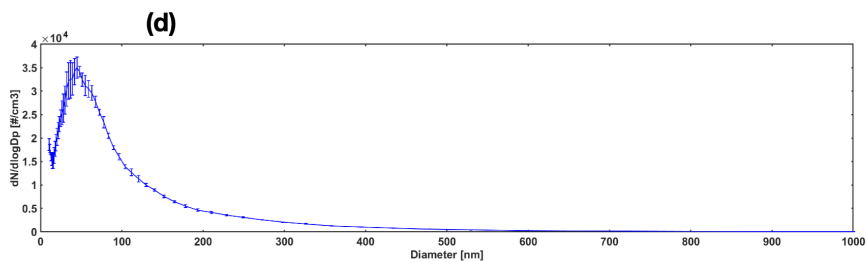
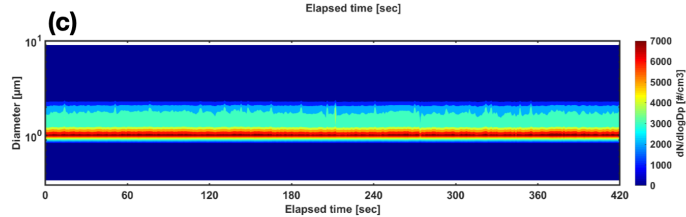
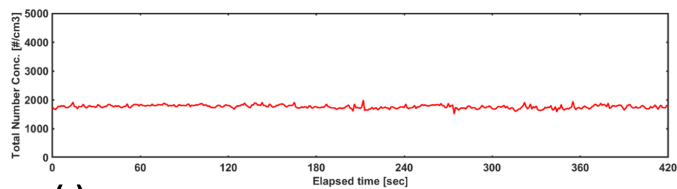


Figure 4: Total particle number concentrations and particle number size distributions as a function of time of aqueous ammonium sulfate particles; (a) 0.1 g L<sup>-1</sup>; (b) 0.6 g L<sup>-1</sup>; (c) 5.0 g L<sup>-1</sup>; (d) Average particle number size distribution from 10 nm to 1000 nm measured with the SEMS for aqueous ammonium sulfate particles of 0.6 g L<sup>-1</sup>.

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht: and of concentration

Formatiert: Beschriftung, Einzug: Links: 0 cm, Rechts: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht: 236 →

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

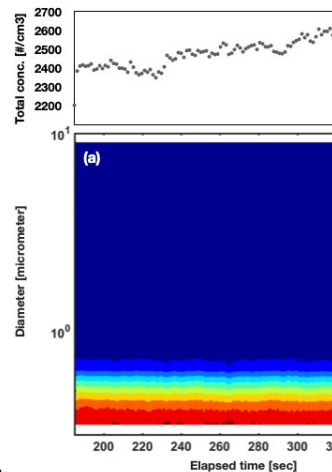
hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

hat gelöscht: .

hat formatiert: Schriftfarbe: Schwarz

hat formatiert: Ohne



hat gelöscht:

237 →

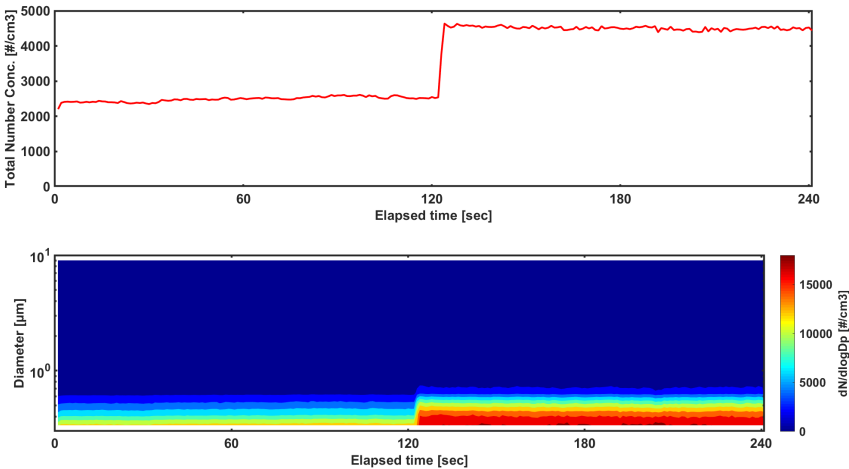
238 →

239

hat gelöscht: 16

Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

579



580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587

Figure 5: Total particle number concentrations and particle number size distributions as a function of time of aqueous ammonium sulfate particles at 0.6 g L<sup>-1</sup>: 0.5mm brass orifice, from 0-120 sec; 0.5mm printed orifice, from 120-240 sec.

- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz
- Formatiert: Beschriftung, Einzug: Links: 0 cm, Rechts: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach
- hat gelöscht: of aqueous ammonium
- hat gelöscht: for
- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz
- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz
- hat gelöscht: 240
- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz
- hat gelöscht: (a)
- hat formatiert: Schriftart: Schriftfarbe: Schwarz
- hat formatiert: Ohne, Schriftfarbe: Schwarz
- hat gelöscht: ; (b) 0.5mm brass orifice.
- hat formatiert: Schriftart: Schriftfarbe: Schwarz
- hat gelöscht: 17
- Formatiert: Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

|                          |         |                   |
|--------------------------|---------|-------------------|
| Seite 13: [1] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|--------------------------|---------|-------------------|

Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

|                                       |         |                   |
|---------------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [2] Formatvorlagendefinition | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------------------|---------|-------------------|

Zeilennummer: Schriftart: 10 Pt., Schriftfarbe: Automatisch

|                                       |         |                   |
|---------------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [3] Formatvorlagendefinition | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------------------|---------|-------------------|

Standard: Schriftart: Schriftfarbe: Automatisch, Rahmen: : (Kein Rahmen), Links, Einzug: Links: 0 cm, Erste Zeile: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach, Rahmen: Oben: (Kein Rahmen), Unten: (Kein Rahmen), Links: (Kein Rahmen), Rechts: (Kei

|                         |         |                   |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [4] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-------------------------|---------|-------------------|

MS title, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                         |         |                   |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [5] Formatiert | MRoesch | 05.11.20 05:40:00 |
|-------------------------|---------|-------------------|

Links: 2.5 cm, Rechts: 2.5 cm, Oben: 2.5 cm, Unten: 2 cm, Breite: 20.99 cm, Höhe: 23.99 cm, Kopfzeilenabstand vom Rand: 0 cm, Fußzeilenabstand vom Rand: 1.3 cm, Nummerierung: Fortlaufend

|                         |         |                   |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [6] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-------------------------|---------|-------------------|

Authors, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                         |         |                   |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [7] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-------------------------|---------|-------------------|

Affiliation, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [8] hat gelöscht | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

|                         |         |                   |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [9] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-------------------------|---------|-------------------|

Affiliation, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                          |         |                   |
|--------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [10] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|--------------------------|---------|-------------------|

Correspondence, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                            |         |                   |
|----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 1: [11] hat gelöscht | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|----------------------------|---------|-------------------|

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 13: [12] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [13] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [14] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [14] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [15] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [17] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [17] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [18] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                          |         |                   |
|--------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [19] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|--------------------------|---------|-------------------|

Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [20] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [21] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:13:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftart: Fett

|                          |         |                   |
|--------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [22] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|--------------------------|---------|-------------------|

Text A, Einzug: Links: 0 cm

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [23] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [24] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [24] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [24] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [25] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [25] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [26] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [26] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [26] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [26] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [27] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

|                                       |         |                   |
|---------------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [28] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [29] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [29] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [30] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [30] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [31] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [31] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [32] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [32] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [33] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [33] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [33] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [34] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [34] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [35] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [35] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [36] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |
| Seite 6: [36] hat formatiert          | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA) |         |                   |

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [38] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [39] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [39] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [39] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [40] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 6: [40] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [41] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [41] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [42] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [42] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [42] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [42] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [43] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [43] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [43] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [44] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [44] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [45] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|





Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [52] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 7: [52] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 13: [53] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [54] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [54] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [54] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [54] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [54] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [55] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [55] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [55] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [55] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [56] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [56] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [56] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [57] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [57] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [58] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [59] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [59] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [60] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [60] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [60] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                            |         |                   |
|----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [61] hat gelöscht | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|----------------------------|---------|-------------------|

x

|                            |         |                   |
|----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [61] hat gelöscht | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|----------------------------|---------|-------------------|

x

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [62] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [62] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [63] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftart: 8 Pt., Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA), Nicht Hochgestellt/  
Tiefgestellt

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [63] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftart: 8 Pt., Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA), Nicht Hochgestellt/  
Tiefgestellt

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [64] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [64] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [65] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [65] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [65] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                              |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 8: [66] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|------------------------------|---------|-------------------|

Text A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt.

Seite 8: [68] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Englisch (USA)

Seite 8: [68] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Englisch (USA)

Seite 13: [69] Formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

Seite 9: [70] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Ohne, Englisch (USA)

Seite 9: [70] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Ohne, Englisch (USA)

Seite 9: [70] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Ohne, Englisch (USA)

Seite 9: [70] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Ohne, Englisch (USA)

Seite 9: [71] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Englisch (USA)

Seite 9: [71] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Englisch (USA)

Seite 9: [72] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Englisch (USA)

Seite 9: [72] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Englisch (USA)

Seite 9: [72] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Englisch (USA)

Seite 9: [73] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:13:00

Englisch (USA)

Seite 9: [73] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:13:00

Englisch (USA)

Seite 9: [73] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:13:00

Englisch (USA)

Seite 9: [74] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Seite 9: [74] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:07:00

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Seite 9: [75] Formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [78] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

Text A, Einzug: Links: 0 cm

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [79] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [79] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [80] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [81] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [82] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Farbe: Rot, Englisch (USA)

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [83] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Farbe: Rot, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [84] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

Text A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [85] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [85] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                             |         |                   |
|-----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [86] hat gelöscht | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-----------------------------|---------|-------------------|

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [87] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Englisch (USA)

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [88] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Französisch

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [89] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

Überschrift A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt.

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [90] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Farbe: Rot, Schriftfarbe: Rot, Französisch

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [91] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:13:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                           |         |                   |
|---------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [92] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|---------------------------|---------|-------------------|

Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [93] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Englisch (USA)

|                               |         |                   |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [94] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|-------------------------------|---------|-------------------|

|                                                     |         |                   |
|-----------------------------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [96] hat formatiert                       | MRoesch | 15.10.20 10:06:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [97] hat formatiert                       | MRoesch | 15.10.20 10:06:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [98] Formatiert                           | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach |         |                   |
| Seite 10: [99] hat formatiert                       | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Englisch (USA)                                |         |                   |
| Seite 10: [100] hat formatiert                      | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)         |         |                   |
| Seite 10: [101] Formatiert                          | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Einzug: Links: 0 cm                         |         |                   |
| Seite 10: [102] hat formatiert                      | MRoesch | 15.10.20 10:06:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [102] hat formatiert                      | MRoesch | 15.10.20 10:06:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [103] hat formatiert                      | MRoesch | 15.10.20 10:06:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [104] Formatiert                          | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach |         |                   |
| Seite 10: [105] hat formatiert                      | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Englisch (USA)                                |         |                   |
| Seite 10: [106] hat formatiert                      | MRoesch | 05.11.20 20:02:00 |
| Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)         |         |                   |
| Seite 10: [107] Formatiert                          | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Einzug: Links: 0 cm                         |         |                   |
| Seite 10: [108] hat formatiert                      | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [108] hat formatiert                      | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [109] hat formatiert                      | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)               |         |                   |
| Seite 10: [110] Formatiert                          | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach |         |                   |
| Seite 10: [111] hat formatiert                      | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Englisch (USA)                                |         |                   |

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [114] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [115] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [115] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [116] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                            |         |                   |
|----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [117] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|----------------------------|---------|-------------------|

Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 10: [118] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Englisch (USA)

|                            |         |                   |
|----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 13: [119] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|----------------------------|---------|-------------------|

Fußzeile, Einzug: Links: 0 cm, Zeilenabstand: einfach

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [120] hat formatiert | MRoesch | 04.11.20 13:37:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Deutsch

|                            |         |                   |
|----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [121] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|----------------------------|---------|-------------------|

Text A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [122] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [123] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [123] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [124] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:13:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [124] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:13:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [125] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Englisch (USA)

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [126] hat formatiert | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

|                            |         |                   |
|----------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [127] Formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
|----------------------------|---------|-------------------|

Text A, Einzug: Links: 0 cm

|                                |         |                   |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [128] hat formatiert | MRoesch | 15.10.20 10:07:00 |
|--------------------------------|---------|-------------------|

|                                                                          |         |                   |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| Seite 11: [130] Formatiert                                               | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach                      |         |                   |
| Seite 11: [131] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Englisch (USA)                                                     |         |                   |
| Seite 11: [132] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                              |         |                   |
| Seite 11: [133] Formatiert                                               | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Einzug: Links: 0 cm                                              |         |                   |
| Seite 11: [134] hat formatiert                                           | MRoesch | 15.10.20 10:13:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                                    |         |                   |
| Seite 11: [134] hat formatiert                                           | MRoesch | 15.10.20 10:13:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                                    |         |                   |
| Seite 11: [135] hat formatiert                                           | MRoesch | 15.10.20 10:13:00 |
| Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                                    |         |                   |
| Seite 11: [136] Formatiert                                               | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach                      |         |                   |
| Seite 11: [137] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Englisch (USA)                                                     |         |                   |
| Seite 11: [138] Formatiert                                               | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Einzug: Links: 0 cm, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach |         |                   |
| Seite 11: [139] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)                      |         |                   |
| Seite 11: [139] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)                      |         |                   |
| Seite 11: [140] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)                              |         |                   |
| Seite 11: [141] hat formatiert                                           | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Ohne, Farbe: Rot, Schriftfarbe: Rot, Englisch (USA)                      |         |                   |
| Seite 11: [142] hat gelöscht                                             | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| x                                                                        |         |                   |
| Seite 11: [143] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |
| Englisch (USA)                                                           |         |                   |
| Seite 11: [144] Formatiert                                               | MRoesch | 15.10.20 10:05:00 |
| Text A, Abstand Nach: 0 Pt., Zeilenabstand: einfach                      |         |                   |
| Seite 11: [145] hat formatiert                                           | MRoesch | 05.11.20 20:03:00 |



Schriftart: Englisch (USA), Rahmen: : (Kein Rahmen)

Seite 11: [148] hat formatiert MRoesch 05.11.20 20:03:00

Ohne, Englisch (USA)

Seite 11: [149] hat gelöscht MRoesch 15.10.20 10:05:00

Seite 11: [150] hat formatiert MRoesch 05.11.20 20:03:00

Englisch (USA)

Seite 11: [150] hat formatiert MRoesch 05.11.20 20:03:00

Englisch (USA)

Seite 11: [150] hat formatiert MRoesch 05.11.20 20:03:00

Englisch (USA)

Seite 11: [151] hat formatiert MRoesch 05.11.20 20:03:00

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz, Englisch (USA)

Seite 11: [152] Formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Text A, Einzug: Links: 0 cm

Seite 11: [153] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Ohne, Schriftfarbe: Schwarz

Seite 11: [154] hat formatiert MRoesch 15.10.20 10:05:00

Ohne

Seite 11: [155] hat gelöscht MRoesch 15.10.20 10:05:00