

Prüfbericht | Test Report

Prüfbericht-Nr.: 352-001

Auftraggeber: WWF Deutschland Ostseebüro
Frau Dr. Stolte
Knieperwall 1 | D- 18439 Stralsund

Projekt-Nr.: 11643202
Kostenstelle: 215
Auftrags-Nr.: 18105 / SIB

Auftrag vom: 28.08.2017 | 13.09.2017
23.11.2017 | 11.12.2017

Probenentnahme: Auftraggeber

Probeneingang: 05.05.2017 | 30.08.2017

Prüfbericht vom: 30.11.2017 | 26.01.2018

Anzahl der Seiten: 66

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die zur Verfügung gestellten Proben. Eine auszugsweise Vervielfältigung und / oder Veröffentlichung des Prüfberichtes sowie Weitergabe an Dritte ist ohne vorherige Zustimmung der MAKSC GmbH nicht zulässig! Maßgeblich und Rechtsgrundlage ist grundsätzlich der deutschsprachige Prüfbericht, auch wenn Übersetzungen angefertigt wurden.

The test results refer exclusively to the available made samples. Duplication in extracts and / or publication of the test results as well as distribution to third parties is inadmissible without our prior approval. Representative and legal basis is the report in german language, even if translations were made.

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung	
	Task	1
2.	Probenbezeichnung	
	Labelling of samples	2
3.	Materialuntersuchung	
	Material analysis	4
3.1	Abkürzungsverzeichnis	
	List of abbreviation	5
4.	Untersuchungen der Einzelproben	
	Single material analysis	6
4.1	Sassnitz Taue	6
4.2	Polen Taue	16
4.3	Sassnitz Netze	26
4.4	Polen Netze	37
4.5	Ahlbeck Netze	47
5.	Zusammenfassung der Ergebnisse	
	Summary of the results	57
5.1	Optischer Vergleich	
	Optical Comparison	57
5.2	Zusammenfassung der Materialanalysen mittels DSC	
	Summary of the material analyses by DSC	58
5.3	Zusammenfassung der mechanischen Kennwerte	
	Summary of mechanical properties	59
5.4	Zusammenfassung REACH	
	Summary REACH	60
6.	Auswertung & Schlussfolgerung	
	Interpretation & Conclusion	62
7.	Nachuntersuchung REACH	
	Follow-up analysis REACH	65

Kunde Customer	WWF Deutschland
	Knieperwall 1 D- 18439 Stralsund
Ansprechpartner Contact	Frau Dr. Stolte
Probenanzahl Sample quantity	5
Auftrag vom Date of order	28.08.2017 13.09.2017
	23.11.2017 11.12.2017
Probeneingang Sample receipt	05.05.2017 30.08. 2017
Auftragsbearbeiter Order handling	Frau Dr. Lehmann Hr. Kirsch Hr. Radig
Probenentnahme Sample acquisition	Auftraggeber by customer

1. Aufgabenstellung | Task

Materialprüfung von aus der Ostsee geborgenen Kunststoff-Fischereinetzen und Kunststoff-Fischereitauen im Hinblick auf die Eignung von möglichen Recycling- / Weiterverarbeitungsverfahren.

Material examination of plastic nets and ropes recovered from the Baltic Sea for possible usage for recycling or other further processing.

2. Probenbezeichnung | Labelling of samples

- Sassnitz Taue
- Polen Taue
- Sassnitz Netze
- Polen Netze
- Ahlbeck Netze

Die folgenden Abbildungen zeigen die Eingangspröben in getrocknetem Zustand.

The following figures show the original samples in a dried condition.



Abb. 2_1: Sassnitz Taue |
Fig. 2_1: Sassnitz Taue



Abb. 2_2: Polen Taue |
Fig. 2_2: Polen Taue



Abb. 2_3: Sassnitz Netze „gewaschen dreckig“ / Netze 1 |
Fig. 2_3: Sassnitz Netze „gewaschen dreckig“ / Netze 1



Abb. 2_4: Sassnitz Netze „gewaschen sauber“ / Netze 2 |
Fig. 2_4: Sassnitz Netze „gewaschen sauber“ / Netze 2



Abb. 2_5: Polen Netze |
Fig. 2_5: Polen Netze

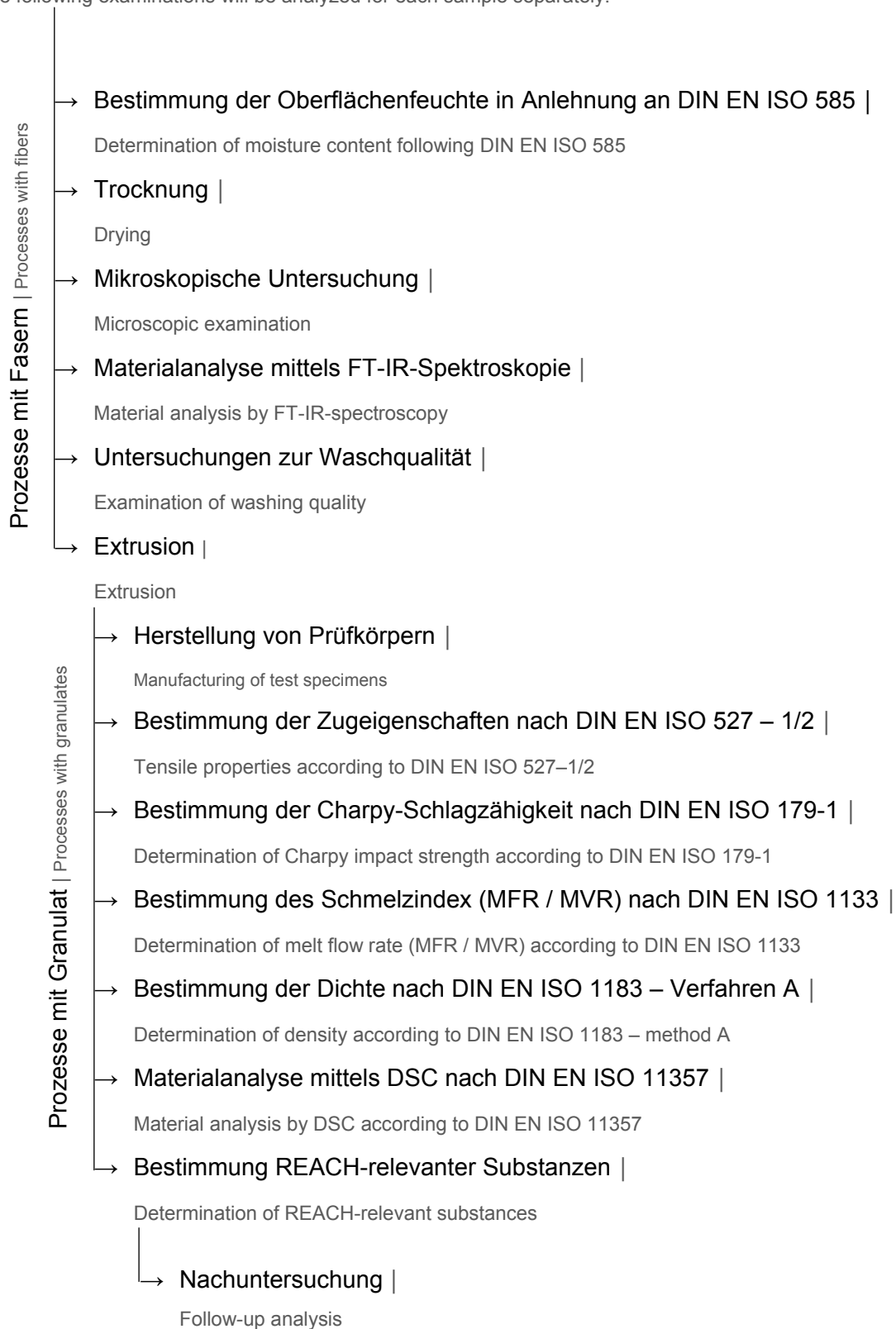


Abb. 2_6: Ahlbeck Netze |
Fig. 2_6: Ahlbeck Netze

3. Materialuntersuchung | Material analysis

Die folgenden Untersuchungen werden für jede Probe einzeln ausgewertet.

The following examinations will be analyzed for each sample separately.



3.1 Abkürzungsverzeichnis | List of abbreviation

PA	<p>Polyamid – häufige Nutzung: Fasern, z.B. Kleidung, Fallschirme, Angelschnur</p> <p>Polyamide – often used in: fibers, e.g. clothes, parachutes, fishing lines</p>
PE	<p>Polyethylen – häufige Nutzung: Folien, z.B. Frischhaltefolie oder Blasformkörper, z.B. Flaschen für Haushaltsreiniger</p> <p>Polyethylene - often used in: films, e.g. wrapping film or blow mold, e.g. bottles for domestic cleaning agents</p>
PET	<p>Polyethylenterephthalat – häufige Nutzung: Flaschen, Fasern, Folien, Bänder</p> <p>Polyethylene terephthalate - often used in: bottles, fibers, films, tapes</p>
PP	<p>Polypropylen – häufige Nutzung: Fasern, Vliese, Armaturenbretter, Becher, Flaschenverschlüsse</p> <p>Polypropylene - often used in: fibers, fleece, car dashboard, cups, bottle caps</p>
REACH	<p>Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals</p>
MFR	<p>Schmelze-Massefließrate – Masse eines Polymers, die in 10 min bei einer gegebenen Temperatur und Gewicht durch eine 2 mm Düse fließt</p> <p>Melt Flow Rate – mass of a polymer that flows within 10 min at a given temperature and weight through a 2 mm nozzle</p>
MVR	<p>Schmelze-Volumenfließrate – Volumen eines Polymers, das in 10 min bei einer gegebenen Temperatur und Gewicht durch eine 2 mm Düse fließt</p> <p>Melt Volume Rate – volume of a polymer that flows within 10 min at a given temperature and weight through a 2 mm nozzle</p>
DSC	<p>dynamische Differenzkalorimetrie – Wärmeabgabe bzw. -aufnahme der Probe im Vergleich zu einer Referenzprobe über einen festgelegten Temperaturbereich</p> <p>Differential Scanning Calorimetry – heat release or absorption of a sample compared to a reference sample over a set temperature range</p>
IR-Spektroskopie	<p>Spektralanalyse chemischer Bindungen mit Infrarotstrahlung</p>
IR-spectroscopy	<p>Spectral analysis of chemical bonds using infrared radiation</p>

4. Untersuchungen der Einzelproben | Single material analysis

Die Proben Sassnitz Taue, Polen Taue, Sassnitz Netze, Polen Netze und Ahlbeck Netze haben die nassmechanische Aufbereitung durchlaufen und wurden nass angeliefert. Alle Proben werden im Folgenden einzeln betrachtet.

The samples Sassnitz Taue, Polen Taue, Sassnitz Netze, Polen Netze and Ahlbeck Netze underwent wet mechanical pretreatment and got delivered in wet condition. All samples are being analyzed for each sample separately in said order.

4.1 Sassnitz Taue



Abb. 4.1_1: Sassnitz Taue | Fig. 4.1_1: Sassnitz Taue

Die angelieferten Proben „Sassnitz Taue“ und „Tae“ beinhalten, laut Auftraggeber, das gleiche Material und werden fortan als „Sassnitz Taue“ geführt. Die Probe Sassnitz Taue wurde in feuchtem Zustand angeliefert.

As said by the customer, the samples „Sassnitz Taue“ and „Tae“ are identical materials and will be handled as „Sassnitz Taue“. The sample Sassnitz Taue got delivered in wet condition.

4.1.1 Bestimmung der Oberflächenfeuchte in Anlehnung an DIN EN ISO 585 | Determination of moisture content following DIN EN ISO 585

Prüfgerät Tester:	IR-Trockner HA300, Laborwaage Precisa 310M IR dryer HA300, scale Precisa 310M
Prüfbedingung Parameter:	Temperatur Temperature: 105 °C Einwaage Weighed sample: ca. 10 g
Probenvorbereitung	Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation:	The measurement was performed on the original material.

Die Untersuchung der Oberflächenfeuchte an der Probe Sassnitz Taue wurde beim Erreichen einer Restfeuchte von 5 % abgebrochen, da ab diesem Wert eine Vortrocknung notwendig ist.

The analysis of the moisture content of the sample Sassnitz Taue was stopped at a moisture content of 5 % because at this value the sample has to be dried for further analysis.

4.1.2 Trocknung | Drying

Prüfgerät | Tester: Umluftwärmeschrank Binder FP 240
Prüfbedingung | Parameter: Temperatur | Temperature: 80 °C
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on the original material.

Die Probe Sassnitz Taue wurde bei 80 °C im Umluftwärmeschrank getrocknet, um für weitere Analysen eine Restfeuchte von < 0,2 % zu erreichen.

The sample Sassnitz Taue got dried at 80 °C to reach a moisture content of < 0,2 % for further analyses.

4.1.3 Mikroskopische Untersuchung | Microscopical examination

Prüfgerät | Tester: Mikroskopie Zeiss AxioTech 30 | Heiztisch | Heating stage Mettler Toledo FP82HT / FP90
Software Image evaluation Zeiss Axiovision
Prüfbedingung | Parameter: Beleuchtung: Auflicht/Durchlicht | Kontrast: Dunkelfeld | Objektiv: Epiplan 5x
Illumination: Incident light/transmitted light | Contrasting: dark field Object lens: Epiplan 5x
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.



Abb. 4.1_2: Sassnitz Taue 30 °C (20K/min) |
Fig. 4.1_2: Sassnitz Taue 30 °C (20K/min)



Abb. 4.1_3: Sassnitz Taue 163 °C (20K/min) |
Fig. 4.1_3: Sassnitz Taue 163 °C (20K/min)

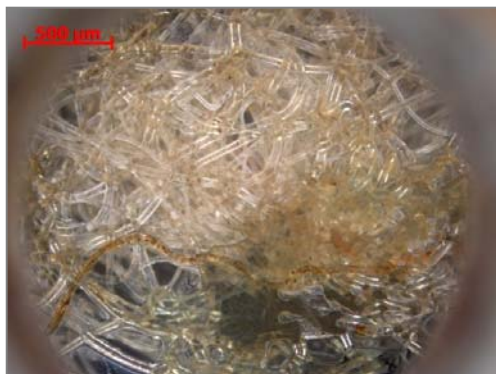


Abb. 4.1_4: Sassnitz Taue 208 °C (20K/min) |
Fig. 4.1_4: Sassnitz Taue 208 °C (20K/min)

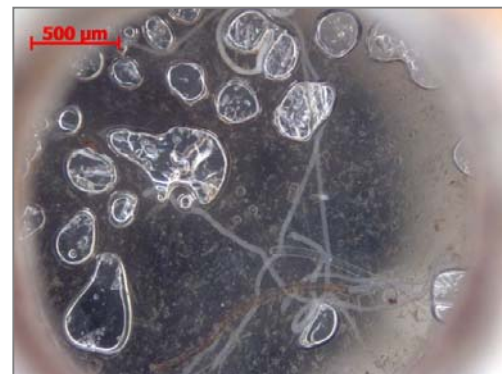


Abb. 4.1_5: Sassnitz Taue 250 °C (20K/min) |
Fig. 4.1_5: Sassnitz Taue 250 °C (20K/min)

Die Probe Sassnitz Taue zeigt unter dem Mikroskop ein erstes Schmelzverhalten einer vereinzelt Faser bei ca. 163 °C, charakteristisch für PP. Ab ca. 208 °C bis 250 °C schmilzt nahezu die gesamte Probe, was auf einen großen PA-Anteil hinweist. Nur wenige PET-Fasern, bleiben bis zu dieser Temperatur stabil.

The sample Sassnitz Taue shows first signs of melting of a lone fiber at 163 °C, characteristic of PP. From about 208 °C till 250 °C most of the sample melted which hits to a large percentage of PA. Only a few PET-fibers stayed solid at this temperature.

4.1.4 Materialanalyse mittels FT-IR-Spektroskopie | Material analysis by FT-IR-spectroscopy

Prüfgerät | Tester:
Prüfbedingung | Parameter:

FT-IR spectrometer Bruker Tensor 37
Absorptionsmessung über ATR-Einheit |
Absorptiometry via attenuated total reflectance (ATR) unit
Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
The measurement was performed on pre-dried original material.

Probenvorbereitung |
Sample preparation:

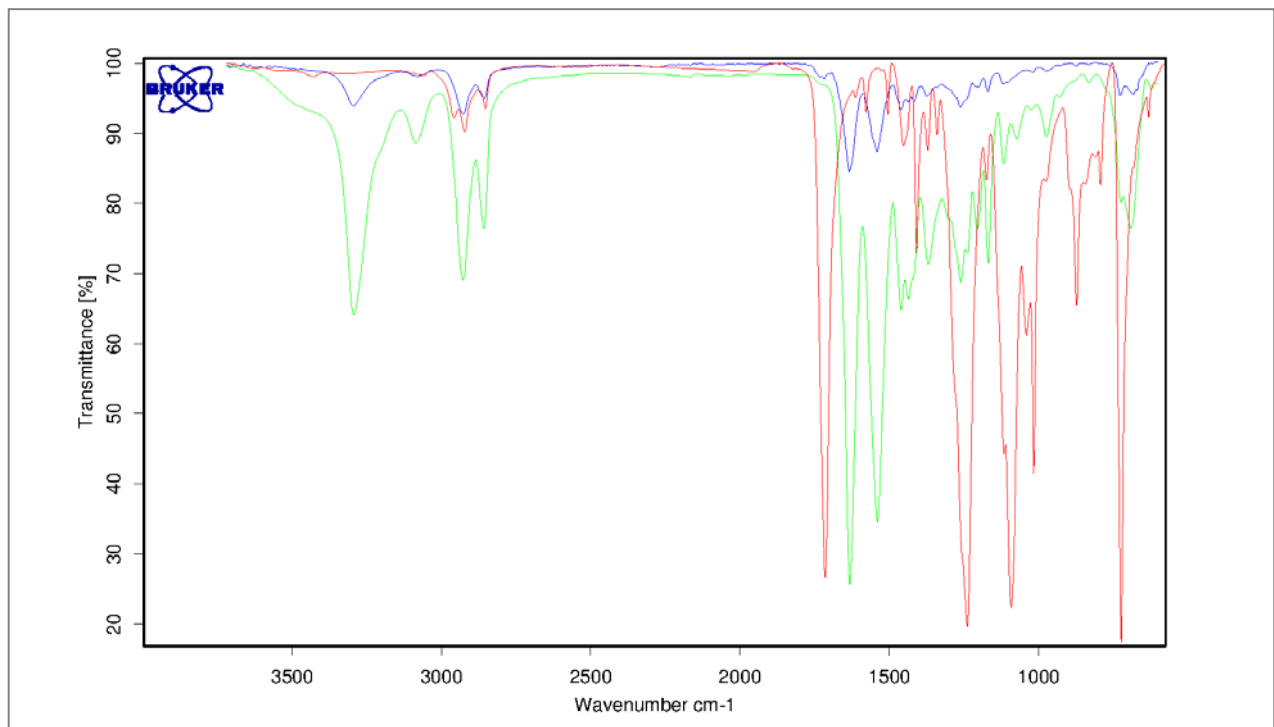


Abb. 4.1_6: IR-Spektroskopie Sassnitz Taue (Blau), PET (Rot), PA6 (Grün) |
Fig. 4.1_6: IR-Spectroscopy Sassnitz Taue (Blue), PET (Red), PA6 (Green)

Die Identifizierung erfolgt anhand der Bandenlage. Das IR-Spektrum zeigt deutliche PA6-Banden und schwache PET-Banden. PA6.6-Banden sind nicht zu identifizieren.

The basis of identification is the location of the specific bands. The IR-spectrum shows distinct PA6-peaks and weak PET-peaks. There are no PA6.6-Peaks to be identified.

4.1.5 Untersuchungen zur Waschqualität | Examination of washing quality

10 g der Probe Sassnitz Taue wurde bei 80 °C unter Zugabe eines Tensids gewaschen, anschließend aus dem Waschwasser entnommen und mit Wasser gespült.

10 g of the sample Sassnitz Taue got washed at 80 °C using a tenside and then extracted from the washing water and cleaned with fresh water.



Abb. 4.1_7: Sassnitz Taue |
Fig. 4.1_7: Sassnitz Taue



Abb. 4.1_8: Sassnitz Taue gewaschen |
Fig. 4.1_8: Sassnitz Taue washed



Abb. 4.1_9: Sassnitz Taue Waschwasser |
Fig. 4.1_9: Sassnitz Taue washing water

Die Bewertung der Waschanalyse erfolgt visuell. Nach dem Waschvorgang zeigt die Probe Sassnitz Taue ein aufgelockertes und aufgehelltes Erscheinungsbild. Das Waschwasser ist leicht getrübt und enthält feine Schwebstoffe.

The examination of washing analysis took place visual. Washing the sample Sassnitz Taue left it with a loosened and lighter appearance. The washing water was slightly unclear with some fine, suspended particles in it.

4.1.6 Extrusion | Extrusion

Extruder:	Stork E35.7T3-36D-C mit Vakuum bei -und anschließendem Strangabzug Stork E35.7T3-36D-C including strand cutter
Prüfbedingung Parameter:	Massetemperatur: 266 °C Schmelzedruck: bis zu 55 bar Schmelzefilter: 800 µm Melt temperature: 266 °C Melt pressure: up to 55 bar Melt filter: 800 µm Probe wurde vorgetrocknet Stranggranulierung Vakuum mit -0.6 bar relativer Druck Samples were pre-dried strand pelletized Vacuum with -0,6 bar relative pressure
Probenvorbereitung Sample preparation:	Die Extrusion wurde mit vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. The extrusion was performed with pre-dried original material.

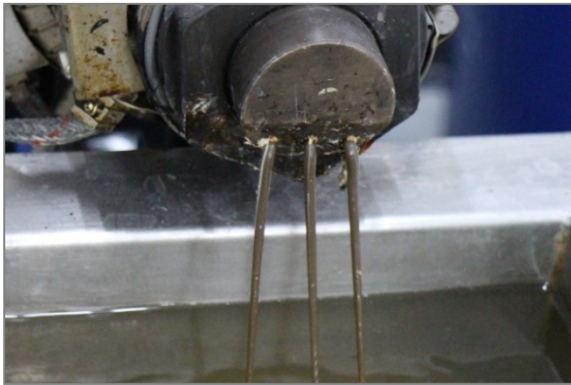


Abb. 4.1_10: Sassnitz Taue |
Fig. 4.1_10: Sassnitz Taue



Abb. 4.1_11: Sassnitz Taue Granulat |
Fig. 4.1_11: Sassnitz Taue granulate



Abb. 4.1_12: Sassnitz Taue Sieb |
Fig. 4.1_12: Sassnitz Taue sieve

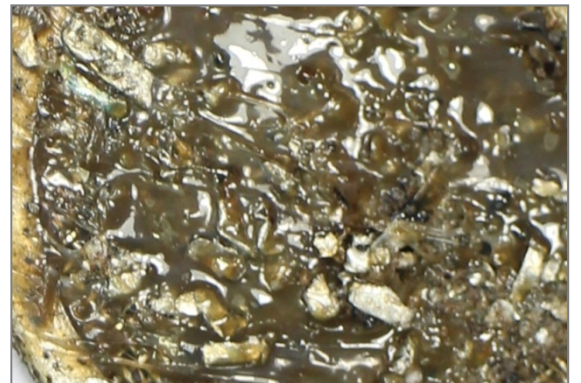


Abb. 4.1_13: Sassnitz Taue Ausschnitt Sieb |
Fig. 4.1_13: Sassnitz Taue detail sieve

Die vorgetrocknete Probe Sassnitz Taue wurde extrudiert und durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 800 µm filtriert. Die Zuführung der Probe auf die Extruderschnecke erfolgte manuell, da sie nicht rieselfähig und von unzureichendem Schüttgewicht war. Aus der Schmelze wurden Metallreste von bis zu 2 mm Größe gefiltert. Das Granulat wurde zur Prüfkörperherstellung verwendet.

The pre-dried sample Sassnitz Taue got extruded and filtered through an 800 µm sieve. The feeding happened manually due to non-pourability and insufficient bulk density. The sieves filtered metal waste of up to 2 mm length out of the melt. The granulate got used for manufacturing of test specimens.

4.1.7 Herstellung von Prüfkörpern | Manufacturing of test specimens

Spritzgussmaschine | Injection moulding: Arburg Allrounder 320C 500-250
 Prüfbedingung | Parameter: Spritzdruck: 1000 bar | Massetemperatur: 250 °C | Werkzeugtemperatur: 70 °C
 Injection pressure: 1000 bar | Melt temperature: 250 °C | Injection mold temperature: 70 °C
 Verwendetes Material | Material used: Granulat | Granulate

Nach Vortrocknung (80 °C / 4 Stunden) wurden die Normprüfkörper aus dem granulierten Material unter den angegebenen Bedingungen hergestellt.

After pre-drying (80 °C / 4 hours) the standard test specimens have been prepared from the granulated material under the above mentioned conditions.

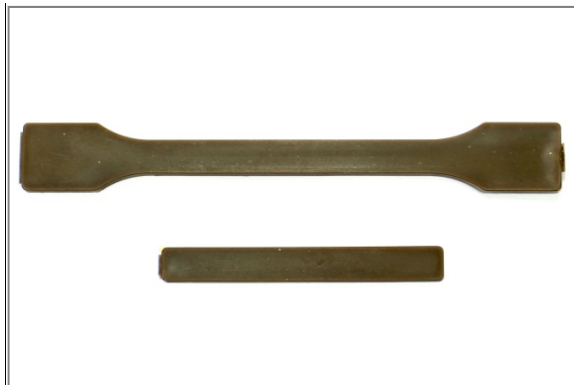


Abb. 4.1_14: Sassnitz Taue Prüfstäbe | Fig. 4.1_14: Sassnitz Taue test specimens



Abb. 4.1_15: Sassnitz Taue Stufenplättchen | Fig. 4.1_15: Sassnitz Taue staircase sample

4.1.8 Zugeigenschaften nach DIN EN ISO 527 – 1/2 |

Tensile properties according to DIN EN ISO 527-1/2

Prüfgerät | Tester: Universalprüfmaschine Zwick Z010 / TH2S | Universal testing machine Zwick Z010 / TH2S
 Prüfbedingung | Parameter: Prüfgeschwindigkeit E-Modul | Test speed elastic modulus: 1 mm/min
 Prüfgeschwindigkeit | Test speed: 10 mm/min
 Prüfkörper | Test specimen: 1A, Dicke | Thickness: 4 mm, Einspannlänge | Distance between grips: 115 mm

Probe Sample: Sassnitz Taue		
Prüfkriterium Test criterion	Messwert Measured value	Standardabweichung Standard deviation
Zugfestigkeit Tensile strength [MPa]	52,7	9,8
Dehnung bei Zugfestigkeit Elongation at tensile strength [%]	3,3	1,1
Nominelle Bruchdehnung Nominal tensile strain at break [%]	8,0	6,1
E-Modul Elastic modulus [MPa]	2630	195

Abb. 4.1_16: Zugeigenschaften | Fig. 4.1_16: tensile properties

4.1.9 Bestimmung der Charpy-Schlagzähigkeit nach DIN EN ISO 179-1 |

Determination of Charpy impact strength according to DIN EN ISO 179-1

Prüfgerät | Tester: Pendelschlagwerk Zwick | Zwick striking pendulum apparatus
 Prüfbedingung | Parameter: ISO 179 / 1eU; ISO 179 / 1eA | Raumtemperatur (RT) | at ambient temperature
 Arbeitsvermögen des Pendels | Energy capacity of pendulum: 4 J
 Prüfkörper | Test specimen: Typ 1; 80 x 10 x 4 mm

Probe Sample: Sassnitz Taue			
Prüfkriterium Test criterion		Schlagzähigkeit [kJ/m²] Impact strength	Versagensart Type of failure
Ohne Kerbe Unnotched	RT	7,8	C
Mit Kerbe Notched	RT	3,0	C
Anmerkung Annotation: NB = non break C = complete break P = partial break H = hinge break			

Abb. 4.1_17: Charpy-Schlagzähigkeit | Fig. 4.1_17: Charpy impact strength

4.1.10 Bestimmung des Schmelzindex (MFR / MVR) nach DIN EN ISO 1133 |

Determination of melt flow rate (MFR / MVR) according to DIN EN ISO 1133

Prüfgerät | Tester: Fließprüfgerät Zwick Mflow | Laborwaage Precisa 202 A
 Melt indexer Zwick Mflow | Analytic scale Precisa 202 A
 Prüfbedingung | Parameter: 250 °C / 2,16 kg
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Die Messung wurde am Granulat durchgeführt.
 The measurement was performed on granulate.

Probe Sample	MFR [g/10 min]	MVR [cm³/10 min]
Sassnitz Taue	20,9	21,1

Abb. 4.1_18: Schmelzindex (MFR / MVR) | Fig. 4.1_18: melt flow rate (MFT / MVR)

4.1.11 Bestimmung der Dichte nach DIN EN ISO 1183 – Verfahren A |

Determination of density according to DIN EN ISO 1183 – method A

Prüfgerät | Tester: Laborwaage Precisa 202 A mit Dichtebestimmungsset
 Laboratory scale Precisa 202 A with set for determination of density
 Prüfmedium | Testing fluid: Methanol
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Entnahme von Prüfkörper | Extraction from test specimen

Probe Sample	Dichte Density [g/cm³]
Sassnitz Taue	1,14

Abb. 4.1_19: Dichte | Fig. 4.1_19: density

4.1.12 Materialanalyse mittels DSC nach DIN EN ISO 11357 |

Material analysis by DSC according to DIN EN ISO 11357

Prüfgerät | Tester: Wärmeflusskalorimeter | Heat flow calorimeter Mettler Toledo DSC 821e
 Analysenwaage | Analytic scale Mettler Toledo AG245
 Prüfbedingung | Parameter: 1. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Rot) | Heating rate (Red): 10 K/min
 Kühllauf | Cooling run: 300 °C - 0 °C, Kühlrate (Blau) | Cooling rate (Blue): 10 K/min
 2. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Grün) | Heating rate (Green): 10 K/min
 Spülgas | Flushing gas: Stickstoff | Nitrogen
 Probentiegel | Sample pan: 40 µl standard
 Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Granulat durchgeführt. Ca. 20 mg Probenmaterial wurden eingewogen.
 Sample preparation: The measurement was performed on granulate. Approximately 20 mg of the sample were used.

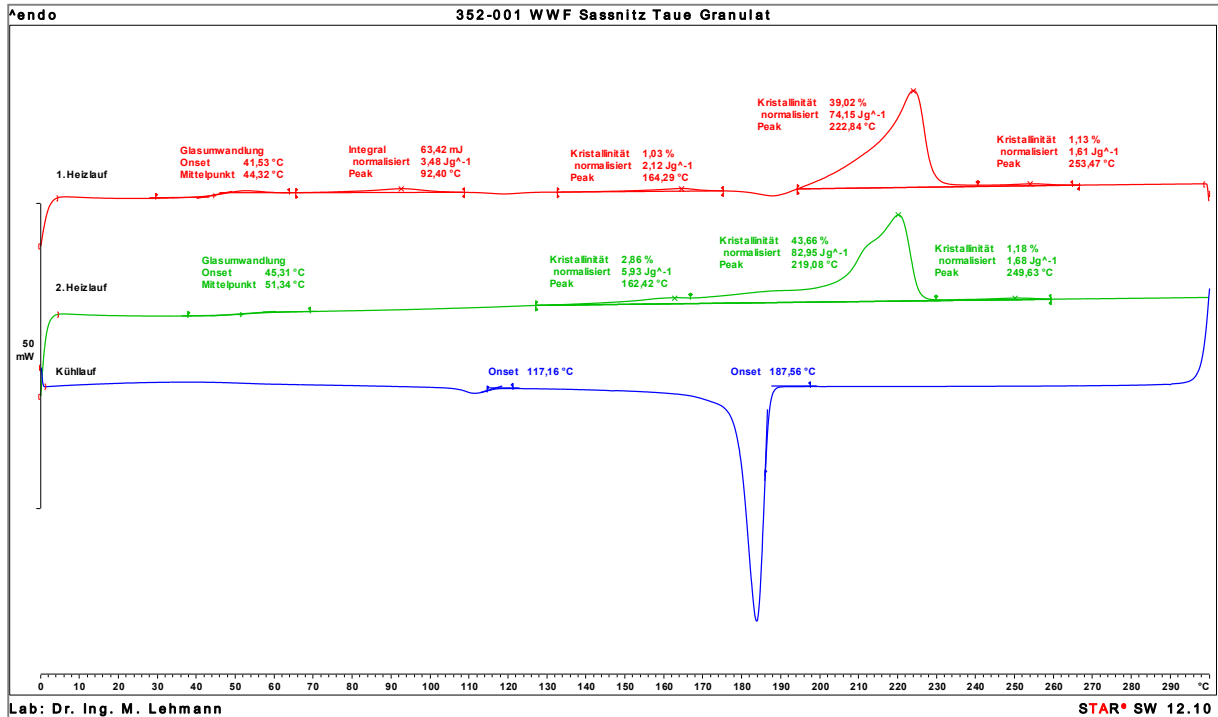


Abb. 4.1_20: DSC Sassnitz Taue Granulat: 1. Heizlauf (Rot), Kühllauf (Blau), 2. Heizlauf (Grün) |
 Fig. 4.1_20: DSC Sassnitz Taue granulate: 1. Heating run (Red), Cooling run (Blue) 2. Heating run (Green)

4.1.13 Bestimmung REACH-relevanter Substanzen |

Determination of REACH-relevant substances

Prüfmethode | Test method:

Königswasseraufschluss | Disintegration in aqua regia: DIN EN 13346

Halogene nach | Halogen detection according to DIN 53474

Probenvorbereitung | Sample preparation:

Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. Die Probe wurde auf < 2 mm zerkleinert. | The measurement was performed on pre-dried original material. The samples were ground to a grit size of < 2 mm.

Probe Sample: Sassnitz Taue		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Schwermetalle Heavy metals	Antimon Antimony DIN 38405-35	< 10
	Blei Lead DIN EN ISO 11885 (E22)	10,1
	Cadmium Cadmium DIN EN ISO 5961	0,72
	Chrom, gesamt Chrome, complete DIN EN ISO 11885 (E22)	< 10
	Quecksilber Mercury DIN EN 1483	< 0,1
Halogene Halogens	Fluor Flourine DIN 51723	< 50
	Chlor Chlorine DIN 51408-1	973
	Brom Bromine DIN 51408-1	< 193,5
	Alkane Alkanes (C ₁₀ – C ₁₃) nach following NIOSH 2549	< 6,53
	Bisphenol-A DIN EN ISO 18857-2 (F32)	< 0,47

Abb. 4.1_21: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.1_21: determined substance contents

Probe Sample: Sassnitz Taue		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Flammschutz- hemmer Flame retardant	Polybromierte Biphenyle Polybrominated biphenyl (PBB) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
	Polybromierte Diphenylether Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
Phthalate Phthalates	Diisodecylphthalat Diisodecyl phthalate (DIDP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	0,22
	Diisononylphthalat Diisononyl phthalate (DINP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	0,59
	Butylbenzylphthalat Benzyl butyl phthalate (BBP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 0,07
	Diethylhexylphthalat Diethylhexyl phthalate (DEHP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	2,80
	Anthracene Anthracene Nach following NIOSH 5506	0,10
	PAK (EPA)	1,88

Abb. 4.1_22: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.1_22: determined substance contents

4.2 Polen Taue



Abb. 4.2_1: Polen Taue | Fig. 4.2_1: PolenTaue

Die Probe Polen Taue wurde in feuchtem Zustand angeliefert.

The sample Polen Taue got delivered in wet condition.

4.2.1 Bestimmung der Oberflächenfeuchte in Anlehnung an DIN EN ISO 585 | Determination of moisture content following DIN EN ISO 585

Prüfgerät Tester:	IR-Trockner HA300, Laborwaage Precisa 310M IR dryer HA300, scale Precisa 310M
Prüfbedingung Parameter:	Temperatur Temperature: 105 °C Einwaage Weighed sample: ca. 10 g
Probenvorbereitung	Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation:	The measurement was performed on the original material.

Die Untersuchung der Oberflächenfeuchte an der Probe Polen Taue wurde beim Erreichen einer Restfeuchte von 5 % abgebrochen, da ab diesem Wert eine Vortrocknung notwendig ist.

The analysis of the moisture content of the sample Polen Taue was stopped at a moisture content of 5 % because at this value the sample has to be dried for further analysis.

4.2.2 Trocknung | Drying

Prüfgerät Tester:	Umluftwärmeschrank Binder FP 240
Prüfbedingung Parameter:	Temperatur Temperature: 80 °C
Probenvorbereitung	Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation:	The measurement was performed on the original material.

Die Probe Polen Taue wurde bei 80 °C im Umluftwärmeschrank getrocknet, um für weitere Analysen eine Restfeuchte von < 0,2 % zu erreichen.

The sample Polen Taue got dried at 80 °C to reach a moisture content of < 0,2 % for further analyses.

4.2.3 Mikroskopische Untersuchung | Microscopical examination

Prüfgerät | Tester: Mikroskop Zeiss AxioTech 30 | Heiztisch | Heating stage Mettler Toledo FP82HT / FP90
Software Image evaluation Zeiss Axiovision
Prüfbedingung | Parameter: Beleuchtung: Auflicht/Durchlicht | Kontrast: Dunkelfeld | Objektiv: Epiplan 5x
Illumination: Incident light/transmitted light | Contrasting: dark field Object lens: Epiplan 5x
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.



Abb. 4.2_2: Polen Taue 30 °C (10K/min) |
Fig. 4.2_2: Polen Taue 30 °C (10K/min)

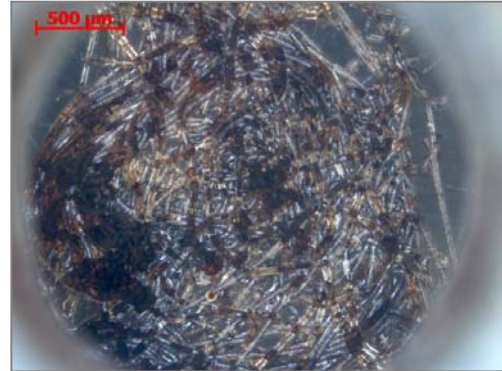


Abb. 4.2_3: Polen Taue 252 °C (10K/min) |
Fig. 4.2_3: Polen Taue 252 °C (10K/min)

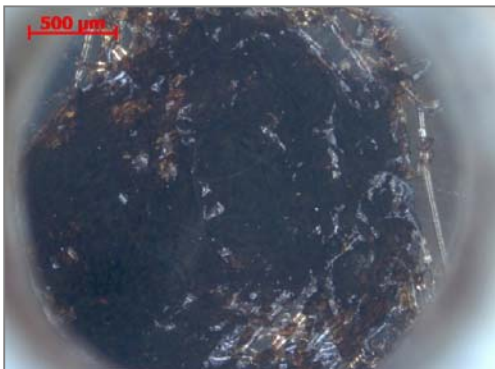


Abb. 4.2_4: Polen Taue 255 °C (10K/min) |
Fig. 4.2_4: Polen Taue 255 °C (10K/min)

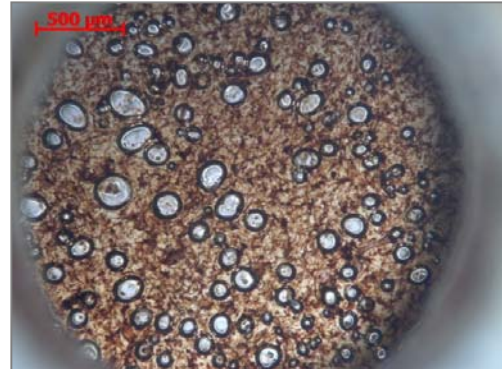


Abb. 4.2_5: Polen Taue 270 °C (10K/min) |
Fig. 4.2_5: Polen Taue 270 °C (10K/min)

Die Probe Polen Taue zeigt unter dem Mikroskop ein Schmelzverhalten der gesamten Probe bei ca. 250 °C, typisch für PET.

The sample Polen Taue starts melting at 250 °C, characteristic of PET.

4.2.4 Materialanalyse mittels FT-IR-Spektroskopie | Material analysis by FT-IR-spectroscopy

Prüfgerät | Tester: FT-IR spectrometer Bruker Tensor 37
Prüfbedingung | Parameter: Absorptionsmessung über ATR-Einheit | Absorptiometry via attenuated total reflectance (ATR) unit
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.

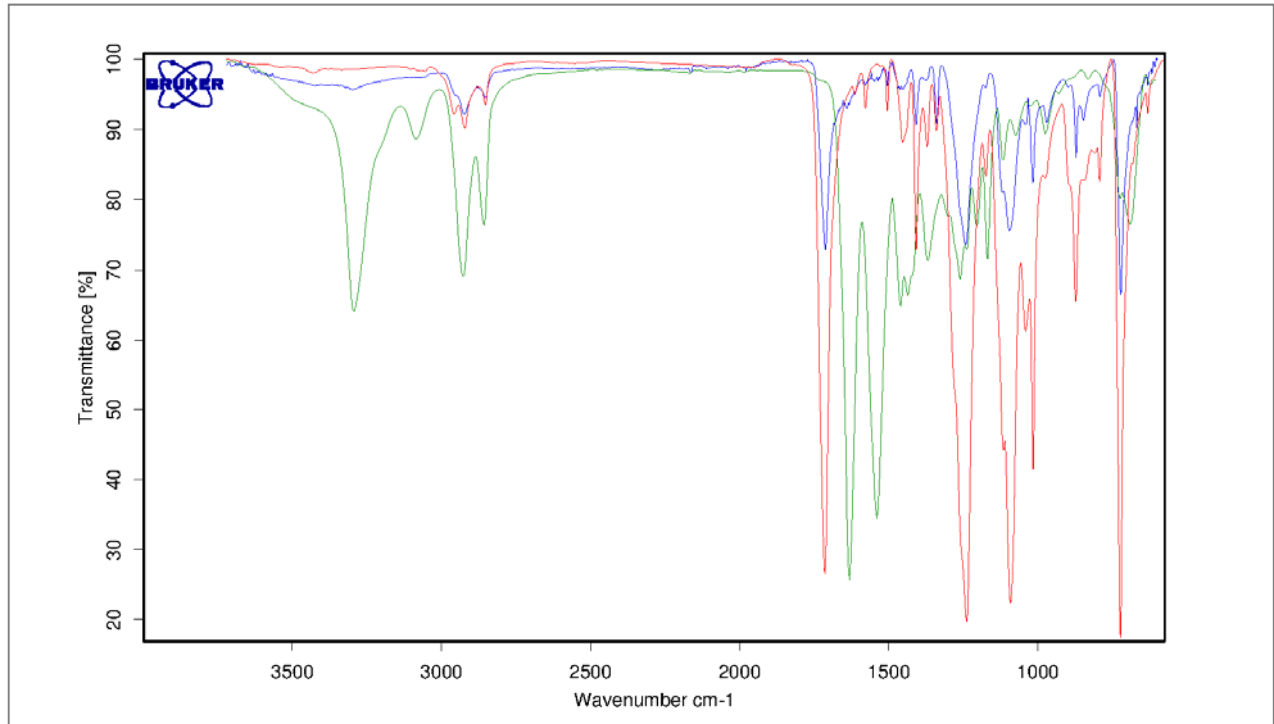


Abb. 4.2_6: IR-Spektroskopie Polen Taue (Blau), PET (Rot), PA6 (Grün) |
Fig. 4.1_6: IR-Spectroscopy Polen Taue (Blue), PET (Red), PA6 (Green)

Die Identifizierung erfolgt anhand der Bandenlage. Das IR-Spektrum zeigt deutliche PET-Banden und schwache PA6-Banden. PA6.6-Banden sind nicht zu identifizieren.

The basis of identification is the location of the specific bands. The reference spectra are listed in libraries. The IR-spectrum shows distinct PET-peaks and weak PA6-peaks. There are no PA6.6-Peaks to be identified.

4.2.5 Untersuchungen zur Waschqualität | Examination of washing quality

10 g der Probe wurde bei 80 °C unter Zugabe eines Tensids gewaschen, anschließend aus dem Waschwasser entnommen und mit Wasser gespült.

10 g of the Sample got washed at 80 °C using a tenside and then extracted from the washing water and cleaned with fresh water.



Abb. 4.2_7: Polen Taue |
Fig. 4.2_7: Polen Taue



Abb. 4.2_8: Polen Taue gewaschen |
Fig. 4.2_8: Polen Taue washed

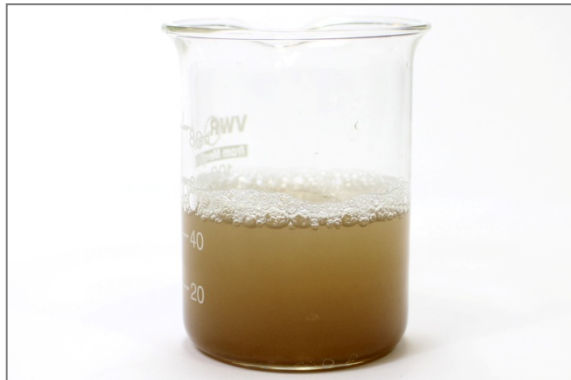


Abb. 4.2_9: Polen Taue Waschwasser |
Fig. 4.2_9: Polen Taue washing water

Die Bewertung der Waschanalyse erfolgt visuell. Nach dem Waschvorgang zeigt die Probe Polen Taue ein aufgehelltes Erscheinungsbild. Das Waschwasser ist deutlich getrübt und enthält feine Schwebstoffe.

The examination of washing analysis took place visual. Washing the sample Polen Taue left it with a brighter appearance. The washing water was apparently unclear with some fine, suspended particles in it.

4.2.6 Extrusion | Extrusion

Extruder:	Stork E35.7T3-36D-C mit anschließendem Strangabzug Stork E35.7T3-36D-C including strand cutter
Prüfbedingung Parameter:	Massetemperatur: 276 °C Schmelzedruck: bis zu 25 bar Schmelzefilter: 800 µm Melt temperature: 276 °C Melt pressure: up to 25 bar Melt filter: 800 µm Probe wurde vorgetrocknet Stranggranulierung Vakuum mit -0.6 bar relativer Druck Samples were pre-dried strand pelletized Vacuum with -0,6 bar relative pressure
Probenvorbereitung Sample preparation:	Die Extrusion wurde mit vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. The extrusion was performed with pre-dried original material.

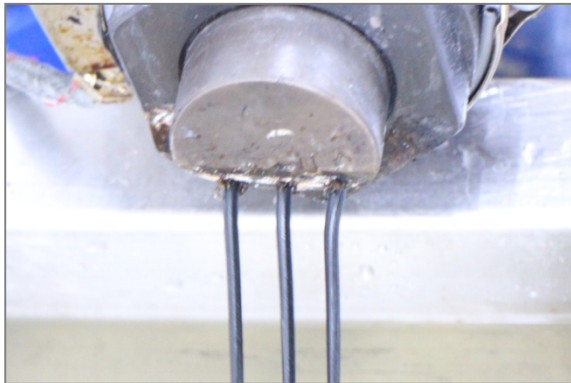


Abb. 4.2_10: Polen Taue Extrusion |
Fig. 4.2_10: Polen Taue extrusion



Abb. 4.2_11: Polen Taue Granulat |
Fig. 4.2_11: Polen Taue granulate



Abb. 4.2_12: Polen Taue Sieb |
Fig. 4.2_12: Polen Taue sieve



Abb. 4.2_13: Polen Taue Ausschnitt Sieb
Fig. 4.2_13: Polen Taue detail sieve

Die vorgetrocknete Probe Polen Taue wurde extrudiert und durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 800 µm filtriert. Die Zuführung der Probe auf die Extruderschnecke erfolgte manuell, da sie nicht rieselfähig und von unzureichendem Schüttgewicht war. Aus der Schmelze wurden Metallreste von bis zu 1 mm Größe gefiltert. Das Granulat wurde zur Prüfkörperherstellung verwendet.

The pre-dried sample Polen Taue got extruded and filtered through an 800 µm sieve. The feeding happened manually due to non-pourability and insufficient bulk density. The sieves filtered metal waste of up to 1 mm length out of the melt. The granulate got used for manufacturing of test specimens.

4.2.7 Herstellung von Prüfkörpern | Manufacturing of test specimens

Spritzgussmaschine | Injection moulding: Arburg Allrounder 320C 500-250
 Prüfbedingung | Parameter: Spritzdruck: 1300 bar | Masstemperatur: 280 °C | Werkzeugtemperatur: 30 °C
 Injection pressure: 1300 bar | Melt temperature: 280 °C | Injection mold temperature: 30 °C
 Verwendetes Material | Material used: Granulat | Granulate

Nach Vortrocknung (80 °C / 4 Stunden) wurden die Normprüfkörper aus dem granulierten Material unter den angegebenen Bedingungen hergestellt.

After pre-drying (80 °C / 4 hours) the standard test specimens have been prepared from the granulated material under the above mentioned conditions.



Abb. 4.2_14: Polen Taue Prüfkörper | Fig. 4.2_14: Polen Taue test specimens



Abb. 4.2_15: Polen Taue Stufenplättchen | Fig. 4.2_15: Polen Taue staircase sample

4.2.8 Bestimmung der Zugeigenschaften nach DIN EN ISO 527 – 1/2 |

Tensile properties according to DIN EN ISO 527-1/2

Prüfgerät | Tester: Universalprüfmaschine Zwick Z010 / TH2S | Universal testing machine Zwick Z010 / TH2S
 Prüfbedingung | Parameter: Prüfgeschwindigkeit E-Modul | Test speed elastic modulus: 1 mm/min
 Prüfgeschwindigkeit | Test speed: 10 mm/min
 Prüfkörper | Test specimen: 1A, Dicke | Thickness: 4 mm, Spannlänge | Distance between grips: 115 mm

Probe Sample: Polen Taue		
Prüfkriterium Test criterion	Messwert Measured value	Standardabweichung Standard deviation
Zugfestigkeit Tensile strength [MPa]	23,3	10,4
Dehnung bei Zugfestigkeit Elongation at tensile strength [%]	1,0	0,5
Nominelle Bruchdehnung Nominal tensile strain at break [%]	1,0	0,5
E-Modul Elastic modulus [MPa]	2597	371

Abb. 4.2_16: Zugeigenschaften | Fig. 4.2_16: tensile properties

Sämtliche Proben versagten durch Sprödbbruch. | All samples failed as brittle fracture.

4.2.9 Bestimmung der Charpy-Schlagzähigkeit nach DIN EN ISO 179-1 |
Determination of Charpy impact strength according to DIN EN ISO 179-1

Prüfgerät | Tester: Pendelschlagwerk Zwick | Zwick striking pendulum apparatus
 Prüfbedingung | Parameter: ISO 179 / 1eU; ISO 179 / 1eA | Raumtemperatur (RT) | at ambient temperature
 Arbeitsvermögen des Pendels | Energy capacity of pendulum: 4 J
 Prüfkörper | Test specimen: Typ 1; 80 x 10 x 4 mm

Probe Sample: Polen Taue			
Prüfkriterium Test criterion		Schlagzähigkeit [kJ/m ²] Impact strength	Versagensart Type of failure
Ohne Kerbe Unnotched	RT	4,3	C
Mit Kerbe Notched	RT	1,0	C
Anmerkung Annotation: NB = non break C = complete break P = partial break H = hinge break			

Abb. 4.2_17: Charpy-Schlagzähigkeit | Fig. 4.2_17: Charpy impact strength

4.2.10 Bestimmung des Schmelzindex (MFR / MVR) nach DIN EN ISO 1133 |
Determination of melt flow rate (MFR / MVR) according to DIN EN ISO 1133

Prüfgerät | Tester: Fließprüfgerät Zwick Mflow | Laborwaage Precisa 202 A
 Melt indexer Zwick Mflow | Analytic scale Precisa 202 A
 Prüfbedingung | Parameter: 260 °C / 5 kg
 Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Granulat durchgeführt.
 Sample preparation: The measurement was performed on granulate.

Probe Sample	MFR [g/10 min]	MVR [cm ³ /10 min]
Polen Taue	15,2	13,1

Abb. 4.2_18: Schmelzindex (MFR / MVR) | Fig. 4.2_18: melt flow rate (MFT / MVR)

Da die Probe Polen Taue hauptsächlich aus PET besteht, wurden MFR und MVR bei 260 °C unter einer Masse von 5 kg ermittelt.

Because the sample Polen Taue mainly consists of PET, its MFR and MVR got analyzed at 260 °C and with a 5 kg mass.

4.2.11 Bestimmung der Dichte nach DIN EN ISO 1183 – Verfahren A |

Determination of density according to DIN EN ISO 1183 – method A

Prüfgerät | Tester: Laborwaage Precisa 202 A mit Dichtebestimmungsset
 Laboratory scale Precisa 202 A with set for determination of density
 Prüfmedium | Testing fluid: Methanol
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Entnahme von Prüfkörper | Extraction from test specimen.

Probe Sample	Dichte Density [g/cm ³]
Polen Tauge	1,31

Abb. 4.2_19: Dichte | Fig. 4.2_19: density

4.2.12 Materialanalyse mittels DSC nach DIN EN ISO 11357 |

Material analysis by DSC according to DIN EN ISO 11357

Prüfgerät | Tester: Wärmeflusskalorimeter | Heat flow calorimeter Mettler Toledo DSC 821e
 Analysenwaage | Analytic scale Mettler Toledo AG245
 Prüfbedingung | Parameter: 1. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Rot) | Heating rate (Red): 10 K/min
 Kühllauf | Cooling run: 300 °C - 0 °C, Kühlrate (Blau) | Cooling rate (Blue): 10 K/min
 2. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Grün) | Heating rate (Green): 10 K/min
 Spülgas | Flushing gas: Stickstoff | Nitrogen
 Probentiegel | Sample pan: 40 µl standard
 Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Granulat durchgeführt. Ca. 20 mg Probenmaterial wurden eingewogen.
 Sample preparation: The measurement was performed on granulate. Approximately 20 mg of the sample were used.

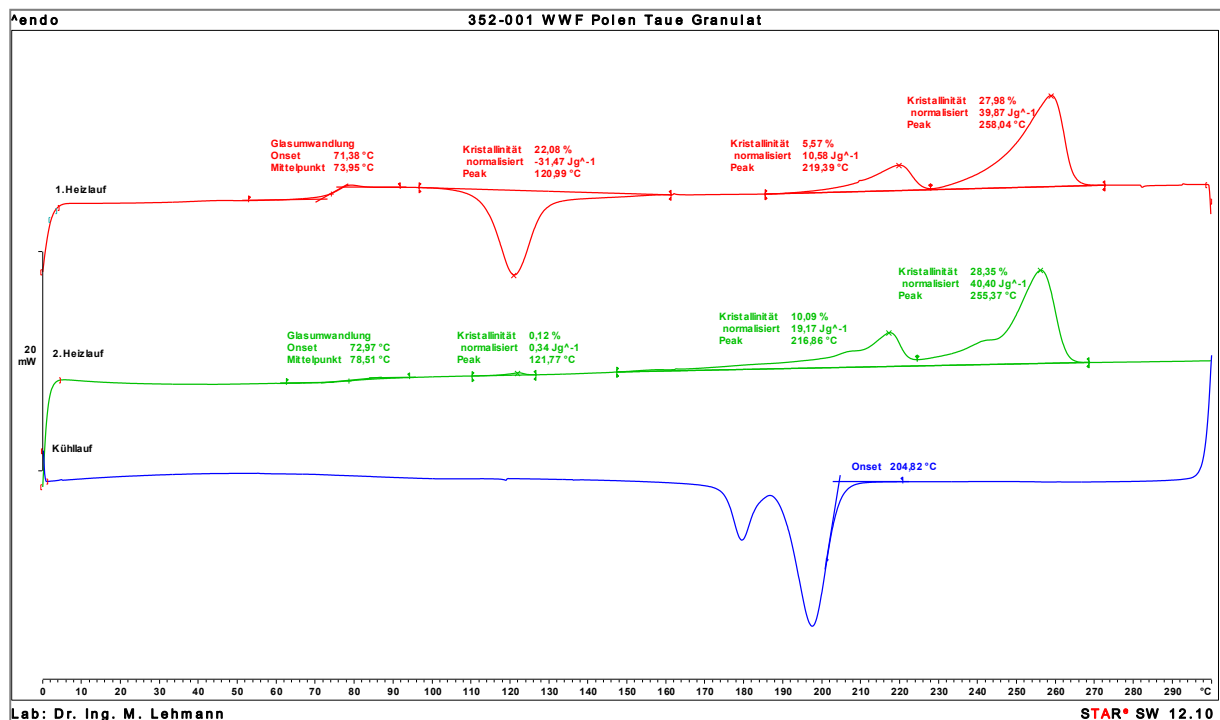


Abb. 4.2_20: DSC Polen Tauge Granulat: 1. Heizlauf (Rot), Kühllauf (Blau), 2. Heizlauf (Grün) |
 Fig. 4.2_20: DSC Polen Tauge granulate: 1. Heating run (Red), Cooling run (Blue) 2. Heating run (Green)

4.2.13 Bestimmung REACH-relevanter Substanzen |

Determination of REACH-relevant substances

Prüfmethode | Test method:

Königswasseraufschluss | Disintegration in aqua regia: DIN EN 13346

Halogene nach | Halogen detection according to: DIN 53474

Probenvorbereitung | Sample preparation:

Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. Die Probe wurde auf < 2 mm zerkleinert. | The measurement was performed on pre-dried original material. The samples were ground to a grit size of < 2 mm.

Probe Sample: Polen Taue		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Schwermetalle Heavy metals	Antimon Antimony DIN 38405-35	42,9
	Blei Lead DIN EN ISO 11885 (E22)	189
	Cadmium Cadmium DIN EN ISO 5961	< 0,1
	Chrom, gesamt Chrome, complete DIN EN ISO 11885 (E22)	< 10
	Quecksilber Mercury DIN EN 1483	< 0,1
Halogene Halogens	Fluor Flourine DIN 51723	< 50
	Chlor Chlorine DIN 51408-1	221
	Brom Bromine DIN 51408-1	< 127,7
	Alkane Alkanes (C ₁₀ – C ₁₃) nach following NIOSH 2549	< 0,639
	Bisphenol-A DIN EN ISO 18857-2 (F32)	< 0,44

Abb. 4.2_21: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.2_21: determined substance contents

Probe Sample: Polen Taue		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Flammschutz- hemmer Flame retardant	Polybromierte Biphenyle Polybrominated biphenyl (PBB) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
	Polybromierte Diphenylether Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
Phthalate Phthalates	Diisodecylphthalat Diisodecyl phthalate (DIDP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	0,51
	Diisononylphthalat Diisononyl phthalate (DINP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	1,67
	Butylbenzylphthalat Benzyl butyl phthalate (BBP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	0,21
	Diethylhexylphthalat Diethylhexyl phthalate (DEHP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	4,60
	Anthracene Anthracene Nach following NIOSH 5506	4,69
	PAK (EPA)	208

Abb. 4.2_22: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.2_22: determined substance contents

4.3 Sassnitz Netze



Abb. 4.3_1: Sassnitz Netze „gewaschen dreckig“ / Netze 1 |
Fig. 4.3_1: Sassnitz Netze „gewaschen dreckig“ / Netze 1



Abb. 4.3_2: Sassnitz Netze „gewaschen sauber“ / Netze 2 |
Fig. 4.3_2: Sassnitz Netze „gewaschen sauber“ / Netze 2

Die Proben „Netze 1“ und „Sassnitz gewaschen „dreckig““ beinhalten, laut Auftraggeber, das gleiche Material. Ebenso sind „Netze 2“ und „Sassnitz gewaschen „sauber““ identisch. Die Proben Sassnitz Netze wurden in feuchtem Zustand angeliefert.

As said by the customer, the samples “Netze 1” and „Sassnitz gewaschen “dreckig”” are identical materials as are the samples “Netze 2” and “Sassnitz gewaschen “sauber””. The samples Sassnitz Taue got delivered in wet condition.

4.3.1 Probenvorbereitung | Sample preparation

Aus den Proben Netze 1, Netze 2, Sassnitz Netze „sauber“ und Sassnitz Netze „dreckig“ wird die Mischprobe Sassnitz Netze.

Mixing of the samples Netze 1, Netze 2, Sassnitz Netze „sauber“ and Sassnitz Netze „dreckig“ to Sassnitz Netze.

4.3.2 Bestimmung der Oberflächenfeuchte in Anlehnung an DIN EN ISO 585 |

Determination of moisture content following DIN EN ISO 585

Prüfgerät Tester:	IR-Trockner HA300, Laborwaage Precisa 310M IR dryer HA300, scale Precisa 310M
Prüfbedingung Parameter:	Temperatur Temperature: 105 °C Einwaage Weighed sample: ca. 10 g
Probenvorbereitung	Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation:	The measurement was performed on the original material.

Die Untersuchung der Oberflächenfeuchte an der Probe Sassnitz Netze wurde beim Erreichen einer Restfeuchte von 5 % abgebrochen, da ab diesem Wert eine Vortrocknung notwendig ist.

The analysis of the moisture content of the sample Sassnitz Netze was stopped at a moisture content of 5 % because at this value the sample has to be dried for further analysis.

4.3.3 Trocknung | Drying

Prüfgerät Tester:	Umluftwärmeschrank Binder FP 240
Prüfbedingung Parameter:	Temperatur Temperature: 80 °C
Probenvorbereitung	Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation:	The measurement was performed on the original material.

Die Probe Sassnitz Netze wurde bei 80 °C im Umluftwärmeschrank getrocknet, um für weitere Analysen eine Restfeuchte von < 0,2 % zu erreichen.

The sample Sassnitz Netze got dried at 80 °C to reach a moisture content of < 0,2 % for further analyses.

4.3.4 Mikroskopische Untersuchung | Microscopical examination

Prüfgerät Tester:	Mikroscope Zeiss AxioTech 30 Heiztisch Heating stage Mettler Toledo FP82HT / FP90 Software Image evaluation Zeiss Axiovision
Prüfbedingung Parameter:	Beleuchtung: Auflicht/Durchlicht Kontrast: Dunkelfeld Objektiv: Epiplan 5x Illumination: Incident light/transmitted light Contrasting: dark field Object lens: Epiplan 5x
Probenvorbereitung	Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation:	The measurement was performed on pre-dried original material.

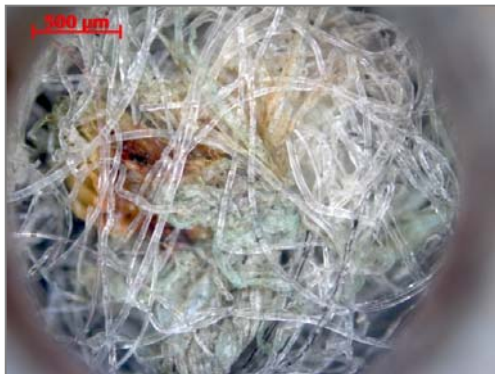


Abb. 4.3_3: Sassnitz Netze 30 °C (10K/min) |
Fig. 4.3_3: Sassnitz Netze 30 °C (10K/min)



Abb. 4.3_4: Sassnitz Netze 164 °C (10K/min) |
Fig. 4.3_4: Sassnitz Netze 164 °C (10K/min)

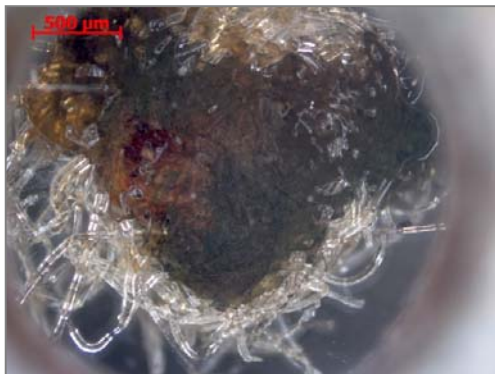


Abb. 4.3_5: Sassnitz Netze 217 °C (10K/min) |
Fig. 4.3_5: Sassnitz Netze 217 °C (10K/min)



Abb. 4.3_6: Sassnitz Netze 234 °C (10K/min) |
Fig. 4.3_6: Sassnitz Netze 234 °C (10K/min)



Abb. 4.3_7: Sassnitz Netze 270 °C (10K/min) |
Fig. 4.3_7: Sassnitz Netze 270 °C (10K/min)

Die Probe Sassnitz Netze zeigt unter dem Mikroskop ein erstes Schmelzverhalten von vereinzelt Fasern bei ca. 164 °C, charakteristisch für PP und/oder PE. Ab einer Temperatur von ca. 217 °C bis 234 °C schmilzt nahezu die gesamte Probe, was auf einen überwiegenden PA-Anteil hinweist. Die vereinzelt PET-Fasern schmelzen bis 270 °C auf.

The sample Sassnitz Netze shows first signs of melting at 164 °C, characteristic of PP and/or PE. From about 217 °C till 234 °C most of the sample melted which hits to a large percentage of PA. The few remaining PET-fibers melt till 270 °C.

4.3.5 Materialanalyse mittels FT-IR-Spektroskopie | Material analysis by FT-IR-spectroscopy

Prüfgerät | Tester: FT-IR spectrometer Bruker Tensor 37
Prüfbedingung | Parameter: Absorptionsmessung über ATR-Einheit | Absorptiometry via attenuated total reflectance (ATR) unit
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.

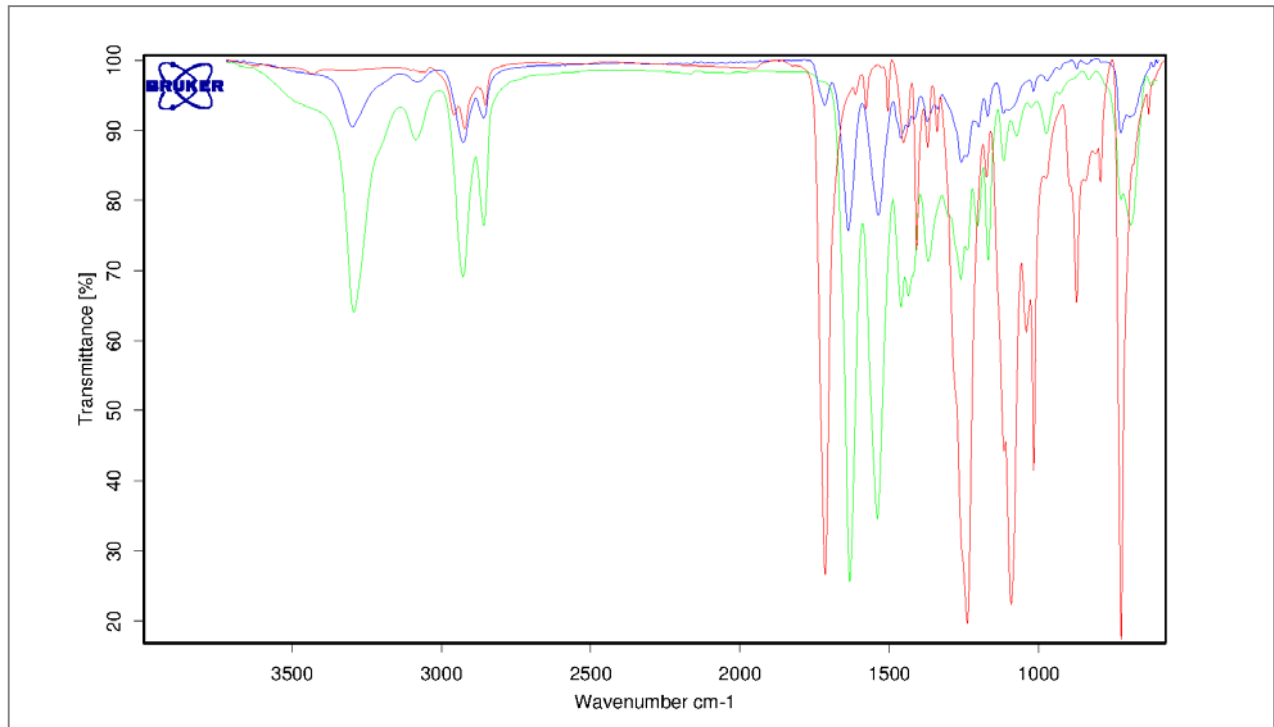


Abb. 4.3_8: IR-Spektroskopie Sassnitz Netze (Blau), PET (Rot), PA6 (Grün) |
Fig. 4.3_8: IR-Spectroscopy Sassnitz Netze (Blue), PET (Red), PA6 (Green)

Die Identifizierung erfolgt anhand der Bandenlage. Das IR-Spektrum zeigt deutliche PA6-Banden und schwache PET-Banden. PA6.6-Banden sind nicht zu identifizieren.

The basis of identification is the location of the specific bands. The IR-spectrum shows distinct PA6-peaks and weak PET-peaks. There are no PA6.6-Peaks to be identified.

4.3.6 Untersuchungen zur Waschqualität | Examination of washing quality

20 g der Probe Sassnitz Netze wurde bei 80 °C unter Zugabe eines Tensids gewaschen, anschließend aus dem Waschwasser entnommen und mit Wasser gespült. Der Waschvorgang wurde zusätzlich genutzt, um eine Mischprobe zu gleichen Masseanteilen von je 5 g an „Netze 1“, „Netze 2“, „Sassnitz Netze gewaschen sauber“ und „Sassnitz Netze gewaschen dreckig“ herzustellen.

20 g of the Sample Sassnitz Netze got washed at 80 °C using a tenside and then extracted from the washing water and cleaned with fresh water. While washing the samples of „Netze 1“, „Netze 2“, „Sassnitz Netze gewaschen “sauber“ and “Sassnitz Netze gewaschen dreckig“ got mixed together with 5 g each.



Abb. 4.3_9: Sassnitz Netze 1 "dreckig" |
Fig. 4.3_9: Sassnitz Netze 2/"dreckig"



Abb. 4.3_10: Sassnitz Netze 2 "sauber" |
Fig. 4.3_10: Sassnitz Netze 2/"sauber"



Abb. 4.3_11: Sassnitz Netze gewaschen |
Fig. 4.3_11: Sassnitz Netze washing water



Abb. 4.3_12: Sassnitz Netze Waschwasser |
Fig. 4.3_12: Sassnitz Netze washing water

Die Bewertung der Waschanalyse erfolgt visuell. Nach dem Waschvorgang zeigt die Probe Sassnitz Netze ein aufgelockertes Erscheinungsbild. Das Waschwasser ist leicht getrübt und enthält feine Schwebstoffe.

The examination of washing analysis took place visual. Washing the sample Sassnitz Netze left it with a loosened appearance. The washing water was slightly unclear with some fine, suspended particles in it.

4.3.7 Extrusion | Extrusion

Extruder:	Stork E35.7T3-36D-C mit anschließendem Strangabzug Stork E35.7T3-36D-C including strand cutter
Prüfbedingung Parameter:	Massetemperatur: 274 °C Schmelzedruck: bis zu 70 bar Schmelzefilter: 800 µm Melt temperature: 274 °C Melt pressure: up to 70 bar Melt filter: 800 µm Probe wurde vorgetrocknet Stranggranulierung Vakuum mit -0.6 bar relativer Druck Samples were pre-dried strand pelletized Vacuum with -0,6 bar relative pressure
Probenvorbereitung Sample preparation:	Die Extrusion wurde mit vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. The extrusion was performed with pre-dried original material.

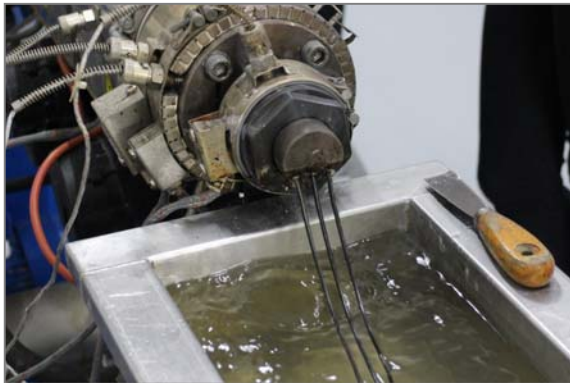


Abb. 4.3_13: Sassnitz Netze Extrusion |
Fig. 4.3_13: Sassnitz Netze extrusion



Abb. 4.3_14: Sassnitz Netze Granulat |
Fig. 4.3_14: Sassnitz Netze granulate



Abb. 4.3_15: Sassnitz Netze Sieb |
Fig. 4.3_15: Sassnitz Netze sieve



Abb. 4.3_16: Sassnitz Netze Ausschnitt Sieb |
Fig. 4.3_16: Sassnitz Netze detail sieve

Die vorgetrocknete Probe Sassnitz Netze wurde extrudiert und durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 800 µm filtriert. Die Zuführung der Probe auf die Extruderschnecke erfolgte manuell, da sie nicht rieselfähig und von unzureichendem Schüttgewicht war. Aus der Schmelze wurden Metallreste von bis zu 2 mm Größe gefiltert. Das Granulat wurde zur Prüfkörperherstellung verwendet.

The pre-dried sample Sassnitz Netze got extruded and filtered through an 800 µm sieve. The feeding happened manually due to non-pourability and insufficient bulk density. The sieves filtered metal waste of up to 2 mm length out of the melt. The granulate got used for manufacturing of test specimens.

4.3.8 Herstellung von Prüfkörpern | Manufacturing of test specimens

Spritzgussmaschine | Injection moulding: Arburg Allrounder 320C 500-250
 Prüfbedingung | Parameter: Spritzdruck: 1000 bar | Massetemperatur: 250 °C | Werkzeugtemperatur: 70 °C
 Injection pressure: 1000 bar | Melt temperature: 250 °C | Injection mold temperature: 70 °C
 Verwendetes Material | Material used: Granulat | Granulate

Nach Vortrocknung (80 °C / 4 Stunden) wurden die Normprüfkörper aus dem granulierten Material unter den angegebenen Bedingungen hergestellt.

The standard test specimens have been prepared from the granulated material, after it got pre-dried at 80 °C for 4 hours, under the above mentioned conditions.



Abb. 4.3_17: Sassnitz Netze Prüfkörper | Fig. 4.3_17: Sassnitz Netze test specimens



Abb. 4.3_18: Sassnitz Netze Stufenplättchen | Fig. 4.3_18: Sassnitz Netze staircase sample

4.3.9 Bestimmung der Zugeigenschaften nach DIN EN ISO 527 – 1/2 |

Tensile properties according to DIN EN ISO 527-1/2

Prüfgerät | Tester: Universalprüfmaschine Zwick Z010 / TH2S | Universal testing machine Zwick Z010 / TH2S
 Prüfbedingung | Parameter: Prüfgeschwindigkeit E-Modul | Test speed elastic modulus: 1 mm/min
 Prüfgeschwindigkeit | Test speed: 10 mm/min
 Prüfkörper | Test specimen: 1A, Dicke | Thickness: 4 mm, Einspannlänge | Distance between grips: 115 mm

Probe Sample: Sassnitz Netze		
Prüfkriterium Test criterion	Messwert Measured value	Standardabweichung Standard deviation
Zugfestigkeit Tensile strength [MPa]	56,3	3,1
Dehnung bei Zugfestigkeit Elongation at tensile strength [%]	3,7	0,7
Nominelle Bruchdehnung Nominal tensile strain at break [%]	4,7	2,3
E-Modul Elastic modulus [MPa]	2635	270

Abb. 4.3_19: Zugeigenschaften | Fig. 4.3_19: tensile properties

4.3.10 Bestimmung der Charpy-Schlagzähigkeit nach DIN EN ISO 179-1 |

Determination of Charpy impact strength according to DIN EN ISO 179-1

Prüfgerät | Tester: Pendelschlagwerk Zwick | Zwick striking pendulum apparatus
 Prüfbedingung | Parameter: ISO 179 / 1eU; ISO 179 / 1eA | Raumtemperatur (RT) | at ambient temperature
 Arbeitsvermögen des Pendels | Energy capacity of pendulum: 4 J
 Prüfkörper | Test specimen: Typ 1; 80 x 10 x 4 mm

Probe Sample: Sassnitz Netze			
Prüfkriterium Test criterion		Schlagzähigkeit [kJ/m ²] Impact strength	Versagensart Type of failure
Ohne Kerbe Unnotched	RT	25,2	C
Mit Kerbe Notched	RT	5,0	C
Anmerkung Annotation: NB = non break C = complete break P = partial break H = hinge break			

Abb. 4.3_20: Charpy-Schlagzähigkeit | Fig. 4.3_20: Charpy impact strength

4.3.11 Bestimmung des Schmelzindex (MFR / MVR) nach DIN EN ISO 1133 |

Determination of melt flow rate (MFR / MVR) according to DIN EN ISO 1133

Prüfgerät | Tester: Fließprüfgerät Zwick Mflow | Laborwaage Precisa 202 A
 Melt indexer Zwick Mflow | Analytic scale Precisa 202 A
 Prüfbedingung | Parameter: 250 °C / 2,16 kg
 Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Granulat durchgeführt.
 Sample preparation: The measurement was performed on granulate.

Probe Sample	MFR [g/10 min]	MVR [cm ³ /10 min]
Sassnitz Netze	8,7	8,9

Abb. 4.3_21: Schmelzindex (MFR / MVR) | Fig. 4.3_21: melt flow rate (MFT / MVR)

4.3.12 Bestimmung der Dichte nach DIN EN ISO 1183 – Verfahren A |

Determination of density according to DIN EN ISO 1183 – method A

Prüfgerät | Tester: Laborwaage Precisa 202 A mit Dichtebestimmungsset
 Laboratory scale Precisa 202 A with set for determination of density
 Prüfmedium | Testing fluid: Methanol
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Entnahme von Prüfkörper | Extraction from test specimen.

Probe Sample	Dichte Density [g/cm ³]
Sassnitz Netze	1,13

Abb. 4.3_22: Dichte | Fig. 4.3_22: density

4.3.13 Materialanalyse mittels DSC nach DIN EN ISO 11357 |

Material analysis by DSC according to DIN EN ISO 11357

Prüfgerät | Tester: Wärmeflusskalorimeter | Heat flow calorimeter Mettler Toledo DSC 821e
 Analysenwaage | Analytic scale Mettler Toledo AG245
 Prüfbedingung | Parameter: 1. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Rot) | Heating rate (Red): 10 K/min
 Kühllauf | Cooling run: 300 °C - 0 °C, Kühlrate (Blau) | Cooling rate (Blue): 10 K/min
 2. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Grün) | Heating rate (Green): 10 K/min
 Spülgas | Flushing gas: Stickstoff | Nitrogen
 Probentiegel | Sample pan: 40 µl standard
 Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Granulat durchgeführt. Ca. 20 mg Probenmaterial wurden eingewogen.
 Sample preparation: The measurement was performed on granulate. Approximately 20 mg of the sample were used.

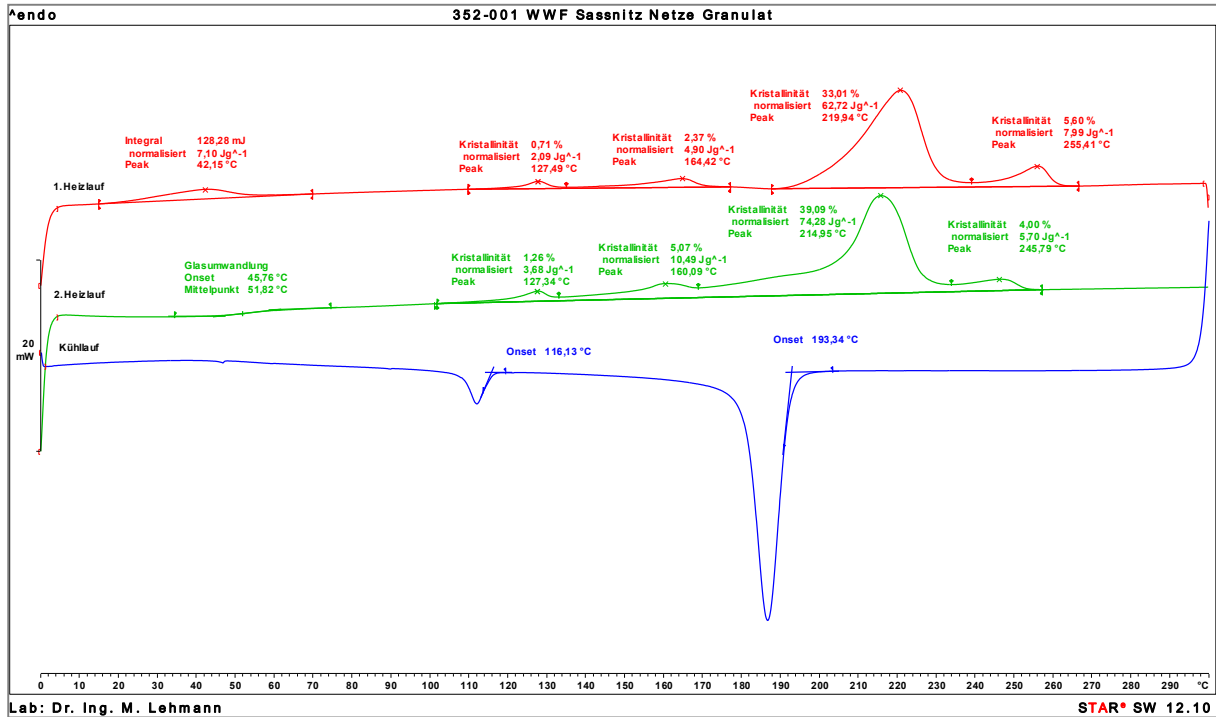


Abb. 4.3_23: DSC Sassnitz Netze Granulat: 1. Heizlauf (Rot), Kühllauf (Blau), 2. Heizlauf (Grün) |
 Fig. 4.3_23: DSC Sassnitz Netze granulate: 1. Heating run (Red), Cooling run (Blue) 2. Heating run (Green)

4.3.14 Bestimmung REACH-relevanter Substanzen |**Determination of REACH-relevant substances**

Prüfmethode | Test method:

Königswasseraufschluss | Disintegration in aqua regia: DIN EN 13346

Halogene nach | Halogen detection according to DIN 53474

Probenvorbereitung | Sample preparation:

Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. Die Probe wurde auf < 2 mm zerkleinert. | The measurement was performed on pre-dried original material. The samples were ground to a grit size of < 2 mm.

Probe Sample: Sassnitz Netze		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Schwermetalle Heavy metals	Antimon Antimony DIN 38405-35	< 10
	Blei Lead DIN EN ISO 11885 (E22)	25,7
	Cadmium Cadmium DIN EN ISO 5961	7,20
	Chrom, gesamt Chrome, complete DIN EN ISO 11885 (E22)	< 10
	Quecksilber Mercury DIN EN 1483	< 0,1
Halogene Halogens	Fluor Flourine DIN 51723	< 50
	Chlor Chlorine DIN 51408-1	1421
	Brom Bromine DIN 51408-1	< 159,7
	Alkane Alkanes (C ₁₀ – C ₁₃) nach following NIOSH 2549	< 6,15
	Bisphenol-A DIN EN ISO 18857-2 (F32)	< 0,37

Abb. 4.3_24: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.3_24: determined substance contents

Probe Sample: Sassnitz Netze		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Flammschutz- hemmer Flame retardant	Polybromierte Biphenyle Polybrominated biphenyl (PBB) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
	Polybromierte Diphenylether Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
Phthalate Phthalates	Diisodecylphthalat Diisodecyl phthalate (DIDP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 0,2
	Diisononylphthalat Diisononyl phthalate (DINP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	0,42
	Butylbenzylphthalat Benzyl butyl phthalate (BBP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 0,07
	Diethylhexylphthalat Diethylhexyl phthalate (DEHP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	1,06
	Anthracene Anthracene Nach following NIOSH 5506	0,09
	PAK (EPA)	1,26

Abb. 4.3_25: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.3_25: determined substance contents

4.4 Polen Netze



Abb. 4.4_1: Polen Netze | Fig. 4.4_1: Polen Netze

Die Probe Polen Netze wurde in feuchtem Zustand angeliefert.

The sample Polen Netze got delivered in wet condition.

4.4.1 Bestimmung der Oberflächenfeuchte in Anlehnung an DIN EN ISO 585 | Determination of moisture content following DIN EN ISO 585

Prüfgerät | Tester: IR-Trockner HA300, Laborwaage Precisa 310M | IR dryer HA300, scale Precisa 310M
Prüfbedingung | Parameter: Temperatur | Temperature: 105 °C | Einwaage | Weighed sample: ca. 10 g
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on the original material.

Die Untersuchung der Oberflächenfeuchte an der Probe Polen Netze wurde beim Erreichen einer Restfeuchte von 5 % abgebrochen, da ab diesem Wert eine Vortrocknung notwendig ist.

The analysis of the moisture content of the sample Polen Netze was stopped at a moisture content of 5 % because at this value the sample has to be dried for further analysis.

4.4.2 Trocknung | Drying

Prüfgerät | Tester: Umluftwärmeschrank Binder FP 240
Prüfbedingung | Parameter: Temperatur | Temperature: 80 °C
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on the original material.

Die Probe Polen Netze wurde bei 80°C im Umluftwärmeschrank getrocknet, um für weitere Analysen eine Restfeuchte von < 0,2 % zu erreichen.

The sample Polen Netze got dried at 80 °C to reach a moisture content of < 0,2 % for further analyses.

4.4.3 Mikroskopische Untersuchung | Microscopical examination

Prüfgerät | Tester: Mikroskope Zeiss Axiotech 30 | Heiztisch | Heating stage Mettler Toledo FP82HT / FP90
Software Image evaluation Zeiss Axiovision
Prüfbedingung | Parameter: Beleuchtung: Auflicht/Durchlicht | Kontrast: Dunkelfeld | Objektiv: Epiplan 5x
Illumination: Incident light/transmitted light | Contrasting: dark field Object lens: Epiplan 5x
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.



Abb. 4.4_2: Polen Netze 30 °C (10K/min) |
Fig. 4.4_2: Polen Netze 30 °C (10K/min)

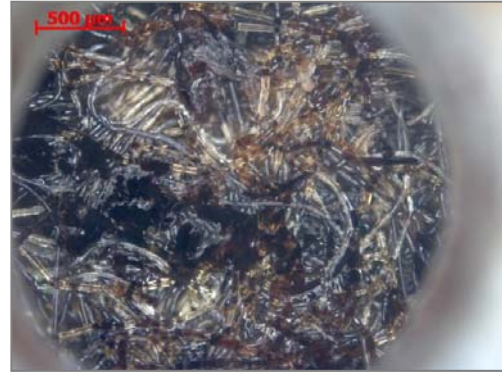


Abb. 4.4_3: Polen Netze 220 °C (10K/min) |
Fig. 4.4_3: Polen Netze 220 °C (10K/min)

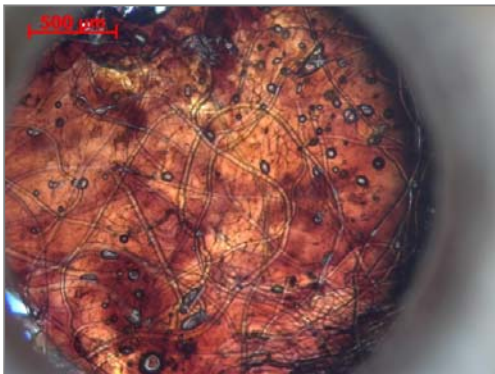


Abb. 4.4_4: Polen Netze 227 °C (10K/min) |
Fig. 4.4_4: Polen Netze 227 °C (10K/min)



Abb. 4.4_5: Polen Netze 250 °C (10K/min) |
Fig. 4.4_5: Polen Netze 250 °C (10K/min)

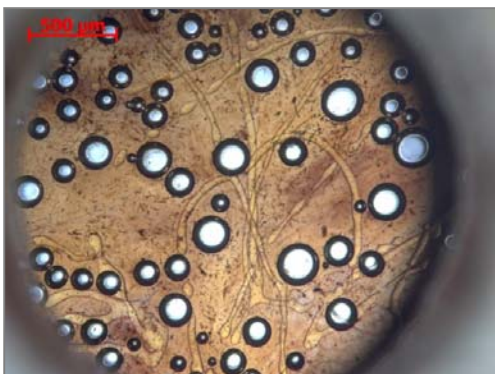


Abb. 4.4_6: Polen Netze 270 °C (10K/min) |
Fig. 4.4_6: Polen Netze 270 °C (10K/min)

Die Probe Polen Netze zeigt unter dem Mikroskop ein Schmelzverhalten von der gesamten Probe bei ca. 220 °C bis 227 °C, charakteristisch für PA. Die vereinzelt PET-Fasern schmelzen bis 270 °C auf.

The sample Polen Netze starts melting at 220 °C till 227 °C, characteristic of PA. The few remaining PET-fibers melt till 270 °C.

4.4.4 Materialanalyse mittels FT-IR-Spektroskopie | Material analysis by FT-IR-spectroscopy

Prüfgerät | Tester: FT-IR spectrometer Bruker Tensor 37
Prüfbedingung | Parameter: Absorptionsmessung über ATR-Einheit | Absorptiometry via attenuated total reflectance (ATR) unit
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.

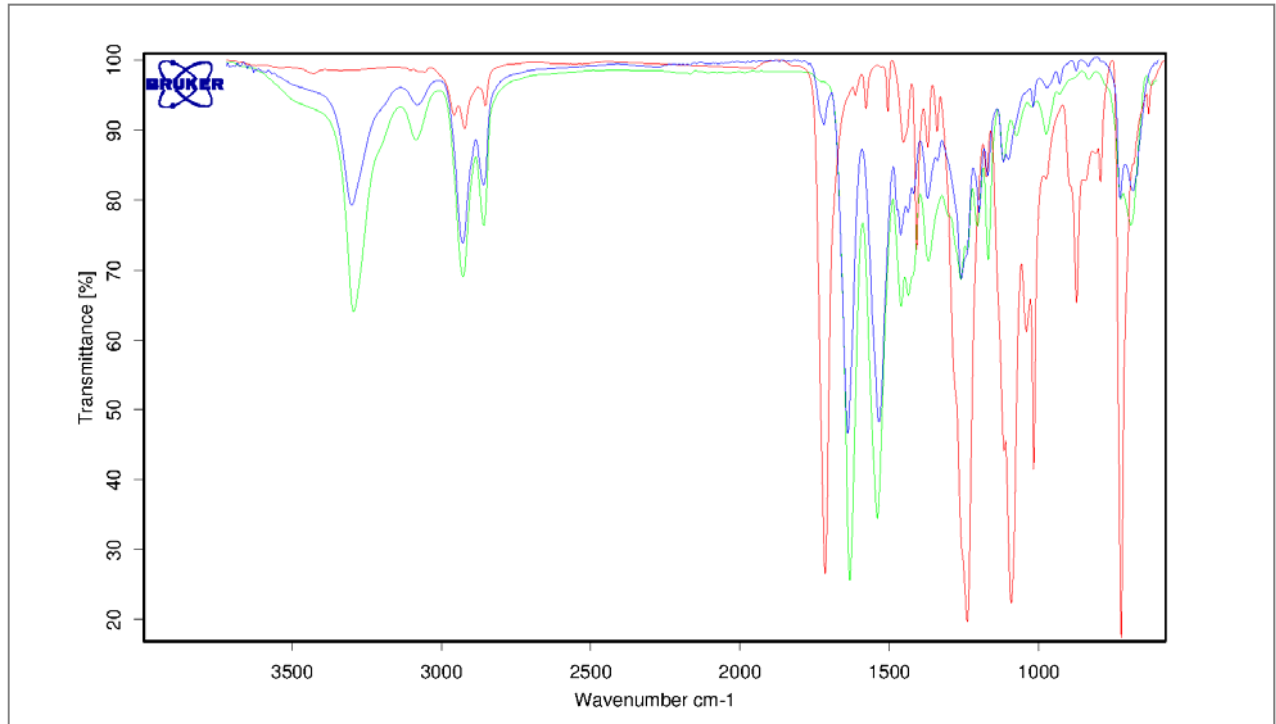


Abb. 4.4_7: IR-Spektroskopie Polen Netze (Blau), PET (Rot), PA6 (Grün) |
Fig. 4.4_7: IR-Spectroscopy Polen Netze (Blue), PET (Red), PA6 (Green)

Die Identifizierung erfolgt anhand der Bandenlage. Das IR-Spektrum zeigt deutliche PA6-Banden und schwache PET-Banden. PA6.6-Banden sind nicht zu identifizieren.

The basis of identification is the location of the specific bands. The IR-spectrum shows distinct PA6-peaks and weak PET-peaks. There are no PA6.6-Peaks to be identified.

4.4.5 Untersuchungen zur Waschqualität | Examination of washing quality

10 g der Probe Polen Netze wurde bei 80 °C unter Zugabe eines Tensids gewaschen, anschließend aus dem Waschwasser entnommen und mit Wasser gespült.

10 g of the Sample Polen Netze got washed at 80 °C using a tenside and then extracted from the washing water and cleaned with fresh water.



Abb. 4.4_8: Polen Netze |
Fig. 4.4_8: Polen Netze



Abb. 4.4_9: Polen Netze gewaschen |
Fig. 4.4_9: Polen Netze washed



3
Abb. 4.4_10: Polen Netze Waschwasser |
Fig. 4.4_10: Polen Netze washing water

Die Bewertung der Waschanalyse erfolgt visuell. Nach dem Waschvorgang zeigt die Probe Polen Netze ein aufgehelltes Erscheinungsbild. Das Waschwasser ist getrübt und enthält feine Schwebstoffe.

The examination of washing analysis took place visual. Washing the sample Polen Netze left it with a brighter appearance. The washing water was unclear with some fine, suspended particles in it.

4.4.6 Extrusion | Extrusion

Extruder:	Stork E35.7T3-36D-C mit anschließendem Strangabzug Stork E35.7T3-36D-C including strand cutter
Prüfbedingung Parameter:	Massetemperatur: 256 °C Schmelzedruck: bis zu 35 bar Schmelzefilter: 800 µm Melt temperature: 256 °C Melt pressure: up to 35 bar Melt filter: 800 µm Probe wurde vorgetrocknet Stranggranulierung Vakuum mit -0.6 bar relativer Druck Samples were pre-dried strand pelletized Vacuum with -0,6 bar relative pressure
Probenvorbereitung Sample preparation:	Die Extrusion wurde mit vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. The extrusion was performed with pre-dried original material.

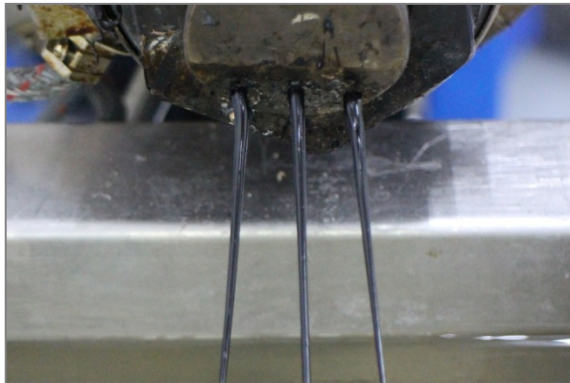


Abb. 4.4_11: Polen Netze Extrusion |
Fig. 4.4_11: Polen Netze extrusion



Abb. 4.4_12: Polen Netze Granulat |
Fig. 4.4_12: Polen Netze granulate



Abb. 4.4_13: Polen Netze Sieb |
Fig. 4.4_13: Polen Netze sieve



Abb. 4.4_14: Polen Netze Ausschnitt Sieb |
Fig. 4.4_14: Polen Netze detail sieve

Die vorgetrocknete Probe Polen Netze wurde extrudiert und durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 800 µm filtriert. Die Zuführung der Probe auf die Extruderschnecke erfolgte manuell, da sie nicht rieselfähig und von unzureichendem Schüttgewicht war. Aus der Schmelze wurden Metallreste von bis zu 2 mm Größe gefiltert. Das Granulat wurde zur Prüfkörperherstellung verwendet.

The pre-dried sample Polen Netze got extruded and filtered through an 800 µm sieve. The feeding happened manually due to non-pourability and insufficient bulk density. The sieves filtered metal waste of up to 2 mm length out of the melt. The granulate got used for manufacturing of test specimens.

4.4.7 Herstellung von Prüfkörpern | Manufacturing of test specimens

Spritzgussmaschine | Injection moulding: Arburg Allrounder 320C 500-250
 Prüfbedingung | Parameter: Spritzdruck: 1000 bar | Massetemperatur: 250 °C | Werkzeugtemperatur: 70 °C
 Injection pressure: 1000 bar | Melt temperature: 250 °C | Injection mold temperature: 70 °C
 Verwendetes Material | Material used: Granulat | Granulate

Nach Vortrocknung (80 °C / 4 Stunden) wurden die Normprüfkörper aus dem granulierten Material unter den angegebenen Bedingungen hergestellt.

The standard test specimens have been prepared from the granulated material, after it got pre-dried at 80 °C for 4 hours, under the above mentioned conditions.



Abb. 4.4_15: Polen Netze Prüfkörper | Fig. 4.4_15: Polen Netze test specimens



Abb. 4.4_16: Polen Netze Stufenplättchen | Fig. 4.4_16: Polen Netze staircase sample

4.4.8 Bestimmung der Zugeigenschaften nach DIN EN ISO 527 – 1/2 |

Tensile properties according to DIN EN ISO 527-1/2

Prüfgerät | Tester: Universalprüfmaschine Zwick Z010 / TH2S | Universal testing machine Zwick Z010 / TH2S
 Prüfbedingung | Parameter: Prüfgeschwindigkeit E-Modul | Test speed elastic modulus: 1 mm/min
 Prüfgeschwindigkeit | Test speed: 10 mm/min
 Prüfkörper | Test specimen: 1A, Dicke | Thickness: 4 mm, Einspannlänge | Distance between grips: 115 mm

Probe Sample: Polen Netze		
Prüfkriterium Test criterion	Messwert Measured value	Standardabweichung Standard deviation
Zugfestigkeit Tensile strength [MPa]	51,8	12,8
Dehnung bei Zugfestigkeit Elongation at tensile strength [%]	2,4	0,7
Nominelle Bruchdehnung Nominal tensile strain at break [%]	2,4	0,7
E-Modul Elastic modulus [MPa]	2800	129

Abb. 4.4_17: Zugeigenschaften | Fig. 4.4_17: tensile properties

Sämtliche Proben versagten durch Spröbruch. | All samples failed as brittle fracture.

4.4.9 Bestimmung der Charpy-Schlagzähigkeit nach DIN EN ISO 179-1 |
Determination of Charpy impact strength according to DIN EN ISO 179-1

Prüfgerät | Tester: Pendelschlagwerk Zwick | Zwick striking pendulum apparatus
 Prüfbedingung | Parameter: ISO 179 / 1eU; ISO 179 / 1eA | Raumtemperatur (RT) | at ambient temperature
 Arbeitsvermögen des Pendels | Energy capacity of pendulum: 4 J
 Prüfkörper | Test specimen: Typ 1; 80 x 10 x 4 mm

Probe Sample: Polen Netze			
Prüfkriterium Test criterion		Schlagzähigkeit [kJ/m ²] Impact strength	Versagensart Type of failure
Ohne Kerbe Unnotched	RT	13,5	C
Mit Kerbe Notched	RT	3,6	C
Anmerkung Annotation: NB = non break C = complete break P = partial break H = hinge break			

Abb. 4.4_18: Charpy-Schlagzähigkeit | Fig. 4.4_18: Charpy impact strength

4.4.10 Bestimmung des Schmelzindex (MFR / MVR) nach DIN EN ISO 1133 |
Determination of melt flow rate (MFR / MVR) according to DIN EN ISO 1133

Prüfgerät | Tester: Fließprüfgerät Zwick Mflow | Laborwaage Precisa 202 A
 Prüfbedingung | Parameter: Melt indexer Zwick Mflow | Analytic scale Precisa 202 A
 250 °C / 2,16 kg
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Die Messung wurde am Granulat durchgeführt.
 The measurement was performed on granulate.

Probe Sample	MFR [g/10 min]	MVR [cm ³ /10 min]
Polen Netze	3,4	3,4

Abb. 4.4_19: Schmelzindex (MFR / MVR) | Fig. 4.4_19: melt flow rate (MFT / MVR)

4.4.11 Bestimmung der Dichte nach DIN EN ISO 1183 – Verfahren A |
Determination of density according to DIN EN ISO 1183 – method A

Prüfgerät | Tester: Laborwaage Precisa 202 A mit Dichtebestimmungsset
 Laboratory scale Precisa 202 A with set for determination of density
 Prüfmedium | Testing fluid: Methanol
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Entnahme von Prüfkörper | Extraction from test specimen.

Probe Sample	Dichte Density [g/cm ³]
Polen Netze	1,14

Abb. 4.4_20: Dichte | Fig. 4.4_20: density

4.4.12 Materialanalyse mittels DSC nach DIN EN ISO 11357 |

Material analysis by DSC according to DIN EN ISO 11357

Prüfgerät | Tester: Wärmeflusskalorimeter | Heat flow calorimeter Mettler Toledo DSC 821e
 Analysenwaage | Analytic scale Mettler Toledo AG245
 Prüfbedingung | Parameter: 1. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Rot) | Heating rate (Red): 10 K/min
 Kühllauf | Cooling run: 300 °C - 0 °C, Kühlrate (Blau) | Cooling rate (Blue): 10 K/min
 2. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Grün) | Heating rate (Green): 10 K/min
 Spülgas | Flushing gas: Stickstoff | Nitrogen
 Probentiegel | Sample pan: 40 µl standard
 Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Granulat durchgeführt. Ca. 20 mg Probenmaterial wurden eingewogen.
 Sample preparation: The measurement was performed on granulate. Approximately 20 mg of the sample were used.

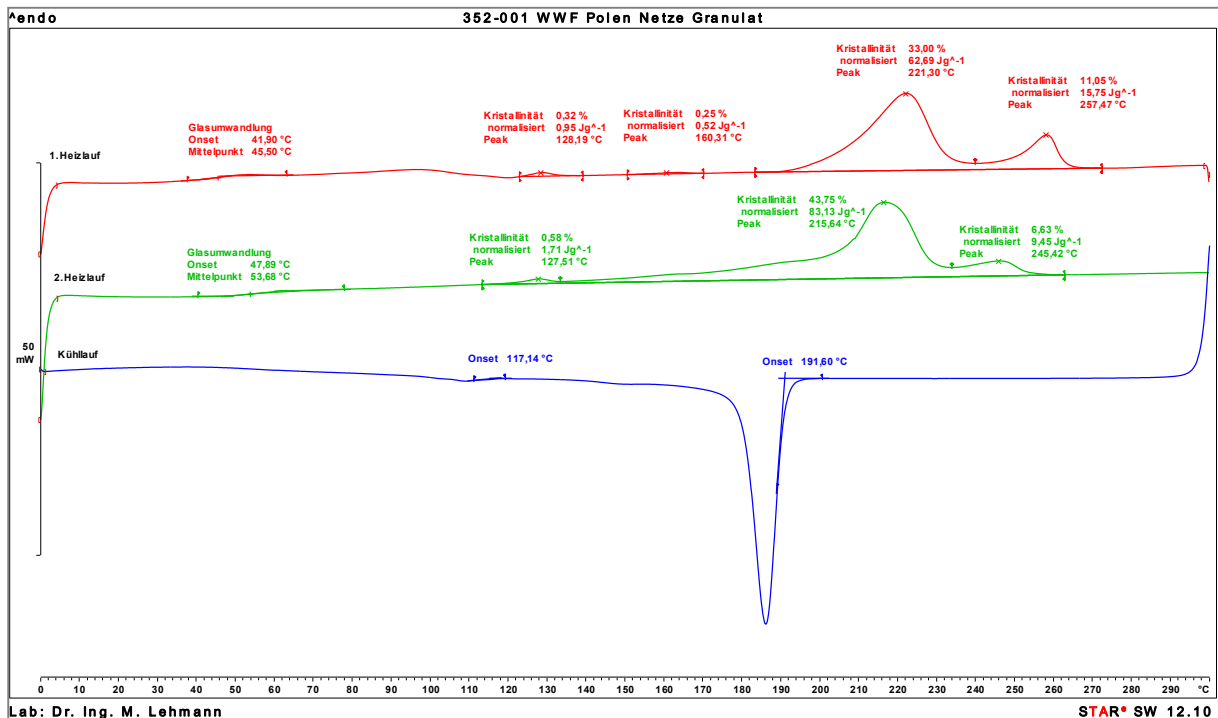


Abb. 4.4_21: DSC Polen Netze Granulat: 1. Heizlauf (Rot), Kühllauf (Blau), 2. Heizlauf (Grün) |
 Fig. 4.4_21: DSC Polen Netze granulate: 1. Heating run (Red), Cooling run (Blue) 2. Heating run (Green)

4.4.13 Bestimmung REACH-relevanter Substanzen |**Determination of REACH-relevant substances**

Prüfmethode | Test method:

Königswasseraufschluss | Disintegration in aqua regia: DIN EN 13346
Halogene nach | Halogen detection according to DIN 53474

Probenvorbereitung | Sample preparation:

Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. Die Probe wurde auf < 2 mm zerkleinert. | The measurement was performed on pre-dried original material. The samples were ground to a grit size of < 2 mm.

Probe Sample: Polen Netze		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Schwermetalle Heavy metals	Antimon Antimony DIN 38405-35	12,4
	Blei Lead DIN EN ISO 11885 (E22)	335
	Cadmium Cadmium DIN EN ISO 5961	0,13
	Chrom, gesamt Chrome, complete DIN EN ISO 11885 (E22)	62,7
	Quecksilber Mercury DIN EN 1483	< 0,1
Halogene Halogens	Fluor Flourine DIN 51723	< 50
	Chlor Chlorine DIN 51408-1	493
	Brom Bromine DIN 51408-1	< 39,2
	Alkane Alkanes (C ₁₀ – C ₁₃) nach following NIOSH 2549	< 6,62
	Bisphenol-A DIN EN ISO 18857-2 (F32)	< 0,28

Abb. 4.4_22: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.4_22: determined substance contents

Probe Sample: Polen Netze		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Flammschutz- hemmer Flame retardant	Polybromierte Biphenyle Polybrominated biphenyl (PBB) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
	Polybromierte Diphenylether Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
Phthalate Phthalates	Diisodecylphthalat Diisodecyl phthalate (DIDP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 0,22
	Diisononylphthalat Diisononyl phthalate (DINP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	0,38
	Butylbenzylphthalat Benzyl butyl phthalate (BBP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 0,07
	Diethylhexylphthalat Diethylhexyl phthalate (DEHP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	2,62
	Anthracene Anthracene Nach following NIOSH 5506	3,97
	PAK (EPA)	128

Abb. 4.4_23: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.4_23: determined substance contents

4.5 Ahlbeck Netze



Abb. 4.5_1: Ahlbeck Netze | Fig. 4.5_1: Ahlbeck Netze



Abb. 4.5_2: Ahlbeck Netze Holz | Fig. 4.5_2: Ahlbeck Netze wood

Die Probe Ahlbeck Netze wurde in feuchtem Zustand angeliefert. In der Probe befanden sich kleinere Stücke Holz.

The sample Ahlbeck Netze got delivered in wet condition. The sample was contaminated with small pieces of wood.

4.5.1 Bestimmung der Oberflächenfeuchte in Anlehnung an DIN EN ISO 585 | Determination of moisture content following DIN EN ISO 585

Prüfgerät | Tester: IR-Trockner HA300, Laborwaage Precisa 310M | IR dryer HA300, scale Precisa 310M
Prüfbedingung | Parameter: Temperatur | Temperature: 105 °C | Einwaage | Weighed sample: ca. 10 g
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on the original material.

Die Untersuchung der Oberflächenfeuchte an der Probe Ahlbeck Netze wurde beim Erreichen einer Restfeuchte von 5 % abgebrochen, da ab diesem Wert eine Vortrocknung notwendig ist.

The analysis of the moisture content of the sample Ahlbeck Netze was stopped at a moisture content of 5 % because at this value the sample has to be dried for further analysis.

4.5.2 Trocknung | Drying

Prüfgerät | Tester: Umluftwärmeschrank Binder FP 240
Prüfbedingung | Parameter: Temperatur | Temperature: 80 °C
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on the original material.

Die Probe Ahlbeck Netze wurde bei 80 °C im Umluftwärmeschrank getrocknet, um für weitere Analysen eine Restfeuchte von < 0,2 % zu erreichen.

The sample Ahlbeck Netze got dried at 80 °C to reach a moisture content of < 0,2 % for further analyses.

4.5.3 Mikroskopische Untersuchung | Microscopical examination

Prüfgerät | Tester: Mikroskop Zeiss Axiotech 30 | Heiztisch | Heating stage Mettler Toledo FP82HT / FP90
Software Image evaluation Zeiss Axiovision
Prüfbedingung | Parameter: Beleuchtung: Auflicht/Durchlicht | Kontrast: Dunkelfeld | Objektiv: Epiplan 5x
Illumination: Incident light/transmitted light | Contrasting: dark field Object lens: Epiplan 5x
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.



Abb. 4.5_3: Ahlbeck Netze 30 °C (10K/min) |
Fig. 4.5_3: Ahlbeck Netze 30 °C (10K/min)



Abb. 4.5_4: Ahlbeck Netze 167 °C (10K/min) |
Fig. 4.5_4: Ahlbeck Netze 167 °C (10K/min)



Abb. 4.5_5: Ahlbeck Netze 214 °C (10K/min) |
Fig. 4.5_5: Ahlbeck Netze 214 °C (10K/min)

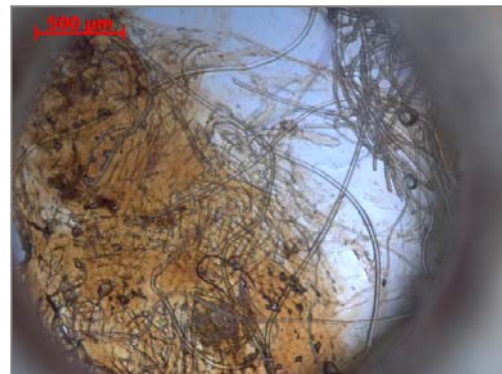


Abb. 4.5_6: Ahlbeck Netze 222 °C (10K/min) |
Fig. 4.5_6: Ahlbeck Netze 222 °C (10K/min)



Abb. 4.5_7: Ahlbeck Netze 260 °C (10K/min) |
Fig. 4.5_7: Ahlbeck Netze 260 °C (10K/min)

Die Probe Ahlbeck Netze zeigt unter dem Mikroskop ein erstes Schmelzverhalten (leichtes Zusammenziehen) von vereinzelt Fasern bei ca. 167 °C, charakteristisch für PP und/oder PE. Ab einer Temperatur von ca. 214 °C bis 222 °C schmilzt nahezu die gesamte Probe, was auf einen überwiegenden PA-Anteil hinweist. Die vereinzelt PET-Fasern schmelzen bis 260 °C auf.

The sample Ahlbeck Netze shows first signs of melting (shrinking) at 167 °C, characteristic of PP and/or PE. From about 214 °C till 222 °C most of the sample melted which hits to a large percentage of PA. The few remaining PET-fibers melt till 260 °C.

4.5.4 Materialanalyse mittels FT-IR-Spektroskopie | Material analysis by FT-IR-spectroscopy

Prüfgerät | Tester: FT-IR spectrometer Bruker Tensor 37
Prüfbedingung | Parameter: Absorptionsmessung über ATR-Einheit | Absorptometry via attenuated total reflectance (ATR) unit
Probenvorbereitung | Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt.
Sample preparation: The measurement was performed on pre-dried original material.

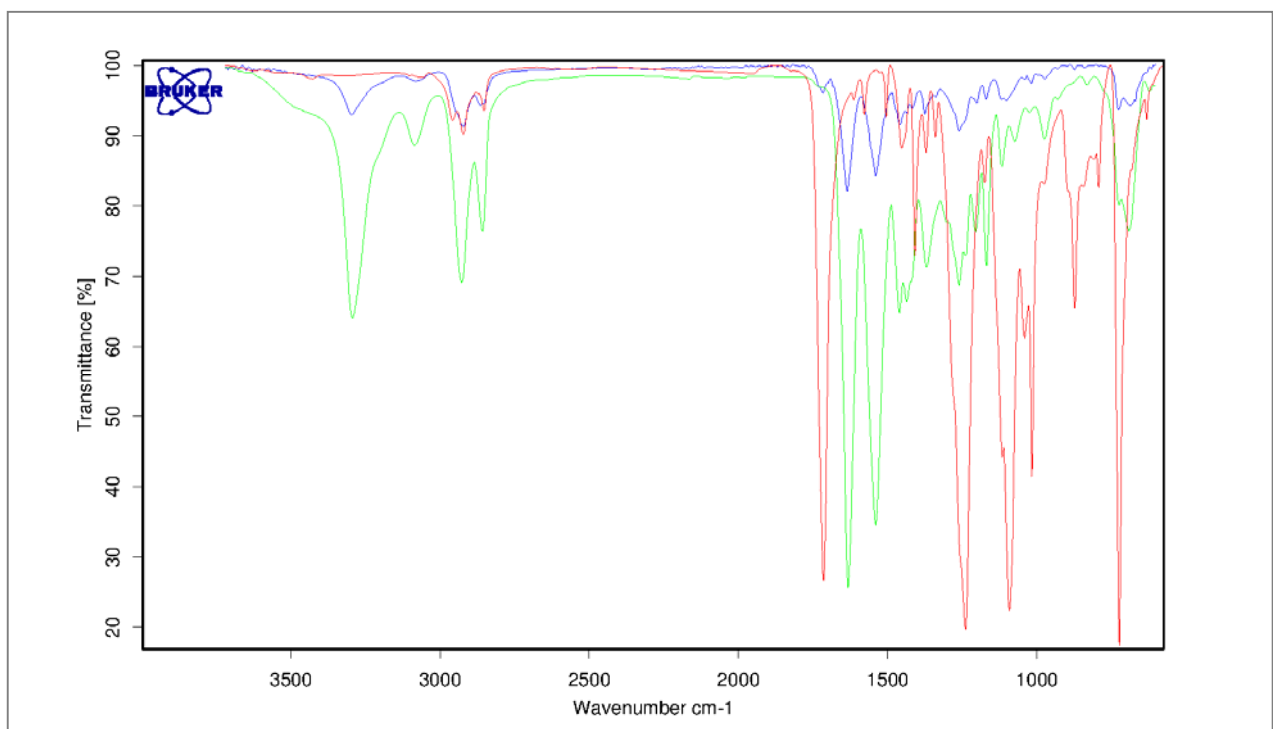


Abb. 4.5_8: IR-Spektroskopie Ahlbeck Netze (Blau), PET (Rot), PA6 (Grün) |
Fig. 4.5_8: IR-Spectroscopy Ahlbeck Netze (Blue), PET (Red), PA6 (Green)

Die Identifizierung erfolgt anhand der Bandenlage. Das IR-Spektrum zeigt deutliche PA6-Banden und schwache PET-Banden. PA6.6-Banden sind nicht zu identifizieren.

The basis of identification is the location of the specific bands. The IR-spectrum shows distinct PA6-Peaks and weak PET-peaks. There are no PA6.6-Peaks to be identified.

4.5.5 Untersuchungen zur Waschqualität | Examination of washing quality

10 g der Probe Ahlbeck Netze wurde bei 80 °C unter Zugabe eines Tensids gewaschen, anschließend aus dem Waschwasser entnommen und mit Wasser gespült.

10 g of the Sample Ahlbeck Netze got washed at 80 °C using a tenside and then extracted from the washing water and cleaned with fresh water.



Abb. 4.5_9: Ahlbeck Netze |
Fig. 4.5_9: Ahlbeck Netze



Abb. 4.5_10: Ahlbeck Netze gewaschen |
Fig. 4.5_10: Ahlbeck Netze washed



Abb. 4.5_11: Ahlbeck Netze Waschwasser |
Fig. 4.5_11: Ahlbeck Netze washing water

Die Bewertung der Waschanalyse erfolgt visuell. Nach dem Waschvorgang zeigt die Probe Ahlbeck Netze ein aufgehelltes Erscheinungsbild. Das Waschwasser ist leicht getrübt und enthält feine Schwebstoffe.

The examination of washing analysis took place visual. Washing the sample Ahlbeck Netze left it with a brighter appearance. The washing water was slightly unclear with some fine, suspended particles in it.

4.5.6 Extrusion | Extrusion

Extruder:	Stork E35.7T3-36D-C mit anschließendem Strangabzug Stork E35.7T3-36D-C including strand cutter
Prüfbedingung Parameter:	Massetemperatur: 273 °C Schmelzedruck: bis zu 75 bar Schmelzefilter: 800 µm Melt temperature: 273 °C Melt pressure: up to 75 bar Melt filter: 800 µm Probe wurde vorgetrocknet Stranggranulierung Vakuum mit -0.6 bar relativer Druck Samples were pre-dried strand pelletized Vacuum with -0,6 bar relative pressure
Probenvorbereitung Sample preparation:	Die Extrusion wurde mit vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. The extrusion was performed with pre-dried original material.

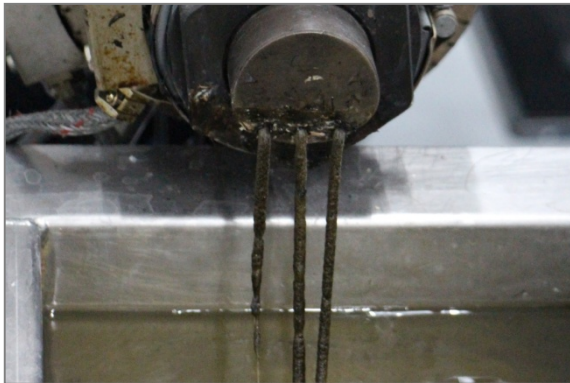


Abb. 4.5_12: Ahlbeck Netze Extrusion |
Fig. 4.5_12: Ahlbeck Netze extrusion



Abb. 4.5_13: Ahlbeck Netze Granulat |
Fig. 4.5_13: Ahlbeck Netze granulate



Abb. 4.5_14: Ahlbeck Netze Sieb |
Fig. 4.5_14: Ahlbeck Netze sieve

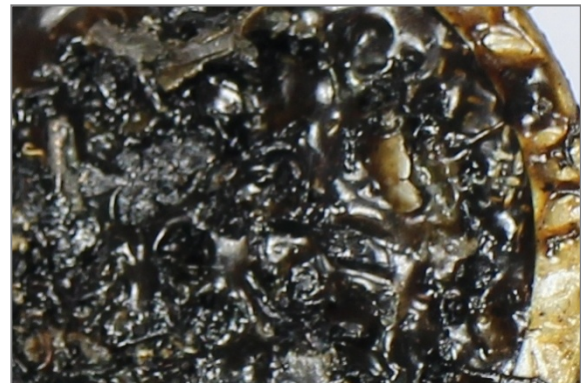


Abb. 4.5_15: Ahlbeck Netze Ausschnitt Sieb |
Fig. 4.5_15: Ahlbeck Netze detail sieve

Die vorgetrocknete Probe Ahlbeck Netze wurde extrudiert und durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 800 µm filtriert. Die Zuführung der Probe auf die Extruderschnecke erfolgte manuell, da sie nicht rieselfähig und von unzureichendem Schüttgewicht war. Aus der Schmelze wurden Metallreste von bis zu 2 mm Größe gefiltert. Das Granulat wurde zur Prüfkörperherstellung verwendet und weist einen leicht holzigen Geruch auf.

The pre-dried sample Ahlbeck Netze got extruded and filtered through an 800 µm sieve. The feeding happened manually due to non-pourability and insufficient bulk density. The sieves filtered metal waste of up to 2 mm length out of the melt. The granulate got used for manufacturing of test specimens and has a slightly woody smell.

4.5.7 Herstellung von Prüfkörpern | Manufacturing of test specimens

Spritzgussmaschine | Injection moulding: Arburg Allrounder 320C 500-250
 Prüfbedingung | Parameter: Spritzdruck: 1000 bar | Massetemperatur: 250 °C | Werkzeugtemperatur: 70 °C
 Injection pressure: 1000 bar | Melt temperature: 250 °C | Injection mold temperature: 70 °C
 Verwendetes Material | Material used: Granulat | Granulate

Nach Vortrocknung (80 °C / 4 Stunden) wurden die Normprüfkörper aus dem granulierten Material unter den angegebenen Bedingungen hergestellt.

The standard test specimens have been prepared from the granulated material, after it got pre-dried at 80 °C for 4 hours, under the above mentioned conditions.



Abb. 4.5_16: Ahlbeck Netze Prüfkörper | Fig. 4.5_16: Ahlbeck Netze test specimens



Abb. 4.5_17: Ahlbeck Netze Stufenplättchen | Fig. 4.5_17: Ahlbeck Netze staircase sample

4.5.8 Bestimmung der Zugeigenschaften nach DIN EN ISO 527 – 1/2 |

Tensile properties according to DIN EN ISO 527-1/2

Prüfgerät | Tester: Universalprüfmaschine Zwick Z010 / TH2S | Universal testing machine Zwick Z010 / TH2S
 Prüfbedingung | Parameter: Prüfgeschwindigkeit E-Modul | Test speed elastic modulus: 1 mm/min
 Prüfgeschwindigkeit | Test speed: 10 mm/min
 Prüfkörper | Test specimen: 1A, Dicke | Thickness: 4 mm, Einspannlänge | Distance between grips: 115 mm

Probe Sample: Ahlbeck Netze		
Prüfkriterium Test criterion	Messwert Measured value	Standardabweichung Standard deviation
Zugfestigkeit Tensile strength [MPa]	27,1	2,3
Dehnung bei Zugfestigkeit Elongation at tensile strength [%]	1,5	0,2
Nominelle Bruchdehnung Nominal tensile strain at break [%]	1,5	0,2
E-Modul Elastic modulus [MPa]	2401	73

Abb. 4.5_18: Zugeigenschaften | Fig. 4.5_18: tensile properties

Sämtliche Proben versagten durch Spröbruch. | All samples failed as brittle fracture.

4.5.9 Bestimmung der Charpy-Schlagzähigkeit nach DIN EN ISO 179-1 |
Determination of Charpy impact strength according to DIN EN ISO 179-1

Prüfgerät | Tester: Pendelschlagwerk Zwick | Zwick striking pendulum apparatus
 Prüfbedingung | Parameter: ISO 179 / 1eU; ISO 179 / 1eA | Raumtemperatur (RT) | at ambient temperature
 Arbeitsvermögen des Pendels | Energy capacity of pendulum: 4 J
 Prüfkörper | Test specimen: Typ 1; 80 x 10 x 4 mm

Probe Sample: Ahlbeck Netze			
Prüfkriterium Test criterion		Schlagzähigkeit [kJ/m²] Impact strength	Versagensart Type of failure
Ohne Kerbe Unnotched	RT	7,1	C
Mit Kerbe Notched	RT	2,8	C
Anmerkung Annotation: NB = non break C = complete break P = partial break H = hinge break			

Abb. 4.5_19: Charpy-Schlagzähigkeit | Fig. 4.5_19: Charpy impact strength

4.5.10 Bestimmung des Schmelzindex (MFR / MVR) nach DIN EN ISO 1133 |
Determination of melt flow rate (MFR / MVR) according to DIN EN ISO 1133

Prüfgerät | Tester: Fließprüfgerät Zwick Mflow | Laborwaage Precisa 202 A
 Melt indexer Zwick Mflow | Analytic scale Precisa 202 A
 Prüfbedingung | Parameter: 250 °C / 2,16 kg
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Die Messung wurde am Granulat durchgeführt.
 The measurement was performed on granulate.

Probe Sample	MFR [g/10 min]	MVR [cm³/10 min]
Ahlbeck Netze	42,8	44,6

Abb. 4.5_20: Schmelzindex (MFR / MVR) | Fig. 4.5_20: melt flow rate (MFT / MVR)

4.5.11 Bestimmung der Dichte nach DIN EN ISO 1183 – Verfahren A |
Determination of density according to DIN EN ISO 1183 – method A

Prüfgerät | Tester: Laborwaage Precisa 202 A mit Dichtebestimmungsset
 Laboratory scale Precisa 202 A with set for determination of density
 Prüfmedium | Testing fluid: Methanol
 Probenvorbereitung | Sample preparation: Entnahme von Prüfkörper | Extraction from test specimen.

Probe Sample	Dichte Density [g/cm³]
Ahlbeck Netze	1,09

Abb. 4.5_21: Dichte | Fig. 4.5_21: density

4.5.12 Materialanalyse mittels DSC nach DIN EN ISO 11357 |

Material analysis by DSC according to DIN EN ISO 11357

Prüfgerät | Tester: Wärmeflusskalorimeter | Heat flow calorimeter Mettler Toledo DSC 821e
 Analysenwaage | Analytic scale Mettler Toledo AG245
 Prüfbedingung | Parameter: 1. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Rot) | Heating rate (Red): 10 K/min
 Kühllauf | Cooling run: 300 °C - 0 °C, Kühlrate (Blau) | Cooling rate (Blue): 10 K/min
 2. Heizlauf | Heating run: 0 °C - 300 °C, Heizrate (Grün) | Heating rate (Green): 10 K/min
 Spülgas | Flushing gas: Stickstoff | Nitrogen
 Probentiegel | Sample pan: 40 µl standard
 Probenvorbereitung | Die Messung wurde am Granulat durchgeführt. Ca. 20 mg Probenmaterial wurden eingewogen.
 Sample preparation: The measurement was performed on granulate. Approximately 20 mg of the sample were used.

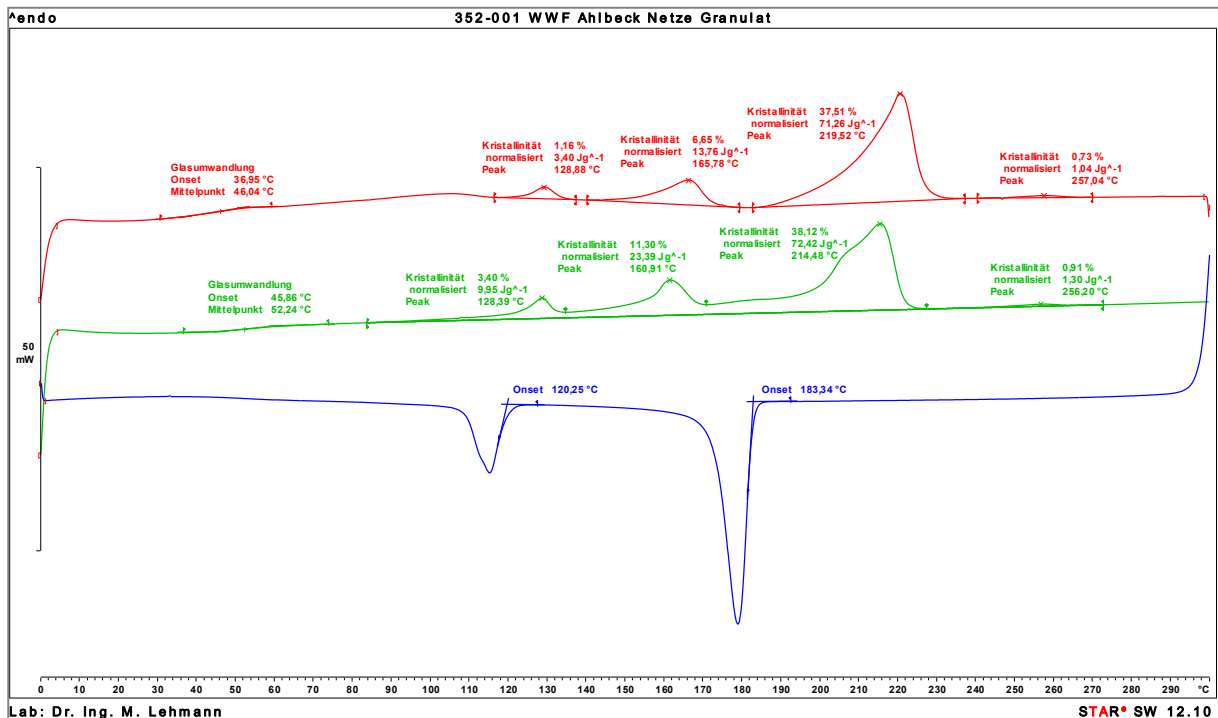


Abb. 4.5_22: DSC Ahlbeck Netze Granulat: 1. Heizlauf (Rot), Kühllauf (Blau), 2. Heizlauf (Grün) |
 Fig. 4.5_22: DSC AhlbeckNetze granulate: 1. Heating run (Red), Cooling run (Blue) 2. Heating run (Green)

4.5.13 Bestimmung REACH-relevanter Substanzen |

Determination of REACH-relevant substances

Prüfmethode | Test method:

Königswasseraufschluss | Disintegration in aqua regia: DIN EN 13346

Halogene nach | Halogen detection according to DIN 53474

Probenvorbereitung | Sample preparation:

Die Messung wurde am vorgetrockneten Ausgangsmaterial durchgeführt. Die Probe wurde auf < 2 mm zerkleinert. | The measurement was performed on pre-dried original material. The samples were ground to a grit size of < 2 mm.

Probe Sample: Ahlbeck Netze		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Schwermetalle Heavy metals	Antimon Antimony DIN 38405-35	28,2
	Blei Lead DIN EN ISO 11885 (E22)	358
	Cadmium Cadmium DIN EN ISO 5961	0,30
	Chrom, gesamt Chrome, complete DIN EN ISO 11885 (E22)	< 10
	Quecksilber Mercury DIN EN 1483	< 0,1
Halogene Halogens	Fluor Flourine DIN 51723	< 50
	Chlor Chlorine DIN 51408-1	1011
	Brom Bromine DIN 51408-1	< 96,8
	Alkane Alkanes (C ₁₀ – C ₁₃) nach following NIOSH 2549	< 6,12
	Bisphenol-A DIN EN ISO 18857-2 (F32)	0,72

Abb. 4.5_23: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.5_23: determined substance contents

Probe Sample: Ahlbeck Netze		
Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Gehalt [ppm] Content
Flammschutz- hemmer Flame retardant	Polybromierte Biphenyle Polybrominated biphenyl (PBB) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
	Polybromierte Diphenylether Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 100
Phthalate Phthalates	Diisodecylphthalat Diisodecyl phthalate (DIDP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	82,7
	Diisononylphthalat Diisononyl phthalate (DINP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	4,09
	Butylbenzylphthalat Benzyl butyl phthalate (BBP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	< 0,07
	Diethylhexylphthalat Diethylhexyl phthalate (DEHP) GC/FID/ECD and HPLC/UV with calibration standards	7,28
	Anthracene Anthracene Nach following NIOSH 5506	0,03
	PAK (EPA)	1,37

Abb. 4.5_24: ermittelte Substanzmengen | Fig. 4.5_24: determined substance contents

5. Zusammenfassung der Ergebnisse | Summary of the results

5.1 Optischer Vergleich | Optical Comparison

Die Proben zeigen nach einem Waschvorgang eine deutliche Verfärbung und Verunreinigung des Waschwassers. Die Waschqualität der Proben ist für eine direkte Weiterverarbeitung unzureichend. Zur Veranschaulichung wird das Waschwasser der einzelnen Proben im Überblick jeweils vor Weiß und Schwarz dargestellt. Die Stufenplättchen zeigen unterschiedliche Verschmutzungsgrade und die Probe Polen Tauge weist ein erhöhtes Reflexionsverhalten auf.

The samples show an obvious color change and staining of the washing water. Washing quality of the samples is insufficient for further processing. To get an overview of the wash water the samples are visualized in front of black and white background. The staircase samples show varying levels of contamination and the sample Polen Tauge proves to be more reflective than the others.



Abb. 5.1_1: Waschwasser von Sassnitz Tauge, Sassnitz Netze, Polen Tauge, Polen Netze und Ahlbeck Netze (v. l. n. r.) |
Fig. 5.1_1: washing water of Sassnitz Tauge, Sassnitz Netze, Polen Tauge, Polen Netze and Ahlbeck Netze (left to right)



Abb. 5.1_2: Waschwasser von Sassnitz Tauge, Sassnitz Netze, Polen Tauge, Polen Netze und Ahlbeck Netze (v. l. n. r.) |
Fig. 5.1_2: washing water Sassnitz Tauge, Sassnitz Netze, Polen Tauge, Polen Netze and Ahlbeck Netze (left to right)



Abb. 5.1_3: Stufenplättchen von Sassnitz Tauge, Sassnitz Netze, Polen Tauge, Polen Netze und Ahlbeck Netze (v. l. n. r.) |
Fig. 5.1_3: staircase sample Sassnitz Tauge, Sassnitz Netze, Polen Tauge, Polen Netze and Ahlbeck Netze (left to right)

5.2 Zusammenfassung der Materialanalysen mittels DSC nach DIN EN ISO 11357 |

Summary of the material analyses by DSC according to DIN EN ISO 11357

Probe Sample	PE (ca. 120 °C)	PP (ca. 160 °C)	PA6 (ca. 220 °C)	PET (ca. 260 °C)
Sassnitz Taue	-	X	X	X
Polen Taue	X	-	X	X
Sassnitz Netze	X	X	X	X
Polen Netze	X	X	X	X
Ahlbeck Netze	X	X	X	X

Anmerkung | Annotation: - = nicht vorhanden | not present; x = vorhanden | present; **X** = Hauptanteil | main fraction

Abb. 5.2_1: Materialanalysen mittels DSC | Fig. 5.2_1: material analyses by DSC

Anhand der Schmelzpeaks aus den DSC- und Mikroskopie-Analysen und mit Bestätigung durch IR-Spektroskopie ergeben sich für die verschiedenen Proben folgende Materialzusammensetzungen:

Sassnitz Taue besteht hauptsächlich aus PA6 mit geringen Anteilen an PP und PET.

Polen Taue besteht hauptsächlich aus PET mit Anteilen an PA6 und geringen Anteilen an PE.

Sassnitz Netze besteht hauptsächlich aus PA6 mit Anteilen an PE, PP und PET.

Polen Netze besteht hauptsächlich aus PA6 mit Anteilen an PET und geringen Anteilen an PE und PP.

Ahlbeck Netze besteht hauptsächlich aus PA6 mit Anteilen an PE und PP und geringen Anteilen PET.

Through DSC and microscopy analysis and with verification via IR-spectroscopy we conclude the following material compositions:

Sassnitz Taue mainly consists of PA6 with a small fraction of PP and PET.

Sassnitz Netze mainly consists of PA6 with a fraction of PE, PP and PET.

Polen Taue mainly consists of PET with a fraction of PA6 and with a small fraction of PE.

Polen Netze mainly consists of PA6 with a fraction of PET and with a small fraction of PE and PP.

Ahlbeck Netze mainly consists of PA6 with a fraction of PE and PP and with a small fraction of PET.

5.3 Zusammenfassung der mechanischen Kennwerte | Summary of mechanical properties

Prüfungsart Test	Einheit Unit	Sassnitz Tae	Sassnitz Netze	Polen Tae	Polen Netze	Ahlbeck Netze
Zugfestigkeit Tensile Strength	MPa	52,7	56,3	23,3	51,8	27,1
Dehnung bei Zugfestigkeit Elongation at tensile strength	%	3,3	3,7	1,0	2,4	1,5
Nom. Bruchdehnung Nominal tensile strain at break	%	8,0	4,7	1,0	2,4	1,5
E-Modul Elastic modulus	MPa	2630	2635	2597	2800	2401
Charpy-Schlagzähigkeit Ohne Kerbe RT Charpy impact strength unnotched	kJ / m ² Modus	7,8 C	25,2 C	4,3 C	13,5 C	7,1 C
Charpy-Schlagzähigkeit mit Kerbe RT Charpy impact strength notched	kJ / m ² Modus	3,0 C	5,0 C	1,0 C	3,6 C	2,8 C
MFR	g / 10 min	20,9	8,7	15,2	3,4	42,8
MVR	cm ³ / 10 min	21,1	8,9	13,1	3,4	44,6
MFR / MVR Prüfbedingungen Parameters	°C kg	250 2,16	250 2,16	260 5,0	250 2,16	250 2,16
Dichte Density	g / cm ³	1,14	1,13	1,31	1,14	1,09
Anmerkung Annotation: NB = non break C = complete break P = partial break H = hinge break						

Abb. 5.3_1: Zusammenfassung der mechanischen Kennwerte | Fig. 5.3_1: summary of mechanical properties

5.4 Zusammenfassung REACH | Summary REACH

Substanzgruppe Substance group	Substanz Substance	Sassnitz Tae [ppm]	Polen Tae [ppm]	Sassnitz Netze [ppm]	Polen Netze [ppm]	Ahlbeck Netze [ppm]
Schwermetalle Heavy metals	Antimon Antimony	< 10	42,9	< 10	12,4	28,2
	Blei Lead	10,1	189	25,7	335	358
	Cadmium Cadmium	0,72	< 0,10	7,20	0,13	0,30
	Chrom, gesamt Chrome, complete	< 10	< 10	< 10	62,7	< 10
	Quecksilber Mercury	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Halogene Halogens	Fluor Flourine	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
	Chlor Chlorine	973	221	1421	493	1011
	Brom Bromine	< 193,5	< 127,7	< 159,7	< 39,2	< 96,8
	Alkane Alkanes (C ₁₀ – C ₁₃)	< 6,53	< 0,64	< 6,15	< 6,62	< 6,12
	Bisphenol-A	< 0,47	< 0,44	< 0,37	< 0,28	0,72
Flammschutz- hemmer Flame retardant	Polybromierte Biphenyle Polybrominated biphenyl (PBB)	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
	Polybromierte Diphenylether Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Phthalate Phthalates	Diisodecylphthalat Diisodecyl phthalate (DIDP)	0,22	0,51	< 0,20	< 0,22	82,7
	Diisononylphthalat Diisononyl phthalate (DINP)	0,59	1,67	0,42	0,38	4,09
	Butylbenzylphthalat Benzyl butyl phthalate (BBP)	< 0,07	0,21	< 0,07	< 0,07	< 0,07
	Diethylhexylphthalat Diethylhexyl phthalate (DEHP)	2,80	4,60	1,06	2,62	7,28
	Anthracene Anthracene	0,10	4,69	0,09	3,97	0,03
	PAK (EPA)	1,88	208	1,26	128	1,37

Abb. 5.4_1: ermittelte Substanzmengen | Fig. 5.4_1: determined substance contents

Die Werte der Chlorbestimmung resultieren nicht aus freiem Chlor, sondern sind in Aufbereitungsprozessen meist das Resultat von Vermischungsschäden mit PVC oder von mit Flammenschutz ausgerüsteten Polyolefinen. Eine weitere Quelle können Farbpigmente darstellen. Wird z. B. der Wert von Sassnitz Netzen mit 1421 ppm herangezogen, so besteht die Möglichkeit, dass ca. 0,27 % PVC als begleitender Störstoff in der Probe enthalten sein könnte.

Empfohlen wird ein Grenzwert für Chlor von 400 ppm für die Verarbeitung, wenn Maschinen und Werkzeuge mit V4A-Stahl ausgelegt sind. Bei höheren Chlor-Gehalten muss bei verbesserter Korrosionsschutz in Betracht gezogen werden.

Erhöhte Werte für Brom resultieren üblicherweise aus flammgeschützten technischen Kunststoffen, die als Resultat von begleitenden Störstoffen bestimmt werden.

The values for chlorine do not come from free chlorine but are often the results of intermixing with PVC or flame-resistant polyolefins in conditioning processes. Another source might be pigments. The chlorine content of e.g. the sample Sassnitz Netze, with 1421 ppm, could come from 0,27 % PVC impurities in the sample.

If used with machines or tools made of V4A-Steel a critical value of 400 ppm of chlorine should not be exceeded. At higher chlorine values an improved corrosion resistance has to be considered.

A high bromine content usually comes from flame-resistant technical plastics which are accompanying extraneous materials.

6. Auswertung & Schlussfolgerung | Interpretation & Conclusion

Die Reinigung der Proben ist verbesserungswürdig, wie die Untersuchungen zur Waschqualität gezeigt haben. Um eine leichtere Verarbeitung und ein hochwertigeres Endprodukt zu ermöglichen kann die Reinigung der Ausgangsmaterialien verbessert werden.

Alle Proben bestehen aus unterschiedlichen Mischungen mehrerer Polymere. PA 6 und PET sind in allen Proben zu finden.

Eine Weiterverarbeitung aller 5 Proben ist technisch möglich. Die Werte der REACH-Analyse zeigen, dass Blei bei Polen Taue, Polen Netze und Ahlbeck Netze und Chlor bei Sassnitz Netze und Ahlbeck Netze über den gesetzlich erlaubten Konzentrationen für Verpackungen im allgemeinen liegt, festgehalten in der Europäischen Verpackungsrichtlinie 94/62/EG, Art. 11, Abs. 1 (für Blei) bzw. REACH Art. 33 (für Chlor). Polen Taue und Polen Netze überschreiten den Grenzwert gemäß EG 1907/2006 von 10 ppm für PAK's bei anhaltenden Hautkontakt (> 30 sek). Für andere Anwendungen müssen entsprechende Grenzwerte zu Rate gezogen werden.

The precleaning of the samples is in need of improvement as proven by the examination of washing quality. For smoother processing and to get a product of a higher quality the washing of the material has to be improved.

All samples are a varying mixture of different polymers. PA6 and PET are to be found in all samples.

Further processing of all 5 samples is technically possible. The REACH analysis shows that in Polen Taue, Polen Netze and Ahlbeck Netze the concentration of lead and in Sassnitz Netze and Ahlbeck Netze the concentration of chlorine exceeds the allowed concentrations for packing in general at declared in EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL DIRECTIVE 94/62/EC, Art. 11, Abs. 1 (for lead) respectively REACH Art. 33 (for chlorine). Polen Taue und Polen Netze exceed the allowed concentration for elongated skin contact (> 30 sec) of 10 ppm for PAKs as declared in EG 1907/2006. For other applications different safety values have to be checked.

Für eine Weiterverarbeitung ist die Berücksichtigung von Restfeuchten und die Erhöhung des Schüttgewichtes z. B. durch Agglomeration oder ein Stopfwerk für die Extrusion, zwingend erforderlich. Der Verschmutzungsgrad mit Fremdmaterialien wie Holz bzw. Metall in den Proben kann mit einer Schmelzefiltration verringert werden. Feinere Siebe können verwendet werden, wenn die Qualität der Wäsche verbessert wird. Die Eignung der Materialmische in den Proben für anschließende Verarbeitungsverfahren bedarf Nachfolgeuntersuchungen.

Bei konkreten Spezifikationen / Anforderungsprofilen kann gezielt an Rezepturen gearbeitet werden, die als Basismaterial Regranulate aus Netzen bzw. Tauern enthalten. Da in der Praxis Compounds aus PA/PET genutzt werden und auch Kombinationen aus PA/PP unter Einbeziehung von Verträglichkeitsbatches bekannt sind, bedeuten die derzeit erhaltenen „PA Mix“ kein K.O.-Kriterium zur weiteren Bearbeitung.

Unter dem Aspekt, dass die mechanischen Eigenschaften der Proben Werte im E-Modul über 2000 N/mm² erzielt haben, sollten für weiterführende Arbeiten Applikationen im Spritzguss in Betracht gezogen werden. Durch Additivierung und Zugabe von Füllstoffen sollten Eigenschaftsprofile erzielt werden, die zunächst in Produkten erprobt werden, die den Einsatz von Regranulaten gestatten.

For further processing it is compulsory to consider moisture content and to improve pourability via agglomeration or usage of a mechanism to cram material in to the extruder. The degree of contamination with wood or metal can be reduced with filtration of the melt. Finer sieves can be used, if the washing quality gets improved. The suitability of the material mixtures for further processing has to be determined in further analysis.

For concrete specifications / profiles of requirements a well directed recipe can be compiled that uses Regranulate of nets or ropes as base material. Because PA/PET compounds are being used in practice and a combination of PA/PP via usage of compatibility batches are known, the obtained “PA Mix” is not a deal breaker for further processing.

Given the aspect that the mechanical properties of the samples reached a value for the E-Modulus of 2000 N/mm², injection molding should be considered for further applications. Through inclusion of additives and filler materials certain property profiles should be achievable which should first be tested in products that allow the use of re-granulate.

Als mögliche Einschränkungen für Applikationen sind die Werte aus den Schwermetall- und REACH-relevanten Analysen einer sachlichen Bewertung und Diskussion zu unterziehen. Dabei sind Möglichkeiten in der Aufbereitungstechnik und Materialmodifikation zu berücksichtigen. Wenn Material mit reproduzierbaren Eigenschaften zur Verfügung steht, so sind u.a. folgende Schritte notwendig, um ein weiterverarbeitbares Material zu erhalten:

- Verbesserung der Waschqualität (Waschen bei 80 °C und unter Zugabe eines Tensids)
- Beachtung der Restfeuchten (Trocknen der Proben, bis eine Restfeuchte von 0,2 % unterschritten wird)
- Beachtung des Schüttgewichtes: Für eine weitere Verarbeitung muss das Material rieselfähiger werden, z. B. durch Agglomeration oder Nutzung eines Stopfwerkes, um zu gewährleisten, dass das Material von alleine in den Extruder rutscht und nicht manuell nachgestopft werden muss
- Filtration der Schmelze bei Regranulierung (erneute Extrusion des Materials mit feinerem Sieb)
- Prüfung der Analysenwerte für Applikationen im Wiedereinsatz (Einsatzbereich suchen, der für die gemessenen mechanischen Werte sinnvoll erscheint)

To evaluate the values of the REACH- and heavy metal analysis as a possible limitation for applications those values have to be assessed and discussed further. To do this, materials preparation technology and material modification should be considered. If materials with reproducible characteristics are available the following steps are necessary to get a material usable for processing:

- Improvement of washing quality (washing at 80 °C and usage of a tenside)
- Consideration of moisture content (Drying the samples till moisture content is below 0,2 %)
- Examination of apparent density: for further processing the material has to have a higher pourability via agglomeration or usage of a mechanism to cram material in to the extruder so the material can slide into the extruder on its own without manual cramming
- Filtration of the melt after granulation (second extrusion of the material with a finer sieve)
- Checking of analysis values for further use (searching for an application fitting to the measured mechanical values)

7. Nachuntersuchung REACH | Follow-up analysis REACH

7.1 Aufgabenstellung | Task

Nachuntersuchung bezüglich des Einflusses der Extrusion auf ausgewählte REACH-relevante Substanzen. | Follow-up analysis regarding the impact of extrusion on selected REACH relevant substances.

7.1.1 Polen Taue

Substanz Substance	Polen Taue [ppm]	
	Ausgangsmaterial original material	Granulat granulate
PAK (EPA)	208	59,3

Abb. 7.1_1: Vergleich der PAK Anteile in der Probe Polen Taue vor und nach der Extrusion |
Fig. 7.1_1: Comparison of the PAK content for the sample Polen Taue before and after extrusion

7.1.2 Sassnitz Netze

Substanz Substance	Sassnitz Netze [ppm]	
	Ausgangsmaterial original material	Granulat granulate
Chlor Chlorine	1421	1650

Abb. 7.1_2: Vergleich des Chloranteiles in der Probe Sassnitz Netze vor und nach der Extrusion |
Fig. 7.1_2: Comparison of the Chlorine content for the sample Sassnitz Netze before and after extrusion

7.1.3 Ahlbeck Netze

Substanz Substance	Ahlbeck Netze [ppm]	
	Ausgangsmaterial original material	Granulat granulate
Blei Lead	358	3474

Abb. 7.1_3: Vergleich des Bleianteiles in der Probe Ahlbeck Netze vor und nach der Extrusion |
Fig. 7.1_3: Comparison of the Lead content for the sample Ahlbeck Netze before and after extrusion

7.2 Auswertung Nachuntersuchung | Interpretation follow-up analysis

Das Granulat weist teilweise verringerte, teilweise erhöhte Werte für die untersuchten Substanzen auf. Besonders der Wert für Blei in der Probe Ahlbeck Netze ist deutlich schwankend, obwohl alle Proben aus dem gleichen Extrusionsmuster entnommen sind. Da es sich um ein Erstmuster handelt, ist die Reproduzierbarkeit der Messwerte relativ zu bewerten. Zu Vermutungen, etwa über einen filternden Effekt bei der Extrusion, lassen sich keine Aussagen treffen.

Polyzyklische Verbindungen können bei guter Vakuumierung im Extrusionsprozess abgereichert werden.

Die Chlorwerte sind als unverändert zu werten und sollten aus stabilen Cl-Verbindungen resultieren.

Während der Extrusion wird das Material homogenisiert, so dass eine Analyse des Granulates ein präziseres Abbild verschafft, als einige vereinzelt Fasern des Ausgangsmaterials. Es wird jedoch nicht empfohlen, auf Grund dieser Momentaufnahmen allgemeingültige Aussagen zu treffen.

The granulate shows increased as well as decreased values for the analyzed substances. The amount of lead in the sample Ahlbeck is inconsistent even though all samples were taken from the same extrusion sample.

Reproducibility however is not given due to the fact that it's only one measurement. It is not possible to make any assumptions, for example about a filtering effect during extrusion.

Polycyclic compounds can be decreased by using a vacuum while extrusion.

The values for chlorine are to be seen as unchanged and should result from stable chlorine bonds.

While being extruded the material gets homogenized so that analyzing the granulate will yield a more precise picture than analyzing a few fibers of original material. Nonetheless it is not recommended to draw conclusions from this single analysis.