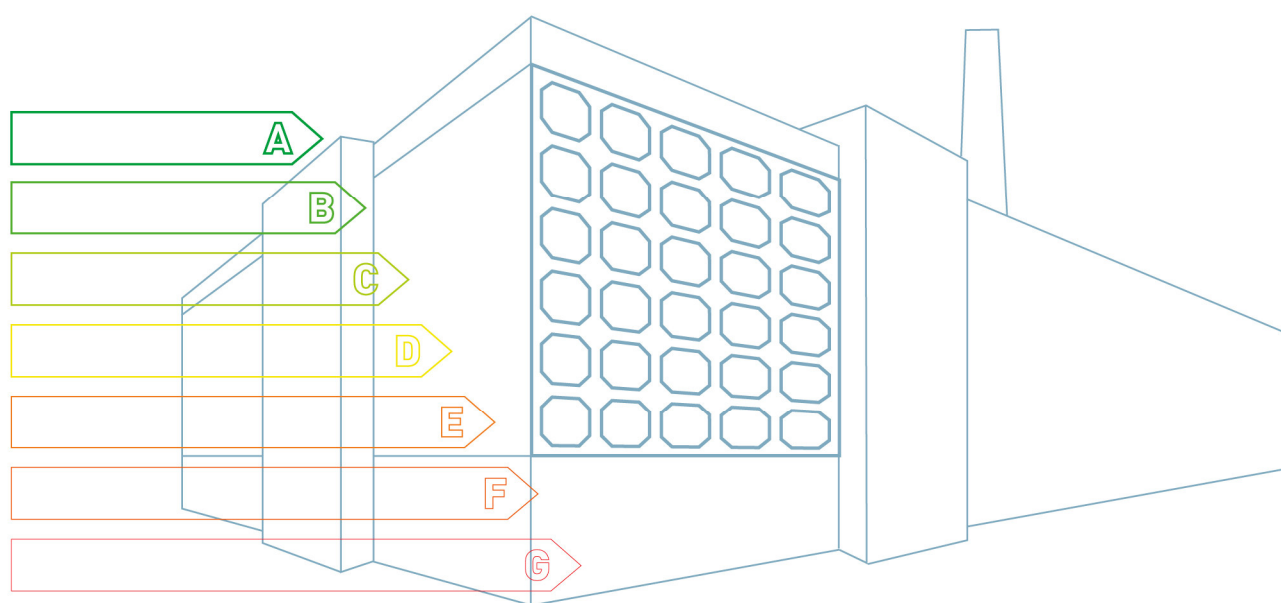




Integrated Ecopaper

Energieeffiziente Kraft Papier Produktion



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink that reads 'Theresia Vogel' in a cursive script.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

Energieeffiziente Kraft Papier Produktion

Kurz: Integrated Ecopaper

AutorInnen:

DI Johannes Leitner, Mondi Frantschach

Dr Patrick Leuk, IPZ TU Graz

DI Regina Krasser, Kompetenzzentrum Holz

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	4
2	Einleitung	5
3	Inhaltliche Darstellung	6
4	Ergebnisse und Schlussfolgerungen	9
5	Ausblick und Empfehlungen	11
6	Literaturverzeichnis	11
7	Kontaktdaten	12

2 Einleitung

Die Herstellung von Papier benötigt sehr viel Energie, da eine 0,2 %ige wässrige Fasersuspension durch mechanische und physikalische Methoden auf einen End-Trockengehalt von 93 % gebracht werden muss. In einem umfassenden Ansatz sollen nun gestützt auf neueste Erkenntnisse aus der Forschung über Simulation und Sensoren die drei Bereiche Wet End, Pressen- und Trockenpartie an sich und deren Zusammenspiel energetisch optimiert werden.

Folgende Ziele zur Energieeffizienzsteigerung werden im Projekt „**Energieeffiziente Kraft Papier Produktion**“ angestrebt:

- Entwicklung eines neuen „Wet End“ Chemikalien- und Kreislaufsystems, womit eine erhöhte Entwässerung in der Nasspartie und damit erhebliche Energieeinsparungen bei den Vakuumpumpen, die für die Entwässerung am Sieb sorgen, sowie in den nachgeschalteten Aggregaten der Papiermaschine erzielt werden können.
- Entwicklung einer Nasspresstechnologie, die zu einem höheren Trockengehalt nach der Presse und einem damit verringerten Energiebedarf in der nachfolgenden Trockenpartie führt und die durch Optimierung der Wasserführung in den Filzen die benötigte Vakuumleistung in der Presse und damit elektrische Energie spart.
- Entwicklung von Sensorik und Regelungstechnik für die Trockenpartie, die die Anfahrzeiten um 30 % reduzieren und so den spezifischen Energieverbrauch pro Anfahrvorgang um ca. 2,5 % senken. Erhöhung der Energieeffizienz in der Papierproduktion durch Entwicklung von intelligenten Sensoren und Regelsystemen sowie durch Entwicklung neuer Entwässerungstechnologien. Durch Erhöhung der Qualitätskonstanz durch Einsatz neuer und intelligenter Sensoren und Regelsysteme kann die sonst nötige Übertrocknung mit anschließender Befeuchtung reduziert werden.

Die angestrebten Energieeinsparungen werden sowohl auf dem Gebiet der elektrischen Energie als auch auf dem Gebiet der thermischen Energie erzielt.

- Elektrisch in den Bereichen Siebantrieb, Pressenantrieb und Vakuumpumpen in Summe: >1600 MWh/Jahr
- Thermisch im Bereich der Trocknung (Lufttechnik, Dampf, Entwässerungssteigerung am Sieb und in der Presse) in Summe >4000 MWh/Jahr.

Gleichzeitig wird durch die Untersuchungen, Versuche und Modelle das Wissen um die Prozesse sowie vor allem um die Zusammenhänge und Auswirkungen auf den Energieverbrauch verbessert und die Sensibilität dafür erhöht.

3 Inhaltliche Darstellung

Die Papierherstellung ist ein energieintensiver Prozess, und Energie war und ist somit immer ein wesentliches Thema für diese Industrie. In der Vergangenheit wurden große Erfolge im Ersatz fossiler Energieträger durch Biomasse und deren optimale Umsetzung (KWK, Kondensationsturbinen, ...) erzielt. Das Werk in Frantschach erzeugt heute ca. 95 % seines Energiebedarfs aus der kaskadischen Nutzung von Biomasse. Weitere nachhaltige Verbesserungen werden nun vor allem mit energiesparenden Innovationen im Prozess entwickelt. Dabei stellen die Entwässerung und die Trocknung der Papierbahn jene Prozesse dar, die aufgrund der enormen Wassermengen, die von der Faser zurückzugewinnen sind, den Energieverbrauch zentral bestimmen.

Der Prozess der Entwässerung gliedert sich in drei Abschnitte - das Wet End, die Sieb-, Pressen- und Trockenpartie - mit einem steigenden spezifischen Energieverbrauch.

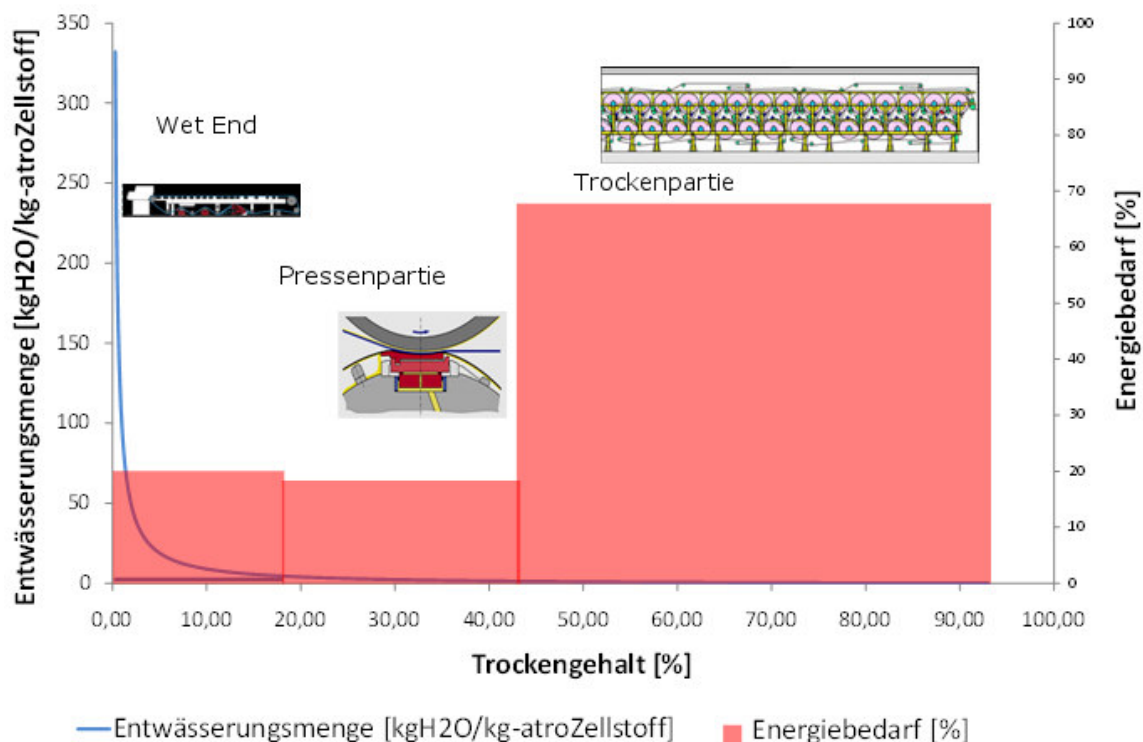


Abbildung 1 Entwässerungsmenge und Energiebedarf bei der Kraftpapierherstellung

Damit ergibt sich als Konsequenz, dass mit dem Verschieben der Entwässerungsleistung hin zu den energetisch spezifisch günstigeren Prozessen (Wet End und Presse) der Gesamtenergieverbrauch gesenkt werden kann. Die Verschiebung dieser Prozessgrenzen durch neue Techniken, die zu einem jeweils höheren Trockengehalt am Ende des jeweiligen Prozessschrittes führen, ist der erste Ansatz des Projektes. Der zweite Ansatz beinhaltet dazu Maßnahmen, die die Energieeffizienz der drei Prozessschritte für sich mit neuen Technologien weiter verbessert.

Die Optimierung dieser drei Abschnitte in eigenen Arbeitspaketen ist Inhalt des Projektes Integrated Ecopaper.



AP1 Wet End:

Um die oben genannten Ziele zu erreichen, wurden im Arbeitspaket Wet End vier verschiedene Ansätze bearbeitet:

1. Mikropartikel Systeme

Durch Einsatz von Mikropartikeln im Wet End sollte eine Verbesserung der Entwässerung erzielt werden. Durch die raschere Entwässerung der Papierbahn auf der Siebpartie wird für die nachfolgende Trocknung weniger Energie benötigt.

2. Schwefelsäure / Alaun

Für einen teilweisen Ersatz von Alaun durch Schwefelsäure ist die Änderung der Eigenschaften der hergestellten Papiere zu überprüfen. Alaun wird in einem chemischen Verfahren aus Aluminiumhydroxid und Schwefelsäure hergestellt. Für die durch Schwefelsäure ersetzte Menge an Papieradditiv entfällt der energieaufwändige Schritt der Herstellung von Alaun.

3. Hybridleimung

Für die Herstellung einseitig glatter Papiere wurde versucht eine Hybridleimung zu entwickeln. Insgesamt sollte ein geringerer Verbrauch an Leimungsmitteln erzielt werden.

4. Trockenfestmittel

Festigkeitssteigernde Trockenfestmittel als Alternative zu kationisierter Kartoffelstärke sollen gefunden werden. Die gesteigerten Festigkeiten erlauben eine Reduktion des Flächengewichtes bei gleichbleibendem Eigenschaftsprofil. Für Kraftpapiere mit geringerem Flächengewicht wird weniger Trockenleistung benötigt, was zu einer Energieeinsparung führt.

AP2 Pressenpartie:

Um die Pressvorgänge energetisch zu optimieren, müssen die hydrodynamischen Vorgänge in der Presse analysiert werden. Basierend auf neuesten Ergebnissen in der Forschung um diese dynamischen Vorgänge, wurde mit Hilfe mathematischer Unterstützung und Rechenmodellen von Filzherstellern die Pressentheorie weiter entwickelt. Diese Arbeiten wurden durch Versuche auf einem Pressensimulator ergänzt. Basierend auf der theoretischen und der experimentellen Arbeit wurden energetisch günstigere Filzkonstruktionen für die Herstellung von Sackpapieren gefunden und entwickelt. Die Versuchsfilze wurden anschließend im Maschinenversuch getestet, und die energetische Effizienz gemessen.

Für die oben genannten Optimierungen mussten zur Planung und Überprüfung der theoretischen Ergebnisse neue Messanordnungen an der Papiermaschine erstellt werden. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Messung der tatsächlich abgeführten Wassermengen und der Vakuumsituation gelegt.

Neben der Steigerung der Entwässerungsleistung in der Pressenpartie konnte eine zusätzliche Energieeinsparung durch die Reduktion der Vakuumsituation erzielt werden. Ziel war es, einzelne Aggregate in einigen bzw. allen Positionen gänzlich abzuschalten.

AP3 Trockenpartie:

Für das Arbeitspaket Trockenpartie war das Ziel, den Anfahrvorgang erheblich zu verringern und dadurch 170 MJ Energie / t Papier einzusparen. Durch eine verbesserte Regelgüte sollte eine Energieeinsparung von 800 MWh realisiert werden.

4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Folgende Ergebnisse konnten im Projekt **Energieeffiziente Kraft Papier Produktion** erreicht werden:

- Entwicklung eines neuen „Wet End“ Chemikaliensystems, insbesondere durch die teilweise Substitution von Alaun durch Schwefelsäure sowie durch den Einsatz alternativer Trockenfestmittel
- Entwicklung einer verbesserten Nasspresstechnologie durch die Optimierung der Wasserführung in den Filzen
- Entwicklung von Sensorik und Regelungstechnik für die Trockenpartie, die die Anfahrzeiten erheblich reduzierten

Diese Ergebnisse führten zum Aufzeigen von folgenden Einsparungspotentialen:

- Elektrisch in den Bereichen Siebantrieb, Pressenantrieb und Vakuumpumpen in Summe: **>4600 MWh/Jahr**
- Elektrisch im Bereich der Mahlung von **bis zu 5500 MWh/Jahr** durch eine optimierte Wet End Chemie
- Thermisch im Bereich der Trocknung (Lufttechnik, Dampf, Entwässerungssteigerung am Sieb und in der Presse) in Summe: **>9000 MWh/Jahr**

Davon konnten im Rahmen des Projektzeitraums bereits Einsparungen von mehr als 3900 MWh/Jahr elektrisch und 2300 MWh/Jahr thermisch realisiert werden.

Damit wurde das Gesamteinsparungsziel von 5500 MWh/a um bereits 700 MWh/a (plus 13 %) übertroffen. Während die Einsparung elektrischer Energie um 240% erfüllt wurde, konnte das Ziel für die thermische Energie erst zu 60 % erreicht werden.

Die Erhöhung der Qualitätskonstanz durch Einsatz neuer und intelligenter Sensoren und Regelsysteme durch die Erweiterung der Konzepte im Konstantteil konnte aufgrund unvorhergesehener Quereinflüsse noch nicht abgeschlossen werden. Die weitere Reduktion des Trockenausschusses durch kürzere Anfahrzeiten wird im Jahr 2015 weiterverfolgt.

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen in den einzelnen Arbeitspaketen sind kurz zusammengefasst wie folgt:

AP1 Wet End:

Von der Vielzahl der Überlegungen und Versuche stellte sich der teilweise Ersatz von Alaun durch Schwefelsäure am erfolgversprechendsten heraus. Aus den bereits durchgeführten Laborversuchen ergab sich, dass unter Berücksichtigung der Leimungsqualität eine beträchtliche Menge des verwendeten Alauns durch Schwefelsäure ersetzt werden kann. Für diese Menge an Alaun würde kein Aluminium zur Herstellung des Alauns benötigt, woraus sich eine Einsparung an Aluminium von mehr als 290 t jährlich ergeben würde. Der Energiebedarf für die Herstellung dieser Menge Aluminium bzw. Alaun beläuft sich auf bis zu 4.300 MWh.

Für die Abschätzung der Energieeinsparung, die durch Verwendung von wirkungsvolleren Trockenfestmitteln erzielt werden kann, wurde wie folgt vorgegangen: Bei gleicher Dosiermenge wurde die potentielle Endfestigkeit im Papier ermittelt, die auf Basis der Ergebnisse der Fibrillierungsversuche

(Untersuchung der Mahlwirkung und deren Einfluss auf die Papierfestigkeit) bestimmt wurde. Die durch die Verwendung eines effizienteren Trockenfestmittels erzielbare Steigerung der Papierfestigkeit entspricht einer mittleren Einsparung von Mahlenergie in der Niederkonsistenz-Mahlung von jährlich etwa 5.500 MWh.

AP2 Pressenpartie

Im Bereich des Nasspressens wurden, um die Entwässerungsleistung zu erhöhen, Methoden entwickelt, die das Kontaktverhalten zwischen Pressfilzen und der Papierbahn im Labormaßstab nachstellen können. Es zeigte sich in vielen komplexen Entwässerungsversuchen, dass es eine starke Korrelation zwischen dem Kontaktanteil von Pressfilzen mit der Papierbahn und der Menge an ausgepresstem Wasser gibt. Mit diesem Wissen konnte ein optimiertes Pressfilzdesign ermittelt werden, das eine höhere Entwässerung zeigte.

Durch umfangreiche Messungen der Entwässerungsleistung der einzelnen Pressenpositionen konnte die Wirksamkeit zusätzlicher Einbauten evaluiert werden. Dies führte zu einer energieoptimierten Fahrweise. Die Summe der Einsparungen in diesem Bereich beläuft sich auf mehr als 4000 MWh/Jahr.

AP3 Trockenpartie

Durch die unvorhergesehenen Komplikationen mit dem Ansatz zur Regelung der Trockenpartie mit einer speziellen Software, wurden andere Wege beschritten, um die Einsparungen zu realisieren. Eine Potentialanalyse hat ergeben, dass sich vor allem im Konstantteil eine erhebliche Möglichkeit zur Energieeinsparung bietet. Die Entwicklung eines Prototypen zur Regelung der Papierfeuchte während Umstellungsphasen und beim Anfahren der Papiermaschine führte zu einer Verkürzung der qualitätsbedingten Anfahrvorgänge, weshalb dafür weniger Energie benötigt wurde. Dadurch ergaben sich Einsparungen von 232 MWh elektrischer und 823 MWh thermischer Energie pro Jahr.

Weitere Einsparpotentiale in der Höhe von ca. 2000 MWh/Jahr wurden in der Heizkurve der Trockenpartie gefunden.



Das Projektteam präsentiert die Ergebnisse dem Klima und Energiefonds.

5 Ausblick und Empfehlungen

In dem Projekt **Energieeffiziente Kraft Papier Produktion** wurden zum einen konkrete Anweisungen zur Energieeinsparungen erarbeitet. Dort wo diese bisher noch nicht umgesetzt wurden, sind teilweise noch weiterführende Betriebsversuche erforderlich und/oder Investitionen, die im Rahmen eines Jahresstillstands umgesetzt werden können. Darüber hinaus wurden aber auch Wissen und neue Methoden erarbeitet, die gemeinsam mit den beiden Forschungspartnern, dem Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik der TU Graz und der Kompetenzzentrum Holz GmbH zur weiteren Effizienzsteigerung genutzt werden.

Dennoch ist das erreichte Projektergebnis kein Ende sondern gleichzeitig ein Anfang und ein Auftrag an die eigene F&E-Abteilung und an die beiden Partner, weitere Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung im Hinblick auf Energie und Ressourceneinsatz zu finden, um als Mondi Frantschach weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben.



6 Literaturverzeichnis

Johannes Leitner et al, Integrated Ecopaper, Papier aus Österreich, Q2 2014, s 30-31
Peter Martos, Papier, das Strom sparen hilft, Die Presse 20.12.2014, s 36,

7 Kontaktdaten

Projektleiter DI Johannes Leitner,

Mondi Frantschach GmbH

Frantschach 5, A-9413 St. Gertraud, Austria

Tel. +43 (0) 4352 530 454

Fax +43 (0) 4352 530 421

johannes.leitner@mondigroup.com

www.mondigroup.com

weitere Partner

Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik

Technische Universität Graz

Univ. Prof. Dr. Wolfgang Bauer

A-8010 Graz, Inffeldgasse 23, Austria

Tel. +43 (0) 316 873 30750

Fax +43 (0) 316 873 30752

wolfgang.bauer@tugraz.at

www.ipz.tugraz.at

Kompetenzzentrum Holz GmbH

Ansprechperson:

DI Herfried Lammer,

Altenberger Straße 69, A 4040 Linz, Austria

Tel. +43 (0) 4212 494 8001

Fax +43 (0) 4212 494 8099

h.lammer@kplus-wood.at

www.kplus-wood.at

IMPRESSUM

Verfasser

Mondi Frantschach GmbH
Frantschach 5, A-9413 St. Gertraud
Tel. +43 (0) 4352 530 454
Fax +43 (0) 4352 530 421
Projektleiter: Johannes Leitner
johannes.leitner@mondigroup.com
Web: www.mondigroup.com

Projektpartner

Institut für Papier-, Zellstoff- und
Fasertechnik
Technische Universität Graz
Kompetenzzentrum Holz GmbH

AutorInnen

Mondi Frantschach
Johannes Leitner

IPZ TU Graz
Patrick Leuk

Kompetenzzentrum Holz
Regina Krasser

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
E-Mail: office@klimafonds.gv.at
Web: www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch
die Forschungsförderungsgesellschaft
(FFG) sind für die Weiternutzung der hier
enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH