Abb. 1:
Friedrich Gottlob Keller

Erfindung der Erzeugung von Holzschliff durch Friedrich Gottlob Keller

Im Lebensbild Friedrich Gottlob Kellers spiegeln sich die Facetten der industriellen Revolution in Deutschland in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Als Quereinsteiger greift er den rasch wachsenden Bedarf der Papierindustrie an einem alternativen Rohstoff zu Hadern auf und hält in seinem Ideenbuch unter anderen den Gedanken fest, „Papier zu fertigen von Holzfasern, welche durch Friktion erzeugt werden". Seine Erfindung der Holzschlifferzeugung findet weltweit Verbreitung - der persönliche wirtschaftliche Ertrag bleibt ihm jedoch in tragischer Weise verwehrt.

Unruhiger Geist

Am 27. Juni 1816 wird Keller *(Abb. 1)* in Hainichen /Sachsen geboren. Bereits während seiner Schulzeit zeigen sich seine technischen Neigungen. Obwohl er gerne eine Gewerbeschule besucht hätte, wird er Weber wie sein Vater. Bereits mit 24 Jahren erwarb er das Meister- und Bürgerrecht der Stadt Hainichen.

Der junge Keller ist vielseitig interessiert. Neben seinem Beruf beschäftigt er sich mit unterschiedlichen technischen Neuerungen und Erfindungen, die er unter anderem in seinem bemerkenswerten „ Ideen-Notizbuch" (1841/1842) festhält. Dort findet sich unter anderen die „Idee, Papier zu fertigen von Holzfasern, welche durch Friktion erzeugt werden".

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass Keller seinen eigenen Angaben zufolge bereits vorher daran gedacht hatte, auf chemischem Wege Papierfaserstoff aus Holz zu gewinnen. Im Ergebnis seiner Versuche kam er zu dem Schluss „ …dass unter Einwirkung höherer Hitzegrade, als sie der bloße Siedepunkt gestattet, es vielleicht möglich sein könnte, dies (nämlich den chemische Aufbereitung von Holz zu Faserstoff) zu erreichen. Allein der gleichen Dampfapparate standen mir nicht zur Verfügung, und deshalb musste ich davon absehen." [1] Damit war Keller aus heutiger Sicht bereits 1840 gedanklich einen Schritt in Richtung der später entwickelten chemischen Aufschlussverfahren gegangen.

Beide Gedankenrichtungen machen deutlich, dass Keller – gewissermaßen als „Quereinsteiger"– für die Faserstoff- und Papiererzeugung sowie das Druckgewerbe ein lebhaftes Interesse hatte. In eigener Erinnerung bezieht er sich in diesem Zusammenhang auf ein Polytechnisches Journal aus dem Jahr 1839 oder 1840. In der Tat finden sich zu jener Zeit zum Beispiel im „Polytechnischen Journal" verschiedene Publikationen und Patentschriften, die auf die Erzeugung von Faserstoffen für die Papierherstellung ausgerichtet sind, u. a. [2]

Neben dem Studium polytechnischer Schriften tragen Kellers vielfältige handwerkliche Beschäftigungen und Versuche sowie seine Beobachtungsgabe für die Tier- und Pflanzenwelt letztlich zeitversetzt zur Erfindung eines Verfahrens bei, das in die weltweite Technikgeschichte der Papierherstellung als Holzschliffverfahren Eingang gefunden hat. Zeitversetzt deshalb, weil Keller nach eigener Erinnerung und Darstellung, durch nähere Betrachtung eines Wespennestes um 1840 zu dem Schluss kam, dass das Wespennest aus feinen Holzfasern bestehen müsse.

In der Beschäftigung mit der Frage, wie derart feine Holzfasern industriell erzeugt werden könnten, erinnert sich Keller einer Tätigkeit in seiner Jugendzeit. Diese bestand darin, Ketten aus beidseitig abgeschliffenen Kirschkernen zu fertigen. Dazu wurde jeweils ein Kern in die

Autoren: Dr. Alf-Mathias Strunz, Prof. Dr. Jürgen Blechschmidt, Hannelore Rost

Vertiefung eines kleinen Holzbrettchens gelegt und gegen einen angefeuchteten Sandstein geschliffen. Im Ergebnis dessen wurde ein Teil des Kirschkerns zu Pulver verschliffen. Gleichzeitig lösten sich aus dem Holzbrettchen Fasern ab, die auf dem feuchten Schleifstein zurückblieben und nach dem Trocknen ein kleines Stückchen Faserfilz gebildet hatten.

Trotz seiner zunächst gescheiterten Versuche glaubte Keller fest daran, „…endlich im Holz den geeigneten Stoff gefunden zu haben, weil derselbe in großen Mengen und billig zu haben ist". Mit einfachsten Mitteln baut er 1844 einen Schleifapparat, mit dem er gemeinsam mit seiner Frau „in mühseliger, Wochen dauernder Nachtarbeit" wohl 100 kg abgepressten Holzschliff erzeugte *(Abb. 2)*.

Erste Zeitung der Welt aus Holzschliff

In der Papiermühle zu Altchemnitz wurde der Schliff mit einem Drittel Hadernstoff gemischt und zu Papier verarbeitet. Am 11. Oktober erscheint ein Teil der Ausgabe des „Intelligenz- und Wochenblattes" für Frankenberg und Umgebung auf diesem holzstoffhaltigen Papier, gedruckt in der Druckerei von Carl Gottlob Rossberg in Frankenberg.[1] Es entsteht damit die erste, hauptsächlich aus Holzschliff hergestellte Zeitung der Welt *(Abb. 3)*.

Ungeachtet dieser Erfolg versprechenden Ansätze bleibt Keller zeitlebens der angestrebte wirtschaftliche Erfolg seiner Erfindung verwehrt. Die Keller-Biographen H. L. Sittauer[1] und W. Schlieder[3, 4] schildern in großer Detailliertheit die ebenso ausdauernden wie erfolglosen Anstrengungen des Erfinders um angemessene finanzielle Unterstützung und Patentierung der Erfindung des Holzschleifverfahrens zur Erzeugung von Faserstoff für die Papierherstellung.

Dass die Keller'sche Erfindung tatsächlich zu einem Wendepunkt der weltweiten Papierfabrikation und damit des Zeitungs- und Buchwesens werden konnte, resultierte zuerst aus der Verbindung Kellers mit Heinrich Voelter. Jener entstammt einer in Heidenheim a. d. Brenz ansässigen Kaufmannsfamilie, die zugleich eine Papiermühle betrieb. Nach kaufmännischer Lehre ist Voelter in leitender Position in den Vereinigten Fischer'schen Papierfabriken zu Bautzen tätig und erhält Kenntnis von Kellers Erfindung. Als weithin anerkannter technischer Fachmann für Papierfabrikation und weitsichtiger Finanzier ringt er um die Patentierung des Holzschleifverfahrens, die Keller bis dahin nicht gelungen war. 1847 wird das angestrebte Patent auf fünf Jahre erteilt.

Intelligenz- und Wochenblatt
für
Frankenberg mit Sachsenburg
und Umgegend.

Mit Königl. Sächs. Allergnädigster Concession.

№ 41. Sonnabends, den 11. Octbr. 1845.

Jeden Sonnabend erscheint eine, 1 Bogen starke, Nummer dieses Blattes. Preis: jährlich 1 Thlr., vierteljährlich 9 Ngr. 5 Pf., wöchentlich 6 Pf., wofür es auch durch sämmtliche Königl. Sächs. Post-Expeditionen zu erhalten ist. Anzeigen aller Art werden in demselben gegen die Gebühr von 5 Pf. für die gespaltene Corpuszeile oder deren Raum aufgenommen und Beilagen möglichst billig beigelegt.

Aufruf.

Da die sämmtlichen Folien des Grund- und Hypothekenbuches des Dorfes

Neudörfchen

in Gemäßheit der diesfallsigen gesetzlichen Bestimmungen verbereitet, auch von den Grundbesitzern anerkannt sind, und der Entwurf dieses Grund- und Hypothekenbuches für Alle, die daran ein Interesse haben, an Amtsstelle zu Sachsenburg zur Einsicht bereit liegt, so werden hiermit Diejenigen, welche gegen den Inhalt des gedachten Grund- und Hypothekenbuches wegen der ihnen an Grundstücken des Ortes zustehenden dinglichen Rechte etwas einzuwenden haben sollten, aufgefordert, diese Einwendungen binnen einer Frist von sechs Monaten, längstens aber bis zum

31. December 1845

bei dem hiesigen Justiz-Amte anzuzeigen, widrigenfalls sie dieser Einwendungen dergestalt verlustig gehen, daß denselben gegen dritte Besitzer und andere Realberechtigte, welche als solche in das Grund- und Hypothekenbuch eingetragen werden, keinerlei Wirkung beizulegen ist.

Sachsenburg, den 12. Juni 1845.

Königliches Justiz-Amt Frankenberg mit Sachsenburg.
Genfel.
Erler.

Bekanntmachung.

Künftigen Sonnabend, den 18. October d. J.,

sollen diejenigen Wiesen und Grasplätze, deren Zeitpacht jetzt zu Michael abgelaufen, ist unter den vor der Licitation bekannt zu machenden Bedingungen anderweit auf 4 hinter einander folgende Jahre gegen Meistgebot verpachtet werden.

Die zu verpachtenden Grundstücke liegen größtentheils hinter der Schießmauer an den ehemaligen Communteichen und am Pulverthurme und sind auf dem im hiesigen Rathhause ausgehangenen Verzeichnisse speciell einzusehen.

Alle Pachtlustigen werden hierdurch eingeladen, obgedachten Tages nach 11 Uhr auf hiesigem Rathhause sich einzufinden, allwo nächst dem Vorbehalte der Auswahl unter den Licitanten mit der Versteigerung verfahren werden wird.

Frankenberg, am 9. Octbr. 1845.

Der Rath allda.
Pörzler.

Abb. 3: Ausgabe des „Intelligenz- und Wochenblattes" für Frankenberg und Umgebung vom 11. Oktober 1845

Dessen wirtschaftliche Nutzung durch Voelter und Keller war vertraglich vereinbart. Jedoch sah sich Keller auf Grund seiner offenen finanziellen Verpflichtungen nicht in der Lage, die 1852 fälligen 50 Thaler für die Erneuerung des Holzschliffpatentes aufzubringen. Angesichts dessen „überließ er seinen Patentanteil dem Kapitaleigentümer Voelter zur wirtschaftlichen Nutzung und schied damit auch im juristischen Sinne aus der vertraglich vereinbarten Zusammenarbeit aus."[1]

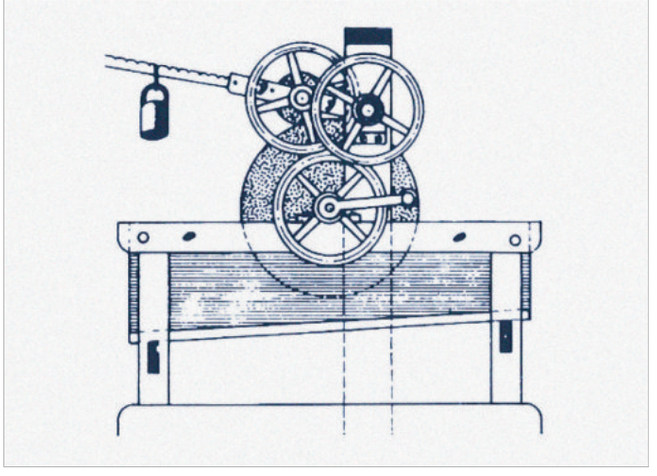

Abb. 2: Zweiter Schleifapparat Kellers um 1844

Keller-Jubiläum 2016

Am 27. Juni 1816 wurde Friedrich Gottlob Keller in Hainichen /Sachsen geboren. Am 17. und 18. Juni 2016 wird sein 200. Geburtstag im Rahmen eines Festaktes an seinem Geburtsort gewürdigt.

Die AG Sächsische Papiergeschichte hat aus diesem Anlass neun Beiträge erarbeitet, die das Leben und Wirken von Keller, die damit verbundene Entwicklung der Holzschleifereien und des Maschinenbaus für die Papierindustrie sowie die Bedeutung der Erfindung veranschaulichen sollen.

Alle Beiträge werden in den Ausgaben 1–9/2016 im Wochenblatt für Papierfabrikation veröffentlicht und anschließend in einem Sonderdruck zusammengeführt.

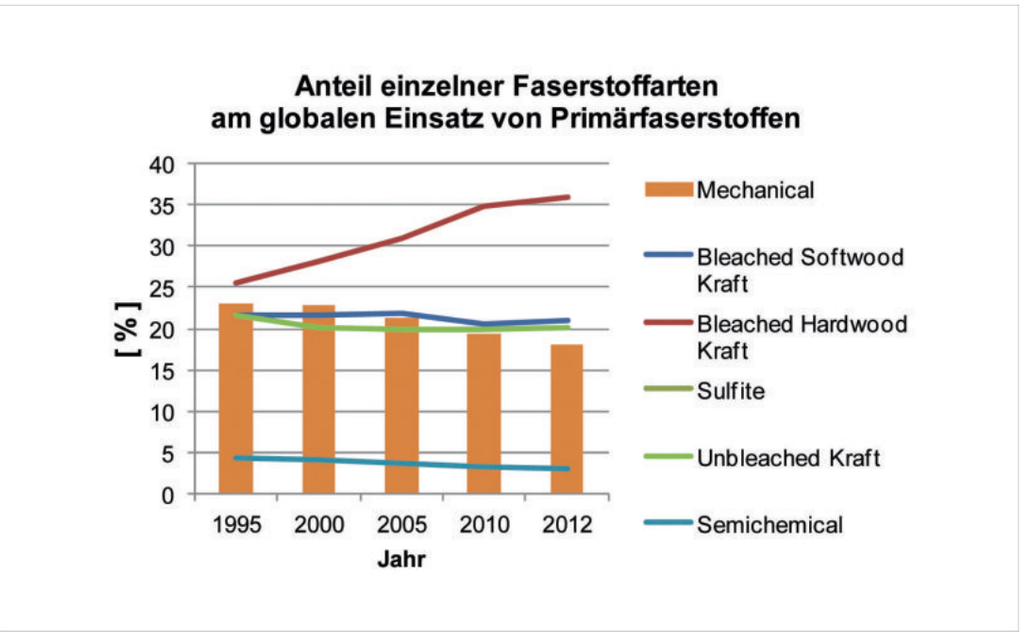

Abb. 4: Struktur des weltweiten Einsatzes von Primärfaserstoffen[7]

Überführung in den industriellen Maßstab

Heinrich Voelter war 1848 wieder nach Heidenheim übersiedelt, um nach dem Tod des Vaters die Leitung der elterlichen Papierfabrik fortzuführen. Mit Nachdruck treibt er - auch gegen zahlreiche Widerstände konservativer Papierhersteller - die technologische und technische Entwicklung der Holzschlifferzeugung voran. Wesentlichen Anteil daran hat die Fortführung der langjährigen Zusammenarbeit zwischen der Papierfabrik H. Voelters Söhne und Johann Matthäus Voith in Heidenheim. Die Werkstatt von „Mechanicus Voith" zählt 1853 sieben Mitarbeiter und führt überwiegend Reparaturarbeiten aus, verfügt aber auch über erste Erfahrungen über mechanische Arbeiten für Papiermaschinen. Durch Aufträge von H. Voelter zur Fertigung von Holzschleifmaschinen (so genannten „Defibreuren") konnte der Übergang von Voiths Handwerksbetrieb zur Maschinenfabrik vollzogen werden, die ab dem 1. Januar 1867 als J. M. Voith firmierte. Voelter und Voith stellten auf der Weltausstellung 1855 in Paris ein Papiersortiment mit Holzschliffbeimischungen aus, nachdem bisherige Schwächen der von Voelter entworfenen Schleifapparate durch J. M. Voith verringert und durch Maschinen zur Verbesserung der Faserstoffqualität ergänzt wurden. In nachfolgenden Jahren trübt sich das Verhältnis zwischen beiden Unternehmern zunehmend ein.

Nicht zuletzt durch den Auftrag Voelters an die Maschinenfabrik Decker in Cannstatt zum Bau einer betriebsfähigen Schleiferei-Anlage als Exponat für die Weltausstellung von 1862 in Paris. 1866 schließt die Firma J. H. Voelters Söhne mit Johann Matthäus Voith auf sechs Jahre einen Vertrag, wonach Voith das Recht zum Bau der zur Holzzubereitung gehörigen Apparate übertragen wird und verzichtet im Gegenzug auf das Recht, dieselben von ihren eigenen oder anderen Werkstätten bauen zu lassen. Ungeachtet der nachfolgenden gegenseitigen Vorwürfe beider Firmen über Patents- und Vertragsverletzungen bleibt festzuhalten, dass letztlich durch die Arbeiten in beiden Unternehmen die Grundlagen zur Verwirklichung des Holzschleifprinzips von Friedrich Gottlob Keller im nationalen wie internationalen industriellen Maßstab gelegt wurden.[5]

Reiches, aber tragisches Erfinderleben

Indes übersiedelt Keller 1853 nach Krippen in der Sächsischen Schweiz und eröffnet dort 1867 eine mechanische Werkstatt. Mit der ihn prägenden Kreativität des „unruhigen Geistes" und bewundernswerter Beharrlichkeit sucht er dort das Leben mit seiner Familie am Rande des Existenzminimums zu fristen.

An der prekären wirtschaftlichen Situation Kellers änderte sich mit der Verleihung des Ritterkreuzes des Zivildienstordens durch König Albert von Sachsen ebenso wenig wie durch die Namensgebung einer Höhe in der Nähe von Krippen mit „Kellerfelsen". Erst nach 1892 ermöglichten Erträge aus vielerlei Aufrufen der national und international prosperierenden Holzschliff- und Papierindustrie Kellers Lebensabend in wirtschaftlicher Hinsicht zu erleichtern.

Im einem Artikel in der Fachzeitschrift „Zellstoff und Papier" ist als Resume zum Lebensende Friedrich Gottlob Kellers am 8. September 1895 formuliert: Es endete ein ebenso erfülltes wie an persönlicher Tragik reiches Erfinderleben, „das so sehr Mühe und Arbeit und am Ende doch so wenig köstlich war".[6]

Basis für die Entwicklung zum Technologiekonzern

Dr. Konstantin Schwenzon sieht die Entwicklungsgeschichte der Holzschlifferzeugung aus historischem Abstand mit klarer wirtschaftlicher Differenziertheit: „Die Verdienste von Keller und Voelter kann man nicht mit demselben Maß messen. Die Entwicklung einer Erfindung zur Fabrikationsreife erfordert nicht nur technisches Können und Erfahrung, sondern auch Kapital."

Dies besaß der Fabrikbesitzer Voelter, der Handwerker Keller aber nicht. Voelters technische Erfahrungen, seine solide kaufmännische Ausbildung, unternehmerische Weitsicht und sein wirtschaftlicher Hintergrund haben es Voelter ermöglicht, mit der Kellerschen Erfindung ein Vermögen zu erwerben.[6] Die Entwicklung und Herstellung von Maschinen und Anlagen zur Erzeugung von Holzschliff stellte zugleich den wirtschaftlichen Ausgangspunkt für die Entwicklung der Maschinenbaufirma J. M. Voith zum Technologiekonzern dar.

Weltweiter Einsatz von Primärfaserstoffen

Die Struktur des Einsatzes von Primärfaserstoffen für die Erzeugung von Papier, Karton und Pappe hat sich in den 170 Jahren seit der Erfindung des Verfahrens zur Erzeugung von Holzstoff im globalen Maßstab grundlegend geändert *(Abb. 4)*.

Der Gesamtanteil von Holzstoffen am Einsatz von Primärfaserstoffen lag 2012 bei 18 % und wird auf Grund des weiteren Ausbaus der Produktionskapazitäten für gebleichte Kurzfaserstoffe aus Eukalyptus sowie für Papierfaserstoffe aus Einjahrespflanzen (Non woods) tendenziell noch sinken.

Bis zu Beginn der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts erfolgte die Holzschlifferzeugung nach dem von Keller erfundenen Steinschliff-Verfahren. Zur Verbesserung der Schliffqualität trug die Entwicklung und industrielle Einführung des Druckschliff-Verfahrens (Pressure Groundwood - PGW) Ende der 70er Jahre durch die Firmen Oy Tampella Ab (Finnland) und MoDo AB (Schweden) bei. [8, 9]

Parallel dazu war die Entwicklung von Verfahren zur Erzeugung von Holzstoffen zu verzeichnen, bei denen der mechanische Zerfaserungsprozess nicht mehr durch Schleifen von entrindeten Rundhölzern am rotierenden Schleifstein sondern durch die Aufbereitung von Ha ckschnitzeln in Refinern erfolgt. Vorteile dieser Verfahren sind sowohl im Vergleich zu Holzschliffen bessere Fasereigenschaften bei vergleichbar hohen Ausbeuten im Bereich von 92…94 %.

Auf Grund des hohen spezifischen Energiebedarfs von etwa 1000…4000 kWh/t erfolgt die Weiterentwicklung und industrielle Anwendung der Refinerverfahren vorwiegend in den skandinavischen Länder n und Nordamerika, wo sowohl die Preise fü r Elektroenergie im internationalen Vergleich relativ niedrig sind und Holz als Rohstoff in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung stehen.

Für das Jahr 2000 wurden im globalen Maßstab folgende Anteile der verschiedenen Verfahren zur Holzstofferzeugung ausgewiesen [8]:

Verfahren	Anteil in %
SGW	23
PGW	15
RMP; TMP	45
CTMP	17

Seitdem ist der Anteil der Steinschliffverfahren gesunken. Höchste Zuwachsraten verzeichneten die RMP- und TMP-Verfahren, während die CTMP-Produktion noch leicht angestiegen sein dürfte.

Eine Ansicht allein auf statistische Daten zum weltweiten massebezogenen Einsatz von Faserstoffen und insbesondere von Holzstoffen *(Abb. 5)* verstellt den Blick auf deren technologische Bedeutung unter gegenwärtigen und künftigen Bedingungen.

Viele Autoren wiesen mit vergleichenden Untersuchungen nach, dass ligninreiche Faserstoffe eine bessere Rezyklierbarkeit als gebleichte Zellstoffe aufweisen. [10, 11] Unter diesem Aspekt wirken Holzstoffe, ungebleichte Zellstoffe und Halbzellstoffe als Gerüstsubstanzen, als die „working horses" für die Aufrechterhaltung der technologischen Funktionalität des globalen Kreislaufs der Sekundärfaserstoffe.

Zusammenfassung

Der Papierhistoriker Armin Renker würdigt die Leistung Kellers 1938: „Es ist also im Gegensatz zu allen früheren Versuchen nicht der Rohstoff (Holz) allein, der Kellers Versuche beherrscht, es ist vielmehr die Art seiner Verarbeitung, also das Schleifen, das sein Erfindungsgut ist und ihn zum unsterblichen Schöpfer auf dem Gebiet der Papierherstellung prägt". [12]

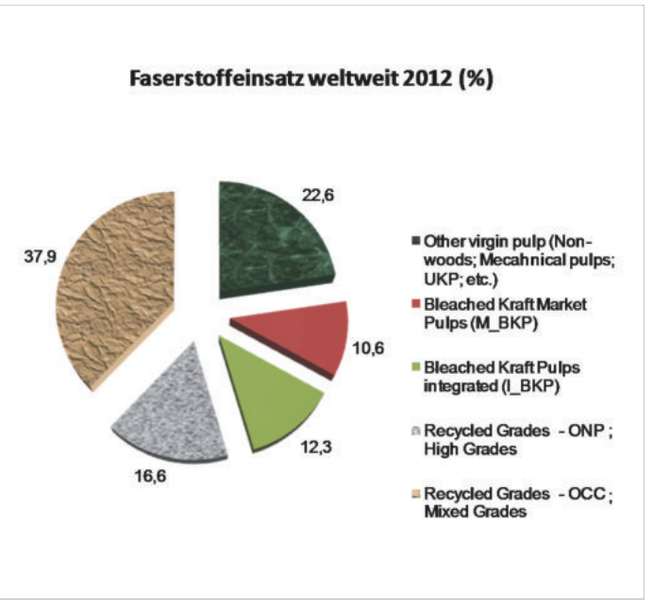

Abb. 5: Weltweiter massebezogener Einsatz von Faserstoffen (2012) [11]

Aus heutiger Sicht geht die Bedeutung der Kellerschen Erfindung darüber hinaus. Sie bestand nicht allein in der Schaffung rohstoff- und prozessbezogener Grundlagen für die Einleitung einer neuen Epoche der Papierherstellung in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Vielmehr wurde damit – wenn auch zur damaligen Zeit noch nicht mit dieser Zielstellung – eine der wesentlichen stofflichen Voraussetzungen für die nachhaltige Nutzung von Papierfaserstoffen weltweit geschaffen.

Literaturhinweise

1 Zitiert aus: Hans L. Sittauer: Friedrich Gottlob Keller, BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig: 1982, Schriftenreihe Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Band 59

2 Desgrand, James Vincent, Desgrand's Methode Papier aus Holz zu erzeugen, Digitalisiertes Polytechnisches Journal von 1839, Band 71, Nr. XCIV. (S. 465-466), http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj071/ar071094

3 Schlieder, W., Der Erfinder des Holzschliffs Friedrich Gottlob Keller. Beiträge zu seinem Lebensbild aus Briefen. Leipzig: 1977

4 Schlieder, W., Zur Erfindung des Holzschliffs durch Friedrich Gottlob Keller. Sächsiche Heimatblätter; Nr. 1, S. 18 – 22; Dresden: 1981

5 Zitiert aus: Wolf, H. J. Geschichte des Papiers, Historia Selbstverlag; 1. Auflage Herbst 2012; ISBN 978-3-0-039165-1 S. 751

6 Zöllner, Friedrich Gottlob Keller, der Erfinder des Holzschliffs, Zellstoff und Papier; Nr. 4 (1954), S. 111 – 113

7 N.N., RISI – World Pulp Annual Historical Data – Excerpt 2013

8 N.N., Environmental Issues within the Nordic Pulp and Paper industry – Volume 2, Nordiske Seminar – og Arbejdsrapporter 1993:601 ISBN 92 9120 3351

9 Blechschmidt, J., Strunz, A.-M. u. H. L. Baumgarten, Technisch-wirtschaftliche Entwicklung der Holzstofferzeugung, Wochenblatt für Papierfabrikation, 19 (1994), S. 762–768

10 Göttsching, L. ; Stürmer, L.: Physikalische Eigenschaften von Sekundärfaserstoffen unter dem Einfluss ihrer Vorgeschichte, Teil I.- Wochenblatt für Papierfabrikation. - 106(1978)21. - S. 801–808

11 Göttsching, L. ; Stürmer, L.: Physikalische Eigenschaften von Sekundärfaserstoffen unter dem Einfluß ihrer Vorgeschichte, Teil II.- Wochenblatt für Papierfabrikation. - 106(1978)23/24. - S. 909–918

12 Renker, A., Von Schäffer zu Keller, Der Papierfabrikant, Berlin, 1938, Nr. 27/28