

## H. Rauche: Die Kaliindustrie im 21. Jahrhundert – Eine Stellungnahme

Erklärtes Ziel des Autors war es, den Stand der Technik in der Kalidüngemittelindustrie beginnend von der Gewinnung des Rohsalzes über dessen Verarbeitung bis hin zur Entsorgung der festen und flüssigen Rückstände zusammenfassend darzustellen. Als Nutzer dieser Informationen sieht er neben der Industrie insbesondere auch die Genehmigungsbehörden, die bei ihren Entscheidungen zur Umsetzung der deutschen und europäischen Gesetzgebung auch die technische Machbarkeit umweltrelevanter Aspekte/Fragestellungen berücksichtigen müssen. Dies ist vor dem Hintergrund der aktuellen, kontrovers geführten Diskussion zum Verbleib der an den Standorten Hattorf, Wintershall und Neuhof-Ellers der K+S GmbH ab 2016 anfallenden Salzwässer von besonderer Relevanz.

Dem Anspruch einer umfassenden Darstellung zum Stand der Technik wird der Autor nur unzureichend gerecht, da er in Bezug auf die Fragestellung zur rückstandsfreien Kalidüngemittelproduktion relevante Sachverhalte unvollständig und fehlerhaft wiedergibt und damit gleichzeitig die Arbeit des Wettbewerbers K-UTEC verzerrt und abwertend darstellt. Nachfolgend werden in diesem Zusammenhang die Inhalte der Boxen 5.5 sowie 7.3 analysiert und richtiggestellt. In diesen Boxen wird versucht, am Beispiel des Hajjpir Projektes in Indien, in dessen Planung und Inbetriebnahme die K-UTEC eingebunden war bzw. ist, sowie des von der K-UTEC erarbeiteten Konzeptes zur Aufbereitung der im Verbundwerk Werra anfallenden flüssigen Rückstände durch unsachgemäße Behauptungen und Diskussionen eine abstoßfreie Kaliproduktion als Utopie darzustellen.

### **Box 5.5 „Das Hajjpir Projekt: „Rückstandsfreie“ Kalidüngemittel-produktion aus natürlichen wertstoffarmen Sabkha-Lösungen – Stand der Technik?“**

Bei dem Hajjpir-Projekt handelt es sich um den Aufbau eines Industriekomplexes im Greater Rann of Kutch, mit dem aus der im Rann of Kutch anstehenden Natursole (Salzlauge) in einer ersten Phase die Produkte Natriumchlorid (Meersalz), Kaliumsulfat, Brom gewonnen werden. Die Gewinnung dieser Produkte ist möglich, da diese Natursole neben Wasser und Natriumchlorid noch interessante weitere Komponenten, wie Kalium, Magnesium, Schwefel und Brom, enthält. Die Projektrealisierung ist in zwei Phasen aufgeteilt. Die Prozessroute für die erste Phase, vom Autor nur teilweise erläutert, verläuft wie nachfolgend in vereinfachter Weise beschrieben:

Die aus der Sabkha Rann of Kutch gepumpte Lösung wird in einer insgesamt fast 76 Quadratkilometer umfassenden Anlage aus solaren Verdunstungsbecken in mehreren Stufen konzentriert. Dabei reichern sich die gelösten Inhaltsstoffe immer weiter an. Dadurch, dass die gelösten Komponenten bei unterschiedlichen Graden der Konzentrierung beginnen zu kristallisieren, ist es

möglich, diese durch eine schrittweise Konzentrierung in Fraktionen voneinander zu trennen. Auf diese Weise wird zuerst das Meersalz separiert, danach ein Salzgemisch mit Meersalz und Magnesiumsalzen, das zurzeit nicht verwertet wird, und anschließend ein kaliumhaltiges Salzgemisch, ein sog. kainitisches Rohsalz. Das ebenfalls in der Lauge gelöste Brom kristallisiert nicht, da der solare Verdunstungsprozess mit zunehmender Konzentrierung der Lösung immer langsamer wird und schließlich gänzlich zum Erliegen kommt. Dieses passiert bevor die Sättigung der Bromsalze erreicht wird.

Zur Herstellung von Kaliumsulfat wird das kainitische Rohsalz verwendet, das über ein Zwischenprodukt, den sogenannten Schönit ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ ), in Kaliumsulfat umgewandelt wird (sog. Kainit-Schönit-Prozess). Dabei wird lediglich Wasser und sonst keine weiteren Chemikalien benötigt. Es fällt zwangsläufig eine Prozesslösung als Mutterlauge an. Kaliumsulfat und diese Mutterlauge sind die einzigen Prozessausgänge aus der Kaliumsulfatanlage. Letztere wird in den solaren Evaporationsprozess zurückgeführt.

Zur Meersalzgewinnung wird das aus den solaren Verdunstungsbecken gewonnene, kristalline Salz mechanisch, durch eine sogenannte Wäsche auf eine für den Markt geeignete Qualität gereinigt.

Zur Bromgewinnung wird die nach der Kristallisation des kainitischen Mischsalzes nicht weiter konzentrierte Lösung verwendet. Dieser Prozess, bei dem durch eine chemische Reaktion mit gasförmigem Chlor und anschließender destillativer Abtrennung das gewünschte Produkt Brom in elementarer Form erhalten wird, liefert eine hoch  $MgCl_2$ -haltige Lösung als Rohstoffbasis für weitere Produkte. Diese sind allerdings noch nicht Bestandteil der ersten Phase, so dass die Lösung zurzeit in eigens dafür vorgesehenen Stapelbecken gelagert wird.

Produktionsziele der ersten Phase sind [1]:

SOP	130.000 t/a
Brom	10.500 t/a
NaCl	nach Markbedarf (Kapazität > 10 Mio t/a [2])

[1] Sethuram, C. G.: Marine Chemicals from Brine at Rann of Kutch in India. ARCHEAN CHEMICAL IND. PVT. LTD.; Festvortrag 2012

[2] Krishna B., R.: Head of the Project ARCHEAN Pvt. Ltd; Persönliche Mitteilung, 28.04.2015

In der zweiten Phase, die bis 2018 realisiert sein soll, sind folgende Kapazitäten in der Endausbaustufe vorgesehen [3]:

SOP	400.000 t/a
Brom	80.000 t/a
Bittersalz	243.000 t/a
Magnesium Oxid	200.000 t/a
Bromverbindungen	ca. 25.000 t/a
MgCl <sub>2</sub> (46 %)	600.000 t/a
MgSO <sub>4</sub> (98 %)	600.000 t/a

Eine entsprechende Umweltstudie wurde von ARCHEAN beauftragt und durch das Unternehmen Kadam Environmental Consultants im Februar 2015 fertig gestellt [3]. In dieser Studie wird ein Konzept vorgestellt, in dem es keine flüssigen Prozessabgänge gibt. Sämtliche Prozesslösungen werden so aufbereitet, dass sie in den solaren Evaporationsprozess zurückgeführt werden.

**Insofern gibt der Autor die Verfahrensweise, dass die Abstoßlösungen aus den Prozessen in die Sabkhat abgeleitet werden, falsch wieder.**

**Der Autor verweist auf dieses Projekt mit der Bemerkung, dass dieses im Zusammenhang mit einer vermeintlich rückstandsfreien Kaliproduktion zitiert wird. Die rückstandsfreie Kaliproduktion im Hajipir Projekt kann somit zweifelsfrei bestätigt werden.**

Das Hajipir Projekt wird vom Autor im Zusammenhang mit der Problematik der „Werraversalzung“ genannt, da wesentliche Abschnitte der in diesem Projekt vorgesehenen Folge von Prozessschritten zur Kaliumsulfatproduktion, einschließlich der damit verbundenen Anlagenteile, zu denen sehr ähnlich oder identisch sind, wie sie auch von K-UTEC AG für die Anlage zur Aufbereitung der „flüssigen Rückstände“ des Verbundwerks Werra vorgeschlagen werden. Sie kennzeichnen also im Zusammenhang mit der Problematik der Werraversalzung den Stand der Technik und geben Auskunft zu ökonomischen Aspekten.

Ein F&E-Projekt, wie vom Autor behauptet, von dem man annehmen kann, dass eine praktische Überprüfung noch ansteht, ist dieses seit mindestens 10 Jahren nicht mehr, da die Industrialisierung des jetzigen Standorts seit 2005 in Angriff genommen wurde und von vornherein für eine

[3] Ishita Garg & Bhavin Jambucha: Pre-Feasibility Report - Environmental Clearance Expansion of Chemical Fertilizer Manufacturing Unit of Sulphate of Potash (SOP) from 1,00,000 MTA to 4,00,000 MTA, Bromine from 12,500 MTA to 80,000 MTA, Co-Generation Power Plant (CPP) from 10 MW to 45 MW, production of Bromine derivatives and recovery of Industrial chemicals from waste streams at Greater Rann of Kachchh, Near Hajipir village, Tehsil Bhuj, District Kachchh, Gujarat.

Produktion von Meersalz und anderen marinen Salzen vorgesehen war [4]. Die Implementierung sollte stets in zwei Phasen erfolgen.

ARCHEAN beauftragte K-UTEC AG im Jahre 2009 mit dem Basic Engineering der von K-UTEC AG vorgeschlagenen Kainit-Schönit-Prozessroute. K-UTEC AG führte in diesem Zusammenhang, nicht wie vom Autor behauptet, nur einige Verfahrensstudien durch, sondern entwickelte auf der Basis seiner umfangreichen Erfahrung den Gewinnungsprozess, fertigte das komplette Basic Engineering für die Kaliumsulfatanlage an und wirkte auch bei der Erstellung der Ausführungsplanung mit. Mittlerweile ist die Inbetriebnahme für die 1. Phase fast abgeschlossen.

Die Kaliumsulfat-Anlage wurde mit der Kapazität für die 1. Phase im Wesentlichen im Jahr 2014 errichtet. Die Fertigstellung verzögerte sich aber in das Jahr 2015 hinein, so dass die Inbetriebnahme erst im Januar 2015 begann und im Februar erstes Kaliumsulfat produziert wurde. Aktuell ist der Betreiber dabei, die volle Produktionshöhe für die erste Phase zu erreichen, was einer üblichen Vorgehensweise und Zeitspanne bei Inbetriebnahmen von derartigen Industrieanlagen entspricht.

**Die vom Autor getätigte Aussage „...Teilbetriebnahme im 4. Quartal 2014, die jedoch nicht einmal die oben beschriebene 1. Phase umfasst.“ ist somit weder aktuell, noch in dieser Form zutreffend.**

**Weiterhin behauptet der Autor, dass die Kapazität der Kaliumsulfatanlage sowohl in der ersten als auch in der zweiten Ausbaustufe „nicht der industrieüblichen Dimension entspricht“.** Unabhängig von der offenen Frage, was eine industrieübliche Dimension ist, soll folgendes Beispiel ein Gefühl dafür vermitteln, wie die Kaliumsulfatanlage im Rann of Kutch gemäß ihrer Produktionskapazität einzuordnen ist.

Die zweite Phase beinhaltet, wie oben genannt, eine Produktionskapazität von 400.000 Tonnen pro Jahr. Der Autor selbst verwendet an anderer Stelle eine Kaliumsulfatanlage am großen Salzsee in den USA als Referenz (siehe Seite 219). Dort wird eine Produktionsmenge von ca. 350.000 Tonnen Kaliumsulfat pro Jahr angegeben. Gemäß dem Jahresreport von Compass Minerals im Jahre 2014, dem Eigentümer der Anlage in den USA, beträgt die Kapazität dieser Anlage 320.000 t Kaliumsulfat pro Jahr. In den Jahren davor war die Kapazität der Anlage unterhalb von 300.000 t angegeben. Darüber hinaus erwähnt dieser Jahresbericht noch eine weitere Kaliumsulfatanlage, die sich in Besitz von Compass Minerals befindet und eine Jahreskapazität von 40.000 t aufweist.

Marktstudien namhafter Unternehmen wie CRU (Global Commodity Industry Pricing & Market Analysis), einem Spezialisten für Bergbau, Metalle und Düngesalze, in denen die relevanten

---

[4] Sethuram, C. G.: Marine chemicals from brine at Rann of Kutch in India. Präsentation; Jubiläumsveranstaltung 20 Jahre K-UTEC

Marktdaten zusammengetragen und publiziert sind, enthalten oft Produktionskapazitäten von Anlagen weltweit. Für Kaliumsulfat bewegen sich die Produktionskapazitäten zwischen 20.000 t und 1.300.000 t pro Jahr [5]. Dieser Bereich kann somit als industrieüblich angenommen werden.

**Insofern ist die Aussage des Autors hinsichtlich des Nichterreichens von industrieüblichen Dimensionen haltlos.**

**Vor dem Hintergrund dieser Feststellungen drängt sich der Verdacht auf, dass der Autor bewusst die Aktivitäten eines konkurrierenden Unternehmens, der K-UTEC AG, in einer abwertenden Weise verzerrt darstellt, um durch die Publikation dieses Buches einen Wettbewerbsvorteil für sein eigenes Unternehmen ERCOSPLAN zu bewirken.**

### **Box 7.3 Vollständige Eindampfung der im Verbundwerk Werra zur Entsorgung anfallenden flüssigen Rückstände zur Wertstoffgewinnung**

In dieser Infobox wird das durch die K-UTEC AG vorgeschlagene Verfahren zur Aufbereitung der im Verbundwerk Werra anfallenden Abstoßlösungen und Haldenlaugen kontrovers diskutiert. Dabei werden vom Autor weder das Verfahren und die dabei erzielbaren Produkte vorgestellt noch die dafür ermittelten energetischen und finanziellen Aufwendungen korrekt wiedergegeben. Durch eine falsche und unvollständige Darstellung prozessrelevanter Aspekte und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen wird dem Leser letztendlich suggeriert, dass das von K-UTEC AG vorgeschlagene Verfahren aus ökologischer und ökonomischer Sicht unzumutbar ist.

Insbesondere folgende Formulierungen bzw. Inhalte sind zu beanstanden:

- *„... - gemessen am Gesamtvolumen der einzudampfenden Lösungsmenge - geringe Wertstoffmenge zurückzugewinnen“ (S. 218, Z. 13/14)*
- *„Unterschlagung des wesentlichsten Punktes der Machbarkeit“ (S. 218, Randbemerkung zum 2. Absatz, entsprechende Erläuterung im Absatz)*
- *„Ein solcher Vorschlag ist ..., aber weder wirtschaftlich noch ökologisch nachhaltig, ...“ (S. 219, Z. 9/10)*
- Unkorrekte Darstellung der für die Aufbereitung der flüssigen Rückstände des Verbundwerkes Werra aus der von K-UTEC AG vorgeschlagenen Aufbereitungstechnik resultierenden Stoffströme (S. 219, Tabelle).
- *„Bei dem Verfahrensvorschlag aus dem Hause K-UTEC hingegen muss eine in ihrer Größenordnung mit den Referenzfällen vergleichbare spezifische Wassermenge pro Tonne*

[5] „CRU Potassium sulphates & potassium nitrate market outlook“ (2009)

*Fertigprodukt durch technische Verdampfungsprozesse unter Verschwendung erheblicher Mengen an Primärenergie ausgedampft werden.“ (S. 219, Z. 17 - 20)*

- *„Nicht allein sind die Betriebskosten für diese thermischen Aufbereitungsprozesse wirtschaftlich unzumutbar, vielmehr sind auch die dabei zu erwartenden Emissionen an Treibhausgasen ökologisch nicht vertretbar.“ (S. 219, Z. 20 - 22)*
- *„Allerdings liegen die sowohl von K+S als die von ERCOSPLAN ermittelten Investitionskosten deutlich über dem seitens K-UTE vorgestellten – offenbar nur die indirekten Kosten berücksichtigenden – Wert von weniger als 530 Millionen Euro.“ (S. 220, Z. 19 – 22)*
- *„Unzutreffende Eingangszahlen zu Art und Menge der zu beseitigenden Salzlösungen“ (S. 220, Randbemerkung zum letzten Absatz und entsprechende Erläuterung im betreffenden Absatz)*

Für ein besseres Verständnis dieser zu beanstandenden Formulierungen bzw. Inhalte sollen die nachfolgenden Erläuterungen dienen:

Für die Aufbereitung der ab 2016 an den Standorten Hattorf, Wintershall (beide Verbundwerk Werra) und Neuhof-Ellers der K+S Kali GmbH anfallenden Abstoßlösungen und Haldenlaugen [6] wurde durch die K-UTE AG die Anwendung des Kainit-Schönit-Prozesses vorgeschlagen. Dies ergibt sich aus den hohen Gehalten an Kalium und Sulfat sowie deren Mengenverhältnis in der nach der Zusammenführung aller betrachteten Ströme erhaltenen Mischlösung. Über die gewählte Prozessroute lassen sich Kaliumsulfat (50 %  $K_2O$ ) und reines Natriumchlorid (>99 %) sowie variantenabhängig zusätzlich Natriumsulfat oder ein Kalium-Magnesiumsulfat-Mischdünger als vermarktungsfähige Produkte herstellen. Insgesamt wurden drei Varianten vorgeschlagen. In allen drei Fällen ist für die verbleibende Magnesiumchloridlösung sowie verunreinigtes und somit nicht vermarktungsfähiges NaCl die vollständige Verbringung in Grubenhohlräume als Versatzbaustoff vorgesehen. Weitere Prozessrückstände fallen nicht an. Die vorgeschlagene Technologie ist auch nach dem Ende der Kaliproduktion für die Behandlung der Haldenlaugen anwendbar.

[6] Prognose für den Salzwasseranfall ab 2016; Basis Phase 3 aus Einleit Antrag Werra, Erläuterungsbericht vom 27.04.2012; am 22.11.2012 per eMail durch Dr. Sandra Richter (sconas – Science.Consulting.Aquatic Systems. Kassel), wissenschaftliche Begleitung RUNDER TISCH, an Dr. Heiner Marx (K-UTE AG Salt Technologies Sondershausen) übergeben.

Eine vergleichende Kennziffernübersicht der drei Varianten ist nachfolgender Tabelle zu entnehmen:

			Variante A	Variante B	Variante C
<b>Verdunstung</b>	H <sub>2</sub> O	kt/a	5.060	5.060	4.810
<b>Zufuhr</b>	KCl	kt/a	120	---	---
<b>Produkte</b>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kt/a	550	400	260
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kt/a	---	110	---
	K-Mg-Dünger	kt/a	---	---	240
	NaCl	kt/a	572	ca. 550	572
<b>Versatz</b>	NaCl, verunreinigt	kt/a	286	ca. 225	286
	MgCl <sub>2</sub>	kt/a	1.060	1.060	990

kt = Kilotonnen; 1 kt  $\cong$  1.000 t

Allein bezogen auf Kaliumsulfat ergibt sich damit aus der Verarbeitung der Lösungsmenge von insgesamt 7 Mio. m<sup>3</sup>/a und in Abhängigkeit von der Variante eine jährliche Produktionsmenge von 260 bis 550 kt an Kaliumsulfat. Der aktuelle Verkaufspreis für dieses Produkt liegt bei etwa 600 €/t (ex works).

Der gewählte Kainit-Schönit-Prozess ist Stand der Technik und wird beispielweise von SQM in Chile, Great Salt Lake Minerals in den USA sowie auch von K+S Kali GmbH selbst angewendet. Eine von K-UTEC AG geplante und nach diesem Prozess arbeitende Anlage wird derzeit in Indien in Betrieb genommen. Die jährlichen Produktionsmengen dieser Anlagen liegen zwischen 100 kt und 400 kt Kaliumsulfat, so dass die variantenabhängige Herstellung von bis zu 550 kt aus den betrachteten Abstoßlösungen und Haldenlaugen im industrieüblichen Maßstab liegt und darüber hinaus keine verfahrenstechnischen Risiken birgt.

Die für die Aufkonzentrierung der Lösung durch Wasserentzug benötigte Menge an thermischer Energie entspricht den für Eindampfanlagen weltweit üblichen Dampfverbräuchen pro Tonne K<sub>2</sub>O. Insofern kann von Energieverschwendung keine Rede sein.

Die Investitionskosten wurden anhand eigener Planungsunterlagen vergleichbarer Projekte auf ca. 530 Mio. € geschätzt. In diesem Wert sind sowohl die direkten als auch indirekten Investitionskosten berücksichtigt.



Die Betriebskosten wurden anhand der vorläufigen Massenbilanzen auf 150 Mio. € pro Jahr geschätzt.

Unter Berücksichtigung dieser geschätzten Investitions- und Betriebskosten sowie der insgesamt zu erwartenden Erlöse für die erzeugten Produkte können in Abhängigkeit von der Variante Gewinne von etwa 130 Mio. € bis 210 Mio. € (ohne Berücksichtigung der Finanzierungskosten) pro Jahr erwirtschaftet werden. Damit ist der Prozess vorbehaltlich detaillierterer Betrachtungen wirtschaftlich darstellbar.

Vor diesem Hintergrund sollten im nächsten Schritt alle drei Prozessvarianten einer technisch-ökonomischen Prüfung mit einer höheren Genauigkeit unterzogen und gegenübergestellt werden.