

Kali und Steinsalz



Marthaler, Gillespie, Goetzfried

Salt fluoridation in Europe and in Latin America –
with potential worldwide

Slotta

150 Jahre Kaliproduktion in Deutschland

Voigt, Grafe, Wilsnack

Entwicklung eines Oberflächenpackers zur Bestimmung
der Permeabilität von Salz- und Festgestein

**Marthaler, Gillespie, Goetzfried:
Salzfluoridierung in Europa und
Lateinamerika – mit weltweitem
Potenzial**

Fluorid ist sehr nützlich gegen Zahnkaries. Eingenommenes (systemisches) Fluorid (in Salz, Trinkwasser oder Milch) führt zu täglich mehrmaliger Erhöhung der an sich niedrigen Fluoridkonzentration im Mund. Fluorid wirkt gegen die Säuren, welche die auf den Zahnoberflächen wachsenden Bakterien aus Zucker bilden. Die WHO empfiehlt die automatische Fluoridierung (durch Salz-, Wasser- oder Milchfluoridierung) in Verbindung mit dem Gebrauch von fluoridhaltiger Zahnpasta. Sowohl in Europa wie auch in Lateinamerika sind erfolgreiche Programme für die Salzfluoridierung eingerichtet worden. Die automatische Vorbeugung der Zahnkaries mit fluoridiertem Salz begann im Jahre 1955 in der Schweiz. Heute erreicht die Zahl der Verbraucher, die ein solches Salz konsumieren, bereits nahezu 300 Millionen, fast 200 Millionen in Lateinamerika und 70–80 Millionen in Europa. Weitere große Potenziale für fluoridiertes Salz sind in Ost- und Südosteuropa, Lateinamerika, China, Indien und Südostasien zu sehen.

**Voigt, Grafe, Wilsnack: Construction
of a surface packer for the permeability
estimation of salt and hard
rock**

For the bulkhead construction in subsurface mines is the knowledge of the permeability of the surrounding rock an important pre-

condition. Because this surface permeability of the excavated zone can not be estimated by wellbore packer tests, a special surface-packer was developed, constructed and the range of function tested. The construction principle of this packer is that a hollow volume is plugged up on the rock surface. From the pressured hollow packer volume the gas flows through the rock.

Leak test of the packer showed that the minimal measurable permeability of the rock is in the order of $1 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2$. The estimated permeability from the surface-packer test for low permeable sandstones and concrete is similar to measured data from core plugs. First practical tests in a salt mine provides feasible results. The test procedure is applied for permeability estimation in several other locations.

**Slotta: 150 years potash production
in Germany**

On the 28th Mining Symposium of VKS the 27th May 2011 the most important lecture took place on behalf of the 150th jubilee of the beginning of potash mining in the world. The lecture put the focus especially on mining and the processing of raw materials and its development of potash economy. Starting with the discovery of potash mining by starting the both shafts of the Stassfurt mine, the author describes the extraordinary development of potash mining and the potash industry in the 19th and 20th centuries and the interactions between deposits, production, economy and history. In

the end, the potash developments of yesterday, today and tomorrow will be discussed, furthermore the great technical evolution of potash mining and processing will be mentioned. In conclusion, the great and outstanding achievements of potash mining will gratefully be recognized.

Titelbild: Das Kaliwerk Zielitz der K+S KALI GmbH nördlich von Magdeburg
(Sachsen-Anhalt)

Abstracts	Seite 3
Editorial	Seite 5
Marthaler, Gillespie, Goetzfried Salt fluoridation in Europe and in Latin America – with potential worldwide	Seite 6
Slotta 150 Jahre Kaliproduktion in Deutschland	Seite 20
Voigt, Grafe, Wilsnack Entwicklung eines Oberflächenpackers zur Bestimmung der Permeabilität von Salz- und Festgestein	Seite 40
Nachrichten aus den Unternehmen	Seite 48
Impressum	Seite 47



Liebe Leserinnen und Leser,

wie bereits im letzten Heft angekündigt, wollen wir in diesem Heft den im Rahmen der 28. Bergtechnischen Tagung 2011 von Herrn Professor Dr. Slotta dargebotenen Vortrag „150 Jahre Kaliproduktion in Deutschland“ in vollem Umfang abdrucken. Zur Veranschaulichung der spannenden industriellen Entwicklung der deutschen Kaliindustrie wurde der ursprüngliche Redebeitrag mit zahlreichen historischen und aktuellen Abbildungen ergänzt.

Die einzigartige Entwicklung der Kaliproduktion hat in Staßfurt begonnen und sich über Deutschland in die ganze Welt fortgesetzt und heute zu einem unverzichtbaren Industriezweig entwickelt.

Kalidüngemittel mit ihrer ertrags- und qualitätssteigernden Wirkung leisten einen wesentlichen Beitrag bei der Agrarproduktion. Diese wiederum spielt eine zentrale Rolle bei einer der größten Herausforderungen der Zukunft, der nachhaltigen Versorgung der Weltbevölkerung mit bezahlbaren Lebensmitteln und nachwachsenden Rohstoffen (siehe auch Heft 1/2009).

Über diese unersetzbaren Rohstoffe verfügen wir in Deutschland! Umso wichtiger ist es, dass wir gemeinsam mit Unterstützung der Politik und Akzeptanz der Öffentlichkeit alle Anstrengungen unternehmen, dass diese Kaliproduktion noch möglichst lange verantwortungsvoll und erfolgreich auch in Deutschland zum Wohl der Menschen fortgesetzt werden kann.

Ebenfalls über eine bedeutende Entwicklung wird im Beitrag der Autoren Prof. Dr. Marthaler, Prof. Dr. Gillespie und Dr. Götzfried berichtet. Als gute Möglichkeit, die Entstehung von Karies zu verhindern, wird die Prophylaxe mit Fluorid angesehen. In der Schweiz begann im Jahr 1955 die automatische Vorbeugung der Zahnkaries mit fluoridiertem Salz. Die Verbreitung dieser Fluoridierung sowie Forschungsergebnisse und Potentiale zur zukünftigen weltweiten Anwendung werden dargestellt.

Der dritte Beitrag dieses Hefts beschreibt mit der Entwicklung eines ganz speziellen Packers zur Bestimmung der Oberflächenpermeabilität unmittelbar an der Grenzfläche zwischen Salz- und Festgestein eine wesentliche Weiterentwicklung von Packerausrüstungen. Die Ermittlung der Permeabilität verläuft dabei zerstörungsfrei. Der Packer, der insbesondere beim Bau von Verschluss- und Abdichtbauwerken in untertägigen Grubenbauen zur Anwendung kommen soll, wurde bereits gebaut und erprobt. Die ersten Tests brachten plausible Ergebnisse.

Interessante Nachrichten aus den Mitgliedsunternehmen runden diese Ausgabe ab. In eigener Sache darf ich auf den neuen Film „Salz der Erde“ hinweisen, der alle Facetten der Rohstoffe Salz und Kali als Lehrfilm darstellt. Er kann über die Konferenz der Landesfilmdienste ausgeliehen werden, wir senden Ihnen bei Interesse auch gern eine DVD zu.

Allen Leserinnen und Lesern wünschen wir vom VKS frohe Weihnachten und ein gesundes neues Jahr.

Mit freundlichen Grüßen und Glückauf

Ihr

Hartmut Behnen

Salt fluoridation in Europe and in Latin America – with potential worldwide

Prof. Dr. Thomas M. Marthaler, Clinic for Preventive Dentistry, Periodontology and Cariology, Dental Center, University of Zurich, Switzerland / Prof. Dr. George M. Gillespie, Department of Epidemiology and Public Health, University College, London, UK, Former Chief Oral Health PAHO/WHO Washington DC, U.S.A. / Dr. Franz Goetzfried, Südsalz GmbH, Heilbronn, Germany, Chairman of the Salt Committee of VKS, Berlin

Fluoride is beneficial for the health of teeth. Systemic fluoride (salt, water or milk fluoridation) and, in particular, the use of fluoride-containing toothpastes, result in temporarily higher fluoride concentration in the mouth for at least 15 to 40 minutes. Fluoride acts against the acids formed by the oral bacteria growing on the tooth surface. The use of the above mentioned fluoride approaches are recommended by WHO. Europe and Latin America have successful programs of salt fluoridation. The automatic prevention of dental caries using fluoridated salt commenced in 1955 in Switzerland. Currently, the number of users of such salt is approaching 300 million, almost 200 million in Latin America and 70–80 million in Europe. Further big potential for fluoridated salt exists in Eastern and Southeast Europe, Latin America, China, India and Southeast Asia.

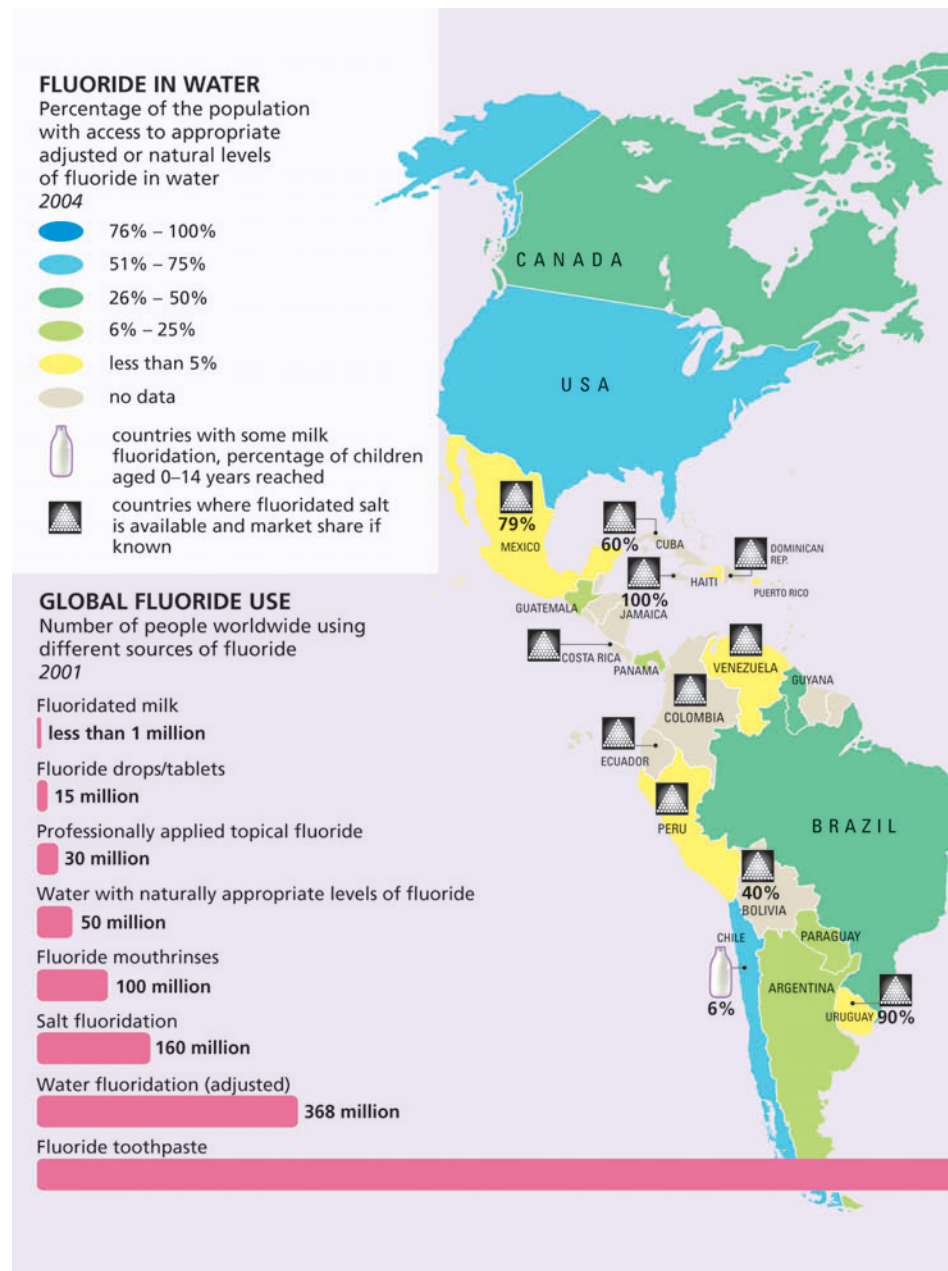


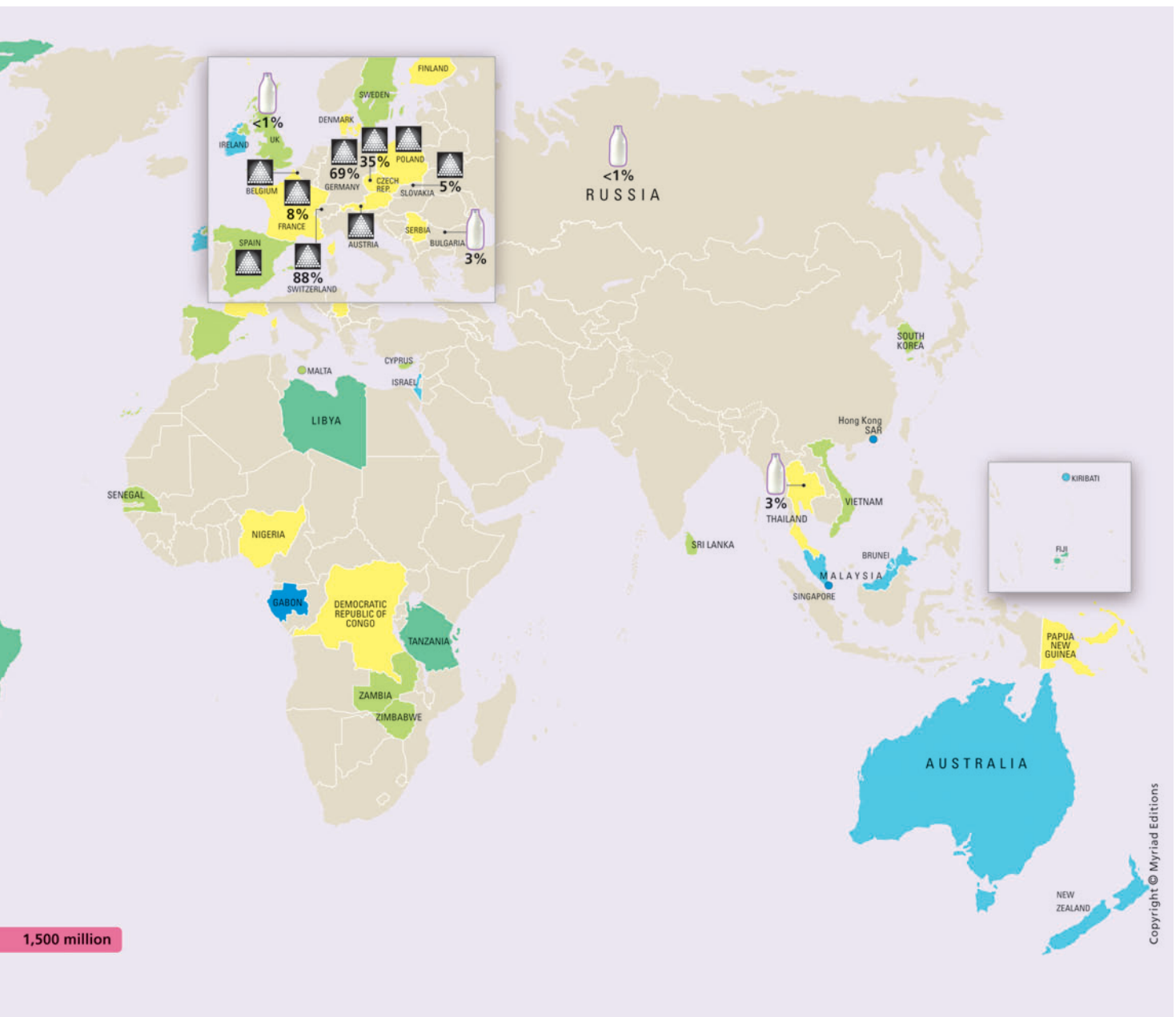
Fig. 1: Map with global fluoride use (Beaglehole et al. 2009).

Introduction

Oral disease is a significant burden to all countries of the world and is the fourth most expensive disease to treat. Although dental health has improved dramatically across many of the world's populations, principally in economically developed countries, there are still huge problems with dental caries (tooth decay

and cavities) in many sections of society, particularly the underprivileged. Improved general education about oral care and hygiene, research, and practical experience have shown that dental caries can be prevented most effectively through the establishment of fluoride programs (Jones et al. 2005, Marthaler & Petersen 2005).

Fluoride controls caries effectively through various modes of action. It hastens the remineralization of incipient enamel lesions if present in dental plaque and saliva in sufficient amounts and frequency, acting as a healing process for partially demineralized dental hard tissue before cavities become established. Fluoride also interferes with glycolysis



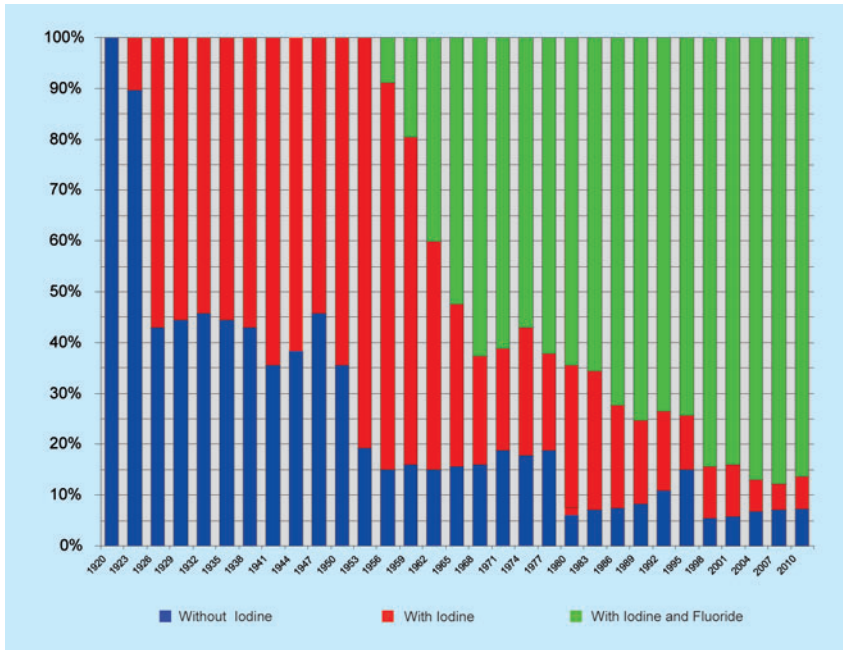


Fig. 2: Market shares in % of unfortified and fortified household salts (card board packages up to 1 kg and shakers) in Switzerland from year 1920 to 2010 (Source: Schweizer Rheinsalinen AG, Schweizerhalle).

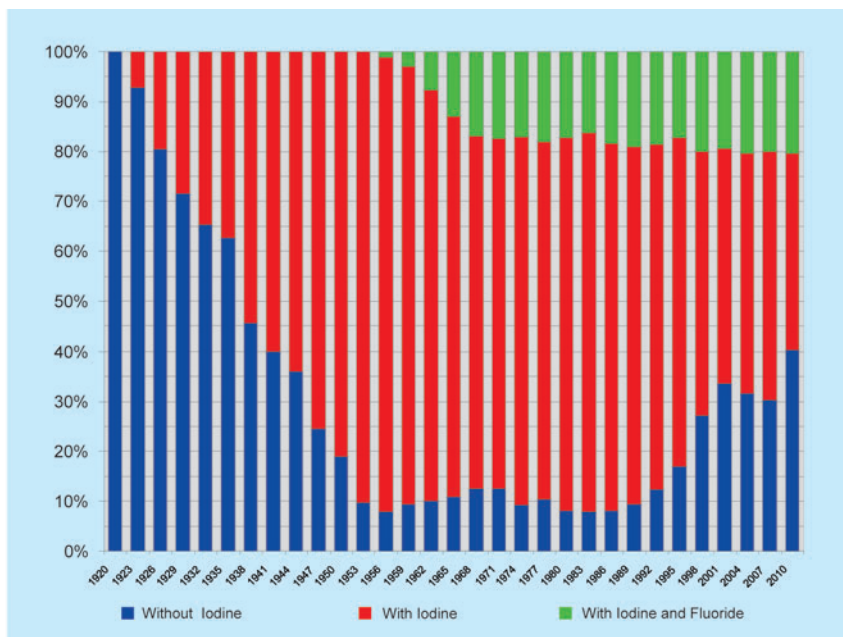


Fig. 3: Shares in % of total sales of unfortified and fortified food grade salts to households and food processing (bakeries etc.) in Switzerland from year 1920 to 2010 (Source: Schweizer Rheinsalinen AG, Schweizerhalle).

or fermentation, the process by which cariogenic bacteria metabolize sugars to produce acid. In higher concentrations, fluoride has a bacteriocidal action.

Figure 1 shows the global fluoride use: Fluoridated milk, fluoride-tablets, topical fluoride, water with naturally-appropriate levels of fluoride, fluoridated water, fluo-

ride mouthrinses, fluoridated salt, fluoride toothpaste.

Salt enjoys unique advantages as a vehicle for micronutrient fortification in most parts of the world in terms of universal access, uniformity of consumption and low cost of fortification. Today the micronutrients iodine, fluoride and folic acid, among others are added to salt. Fortified salts which bear health claims are functional salts (Goetzfried 2010), and frequently supermarket packaging refers to UNICEF and WHO recommendations for improved child and oral health. Europe and Latin America are currently the regions of the world with implemented successful programs of salt fluoridation.

Fluoridated salt in Europe, the beginning

Encouraged by the success of salt iodization, a Swiss gynecologist inferred that addition of fluoride to salt would reduce the prevalence of dental caries in a similar way as the addition of iodine to salt reduces iodine-deficiency diseases. This hypothesis has been shown to be largely correct. After publication of a key paper in 1950 (Wespi 1950), the United Swiss Saltworks (Vereinigte Schweizerische Rheinsalinen, Schweizerhalle, Pratteln) built an apparatus for the addition of sodium fluoride to salt. Finland, in 1952, and the Canton of Zurich in 1955, introduced fluoridated salt (F-salt) with the insufficient concentration of 90 mg F/kg. The Canton of Zurich was the first political unit world-wide to authorize the sale of salt with fluoride. The Fluoride Commission of the Swiss Canton of Vaud, which has a historical monopoly on salt trade, resolved in

1970 that salt for human consumption in the canton should contain 250 mg F/kg. The remaining cantons of Switzerland followed suit in 1983 and the concentration of 250 mg F/kg was adopted throughout Switzerland. The use of F-salt is predominant in the domestic salt (Fig. 2). On a limited scale, it is also available in buckets of 12.5 and 25 kg sacks, used in some cantons and institutions (Marthaler 2005, Fig. 3).

The next to follow in Europe was Spain with legislation in 1983, then France in 1986. The market share of F-salt among all domestic salt in Spain was reported as only 10 % in 2006. In France the market share reached 60 % in 1993 but dwindled to 14 % in 2009. Germany introduced fluoridated salt in 1991. Continued information through professional public relations has resulted in a market share among all domestic salt in that country varying between 65 and 70 % (Fig. 4).

Other European countries with hitherto low levels of use include Austria, the Czech Republic, Spain and Slovakia. Nowadays in eight

European countries national legal regulations exist, or salt producers have obtained individual authorizations, for the production and marketing of fluoridated edible salt: Austria, Czech Republic, France, Germany, Greece, Netherlands, Spain, Switzerland. Fluoridated salt is also available in countries without public programs due to exporting producers and Europe wide distribution of such salt by major discounters. In countries without their own production locations, before importing the fluoridated salt special authorization is obtained or notification made to the responsible national health authority. The notification procedure is based on the principle of mutual recognition. This procedure applies to products for which it can be proven that they comply with the national rules on food fortification of another EU/EEU Member State and for which thorough safety documentation is available (Article 28, 30 European Community Treaty). In Europe major discounters play an important role in distribution of F-salt. Often they sell only one domestic

salt product, if their choice is F-salt, 100 % of the customers consume F-salt (Goetzfried 2006).

Fluoridated salt in Latin America, a success story

Regarding the development of F-salt in the Americas, a key decision to proceed was taken after the meeting and discussion in Medellin, Colombia in 1977 (First International Symposium on Salt Fluoridation) to review the results of the U.S. National Institutes of Health (NIH) supported Colombia trial and in which representatives of the U.S. Public Health Service and from the University of Zurich and the Chief Chemical Engineer of the Swiss Rhine Saltworks participated (Gillespie & Roviralta 1986). Following the successful trials in Colombia (NaF and CaF₂ fluoridated salt versus water fluoridation and control) (1964–72) the use of fluoridated salt as a community preventive measure for dental caries prevention at country level has increased steadily since 1986. Colombia, Costa Rica, Jamaica, Mexico and Uruguay have more than 20 years of documented community

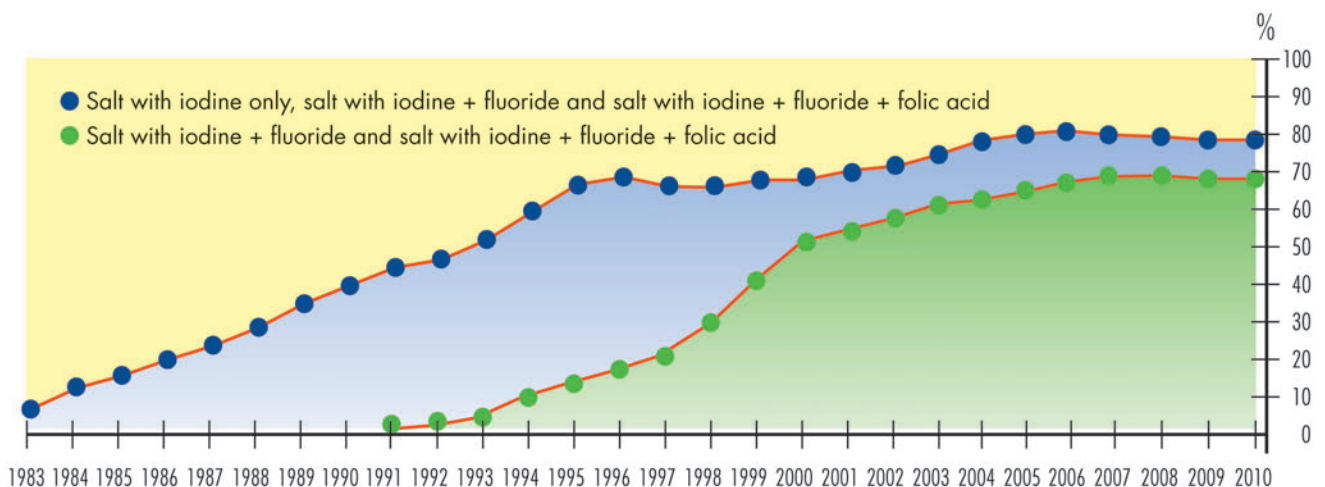


Fig. 4: Market shares in % of iodized and fluoridated salts from the total sales of household salt in Germany from year 1983 to 2010 (Source: DAZ/Informationsstelle für Kariesprophylaxe, Frankfurt).

experience with population coverage up to 98 %. Other countries such as Belize, Bolivia, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, Peru, Venezuela have active programs, and an estimated further five countries are in the process of implementing this approach. Fluoridated salt is also available in certain countries that do not have public programs. Mexico, with an estimated population of 112 million, has an estimated 90 million on fluoridated salt and 20 million on fluoridated water (SECRETARIA DE SALUD, MEXICO, 2011). Implementation procedures have been considerably easier and more economical than water fluoridation while achieving an equal or even improved disease prevention accessible to the whole population (Estupinán-Day 2000, Gillespie & Baez 2005). On a worldwide basis, the number of countries involved approximates those with adjusted water fluoride levels.

Safe product

The European Food Safety Authority (EFSA) has already published an opinion related to the tolerable upper intake level (UL) of fluoride. Their Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergens derived an UL of 0.12 mg/kg body weight/day. This is equivalent to an UL of 5 mg/day in children aged 9–14 years and 7 mg/day for age 15 years and older, including pregnant and lactating women (EFSA, 2005).

In order to ensure effectiveness in caries prevention, the concentration of fluoride in salt should be specified at 250 mg per kg salt (tolerance \pm 25 %). This maximum amount ensures a high level of protection for consumers and facili-

tates their choice. The amount of fluoridated salt ingested per person per day, from its domestic use, is estimated to be 3 g in France, and 2 g in Germany corresponding to a fluoride intake from F-salt of 0.50–0.75 mg/day (AFSSA, 2003). With a daily consumption of 10 gram F-salt, as it can be assumed for Jamaica, and Latin America, the fluoride intake amounts to 2.5 mg, far below the UL.

Sodium and potassium fluoride are most frequently used for the fluoridation of salt, and both have been approved as an accepted food additive by the EU. Addition of fluoride is carried out either by the wet or the dry process. Qualitatively good F-salt can be produced by using either method (Milner 2000 and 2006, Goetzfried 2006).

In the Colombian trial (1964–1972), calcium fluoride was found to be as effective against caries as sodium fluoride. In the various milk fluoridation trials, the typical procedure was to add sodium fluoride to milk, resulting in concentrations of 2.5 to 5.0 ppm fluoride in the milk. Under these conditions, the once daily intake of fluoridated milk inhibited caries increments in spite of the presence of the calcium concentration in milk being high, at 1000 ppm (Banoczy et al. 2009).

The fluoride content is controlled by the producers as part of the self-monitoring that is stipulated by the law. Three well-established testing methods which have been validated in interlab studies are available to determine the fluoride content in salt. In practice, the potentiometric method has proven to be a simple, accurate and comparably low-priced method and is widely used (Trachsel 2005).

Furthermore, the correct fluoride dosage is supervised by the official food inspections.

Whitford (2005) estimated the potential for acute toxicity in respect of segregation of F-Salt in cardboard boxes, shakers or sacks. Analysis of salt that passes through a 180 μ m sieve gave elevated fluoride concentrations, while salt that did not pass through a 600 μ m sieve had concentrations below 100 ppm. The “probably toxic dose” or PTD of fluoride has been set at 5 mg F/kg of body weight. The PTD is “the minimum dose that could cause serious or life-threatening systemic signs and symptoms and that should trigger immediate therapeutic intervention and hospitalization”. In the extreme case of a 1-year-old child with the average body weight of 10 kg, the PTD would be 50 mg which would be contained in 50 g of 1,000-ppm F-salt. It can be concluded, therefore, that the risk of reaching the PTD by ingesting F-salt is virtually non-existent.

Scientific results, epidemiological and public health studies

The key studies began in 1964 in Colombia and in 1966 in Hungary. A considerable series of scientific publications dealt with all aspects of caries prevention with fluoridated salt. Mejía et al (1976) published the results of the Colombia trial and the publication “Caries Prevention by Domestic Salt Fluoridation” by Karoly Tóth summarized the results obtained in Hungary (Tóth 1984). It is to be noted that the salt used in the Colombia trial was also iodized and no adverse impact was noted, nor has been subsequently where this combination has been used.

	At start of use of F-salt		Last survey		Reduction In %
	Year	DMFT	Year	DMFT	
Jamaica, age 12	1986	6.7	1995	1.1	84
Jamaica, age 15	1986	9.6	1995	3.0	69
Costa Rica, age 12	1987	8.4	1999	2.5	72
Mexico, age 12	1988	4.4	1997	2.5	44
Uruguay, age 11-14	1991	4.1	1999	2.4	42

Tab. I: Caries prevalence at start and after 8-12 years of use of fluoridated salt in several American countries (DMFT = mean number of decayed, missing and filled teeth).

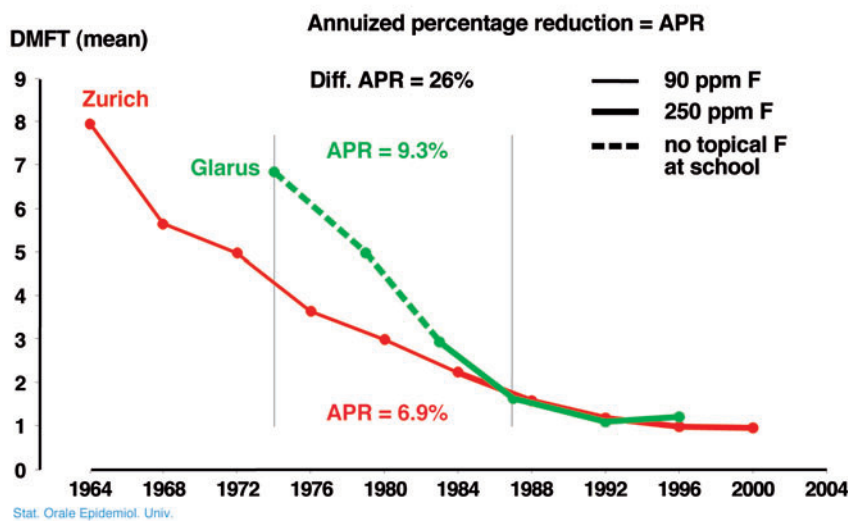


Fig. 5: Changing DMFT of 12-year-olds in Switzerland after introduction of school-based topical fluoride programmes (i.e. toothbrushing with concentrated fluoride preparations) in the 1960s (Zurich) and of fluoridated salt (250 ppm F) in the 1970s (Glarus). Salt fluoridation was introduced in 1983 in the Canton of Zurich and all of Switzerland (Marthaler 2005).

Recent summaries were presented by Estupinán (2005), Gillespie & Baez (2005) and Marthaler & Petersen (2005). The results of these trials were the main basis for the statement, “the results suggest that the effectiveness of fluoridated salt in inhibiting caries is substantial, of the same order as that of fluoridated water when the appropriate concentration and use are achieved” (WHO, 1994).

What can we expect from the current implementation schemes? Jamaica may be the best example.

Virtually all salt destined for human consumption is fluoridated at the only salt refinery on the island. All imported domestic salt for human consumption must contain fluoride. In 2004 it was recognized by the Center for Global Development, Washington DC, as one of the proven successes in public health in the 20th century (Levine 2004). More than half of the salt for direct consumption is fluoridated in Costa Rica, Ecuador, Mexico and Venezuela. The increasingly used dry soups or consommés in Costa

Rica are now required to be made with F-salt, a intelligent measure to counterbalance the advances of food processing. Table I shows the conspicuous decline of caries prevalence in several American countries. The part played by an increasing use of fluoridated toothpastes cannot be identified with certainty. Fluoridated toothpastes had been available for many years in several countries prior to the introduction of F-salt. Irrespective of whether the economic situation has improved to a limited extent or not at all, caries prevalence decreased following introduction of this measure.

The surveys on caries prevalence in the Swiss Cantons of Zurich and Glarus were repeated several times up to the year 2000. The results documented a continued decline of dental caries prevalence (Fig. 5). Statistical data are available to support the hypothesis that fluoridated salt contributed notably to the general decline of caries prevalence in Switzerland.

In Germany, the reasons for the strong decline of caries between 1994 and 2004 are difficult to identify (Tab. II). Fluoride toothpastes have been available for decades. Both the usage of F-salt and of sealant applications (paid by the insurance system) have markedly increased since 1997. Since pit and fissure caries is predominant when the DMFT is below 2.0 or even 1.5, the increasing use of sealants must be expected to have contributed substantially to the decline. The restriction of F-salt to domestic use may result in two contacts per day of salt-borne fluoride with the teeth. The effectiveness of only domestic F-salt in this particular

Year	Mean DMFT	Market share of domestic F-Salt	Children with sealants
1994	2.44	5 %	6 %
1997	1.81	19 %	29 %
2000	1.24	41 %	62 %
2004	0.98	61 %	66 %

Tab. II: Dental caries among 12-year old children and selected preventive measures in Germany (Pieper & Schulte 2004, Schulte et al. 2006).

case may be estimated to be an overall reduction of 12 %, but with impact over a lifetime. Model calculations illustrate the importance of high market shares of F-salt for a substantial effect on the public health scale (Marthaler 2006, Pieper & Schulte 2004, Schulte et al. 2006).

Factors of note

Whereas the estimated world population is about to reach 8 billion, still less than an estimated 1 billion have achieved community fluoride prevention by either fluoride in drinking water or via fluoridated salt at an increasing rate; less than a million profit from fluoridated milk. There is a need for more extensive and effective caries prevention not only in the very young but also in adults and the aged. Due to severely damaged teeth, extensive treatment is often necessary but is, except for a few affluent countries, rarely affordable. Greatest need is present in developing country populations as well as those in developed countries without access to community fluoride prevention.

Most countries are concerned about costs and coverage in provi-

sion of dental health care on the level of restorative care. The use of fluoridated salt brings notable cost-benefit. The worldwide success of salt iodization (similar process as salt fluoridation) in the last 20 years has illustrated the ability of the salt industry to introduce and implement preventive health measures and to obtain community participation irrespective of economic, social or cultural conditions. Countries which practice iodization of salt with sufficient quality control now have a trained work force which is undoubtedly able to add fluoride also in appropriate concentration to the salt for human consumption.

No adverse health or social effects

In over 20 years of community experience, no negative health impact attributable to use of fluoridated salt was reported. This was predicted on the basis of the extensive surveys made in water-fluoridated regions, which started already in 1945, 65 years ago. Occasional excessive fluoride intake (in combination with fluoride tablets or ingested toothpaste), have in some instances resulted in

enamel fluorosis, which is the only undesirable cosmetic side effect of fluoridation. Salt fluoridation does not entail rises in the frequency of enamel fluorosis (EFSA, 2005). Fluorosis does not originate from salt fluoridation according to the thorough analysis of the Swiss situation (Steiner et al. 2010). The percentage of cases with slight enamel fluorosis decreased in fact slightly between 1975 and 1996.

Another outstanding positive feature of salt fluoridation is its low cost. It is far cheaper than other community fluoride approaches with the best cost-benefit ratio of any. In technically modern salt production, it is by far the cheapest method for prevention of dental caries. In professional salt production, serving a population of 100,000, the cost per capita / person / year is around US\$ 0.03 to 0.06 or EURO-cent 0.02 to 0.05 (Gillespie & Marthaler 2005, Gillespie 2006).

In addition, salt fluoridation is well accepted by the public. As in salt iodization, the intake of salt was neither increased nor diminished after addition of micronutrients. A WHO Expert Consultation confirmed that there is no conflict between the major public health goals – reducing average population salt intake, and tackling iodine deficiency and dental caries with fortified salts (WHO 2008). Where a sodium fluoride compound is used, the increased sodium is infinitesimal and considered to have no impact relative to hypertension.

Community fluoridation in combination with fluoride toothpastes

The use of fluoride-containing dentifrices in conjunction with toothbrushing is cited as the most

important reason for the decline of caries prevalence in most highly industrialized countries; an estimated billion people may be regarded as using such dentifrices at 1100–1500 ppm fluoride frequently enough – twice a day – to benefit substantially. Because of small children swallowing much of the toothpaste, many countries limit the fluoride concentration for ages below 6–8, to 250 or 500 ppm fluoride. In less affluent countries, poor regions, and isolated populations, the cost of dentifrices is only affordable for the richest socioeconomic strata. Alternative oral hygiene practices are frequently used that do not involve toothpaste. Their source of fluoride needs to be in the diet.

The direct contact of fluoride with the dental hard tissues – usually referred as “topical fluoride” – has been established to be the main protective mechanism. This topical action is of prime importance because it works at all ages: fluoride applied to teeth of old people protects their teeth partially from caries as it does in young people. Some researchers believe that even in the case of water fluoridation, the caries reduction obtained is achieved 100 % by its topical action. Since the salivary concentrations are very low in fluoride, around 0.1 ppm F, water or food containing 1 ppm of fluoride already leads to fluoride concentrations ten times higher than in saliva, during 10 to 20 minutes. This explains why fluoride added to water, salt and milk has a protective topical effect, in addition to a pre-eruptive effect, in spite of being customarily called “systemic fluoridation”. Fluoridated salt can be expected to

exert an added preventive impact in preventive programs based on use of fluoridated toothpaste. A recent study in 19,885 6- to 15-year old Australians demonstrated that fluoride reaching unerupted teeth in the phase of crown completion had lower caries experience than those exposed only to post-eruptive fluoride, provided by low or optimal fluoride-containing drinking water (Singh K A et al. 2007).

In children of low caries countries, the majority of carious sites are pit and fissures. Since Singh KA et al. did their studies in Australia, currently one of the countries with the lowest caries prevalence, their conclusions are valid for these particular sites, illustrating that community fluoride can provide an additional benefit even in countries in which caries prevalence is already low due to use of topical fluorides.

Fluoride and the EU Fortified Food Regulation

The Fortified Food and Claims Regulations of the European Union (EU, 2006), which are examples for a legal basis of salt fortification with fluorides, supersede the existing national voluntary regulations for the enrichment of foods with minerals and vitamins. With the Fortified Food Regulation the mineral fluoride was approved as a food additive, added as mineral substances sodium and potassium fluoride. The new Regulation has had little impact so far on the market of F-salt in Europe pending the issuance of the following detail regulations:

a) Restriction of the addition of fluoride to salt, water and chewing gum;

- b) Restriction of the addition of fluoride to salt for domestic use, to salt for commercial catering, to salt for bakeries, and to salt for dry soups;
- c) The confirmation of the maximum amount of 250 mg fluoride/kg salt (tolerance +/- 25 %);
- d) Formulation of warning statements (“If using fluoridated edible salt, intake of food supplements containing fluoride and of fluoride tablets should be avoided”, “Fluoridated edible salt should not be used if the drinking water contains more than 0.5 mg fluoride per litre”);
- e) Purity criteria for sodium fluoride and potassium fluoride.

Due to the absence of detail regulations, the German salt producers have needed further special agreements with the Food Authority for the production and marketing of fluoridated salt. Upon the completion of the ongoing legal process in Europe one can expect ideal conditions for further implementation of F-salt in the EU member states.

Health claims made for fluoridated salt

Health claims which are made for fortified salts in EU Member States have to conform with the Regulation (EC) No 1924/2006 (EU, 2006). This Regulation applies to nutrition and health claims made in commercial communications, whether in the labeling, presentation or advertising of foods to be delivered as such to the final consumer, restaurants, hospitals, schools, canteens and similar mass caterers.

Following a request from the European Commission, the Euro-

pean Food Safety Authority (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) was asked to provide a scientific opinion on the substantiation of health claims in relation to fluoride and the following claimed effect: maintenance of tooth mineralization. The Panel characterized the fluoride as a well recognized nutrient and as measurable in foods by established methods. The Panel considered that fluoride is sufficiently characterized. The Panel concluded that a cause and effect relationship has been established between the dietary intake of fluoride and maintenance of tooth mineralization. The following wording reflects the scientific evidence: “Fluoride contributes to maintain tooth mineralization” (EFSA, 2009) . The final approval of the fluoride health claim by the European Commission is expected for the year 2012.

Reduction of disease risk claims and claims referring to children’s development and health for fluoridated salt like “Fluoride helps fight dental caries” may be made where they have been authorized in accordance with the procedure laid down in Regulation (EC) No 1924/2006 (EU, 2006).

The potential of salt fluoridation on a worldwide scale

Figure 6 shows the status of the global dental caries situation.

In improving oral health and combating dental caries there is tremendous potential for salt fluoridation worldwide due to the proven ability of salt as a vehicle for additives, community role, effectiveness, acceptability, absence of adverse health impact, and minimal cost.

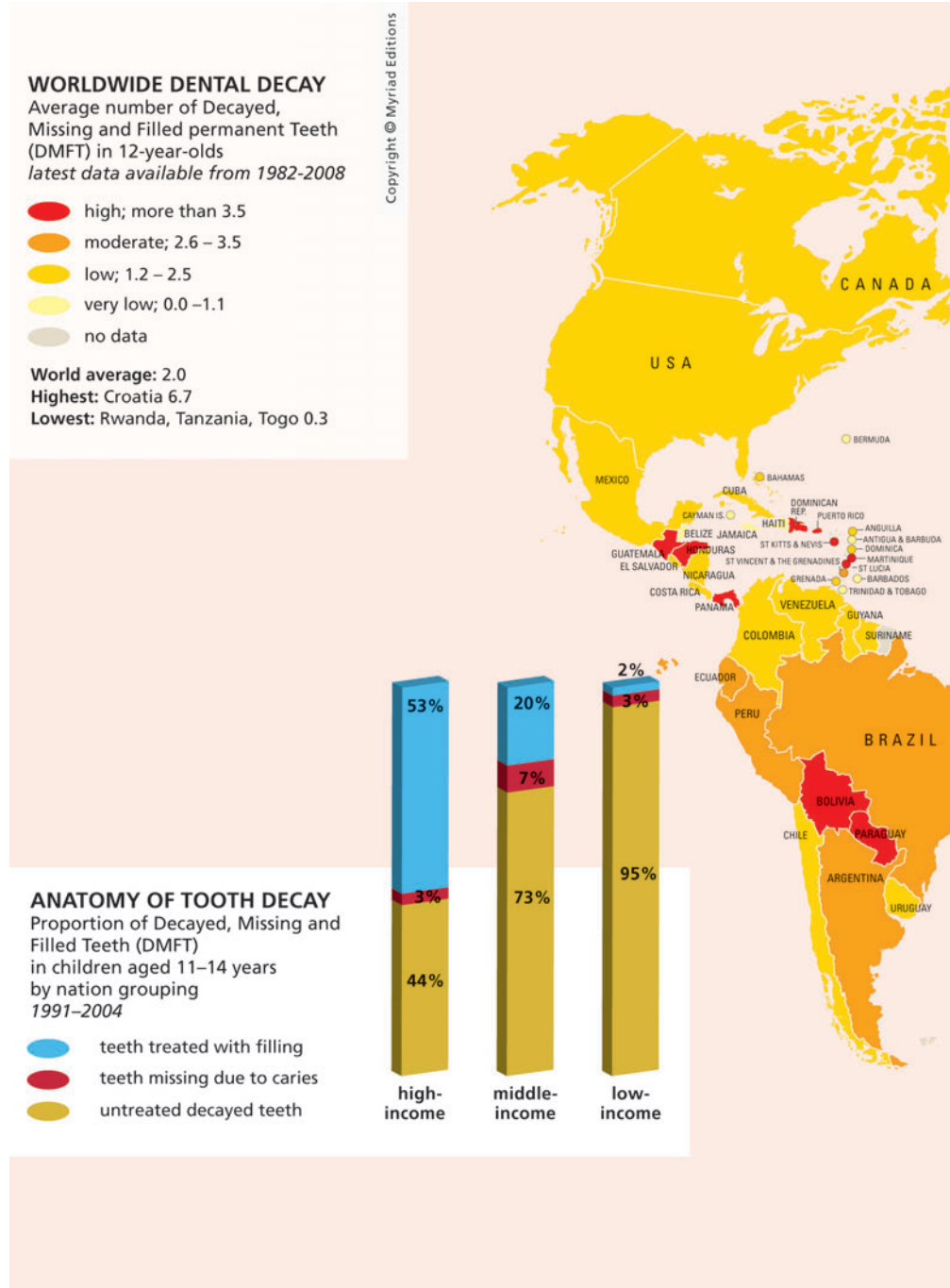
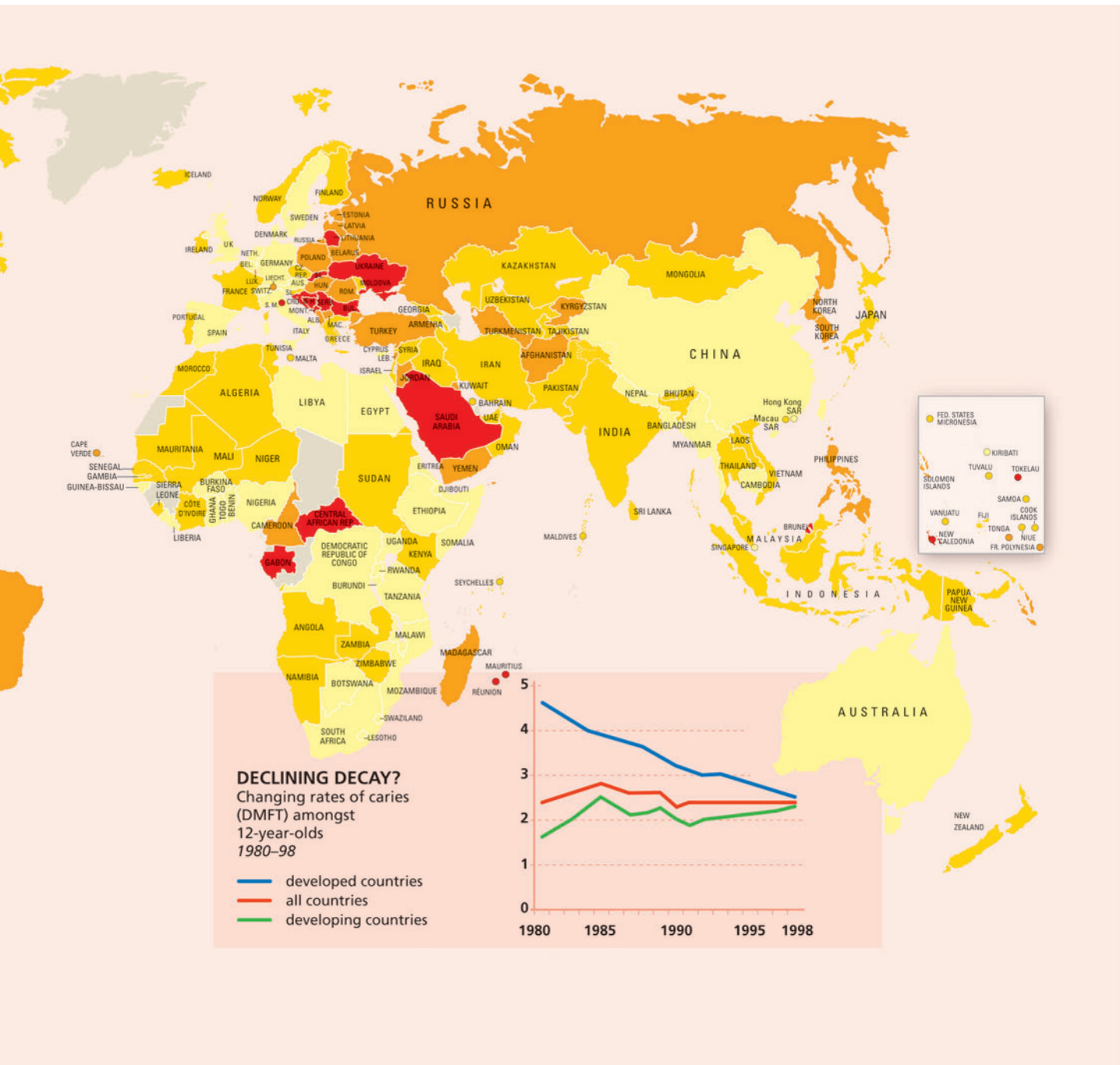


Fig. 6: Worldwide mapping dental caries (Beaglehole et al. 2009).

The world population in 2009 was estimated at 6.8 billion, where the more developed countries contributed 1.2 billion and the less developed 5.6 billion of which Asia contributed 3.8 and Latin America & Caribbean 0.6. This world population is anticipated to expand to almost 8 billion by 2020, of which

an estimated 27 % will be 14 years and under, and 20–25 % will have no access to health systems.

In the rest of the world few small countries fluoridate water and many do not produce, or do not have the capability to produce fluoridated salt – often relying on imports to meet their domestic salt



requirements. This is particularly the case in island groupings in Asia, the Caribbean, and the Pacific. Few countries have a comprehensive dental caries preventive program that prevents early onset of caries and reaches all sectors of the community. The limitations of water fluoridation and toothpaste pro-

grams, while contributing greatly to oral health, are not achieving national population access or coverage, with only an estimated 1 billion currently receiving the benefit they provide, despite more than 60 years of experience.

It is evident that, with increasing health costs, and developing

economies with changes in nutritional patterns and aspirations, greater emphasis has to be given to applying evidence based and community acceptable solutions to expand prevention of this most common disease affecting over 90 % of children in the world. Markets and need exist in both devel-

oping and developed countries, particularly in the young generation. In developed countries, such as USA, Canada, United Kingdom, Australia and Brazil, despite the success of water fluoridation and toothpaste programs, there are significant populations without access to comprehensive community fluoride. For instance it is estimated that in the USA 30 % of the population, in Canada 54 %, and England 90 % do not have access to community fluorides, with many in the poverty level or isolated areas. In several European countries with availability of fluoridated salt, market share is low principally for lack of promotion. A need and space exist to extend prevention through increased market share, and the need to supplement or implement economical preventive programs in Eastern Europe following changes in patterns of delivery and availability of health services.

Poor dental health has been reported in the Chinese National Surveys of Oral Health. With the changing lifestyle and growing consumption of sugars, the incidence of dental caries may well continue to rise, compounded by limited access to professional care. The increasing oral disease burden could become a major public health problem in China, leading to considerable personal and health service costs.

The situation in China is unique with endemic fluorosis due to other non-water sources of fluoride in some areas and a considerable dental caries burden in others. China is in the process of reorienting health services, and this change provides an excellent opportunity to incorporate automatic fluorida-

tion (water, milk or salt) in the overall agenda and national program development (Petersen et al. 2008).

The first experiences with salt fluoridation in China were made in Wuhan city from 1988 to 1991. In the 3-year single blind, randomized controlled trial the effect of salt fluoridation on dental caries in primary teeth, using 200–250 ppm fluoridated salt, was investigated. The fluoride concentration in drinking water in the city is 0.3 ppm and the use of toothpaste containing fluoride was low. In total 414 3–4 year-old kindergarten children were recruited; all children had 3 meals in the kindergarten each day and the average salt consumption was 3–4 g per day. Compared with the control group, about 50 % reduction in caries experience at the end of the trial was observed (Zhang 2006, Petersen et al. 2008).

Taking account of the scientific evidence, as well as several WHO World Health Assembly resolutions, and other technical reports, experts in oral health reaffirmed in 2007 with the Beijing Declaration the need for action to promote oral health by using fluoride (such as water and salt fluoridation, and affordable and effective fluoride toothpaste) in China and Southeast Asia (WHO, FDI, IADR, CSA 2007).

The effective use of fluoride is a WHO priority action area for the improvement of oral health worldwide. The Sixtieth World Health Assembly urged the 193 Member States in May 2007 with its oral health action plan for promotion and integrated disease prevention (WHO-WHA 60:17, 2007): “For those countries without access to optimal levels of fluoride, and which

have not yet established systematic fluoridation programs, to consider the development and implementation of fluoridation programs, giving priority to equitable strategies such as the automatic administration of fluoride, for example, in drinking-water, salt or milk, and to the provision of affordable fluoride toothpaste.”

Salt fluoridation should be linked to iodization schemes (Petersen 2008). The WHO Global Oral Health Programme is currently undertaking further demonstration projects in Africa, Asia and Europe in order to assess the relevance of affordable fluoridated toothpaste, milk fluoridation and salt fluoridation. A recent meta-analysis published in South Africa favoured salt fluoridation for caries prevention compared with no exposure (Yengopal et al. 2010).

Areas of need worldwide and approaches for action

In order to achieve high market shares of fluoridated salt in countries which have already programs with salt fluoridation, and to start salt fluoridation in countries without access to optimal levels of fluoride, some areas of need and approaches for action are important:

- Need for information – general, technical
- Need to present health benefits and impact of salt to counteract negative impact caused by campaign to reduce overall excessive salt consumption
- Needed production of guidelines and instruction manuals
- Need to improve product monitoring, quality control and reporting

- Establishment of implementation programs similar to approaches used in iodization
- Incorporation of fluoride within international micronutrient programs and projects
- Collaboration in activities related to labeling of food additives
- Creation of a working relationship – salt industry and health
- Creation of demand – social marketing
- Training and development of national capability and capacity
- Provision of information
- Production and distribution
- Monitoring and evaluation

The ability to include fluoride in domestic salt exists within the provisions of the health statutes and regulations in many countries and permit ready initiation without many of the problems and barriers associated with water fluoridation. Internationally, the addition of fluoride to domestic salt has been included in the revised Codex Alimentarius 150, and it is expected that further information will be included in future revisions.

The Pan American Health Organization/WHO published the experience of salt fluoridation in the Americas with guidelines for legislation and implementation (Estupinán-Day 2005).

Optimal conditions for the effectiveness of F-salt may be jeopardized by increasing use of industrial processed food and decreasing preparation of food in the household, as it is in Western Europe. Specific regulatory measures on the use of fluoridated salt intended for food producers should be taken by governments where the main sources of dietary salt are processed foods

and meals consumed outside the households. Accordingly, expanded use of fluoridated salt is indicated: F-salt for bread, for large kitchens (caterer), for consommés.

Politically, it is relatively easy to offer free choice to the consumer to purchase salt with or without fluoride: this does not result in anti-fluoride activities, since it provides freedom of choice, is an accepted vehicle, and a better quality product. From a public health perspective, high market share, or better universal use of fluoridated salt, will always be preferable. Lower socio-economic strata tend to make consistently less use of possibilities of prevention, and the majority reached only under conditions of universal or near-universal usage. However, where free choice is involved, the use of fluoridated salt must be promoted continually to have a community effect.

In May 2000, at the 8th World Salt Symposium (“Salt 2000”), executives of the salt industry met with leaders of governments, NGOs and international organizations to discuss how to better collaborate on eliminating IDD forever. A global coalition of public, private, international, and civic organizations was formed whose goal would be the sustained elimination of iodine deficiency disorders through universal salt iodization. Two years later at a UN General Assembly event (A Smart Start for Children), the “Network for Sustained Elimination of Iodine Deficiency” or the Iodine Network was launched.

Major salt producers have a role to play through their dominance, influence, expertise, and exports in geographic areas – China in Asia, and India in the subcontinent and

the Middle East, for example.

The success of the UNICEF iodization program has greatly expanded the ability and expertise to implement salt iodization in developing countries, such that much of the equipment and staff already are available, thereby facilitating the addition of fluoride and reducing start up costs and investment. Accurate, simple and relatively inexpensive equipment is available for determining fluoride. The use of specific ion electrodes can be used for determining fluoride in multiple applications including fluoride in water, salt, milk and renal excretions. This provides a valuable tool at the processing plant and for epidemiological surveillance and monitoring in community groups.

There is a need for information to be disseminated on the feasibility of salt fluoridation, and greater collaboration developed between salt producers, marketers, cooperatives, health officials, providers, nutritionists, government, and the private sector, to increase the availability of prevention to the ever growing world population in need. The expertise and experience exist and are available.

The ability to permit the use of fluoridated salt exists within the health regulations of many countries, and has enabled this to be initiated and implemented through a variety of approaches. Greater harmonization with the content of legislation and regulations relative to salt iodization needs to be made. The availability of such information should be extended; the Codex and EU legislation and information appropriately modified and updated; and fluoridated

salt recorded in the “generally recognized as safe” (GRAS) category in US FDA regulations, if it would facilitate the availability of the preventive approach to those currently without access.

The initiative and collaboration of the salt industry in the Americas, and a few European countries, has been a major factor in the successful implementation of a disease preventive measure for dental caries and the improvement of oral health of the population in the regions. However, the need exists to improve and expand national capability for monitoring and evaluation, such that consumers and health agencies can note the beneficial impact of their actions.

The creation and subsequent implementation of the Iodine Network was facilitated through collaboration of producers, marketers, health officials, international associations, universities and government agencies, working in conjunction with WHO and international agencies. It has illustrated the feasibility and international effectiveness of salt as a vehicle for disease prevention.

The conditions are right for use of a similar approach and the creation of a similar Fluoride Network by the salt industry involving UNICEF, WHO, and international financing agencies, or the incorporation of fluoride into the salt related programs and micronutrient initiatives of these agencies, and projects such as GAIN (Global Alliance for Improved Nutrition). Such action would present an approach to benefit millions of children and prevent the pain, discomfort, and impact of dental disease rapidly and immediately (Gillespie et al. 2009).

References

AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire de Aliments): Rapport du comité d’experts spécialisé “eaux” concernant la proposition de fixation d’une valeur limite du fluor dans les eaux minérales naturelles (2003)

Banoczy J, Petersen P E, Rugg-Gunn A J (Eds): Milk fluoridation for the prevention of dental caries (pages 19–66), World Health Organization, Geneva 2009

Beaglehole R, Benzian H, Crail J, Mackay J: The Oral Health Atlas: mapping a neglected global health issue. Geneva & Brighton: copyright FDI World Dental Education Ltd & Myriad Editions Ltd 2009; www.myriadeditions.com

EFSA (European Food Safety Authority): Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Fluoride; The EFSA Journal 192: 1–65 (2005)

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies: Scientific Opinions on the substantiation of health claims related to fluoride and maintenance of tooth mineralization pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006; The EFSA Journal 2009; 7(9): 1212 (ID 275, 276) and 2010;8(10):1797 (ID 338, 4238)

Estupinán-Day S: Overview of Salt Fluoridation in the Region of the Americas, Part I: Strategies, Cost-Benefit Analysis, and Legal Mechanisms utilized in the National Programs of Salt Fluoridation. In Geertman RM (Ed): 8th World Salt Symposium, Volume 2, Elsevier, Amsterdam, pp 983–988 (2000)

Estupinán-Day S: Promoting Health. The use of salt fluoridation to pre-

vent dental caries. Pan American Health Organization (Scientific and Technical Publication No. 615), Washington D.C. 2005

EU (European Union): Regulation (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on the addition of vitamins and minerals and of certain other substances to foods. Official Journal of the European Union L 404/26, 30.12.2006

EU (European Union): Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. Official Journal of the European Union L 404/9, 30.12.2006

Gillespie G M, Baez R: Development of salt fluoridation in the Americas. Schweiz Monatsschr Zahnmed, Vol 115: 8/2005, 663–669

Gillespie G M, Baez R, Marthaler T M, Milner T A W: Observations on the Implementation of Salt Fluoridation for the Prevention of Dental Caries. 9th International Symposium on Salt (Ed. Sha Zuoliang) Beijing 2009. Gold Wall Press. Vol. 2: 1276–1285

Gillespie G M, Marthaler T M: Cost aspects of salt fluoridation. Schweiz Monatsschr Zahnmed, Vol 115: 9/2005, 778–784

Gillespie G M, Roviralta G (Eds): Salt Fluoridation. Pan American Health Organization Scientific Publication 501, Washington DC, 1986 (ISBN 92 75 11501 X)

Gillespie G M: Relative Costs of Salt Fluoridation. Proceedings of the Fluorides & Oral Health Symposium, December 11–13, 2006, Kuwait, pp 130–136

Goetzfried F: Functional Salts in Europe. Kali und Steinsalz, Vol 1/2010, 20–27, Verband der Kali- und

- Salzindustrie e.V. (VKS), Berlin
- Goetzfried F*: Legal aspects of fluoride in salt, particularly within the EU. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, Vol 116: 4/2006, 371–375
- Goetzfried F*: Production of fluoridated salt. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, Vol 116: 4/2006, 367–370
- Jones S, Burt BA, Petersen PE, Lennon MA*: The effective use of fluorides in public health. *Bulletin of the World Health Organization*, September 2005, 83 (9), 670–676
- Levine R*: Millions Saved – Proven Successes in Global Health. Center for Global Development, Washington DC 2004, Case 16, 137–140
- Marthaler T M, Petersen P E*: Salt fluoridation – an alternative in automatic prevention of dental caries. *International Dental Journal* (2005) 55, 351–358
- Marthaler T M*: Overview of salt fluoridation in Switzerland since 1955, a short history. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, Vol 115: 8/2005, 651–655
- Marthaler T M*: Increasing the public health effectiveness of fluoridated salt. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, Vol 115: 9/2005, 785–792
- Marthaler T M*: Salt Fluoridation. *Proceedings of the Fluorides & Oral Health Symposium*, December 11–13, 2006, Kuwait, pp 23–32
- Mejía R, Espinal F, Vélez H, Aguirre S M*: Fluoruración de la sal en cuatro comunidades colombianas. VIII. Resultados obtenidos de 1964 a 1972 / Fluoridation in 4 Colombian communities. VIII Results achieved in 1964–1972. Source: *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*; 80(3): 205–19, mar. 1976
- Milner T A W*: An Overview of Salt Fluoridation in the Region of the Americas, Part II. The Status of Salt Production, Quality & Marketing and the State of Technology Development for Salt Fluoridation. In Geertman RM (Ed): 8th World Salt Symposium, Volume 2, Elsevier, Amsterdam, pp 1033–1038 (2000)
- Milner T A W*: Technical and Engineering Aspects of Salt Fluoridation. *Proceedings of the Fluorides & Oral Health Symposium*, December 11–13, 2006, Kuwait, pp 142–149
- Petersen P E*: World Health Organization global policy for improvement of oral health – World Health Assembly 2007. *International Dental Journal* (2008) 58, 115–121
- Petersen P E, Kwan S, Zhu L, Zhang B X, Bian J Y*: Effective use of fluorides in the People's Republic of China – A model for WHO Mega Country initiatives. *Community Dental Health* (2008) (Supplement 1) 25, 257–267
- Pieper K, Schulte A*: The decline in dental caries among 12-year-old children in Germany between 1994 and 2000. *Community Dental Health* 2004; 21: 199–206
- Schulte A G, Momeni A, Pieper K*: Caries prevalence in 12-year-old children from Germany. Results of the 2004 national survey. *Community Dental Health* 2006; 23: 197–202
- Singh K A, Spencer A J, Brennan D S*: Effects of water fluoridation exposure at crown completion and maturation on caries of permanent first molars. *Caries Research* (2007) 41, 34–42
- Steiner M, Menghini G, Thomet E, Jäger A, Pfister J, Imfeld T*: Assessment of dental fluorosis prevalence in Swiss populations. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, Vol 120: 1/2010, pp 12–20
- Tóth K*: Caries prevention by domestic salt fluoridation. *Akadémiiai Kiado, Budapest* (1984)
- Trachsel S*: Quality control in the production of fluoridated food grade salt. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, Vol 115: 9/2005, 770–773
- Yengopal V, Chikte U M, Mickenautsch S, Oliveira L B, Bhayat A*: Salt fluoridation: a meta-analysis of its efficacy for caries prevention. *SADJ Journal of the South African Dental Association* 2010 Mar; 65 (2): 60–64, 66–67
- Wespi H J*: Fluoridiertes Kochsalz zur Cariesprophylaxe. *Schweiz Med Wschr* 80: 561–564 (1950)
- Whitford G M*: Fluoride metabolism when added to salt. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, Vol 115: 8/2005, 675–678
- WHO (World Health Organization)*: Fluorides and Oral Health. WHO Technical Report Series No. 846, Geneva 1994
- WHO (World Health Organization)*: Resolution WHA 60:17, Oral health: action plan for promotion and integrated disease prevention. May 23, 2007, Geneva, Switzerland
- WHO (World Health Organization), FDI (World Dental Federation), IADR (International Association for Dental Research), CSA (Chinese Stomatological Association)*: Beijing Declaration: Call to action to promote oral health by using fluoride in China and Southeast Asia. Conference 18–19 September 2007, Beijing (China)
- WHO (World Health Organization)*: Salt as a vehicle for fortification. Report of a WHO Expert Consultation, Luxembourg 21–22 March 2007, Geneva 2008
- Zhang B*: Fluoride alternatives for a diverse population in China. *Global Consultation on Oral Health through Fluoride*, 17–19 November 2006, Geneva (Switzerland) / Ferney-Voltaire (France)

150 Jahre Kaliproduktion in Deutschland¹



Prof. Dr. Rainer Slotta,
Direktor des Deutschen
Bergbau-Museums, Bochum

Auf der 28. Bergtechnischen Tagung des VKS am 27. Mai 2011 handelte der Festvortrag aus Anlass der 150. Wiederkehr des Beginns der Kaliproduktion in der Welt von der Entwicklung dieses von Bergbau, Aufbereitung und chemischer Weiterverarbeitung geprägten Wirtschaftszweiges. Ausgehend von der Entdeckung der Kalisalze beim Abteufen der beiden Schächte in Staßfurt, wurde die rasante Entwicklung des Kalisalzbergbaus und der Düngemittelindustrie geschildert mit ihren Auswirkungen auf die Wirtschaft und ihren Abhängigkeiten von der Politik und dem Weltgeschehen. In einem Ausblick werden die gegenwärtige und die künftige Entwicklung der deutschen Kaliindustrie dargestellt, die großen technischen Leistungen in der Vergangenheit finden ebenso Erwähnung wie die hochmodernen Produktionsanlagen, in denen heute Kali als ein Produkt zum Wohle der Menschheit produziert wird.

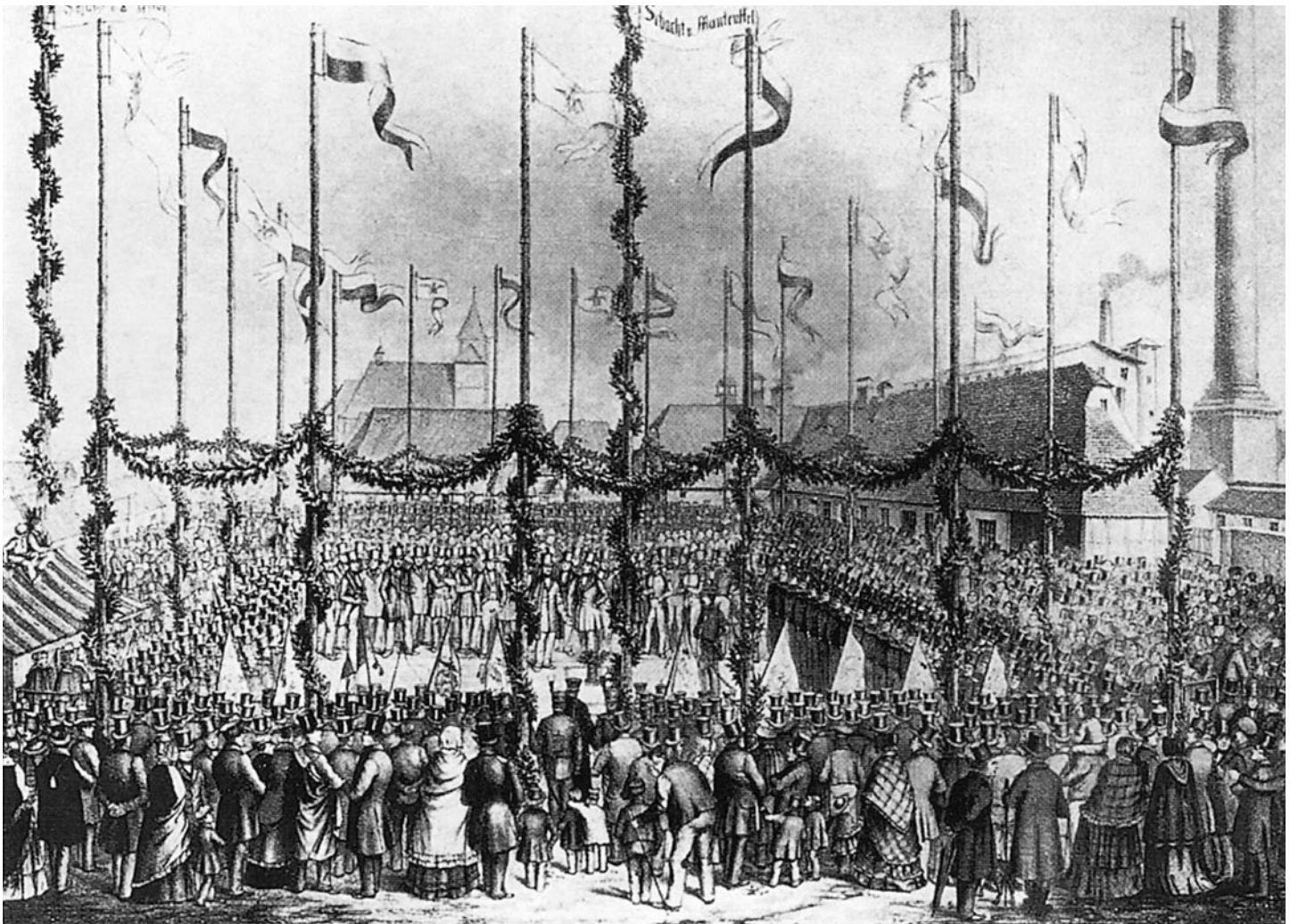


Abb. 1: Feierlicher Teufbeginn des Staßfurter Schachtes „von Manteuffel“ am 31. Januar 1852

Kali ist heute ein strategisch wichtiger Rohstoff, Kali ist für unsere heutige Welt unverzichtbar, Kali liegt im Interesse der Welt. Die Probleme um eine ausreichende Ernährung der Weltbevölkerung werden von Jahr zu Jahr drängender und erhalten stets weiter reichende Dimensionen. Diese Entwicklung konnte bei der Entdeckung des Kalis als Düngemittel nicht erahnt oder gar erkannt werden, heute weiß man, dass die Weltgeschichte in manchem anders verlaufen wäre, hätte man das „bunte, bittere Salz“ nicht

entdeckt und seine Wirkungen nicht zu nutzen gewusst.

Die Entdeckung des Kalis

Die Geschichte der Kaliproduktion begann in einem kleinen Ort in Sachsen-Anhalt – in Staßfurt in der Nähe von Aschersleben. Staßfurt ist heute ein wenig attraktiver Ort mit etwa 30.000 Einwohnern, und wenn man die Homepage von Staßfurt aufschlägt, erfährt man eine ganze Menge wenig Aufregendes, aber kaum ein Wort zum Salzbergbau und darüber, dass dort Welt-

geschichte geschrieben worden ist und eine Entwicklung ihren Anfang genommen hat, deren Auswirkungen auch heute noch fort dauern, wurde doch in Staßfurt das Kali entdeckt.

In Staßfurt² existierte seit dem Mittelalter eine Saline. Um deren Produktivität zu erhöhen, begann der preußische Staat am 28. April 1839 eine Bohrung niederzubringen, die in 260 m Teufe stark magnesium- und kaliumhaltiges Salz antraf. Auch nach der Vertiefung der Bohrung bis auf 581 m war

die Sole unrein. Diese Ergebnisse waren seinerzeit nicht erwünscht und wurden als „unangenehmes Ereignis“ bewertet, denn man wollte möglichst reines Steinsalz antreffen. Wegen der offenbar komplizierten Lagerstättenverhältnisse kam die preußische Bergbehörde zu dem Entschluss, nun nicht – wie ursprünglich beabsichtigt – zur Erhöhung des Steinsalzgehaltes aus dem Bohrloch zu solen, sondern als erstes Unternehmen dieser Art in Mitteldeutschland Steinsalz bergmännisch zu gewinnen. In einer Sitzung vom 20./21. November 1851

in Staßfurt wurde festgelegt, nach den Plänen von Rudolf von Carnall (1804 bis 1874)³, dem Vortragenden Rat im Preußischen Ministerium für Handel, Gewerbe und Öffentliche Arbeiten, auf dem Hof der Staßfurter Saline zwei Schächte abzuteufen, die der Förderung und der Wasserhaltung dienen sollten. Anfang 1852 fand dann die Taufe der beiden Schächte statt, die die Namen des Ministerpräsidenten Otto Theodor von Manteuffel (1805 bis 1882)⁴ und des Staatsministers August von der Heydt (1801 bis 1874)⁵ erhielten (siehe Abb. 1).

Das geförderte Steinsalz war „unrein“, die Hangendschichten führten Kalium- und Magnesiumchlorid. Diese Salze konnte man nicht nutzen und warf sie auf Halde, erst der Chemiker Adolph Frank (1834 bis 1916)⁶ der bei Staßfurt gelegenen Zuckerfabrik in Hecklingen erkannte die Abraumsalze als geeigneten Ausgangsstoff für die Darstellung von kaliumhaltigen Düngemitteln. Zusammen mit Hermann Julius Grüneberg (1827 bis 1894)⁷ und Julius Vorster (1809 bis 1876) entwickelte er ein Verfahren zur fabrikmäßigen Verarbeitung



Abb. 2: Die Gewerkschaft „Douglasshall“ eröffnete 1873 das erste privat betriebene Kalibergwerk der Welt (Aquarell von Otto Seeck aus dem Jahr 1875)

der Abraumsalze, 1861 ging die erste Kalifabrik in Betrieb und deshalb kann in diesem Jahr 2011 mit aller Berechtigung das Jubiläum „150 Jahre Kaliproduktion“ begangen werden.

Die Zeit bis zum Ende des Ersten Weltkrieges

Man kann es sich heute kaum vorstellen, welchen Boom diese Entdeckung in Staßfurt ausgelöst hat: Rings um den Ort entstanden innerhalb kürzester Zeit weitere Fabriken und neue Bergwerke. Der sachsen-anhaltinische Staat teufte das Kaliwerk Leopoldshall in Staßfurt ab und setzte Kali als Ausgangsstoff für die Schießpulverproduktion und als Düngemittel in der mitteldeutschen Zuckerrübenindustrie ab, schon damals versandte man auch Kaliumsals nach Amerika für die Baumwoll- und Tabakindustrie. Weitere private Werke entstanden mit den Kaliwerken Douglas-hall (1870) (siehe Abb. 2), Neu-Stassfurt (1873), Ludwig II (1880) und Aschersleben (1883), erstmals kam im Jahre 1886 mit dem Kaliwerk Hercynia in Vienenburg am Harz ein Bergwerk in Förderung, das nicht im Kali-Kerngebiet von Sachsen-Anhalt lag: Damit war erstmals nachgewiesen, dass Kalisalze auch außerhalb des Entdeckungsgebietes angetroffen und gefördert werden konnten.

Nach der ersten Gründungsphase setzte eine Entwicklung ein, die das entstandene Überangebot an Kalisalzen einzudämmen und die Preise zu regulieren versuchte: Es kam zu ersten Zusammenschlüssen der Industrie und zu Quotensätzen für eine Steuerung der Produktion in den Kalifabriken. Der ersten Konvention vom Jahre 1879 folgte die vom Jahre 1883, die Privatwerke schlossen sich im Jahre 1887 zur so genannten Schutzbohrergemeinschaft zusammen, um das Entstehen neuer, konkurrierender Werke zu verhindern.

Dennoch war eine Vermehrung der Kalibergwerke nicht zu verhindern, im Jahre 1904 bestanden bereits 28 Werke. Diese Werke lagen nun auch nicht mehr alle im sachsen-anhaltinischen Kerngebiet, sondern in anderen deutschen Staaten, in denen man ebenfalls nutzbare Kalisalzlager angetroffen hatte. Im Südharz und im Hallenser Gebiet bauten u. a. die Werke Glückauf-Sondershausen, Sollstedt und Bleicherode, die Mansfeldsche Kupferschiefer bauende Gewerkschaft förderte aus einigen Kupferschieferschächten

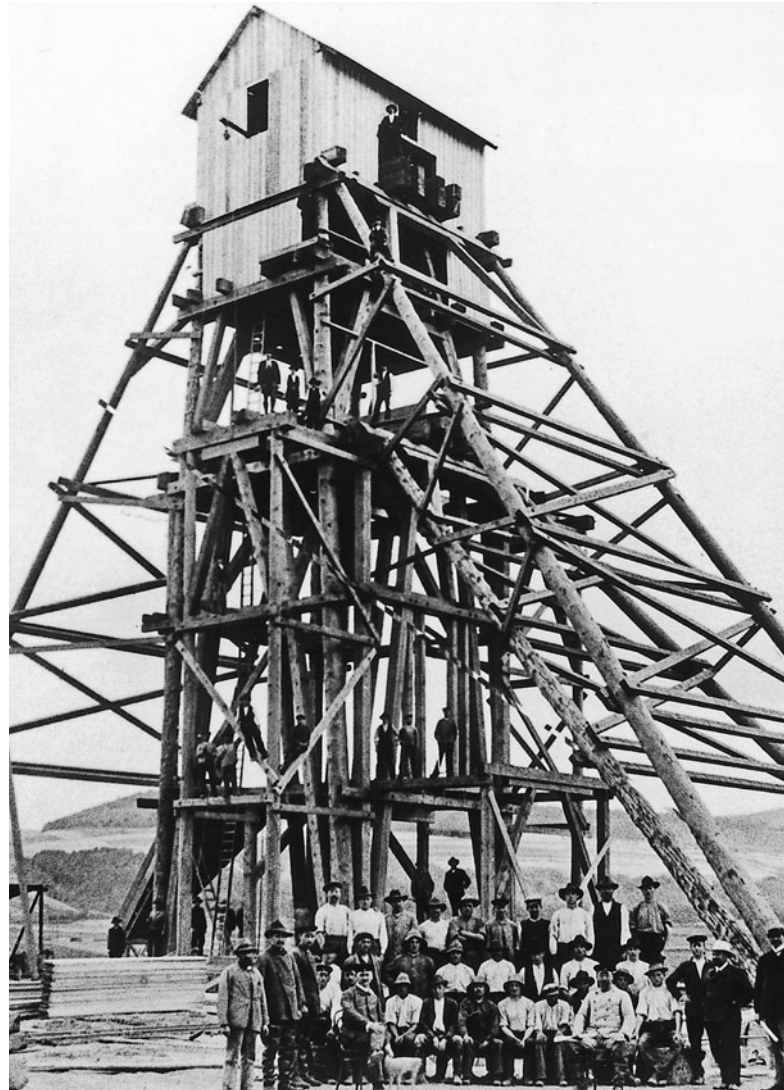


Abb. 3: Der Ursprung von Wintershall: Teufen des Schachtes Grimberg I im Jahre 1901

Kalisalze, im Braunschweigischen Staat nahmen die Werke Hedwigsburg und Thiede den Betrieb auf, in der Provinz Hannover entstanden zahlreiche Werke bei Hildesheim, Hannover, Alfeld und Peine, auch in Mecklenburg kam es zum Bau des Kaliwerks Friedrich Franz und vor allem im Werra-Fulda-Gebiet entstanden Werke wie Kaiseroda, Wintershall (siehe Abb. 3 und 4) und NeuhoF-Ellers – Namen, die heute noch geläufig sind und Werke, die z. T. auch heute noch in Förderung stehen. Fast zwangsläufig kam es im Jahre 1888 zu einer Erneuerung der Regelung des Absatzes von Carnallit und im Jahre 1907 zur Gründung des Kali-Syndikats, dessen dreijährige Laufzeit immer

wieder verlängert wurde. Dieses Syndikat vergab Quoten für die Produktion und den Gesamtabsatz von Kalisalzen und versuchte den Markt zu regeln.

Dennoch scheiterten alle Bemühungen, die Zahl der Kaliwerke zu begrenzen und die Konkurrenz untereinander zu verhindern, umso heftiger waren die Auseinandersetzungen um die Beteiligungsquoten. Im Ergebnis wurde am 25. Mai 1910 das so genannte Kaligesetz verabschiedet, in dem das Anteilverhältnis aller damals in Betrieb stehenden 68 Kaliwerke von einer Verteilungsstelle geregelt wurde. Die in dem Gesetz enthaltene Bestimmung, dass alle fünf Jahre eine Neueinschätzung der Werke auf Grund ihrer relati-

ven Leistungsfähigkeit stattfinden sollte, um die Beteiligung am Kaliabsatz neu festzulegen, hatte zur Folge, dass die Fabriken in großem Umfang ausgebaut wurden. Auch kam es nicht zu der erhofften Einschränkung von Neugründungen, da das Gesetz jedem Werk eine Beteiligung am Gesamtabsatz zusicherte. Darüber hinaus wurde die im Gesetz enthaltene Bestimmung, dass diejenigen Werke nicht unter das Abteufverbot fallen sollten, die schon vor dem 17. Dezember 1909 mit dem Schachtabteufen begonnen oder Vorkehrungen dazu getroffen hatten, sehr großzügig ausgelegt. In der Folge stieg die Zahl der Kalischächte stark an: von 38 im Jahre 1910 auf 73 im Jahre 1911 und 192 im Jahre 1912. Im

Jahre 1918 standen 198 Schächte in Förderung und 80 befanden sich im Stadium des Aufbaus⁸.

Die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen

Mit dem Ende des Ersten Weltkrieges traten für den Kalisalzbergbau tiefgreifende Veränderungen ein. Die elsässischen Kaliwerke fielen an Frankreich, wodurch das deutsche Weltkalimonopol aufhörte zu existieren. Ausgelöst durch die in der Öffentlichkeit und in der Volksvertretung leidenschaftlich diskutierte Frage nach dem Verhältnis des Staates zum Bergbau kam es zum am 24. April 1919 verabschiedeten Kaliwirtschaftsgesetz, das die Leitung der Kaliwirtschaft einem „Reichskalirat“ übertrug, der die



Abb. 4: Das Stammwerk des aufstrebenden Kaliunternehmens Wintershall in Heringen (Osthessen)



Abb. 5: Die 1894 gegründete Gewerkschaft Kaiseroda teufte 1911 gleich zwei Schächte, Kaiseroda II und III, aus denen später das Werk Merkers hervorging. Der Schacht Kaiseroda I war bereits seit 1900 in Betrieb und gehörte zu den ersten Kalischächten des Werra-Fulda-Reviere

Kaliwirtschaft nach gemeinwirtschaftlichen Grundsätzen unter der Oberaufsicht der Reichsregierung zu leiten hatte. Alle Kaliproduzenten wurden zu einer Vertriebsgemeinschaft im Deutschen Kalisyndikat zusammengeschlossen, dem die Regelungen der Förderung, des Eigenverbrauchs und des Absatzes unter Aufsicht des Reichskalirates unterstanden (siehe Abb. 6).

Eine der wichtigsten Aufgaben dieses Reichskalirates war die Reorganisation der Kaliindustrie mit dem Ziel, die hohen Produk-

tions-Kapazitäten mit den Absatzmöglichkeiten in Einklang zu bringen. So kam es zur so genannten Stilllegungsverordnung: Sie bestimmte, dass man die Quoten von Werksanlagen, die bis zum Jahre 1926 freiwillig stillgelegt wurden, bis zum Ende des Jahres 1953 auf andere Werke übertragen konnte. So hoffte man die Zahl der fördernden Schachtanlagen zu verringern, was auch tatsächlich der Fall war. Bis Ende des Jahres 1933 waren von insgesamt 229 Kalischächten mit einer Beteili-

gungsziffer 125 Anlagen stillgelegt. Die Maßnahmen der Stilllegungsverordnung bewährten sich grundsätzlich auch in den Jahren zwischen 1933 und 1945 – die zentralisierte Organisation blieb bestehen, nur wich der Reichskalirat der Kaliprüfungsstelle.

Die deutsche Kaliindustrie selber schloss sich nach dem Ende des Ersten Weltkrieges zu so genannten Werkgruppen zusammen, d. h., aus den ursprünglich einzelnen Gewerkschaften, die einzelne Kaliwerke betrieben, entstanden



Abb. 6: Werbung für Kalidüngemittel, um 1930

durch den Zukauf von Kuxen anderer berggewerkschaftlicher Unternehmen bzw. von Aktien von Kali-Aktiengesellschaften mehrere Unternehmensgruppen mit erheblichem Einfluss. Die wichtigsten Werkgruppen waren:

- die Werkgruppe Wintershall, die ihren Ausgangspunkt von der Schachanlage Wintershall im hessischen Heringen genommen hatte und die im Laufe der Jahre die Aktiengesellschaft Deutsche Kaliwerke, die Gewerkschaft Glückauf in Sondershausen, die Alkaliwerke Ronnenberg AG bei Hannover und die Emil- und Wilhelm-Sauer-Gruppe übernehmen konnte,
- die Werkgruppe Salzdettfurth-Aschersleben-Westeregeln,
- die Werkgruppe Burbach,
- die Werkgruppe der Preussag,
- Werkgruppe der Kali-Chemie,

- die Werkgruppe der Deutsche Solvay-Werke und
- die Werkgruppe Einigkeit-Mansfeld.

Von diesen Werkgruppen waren die drei zuerst genannten die bergwirtschaftlich bedeutendsten, d. h. die Werkgruppen Wintershall, Salzdettfurth-Aschersleben-Westeregeln und Burbach. Sie besaßen die produktionsstärksten Werke und bestimmten das Kaligeschäft in großem Umfang.

Will man die Jahre zwischen 1919 und 1945 zusammenfassen, so verdient für die Bereiche Förderung und Produktion festgehalten zu werden:

- zwischen den Jahren 1920 und 1930 war gegenüber dem letzten Friedensjahr 1913 kein Anstieg der Fördermengen mehr zu verzeichnen; mit starken Schwankungen förderte die

deutsche Kaliindustrie jährlich rd. 11 Mio t Kalirohsalze;

- in der ersten Hälfte der 1930er-Jahre ging die Förderung auf jährlich rd. 8 Mio t zurück;
- mit dem Jahre 1937 kam es im Rahmen der Autarkiebestrebungen des Deutschen Reiches zu einem erheblichen Anstieg von Förderung und Produktion, der im Jahre 1941 seinen Höhepunkt von 17,2 Mio t erreichte.

Das bei weitem förderstärkste deutsche Kalirevier war das Werra-Fulda-Revier, gefolgt vom Südharz-Revier und vom Hannoveraner Revier. Abgeschlagen dahinter lagen das Revier Magdeburg/Halberstadt und das Kalirevier am Oberrhein mit seinem Standort Buggingen.

Von dem deutschen Kaliabsatz des Jahres 1937 gingen rd. 55 % ins Ausland – vor allem nach Ame-

rika, in die Benelux-Staaten, nach Dänemark, in die Tschechoslowakei, nach Großbritannien und nach Schweden. Verkaufsstellen für deutsches Kali existierten in Amsterdam, Mailand, Bern, London und New York. Man wird feststellen müssen, dass die deutsche Kaliindustrie in den 1930er-Jahren weltweit führend gewesen ist – sowohl in bergtechnischer als auch in aufbereitungstechnischer Hinsicht.

Die sich seit etwa 1932 abzeichnende Belebung der deutschen Wirtschaft im Rahmen der Autarkiebestrebungen des Deutschen Reiches brachte für die deutsche Kaliindustrie und besonders für das Werra-Fulda-Revier einen bedeutenden wirtschaftlichen Aufschwung, wenngleich sich die unter dem Einfluss der Weltwirtschaftskrise gesunkene Förderung erst langsam erholen konnte. Die Aufwärtsentwicklung basierte auf einer Steigerung des Inlandsabsatzes als auch des Exportes. Zusätzlich beeinflussten seit der Mitte der 1930er-Jahre die Kriegsvorbereitungen Deutschlands auch die Entwicklung der Kaliindustrie. Steigende Belegschaftszahlen, eine allgemeine Erweiterung der Betriebsanlagen sowie der Einsatz neuartiger Technik zur Rationalisierung der Betriebsabläufe charakterisieren die Jahre zwischen 1933 und 1939. Die gesteigerte Kapazität der Grubenbetriebe führte zum Entstehen von Großbergwerken: So war Kaiseroda II/III bei Merkers im Jahre 1938 mit einer Tagesförderung von 7.500 t das leistungsstärkste Kaliwerk der Welt (siehe Abb. 5), mit über 41 % der

deutschen Kaliproduktion war das Werra-Fulda-Revier das bergwirtschaftlich bedeutendste Kalirevier der Welt. Diese Förderleistungen wurden in den Kriegsjahren 1941 bis 1944 nochmals übertroffen, danach führten Materialknappheit und der Mangel an gut geschulten Belegschaften zu einem immer spürbarer werdenden Rückgang der Produktion.

In den Jahren des Zweiten Weltkrieges teilten die Kalisalz-Bergwerke das Schicksal vieler anderer Schachtanlagen im Deutschen Reich: Kriegswichtige Produktion, Munitions- und Rüstungsanlagen wurden in sie verlagert, fremde Zuständigkeiten mussten in Kauf genommen werden. Ein besonderes Kapitel der Produktionsgeschichte und eine technologische Leistung ersten Ranges ist die aus Autarkiegründen seit dem Jahre 1934 in Heringen betriebene Leichtmetallherstellung aus Magnesiumsalzen, und ein weiteres besonderes Kapitel dieser Zeit betrifft die Einlagerung von Kulturgegenständen und Gold: Buchbestände aus Marburger, Kasseler, Berliner und Düsseldorfer Bibliotheken, Teile der Preußischen Staatsbibliothek, Bestände des Goethe-Nationalmuseums Weimar, der Kostümfundus des Preußischen Staatstheaters Berlin, das Archiv des Reichspatentamtes sowie umfangreiche Bestände der Gemäldegalerie, der Nationalgalerie, der Skulpturenabteilung, des Kupferstichkabinetts, des Kunstgewerbemuseums, der Antikenabteilung und anderer Sammlungsabteilungen der Staatlichen Museen zu Berlin wurden in den Kammern der Salzbergwerke eingelagert und

entkamen auf diese Weise wahrscheinlich der Zerstörung und endgültigen Vernichtung (siehe Abb. 8). Nicht unerwähnt bleiben darf auch die spektakuläre Unterbringung der Gold-, Silber- und Devisenreserven der Deutschen Reichsbank im Kaliwerk Kaiseroda II/III, die am 4. April 1945 von amerikanischen Truppen unter Generalleutnant George S. Patton (1885 bis 1945) sichergestellt worden sind (siehe Abb. 7): Die Erinnerung an dieses Kapitel aus den letzten Tagen des Zweiten Weltkrieges lässt sich auch heute noch sehr einprägsam bei einer Befahrung des Erlebnis Bergwerks Merkers erleben ⁹.

Die Jahre der Teilung

Die Aufteilung des Deutschen Reiches in vier Besatzungszonen im Jahre 1945 hatte zur Folge, dass die Schachtanlagen und Werke in der späteren DDR der Verfügungsgewalt ihrer Eigentümer entzogen wurden: Dies waren rd. 60 % der damals vorhandenen Kapazität der Kaliproduktion. Die Anlagen im Südharz-Revier ¹⁰, im Magdeburger-Halberstädter Revier ¹¹ und in einem Teil des Werra-Reviers ¹² wurden zunächst von der Besatzungsmacht übernommen und später zu volkseigenen Betrieben erklärt.

Im Bereich der Bundesrepublik existierten 10 Kaliwerke im Revier Hannover ¹³, drei Werke im Werra-Fulda-Gebiet ¹⁴ und das Kaliwerk Buggingen im Markgräflerland.

Die technische und personelle Ausstattung der Werke in Ost und West sowie ihre Produktivität waren anfangs noch ähnlich. 1949, im Jahr der Gründung der Bundes-

republik und der DDR, förderten im hessischen Teil des Werra-Reviere 3.677 Mitarbeiter rd. 3,45 Mio t Rohsalz, im thüringischen Teil des Reviere 6.054 Mitarbeiter etwa 5,15 Mio t. Bis in die frühen 1960er-Jahre bauten die Kaliwerke beiderseits der Grenze die Belegschaften aus und steigerten die Förderungen. Während die ostdeutschen Betriebe diesen Weg unbeirrt weitergingen, stellte sich die westdeutsche Kaliindustrie auf die stärker werdende Konkurrenz auf dem Weltmarkt ein und passte ihre Strukturen der neuen Entwicklung an. 1970 legten die Wintershall AG und die Salzdetfurth AG ihre Kali- und Steinsalzaktivitäten zusammen;

es kam zur Gründung der Kali und Salz GmbH in Kassel, ab 1971 Kali und Salz AG.

Inzwischen hatten sich die Weltmärkte verändert: Von 1944, als Deutschland noch mit 53 % an der Weltkaliproduktion beteiligt gewesen war, bis zum Jahre 1989 wuchs die Weltproduktion um das Zehnfache an. Der Anteil der Bundesrepublik stieg zwar bis zum Jahre 1980 absolut, fiel aber relativ auf unter 10 %, während der Anteil der DDR sich bis zur Wiedervereinigung von 26 % im Jahre 1950 auf Grund der gravierenden Substanzverluste auf unter 11 % verringert hat. Erstmals im Jahre 1954 konnten die bundesdeutschen Kaliwerke mehr

produzieren als die DDR-Werke, von 1967 an aber übertrafen die DDR-Werke wieder die westdeutschen, weil Kali für die DDR eines der wenigen Exportgüter war, das gegen harte Devisen gehandelt werden konnte. Unabhängig von der Lage am Weltmarkt und ohne Rücksicht auf die Lagerstättenverhältnisse steigerte das volkseigene Kalikombinat seine Fördermenge, gleichzeitig wurde an Investitionen und Instandhaltung gespart und „von der Substanz“ gelebt. Hervorgehoben werden muss an dieser Stelle der Aufbau des Kaliwerks Zielitz bei Magdeburg, das, auf der Scholle von Calvörde bauend, am Anfang der 1970er-Jahre in



Abb. 7: General Eisenhower, Oberbefehlshaber der alliierten Truppen, besichtigt im April 1945 den Goldschatz in der Grube Merkers



Abb. 8: Bei Kriegsende beschlagnahmten amerikanische Soldaten die in der Grube Merkers eingelagerten Kunstschätze

Produktion ging und die Fördermengenbilanz der mitteldeutschen Standorte nachhaltig anhub.

Die technische Entwicklung der Kaliwirtschaft verlief nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges in ihren Grundzügen wie folgt: Die oben erwähnte schnelle Produktionsausweitung zwischen 1945 und 1955 erfolgte zunächst noch mit der Technik der Vorkriegsjahre. Von 1956 bis 1965 konnte die Produktion gesteigert werden, diesmal jedoch durch Innovationen im technischen Bereich: Erste Sprenglochbohrwagen, bewegliche Ladefahrzeuge und Pendelwagen ersetzten die Schrapper, die in den USA entwickelte Gewinnungs- und Fördertechnik fand Eingang z. B. in den hessischen Werken, das „Room-

and-Pillar“-System ersetzte dort den Örterbau mit Langpfeilern als Abbauverfahren. Zwischen 1966 bis 1977 wurde unter zunehmendem Konkurrenzdruck sowohl auf den west- als auch auf den mitteldeutschen Standorten die LHD-Technik eingeführt; die erhofften Rationalisierungserfolge stellten sich ein, doch fanden zumindest in der westdeutschen Kaliindustrie auch erste Werksstilllegungen statt, weil jetzt mit der UdSSR und Kanada neue Anbieter auf dem Weltmarkt auftraten. Ein Überangebot an Kali auf dem Weltmarkt war die Folge und der Preisverfall des Dollars von 3,56 DM im Jahre 1970 auf 1,81 DM im Jahre 1980 wirkte sich negativ auf die Ertragslage der Werke aus, die vor allem für den Export

produzierten. Die letzte Phase der westdeutschen Kaliproduktion vor der Wende in den Jahren zwischen 1978 bis 1989 ist dann charakterisiert durch einen stagnierenden Absatz, eine Weiterentwicklung der Technik und die Konzentration auf einige starke Produktionsstandorte. So gingen schon im Jahre 1979 die Grubenbetriebe Hattorf und Wintershall an der Werra einen Förderverbund ein, um eine optimale und flexible Rohstoffversorgung der beiden Kalifabriken zu ermöglichen. Der stagnierende Absatz führte zu Überlegungen, wie man die bestehenden untertägigen Hohlräume nutzen könnte: Daraufhin wurden die Schachtanlage Herfa-Neurode im Jahre 1972 zur Untertage-Deponie Herfa-



Abb. 9: Die ESTA-Anlage des Kaliwerkes Wintershall erstreckt sich über mehrere Stockwerke – Aufnahme aus dem Jahr 1979



Abb. 10: Außenansicht des Kaliwerkes Neuhof-Ellers in den 1970er Jahren

Neurode ausgebaut und das Werk Hattorf um eine untertägige Reststoffverwertung erweitert. Ende 1989 besaßen die Werra-Werke in der Bundesrepublik noch eine Belegschaft von 3.352 Mitarbeitern: Dies bedeutete eine Reduzierung gegenüber Ende 1944 mit noch 4.900 Mitarbeitern um 35 %!

Eine ganz besondere Leistung der westdeutschen Kaliindustrie betrifft die Aufbereitung von Rohsalzen mit Hilfe des trockenen und energiesparenden elektrostatistischen Trennverfahrens (ESTA). Nach der Feinstmahlung des Rohsalzes werden die elektrischen Eigenschaften der verschiedenen Minerale des Rohsalzes so beeinflusst, dass sie sich unterschiedlich aufladen und bei einem freien Fall durch ein elektrisches Hochspannungsfeld getrennt aufgefangen werden können.

Die erste derartige ESTA-Großanlage zur trockenen Gewinnung von Kieserit konnte im Jahr 1974 auf dem Werk Neuhof-Ellers in Betrieb genommen werden (siehe Abb. 10), 1977 erfolgte die Betriebsaufnahme der ESTA-Anlage auf dem Werk Wintershall (siehe Abb. 9) mit einem Durchsatz von zunächst 300 t/h, der bis 1981 auf rd. 900 t/h gesteigert werden konnte. Seit Dezember 1982 verfügt auch das Kaliwerk Hattorf über eine ESTA-Anlage. Derartige Aufbereitungsanlagen bedürfen zwar erheblicher Investitionen, doch lässt sich die Anwendung des ökologisch problematischen Heißlöseverfahrens dadurch auf wenige Produktionsbereiche beschränken. Vor allem unter Umweltaspekten stellt das ESTA-Verfahren eine

bedeutende Verbesserung der ehemals bestehenden Situation dar, auf technischem Gebiet aber ist diese Art der Rohsalzaufbereitung eine Ingenieur-Meisterleistung allerersten Ranges¹⁵.

Die Entwicklung nach der „Wende“

Die Wende brachte den Deutschen nicht nur die staatliche Einheit wieder, sondern führte schließlich auch die deutsche Kaliindustrie Ende 1993 wieder unter einem Dach zusammen. Im Zuge der deutschen Wiedervereinigung wurde im Jahre 1990 die Mitteldeutsche Kali AG gegründet, die die Nachfolge des mitteldeutschen VEB Kombinat Kali antrat. Auf Grund geringerer Absatzmärkte in Osteuropa, niedriger Weltmarktpreise und ineffizienter Strukturen wurde die mitteldeutsche Kaliindustrie rationalisiert: Von den zehn im Jahre 1989 noch in Betrieb stehenden Kaliwerken förderten seit Anfang 1994 nur noch zwei – die Werke Zielitz bei Magdeburg und Unterbreizbach an der Werra. Alle anderen Standorte wurden in die bundeseigene GVV – Gesellschaft zur Verwahrung und Verwertung von stillgelegten Bergwerksbetrieben überführt und befanden sich danach – z. T. auch heute noch – im Verwahrungsprozess. Auf den mitteldeutschen Standorten waren davon mehrere Tausend Beschäftigte betroffen. In diesem Zusammenhang steht auch der Streik der Kalikumpel von Bischofferode.

Ende 1993 wurden die Kali- und Steinsalzaktivitäten der Kali und Salz AG und der Mitteldeutschen Kali AG in die neu gegründete Kali und Salz GmbH eingebracht. Die

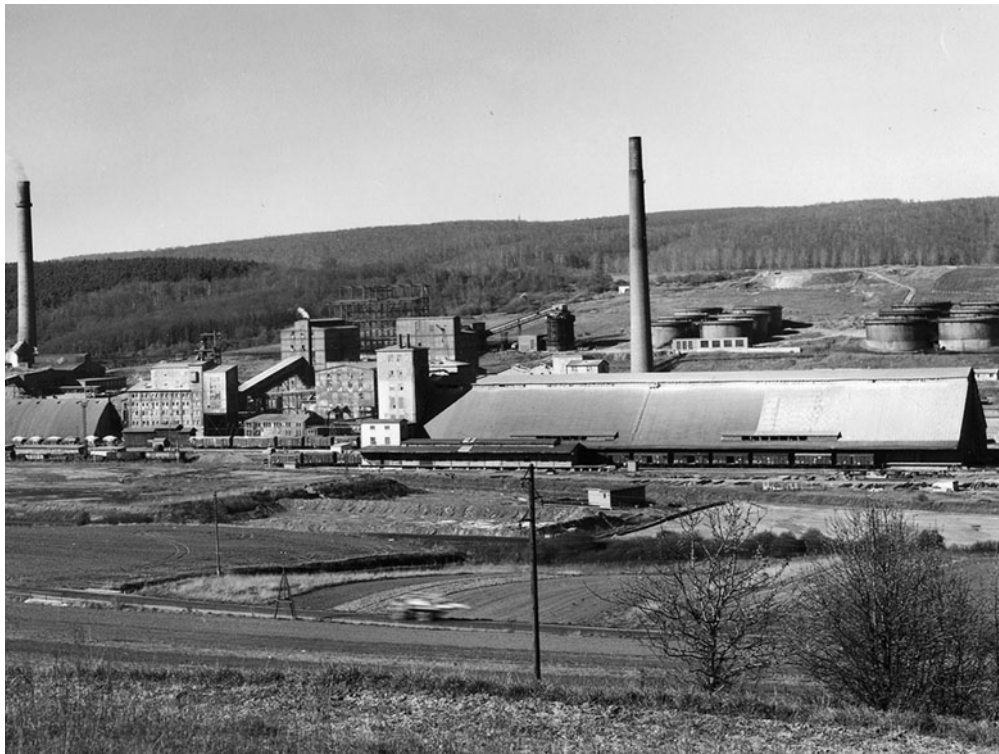


Abb. 11: Das Kaliwerk „Glückauf“ in Sondershausen. Dort war auch die Kombinatleitung des 1970 gegründeten „VEB Kombinat Kali“ der DDR angesiedelt¹⁸



Abb. 12: Das Kaliwerk „Ernst Thälmann“ in Merkers war eines der wichtigsten Werke des DDR-Kalikombinats¹⁸



Abb. 13: Rohsalzmahlanlage des Kaliwerkes Volkenroda in Thüringen im Jahr 1991: die Rohsalzförderung wurde Mitte 1990 eingestellt¹⁸

Kali und Salz AG firmierte gleichzeitig in Kali und Salz Beteiligungs AG um und fungierte als Muttergesellschaft der Kali und Salz GmbH. Im Jahre 1999 wurde die Kali und Salz Beteiligungs AG in K+S Aktiengesellschaft umbenannt, schließlich wurde im Jahre 2002 der Geschäftsbereich Kalium- und Magnesiumprodukte aus der Kali und Salz GmbH ausgegliedert und in die neu gegründete K+S KALI GmbH, einer 100%igen Tochter der K+S Aktiengesellschaft, übernommen. Auch die übrigen Aktivitäten der Kali und Salz GmbH wurden auf andere Gesellschaften übertragen, die Kali und Salz GmbH wurde auf die K+S Aktiengesellschaft verschmolzen.

Im Zuge eines straffen Restrukturierungsprogramms wurde im Gebiet der alten Bundesländer die Förderung zwischen 1987 und 1996 an vier von acht Standorten eingestellt. Nach dem im Jahre 1997 erfolgten Zusammenschluss weiterer drei Standorte zum Verbundwerk Werra fördern derzeit noch vier Kaliwerke mit insgesamt sechs Bergwerken in Deutschland – dies sind die Werke Werra – mit den Standorten Hattorf (siehe Abb. 14), Unterbreizbach und Wintershall – sowie Zielitz (bei Magdeburg, siehe Abb. 18), Sigmundshall (bei Hannover, siehe Abb. 17) und Neuhof-Ellers (bei Fulda). Die erwähnten vier Kaliwerke verarbeiten das geförderte Rohsalz gegenwärtig

– bei Vollauslastung – zu bis zu 7,5 Mio t kali- und magnesiumhaltigen Produkten und beschäftigen knapp 8.000 Mitarbeiter. Die Steinsalzbergwerke Bernburg (südlich von Magdeburg), Braunschweig-Lüneburg (bei Helmstedt) und Borth (bei Wesel am Rhein) – sind heute Standorte der esco – european salt company GmbH & Co. KG, einer 100-prozentigen Tochter der K+S in Kassel. esco ist aus einem Joint Venture von K+S und der belgischen Solvay hervorgegangen. Zusammenfassend muss man feststellen: Die Fusion der Kaliwerke in Mittel- und Westdeutschland verlangte den Belegschaften auf beiden Seiten Opfer ab: Mehr als 1.700 Mitarbeiter mussten jeweils in Ost und West ausscheiden, aber mehr als 3.000 Arbeitsplätze wurden auf den mitteldeutschen Werken gesichert. Aber es wurde das Ziel erreicht, dem deutschen Kalibergbau gegen harte internationale Konkurrenz wieder eine wirtschaftliche Zukunft zu geben. Die Produktionskapazitäten wurden auf den absehbaren Bedarf ausgerichtet und auf die Standorte mit den günstigsten Strukturen konzentriert. Mit hohem finanziellem Aufwand wurden die Werke in Ostdeutschland modernisiert, um neue Produktlinien erweitert und den Anforderungen des Umweltschutzes angepasst¹⁶.

Die Position der deutschen Kaliindustrie in der Welt – Versuch einer Bestandsaufnahme und Zukunftsaussichten

Bis zum Ende des Ersten Weltkrieges war Deutschland quasi der einzige Kaliproduzent, danach stießen

Frankreich und die USA dazu, später Spanien und die UdSSR. Anfang der 1930er-Jahre begann auch in Palästina die Gewinnung von Kali aus dem Toten Meer, die vom 1948 gegründeten Staat Israel übernommen wurde. Nach dem Zweiten Weltkrieg waren die Länder in Zentral- und Westeuropa sowie die USA die führenden Produzenten, in den 1960er-Jahren wuchs die sowjetische Kaliindustrie stark an und die UdSSR wurde weltweit der führende Kaliproduzent. Ebenfalls in den 1960er-Jahren nahm das erste Kaliwerk im kanadischen Saskatchewan den Betrieb auf, nach einigen Jahren waren

dort mehrere große Kaliwerke in Betrieb und Kanada wurde der zweitgrößte Kaliproduzent nach der Sowjetunion. Der Kongo und Italien mussten ihren Kalibergbau Ende der 1970er-Jahre bzw. Anfang der 1990er Jahre wieder einstellen, in den 1970er- und 1980er-Jahren kamen aber noch Großbritannien, Jordanien und Brasilien als Kali produzierende Länder hinzu. Nach der bislang höchsten Jahresproduktion im Jahre 1988 sank diese wieder, was im Wesentlichen durch den Nachfragerückgang in der ehemaligen Sowjetunion und in Osteuropa, in einigen Entwicklungsländern sowie teilweise

auch in Westeuropa und in Nordamerika verursacht worden ist. In den 1990er-Jahren entwickelten sich kleinere Kaliproduktionen in China und Chile, gleichzeitig setzte ein Konzentrationsprozess ein, um unwirtschaftliche Kapazitätsüberhänge abzubauen und die globale Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Neben dem Wandel in den GUS-Staaten und in Osteuropa belasteten auch eine ganze Reihe weiterer Faktoren den Kalimarkt, z. B. die Reformen der EU-Agrarpolitik am Anfang der 1990er-Jahre, die niedrigen Agrarpreise in Nordamerika und die Liberalisierung der Wirtschaftspolitik großer Verbrau-



Abb. 14: Ansicht des Standortes Hattorf des Verbundwerkes Werra im ostthüringischen Philippsthal

cherländer wie Indien, China und Brasilien. Erst seit einigen Jahren belebt sich die Nachfrage wieder, vor allem durch den auf Grund der Bevölkerungsexplosion stark ansteigenden Kalibedarf in Asien und Lateinamerika. In Ost- und Mitteleuropa ist eine Stabilisierung, wenn auch auf recht niedrigem Niveau, erreicht, die russischen und weißrussischen Produzenten sind dabei mit einem Anteil von rd. 32 % die weltweit größten Kaliproduzenten, gefolgt von der nordamerikanischen Canpotex mit rund 31 % und Deutschland (mit knapp 10 %).

Ein Blick zurück: Der landwirtschaftliche Bedarf der ehemaligen COMECON-Länder wurde vollständig von der UdSSR und der DDR gedeckt. In Westeuropa wurde der Markt nahezu ausschließlich durch westeuropäische Produzenten beliefert. In Nordamerika bestimmten

kanadische und US-amerikanische Produzenten den Markt. Kanada hatte wie Europa und Jordanien gute Exportmöglichkeiten nach Asien. Der lateinamerikanische Markt wurde hauptsächlich von kanadischen Produzenten sowie aus der DDR und der UdSSR beliefert. In den beiden letzten Jahrzehnten haben die politischen und ökonomischen Veränderungen im ehemaligen Ostblock, die Wiedervereinigung Deutschlands, der Kurs des Dollars und unternehmerische Übernahmen von Kaliproduzenten im globalen Rahmen zu Veränderungen geführt. Hier muss u. a. der Erwerb der kanadischen Kali-Explorations- und Entwicklungsgesellschaft Potash One in diesem Jahr erwähnt werden, eine konsequente Fortsetzung der Akquisitionsaktivitäten der K+S Gruppe, die bereits im Jahr 2006 den chilenischen Stein-

salz-Produzenten Sociedad Punta de Lobos (siehe Abb. 15) sowie im Jahr 2009 die nordamerikanische Morton Salt erworben hatte.

Die zukünftige Entwicklung der Kaliexporte wird stark durch die Importe von Staaten in Asien und Lateinamerika beeinflusst. In China, das als größter Agrarproduzent der Welt mit 1,2 Mrd. Menschen einen gewaltigen Bedarf an Kalidüngemitteln hat, werden weniger als 10 % des benötigten Kalis im Inland selbst erzeugt. Indien als zweitgrößter Kaliverbraucher in Asien verfügt über keine genutzten Lagerstätten. Bedeutendster Kaliabnehmer in Lateinamerika ist Brasilien.

Insgesamt ist die Weltkalinachfrage in Westeuropa, in Nordamerika sowie in den Ländern der früheren Sowjetunion weitgehend stabil, in Lateinamerika, Indien und China steigend. Der Verbrauch in Afrika hingegen bleibt deutlich hinter dem notwendigen Nährstoffbedarf zurück. Für die Zukunft rechnet man mit einem Wachstum der Weltkalinachfrage und des Weltkaliabsatzes (ab 2011) zwischen 3 und 5 %. Mittelfristig ist davon auszugehen, dass der steigende Nahrungsmittelbedarf der wachsenden Weltbevölkerung dazu führen wird, dass eine zunehmende Agrarproduktion bei gleichzeitig tendenziell rückläufiger Agrarfläche nur durch eine Steigerung der Intensität und damit durch einen erhöhten und gezielten Einsatz u.a. von Kali-Düngemitteln erreicht werden kann.

Von der Weltkalinachfrage findet der überwiegende Anteil als Düngemittel Verwendung. Zudem



Abb. 15: Der Tagebau der chilenischen K+S-Tochter Sociedad Punta de Lobos (SPL) in der Tarapaca-Wüste, im Norden der Atacama-Wüste



Abb. 16: Blick über den Kalikai der KTG (heute: K+S Transport GmbH) hinweg auf den Hamburger Hafen. Im Vordergrund: Lagerschuppen, in denen Düngemittel der K+S vor ihrer Verschiffung eingelagert werden¹⁸

findet Kali mit steigender Tendenz Anwendung in industriellen Prozessen. Bei dem als Düngemittel eingesetzten Kali handelt es sich größtenteils um das Standardprodukt Kaliumchlorid. Bei der K+S Gruppe mit ihren speziellen Lagerstätten entfallen mittlerweile mehr als 50 % der produzierten Ware auf Düngemittelspezialitäten und Industrieprodukte. Bei den kaliumsulfat- und magnesiumhaltigen Spezialprodukten (Düngemittel und Industrieprodukte) hat die K+S Gruppe die „Nase“ vorn, ist mit ihrer Tochtergesellschaft K+S

KALI GmbH weltweit der führende Anbieter: liefert diese doch – bis auf wenige kleinere Lagerstätten – allein in den USA – allein ein Rohsalz mit in der Spitze über 20 % Magnesiumsulfat. Die Kalifabriken im Werra-Revier können gesuchte und begehrte Kalium-Magnesium-Produkte anbieten und liefern.

Sollte man ein Fazit ziehen, dann wird man feststellen müssen, dass die deutsche Kaliindustrie für die Zukunft gut aufgestellt ist – sowohl konzeptionell als auch in technischer Hinsicht. Die produzierenden Werke sind hoch effektiv,

die Lagerstättenvorräte reichen noch für Jahrzehnte aus, um „normale“ und spezielle Düngemittel herstellen zu können. Die Ausweitung der Kali- und Salz-Aktivitäten auf außereuropäische Lagerstätten in Amerika hat erfolgreich eingesetzt – damit werden geographisch näher gelegene potentielle Kaliabnehmer kostengünstiger beliefert werden können. Die K+S Gruppe hat klar erkannt, dass die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung das wichtigste zu lösende Problem der Zukunft ist. Auf diesem Feld muss gehandelt werden, wenn

nicht bereits heute unübersehbare Konflikte mit dramatischen Folgen wissentlich in Kauf genommen werden sollen. Deshalb ist verantwortliches Handeln gefragt. Die deutsche Kaliindustrie hat dieses Problem erkannt und arbeitet an dessen Lösung¹⁷.

Die deutsche Kaliindustrie kann in diesem Jahr 2011 mit berechtigtem Stolz auf ihr 150-jähriges Bestehen zurückblicken. Die Entwicklung – so wird man ohne Einschränkungen sagen müssen – ist eine Erfolgsgeschichte. Vom ungeliebten, auf Halde geworfenen bunten, bitteren Salz hin zu einem hochbegehrten Produkt, ohne das die Welt und ihre Bevölkerung nicht auskommen kann. Diese einzigartige Entwicklung hat in einer Kleinstadt in Sachsen-Anhalt eingesetzt. Heute ist Kali ein Produkt, das die Entwicklung unserer Welt mitbestimmt und unverzichtbar ist. Die Geschichte der Kaliproduktion hat in Deutschland begonnen, sorgen wir also dafür, dass diese Entwicklung noch möglichst lange verantwortungsvoll und erfolgreich in Deutschland zum Wohl der Menschheit fortgesetzt wird.

Endnoten

¹ Leicht geänderte Fassung des Vortrags auf der *28. Bergtechnischen Tagung des VKS* am 27. Mai 2011 in Hannover

² *Zum Salzbergbau in Staßfurt vgl.: Westphal, J.: Geschichte des Königlichen Salzwerks zu Staßfurt, Berlin 1901; Hauske, Karl-Hermann/Fulda, Dietrich: Kali. Das bunte, bittere Salz, Leipzig 1990; Geschichte des Stassfurter Salzbergbaus und der Stassfurter Kaliindustrie (hrsg. v.*



Abb. 17: Das Kaliwerk Sigmundshall der K+S KALI GmbH im niedersächsischen Wunstorf



Abb. 18: Das Kaliwerk Zielitz nördlich von Magdeburg (Sachsen-Anhalt) ist mit rund 1.800 Mitarbeitern einer der größten Standorte der K+S KALI GmbH



Gerald Meyer für den Bergmannsverein e. V. Staßfurt „Wiege des Kalibergbaus“, Staßfurt 2002, 2 Bde.; Emons, Hans-Heinz/Walter, Hans-Henning: Alte Salinen in Mitteleuropa, Leipzig 1988, S. 54, 76–79, Hohmann, Hermann-Josef/Mehnert, Dagmar: Bunte Salze, weiße Berge, Wachstum und Wandel der Kaliindustrie zwischen Thüringer Wald, Rhön und Vogelsberg, Bad Hersfeld 2004

³ *Zur Persönlichkeit von Rudolf von Carnall* vgl. *Slotta, Rainer*: Das Herder-Service. Ein Beitrag zur Industriearchäologie des Bergbaus, Bochum 1981

⁴ *Wippermann, Karl*: Otto Freiherr, in: ADB 20, 1884, S. 260–272; Grünthal, Günther: Manteuffel, Otto von, in: NDB 16, 1990, S. 88–90

⁵ *Wippermann, Karl*: Heydt, August Freiherr von, in: ADB 12, 1880, S. 358–363; Köllmann, Wolöfgang: Heydt, August Frhr. von der, in: NDB 9, 1872, S. 74–76

⁶ *Ziekursch, Kurt; Frank, Adolph*, in: NDB 5, 1961, S. 337 f.; Grossmann, H.: Adolf Frank (†), in: Zeitschrift für Angewandte Chemie 29, 1916, H. 85, S. 373–377

⁷ *Greiling, Walter; Grüneberg, Hermann Julius*, in: NDB 7, 1966, S. 190; Dornheim, Andreas/Brügelmann, Walther: Forschergeist und Unternehmermut – Der Kölner Chemiker und Industrielle Hermann Julius Grüneberg (1827–1884), Köln-Weimar-Wien 2006

⁸ *Zur Entwicklung der Kaliindustrie bis zum Ende des Ersten Weltkrieges* vgl. *Hoffmann, Dietrich*: Elf Jahrzehnte deutscher Kalisalzbergbau, Essen 1972, S. 1954

⁹ *Zur Entwicklung der Kaliindustrie in den Jahren zwischen den beiden*

Weltkriegen vgl. *Hoffmann, Dietrich*: Elf Jahrzehnte deutscher Kalisalzbergbau, Essen 1972, S. 54–77

¹⁰ Bischofferode (Thomas Müntzer), Bleicherode (Karl Liebknecht), Glückauf-Sondershausen, Roßleben (Heinrich Rau), Sollstedt-Craja (Karl Marx) und Volkenroda

¹¹ Bernburg, Klein-Schierstedt (Freundschaft) und Krügershall (Deutschland)

¹² Heiligenroda (Einheit), Kaiserroda (Ernst Thälmann) und Sachsen-Weimar (Marx-Engels)

¹³ Bergmannsseggen-Hugo, Friedrichshall, Hansa, Hope, Niedersachsen-Riedel, Ronnenberg, Salzdetfurth, Siegfried-Giesen, Sigmundshall und Hildesia-Mathildenhall

¹⁴ Hattorf, Neuhoof-Ellers und Wintershall

¹⁵ *Zur Entwicklung der Kaliindustrie im geteilten Deutschland* vgl. u. a. *Hoffmann, Dietrich*: Elf Jahrzehnte deutscher Kalisalzbergbau, Essen 19972, S. 77–87

¹⁶ *Zur Entwicklung der deutschen Kaliindustrie und der Kalibergwerke* vgl.: *Slotta, Rainer*: Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3: Die Kali- und Steinsalzindustrie, Bochum 1980; *Hoffmann, Dietrich*: Elf Jahrzehnte deutscher Kalisalzbergbau, Essen 1972; K+S Aktiengesellschaft (Hrsg.): Wachstum erleben – Die Geschichte der K+S Gruppe (1856–2006), Kassel 2006; *Bartl, Heinz/Döring, Günter/Hartung, Karl/Schilder, Christian/Slotta, Rainer*: Kali im Südhartz-Unstrut-Revier, Bochum 2003, 3 Bde.; Bergmannsverein Scholle von Calvörde (Hrsg.): 25 Jahre Kali aus Zielitz, Zielitz 1998; Knappenverein „Oberes Allertal“ Morsleben e. V. (Hrsg.): 100 Jahre Schacht Marie.



100 Jahre Salzbergbau im Oberen Allertal, Wefensleben 1997;

¹⁷ *Zu dieser Einschätzung* vgl.: *Stahl, Ingo/Beer, Wolfgang W. / Wambach-Sommerhoff, Karl Rainer/Keidel, Roland*: Produkte der Kaliindustrie, in: Winnacker/Küchler: Chemische Technik. Prozesse und Produkte, Bd. 8: Ernährung, Gesundheit, Konsumgüter, Weinheim 2005, S. 87 ff. sowie die Homepage der K+S Gruppe www.k-plus-s.com (Stichworte: Nachhaltigkeit / Handlungsfelder / Megatrends) und der K+S KALI GmbH www.kali-gmbh.com (Stichwort: Düngemittel)

¹⁸ *Bilder ohne besondere Erwähnung im Text*

Fotos: K+S und Werra-Kalibergbaumuseum



Abb. 19: High-Tech-Ausbildung von Bohrwagenfahrern in einem so genannten Bohrwagen-Simulationsstand auf der Schachtanlage Herfa des Werkes Werra¹⁸



Abb. 20: Speziell konstruierter, flacher Lader für niedrige Abbaubereiche im Grubenbetrieb Hattorf/Wintershall des Werkes Werra¹⁸

Entwicklung eines Oberflächenpackers zur Bestimmung der Permeabilität von Salz- und Festgestein



Dr.-Ing. Hans-Dieter Voigt,
Institut für Bohrtechnik und
Fluidbergbau, TU Bergakademie
Freiberg



Dr. rer. nat. Friedemann Grafe,
IBeWa-Ingenieurpartnerschaft
für Bergbau, Wasser- und
Deponietechnik



Dr.-Ing. Thomas Wilsnack
IBeWa-Ingenieurpartnerschaft
für Bergbau, Wasser- und
Deponietechnik

Für die Dimensionierung von Verschluss- und Abdichtbauwerken in untertägigen Grubenbauen ist die Kenntnis der Permeabilität auch an den Oberflächen von Gebirge und Baumaterial eine wichtige Voraussetzung. Da sie mit Bohrlochpackertesten nicht bestimmt werden kann, wurde dafür ein spezieller Oberflächenpacker entwickelt, gebaut und dessen Anwendbarkeit untersucht. Der Packer ist nach dem Prinzip konstruiert, dass ein Hohlvolumen an der Gesteinsoberfläche so abgedichtet wird, dass der Gasstrom von diesem Volumen zur unabgedichteten Gesteinsfläche verläuft. Dichtheitstests mit diesem Packer zeigten, dass geringste Permeabilitäten bis zu $1 \cdot 10^{-22}$ m bestimmt werden können. Bestimmte Permeabilitäten von geringpermeablen Sandsteinen und von Baumaterial sind vergleichbar mit Werten, die an Kernproben gemessen wurden. Untersuchungen in der Praxis zur Bestimmung der oberflächennahen Permeabilität einer seit Jahren aufgefahrenen Steinsalzstrecke erbrachten plausible Ergebnisse. Das Messverfahren wird zur Beurteilung weiterer Standorte eingesetzt.

Einleitung

Im Zusammenhang mit dem Bau von Verschluss- und Abdichtbauwerken in untertägigen Grubenbauen werden in-situ-Permeabilitätstests als Grundlage der Konzipierung und Dimensionierung sowie der Standortauswahl und der Nachschnittfestlegung durchgeführt.

Für die Bestimmung der Permeabilität von Salz- und Festgestein haben sich spezielle Packer-ausrüstungen in der Praxis seit langem bewährt [1, 2, 3]. Dabei wurde vielfach gemessen, dass sich die Permeabilität mit wachsendem Abstand von der Oberfläche des Gesteins auf Grund der Auflockerung verringert. Abb. 1 zeigt diese Abhängigkeit für Salzgesteine. Bohrspackertests ermöglichen eine erste Messung im Abstand von etwa 0,05 m bis 0,10 m von der Oberfläche. Für die Beurteilung der Dichtheit von unterirdischen Verschlussbauwerken ist jedoch die Permeabilität unmittelbar an der Oberfläche bzw. in der Fuge zwischen Gebirge und Baustoff von

Bedeutung. Zur Bestimmung dieser Oberflächenpermeabilität wurde ein spezieller Packer entwickelt, gebaut, getestet und in der Praxis eingesetzt. Die vorliegende Arbeit stellt das Entwicklungskonzept und erste Ergebnisse aus Messungen an unterschiedlichen Materialien vor.

Konzept des Oberflächenpackers

Das Entwicklungskonzept hat die zerstörungsfreie Ermittlung der stoßnahen/oberflächennahen Permeabilität des Gebirges zum Ziel. Um Reaktionen des strömenden Fluids mit dem Gebirge und Sättigungsprobleme auszuschließen, wurde der Packer für Gasströmung entwickelt. Dafür konnten die Erfahrungen aus Bohrspackertests genutzt werden. Der Oberflächenpacker ist so zu konstruieren, dass ein Hohlvolumen, der Prüf- oder Druckraum (DR), an der Gesteinsoberfläche so abgedichtet wird, dass der Gasstrom von diesem Volumen zur unabgedichteten Gesteinsfläche verläuft. Abbildung 2 zeigt Prinzipskizze

und Foto der entwickelten Ausrüstung. Zur Erzielung der Abdichtung wird der Packer mit Hilfe eines Jochs und eines Hydraulikstempels an die Gebirgsoberfläche gepresst.

Die gesammelten Erfahrungen der Bohrungstests zeigten, dass es zur Kontrolle der Strömungswege sinnvoll ist, neben dem Volumen zur Druckbeaufschlagung einen ringförmigen Kontrollraum (KR) bei der Konstruktion des Oberflächenpackers vorzusehen. Beide Volumina sind mit Drucksensoren ausgerüstet.

Die weitere Ausrüstung der Packeranordnung besteht aus folgenden Elementen:

- Kompressor oder Vakuumpumpe mit Gasbehälter zur Druckbeaufschlagung,
- Datenlogger,
- Computer,
- Verbindungsschläuche und Absperrinrichtung, die sowohl für Vakuum als auch für Überdruck geeignet sind.

Die Beschaffenheit der Gebirgsoberfläche erfordert, auch bei schonender bergmännischer Herstellung, eine Glättung der Oberfläche vor dem Test zur Gewährleistung einer Packerdichtheit. Die Glättung wird durch geringes Anschleifen der Kontur um wenige Millimeter erreicht.

Mit der entwickelten Ausrüstung können Tests sowohl mit Unterdruck als auch mit Überdruck bis zu 10 bar durchgeführt werden. Aufgrund der für die Kontur in der Regel anzunehmenden geringen Gebirgsspannung werden Prüfdrücke von < 5 bar angewendet.

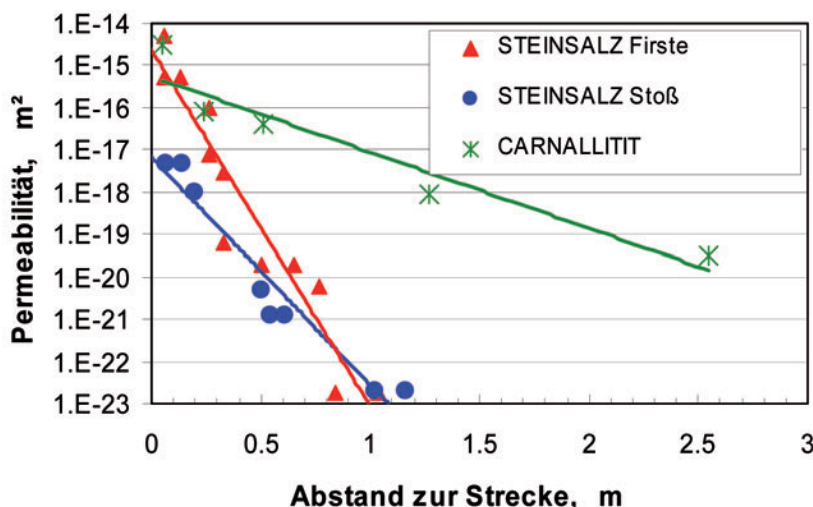
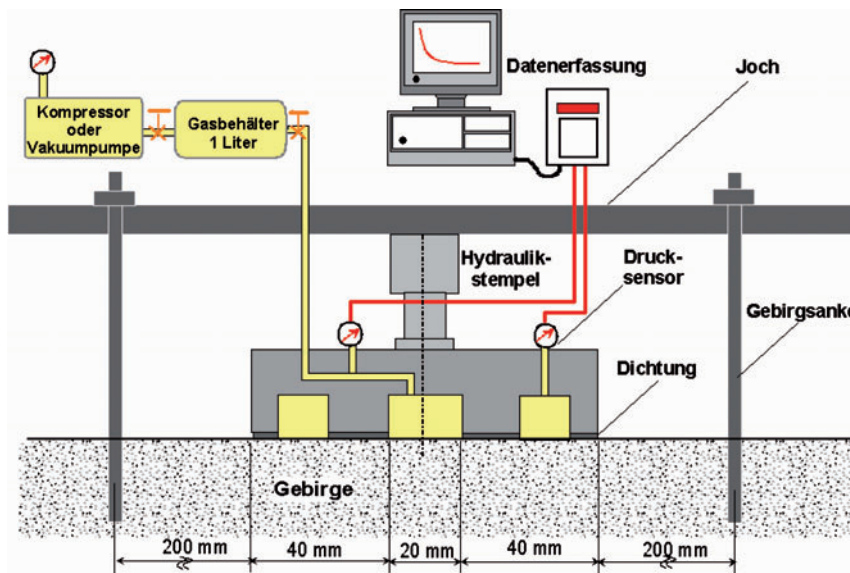


Abb. 1: Typische Abhängigkeit der Permeabilität vom Konturabstand (exponentielle Regressionsgeraden) / Typical trend for salt permeability vs. the distance from the drift (exponential regression line)



a)



b)

Abb. 2: Prinzipskizze der Ausrüstung a) und Foto des Oberflächenpackers beim in-situ-Test b) / Sketch of test equipment a) and picture of the surface-packer during an in situ test b)

Test des entwickelten Oberflächenpackers

Vor dem praktischen Einsatz wurde die Ausrüstung einigen Tests unterzogen, um sowohl die Dichtigkeit als auch die Plausibilität der Ergebnisse für unterschiedliche poröse Materialien zu prüfen. Als Strömungsmedium diente Stickstoff, es können jedoch auch andere Gase verwendet werden.

Testinterpretation

Zur Interpretation der mit dem Oberflächenpacker gemessenen Testergebnisse wurde ein numerisches Simulationsprogramm entwickelt. Dieses Simulationsprogramm ermöglicht die Modellierung des Strömungsraumes in r-z-Geometrie (oder r-φ-z-Geometrie) und die Nutzung von Suchverfahren für die Bestimmung der Permeabilität [1]. Eine typische Gitternetzstruktur,

wie sie für die Testinterpretation verwendet wird, zeigt Abb. 3. Gleichfalls ist in Abb. 3 die Druckverteilung im Gebirge dargestellt, wie sie bei einem Test entsteht.

Dichtheitstest

Der erste Test bestand in der Prüfung der Dichtigkeit der Testapparatur. Dazu wurden die Ausrüstung auf eine Acrylplatte installiert und sowohl ein Unterdruck als auch ein Überdruck angelegt. Die Messungen wurden bis zu einer Zeit von 10,5 Tagen durchgeführt und ergaben die in Abb. 4 dargestellten Druckentwicklungen. Die Druckentwicklungen zeigen geringfügige Druckveränderungen infolge von Diffusion im Dichtungsbereich.

Die Druckveränderungen der Messungen wurden mit dem numerischen Simulationsprogramm interpretiert und ergeben eine Permeabilität in der Größe von $1 \cdot 10^{-23} \text{ m}^2$ bis $5 \cdot 10^{-24} \text{ m}^2$. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Permeabilitäten von permeablen Stoffen in der Größe von $1 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2$ mit für praktische Verhältnisse ausreichender Genauigkeit bestimmt werden könnten. Analoge Dichtheitstests werden vor jedem in-situ-Einsatz des Oberflächenpackers durchgeführt.

Test von Obernkirchner-Sandstein

Obernkirchner-Sandstein wird häufig für Laboruntersuchungen genutzt, so dass die Permeabilität durch eine Reihe von Messungen bekannt ist. Der Sandstein weist bei Kernuntersuchungen (Messungen der Autoren) eine Permeabilität

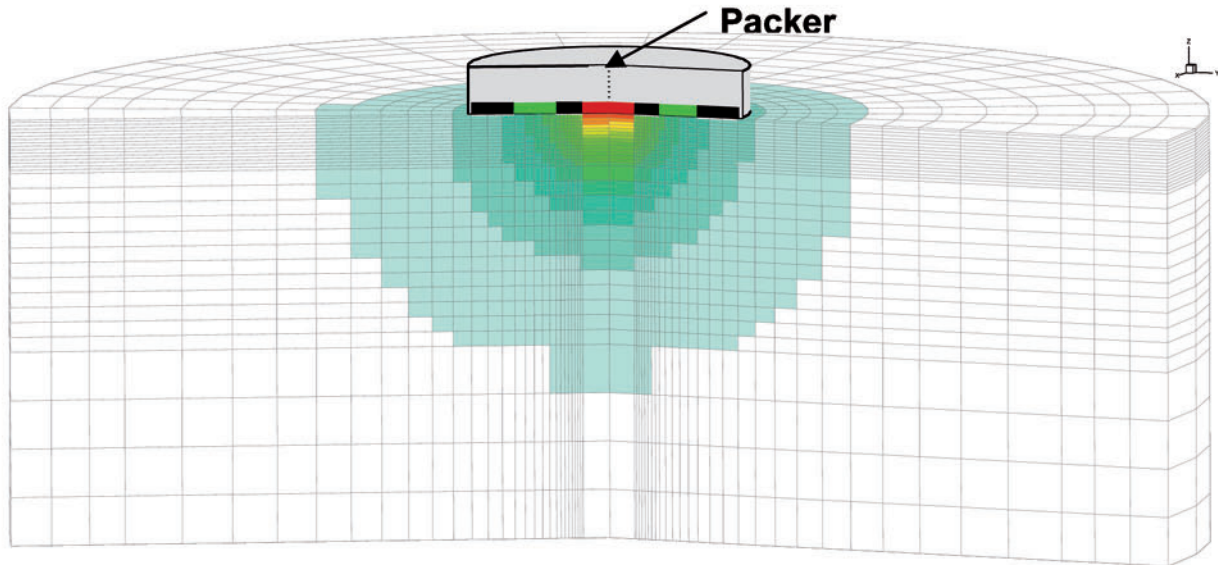


Abb. 3: Gitternetzstruktur des Simulationsmodells und räumliche Druckverteilung beim Test / Grid structure of the simulation model and the spatial pressure Distribution during the test

im Bereich von $1.1 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ bis $3.7 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ auf. Der zweifache Test (zur Absicherung der Ergebnisse in der Entwicklungsphase) mit dem Oberflächenpacker ergab die in Abb. 4 dargestellte Druckentwicklung, die zu einer Permeabilität von $1.8 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ führt. Die mit beiden Verfahren erzielten Ergebnisse stimmen gut überein.

Test von Kylltal-Sandstein

Mit dem Oberflächenpacker wurde ein weiterer relativ dichter und inhomogener Sandstein untersucht. Für das Material wurde im Anschluss an die Oberflächenpackermessung im Testbereich der Packermessung ein Kern senkrecht zur Oberfläche erbohrt und die Permeabilität im Labor gemessen. Abb. 6 zeigt die Inhomogenität des Kylltal-Sandsteins und die Lage des Kerns für die Laboruntersuchungen. Die Permeabilität der

Kernprobe des Kylltal-Sandsteins beträgt $5,2 \cdot 10^{-17} \text{ m}^2$. Mit dem Oberflächenpacker wurden zum Nachweis der Reproduzierbarkeit zwei aufeinanderfolgende Messungen durchgeführt. Die Messungen ergaben die in Abb. 7 dargestellten identischen Druckreaktionen mit einer sich daraus ergebenden

Permeabilität von $8 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2$. Der relativ drastische Unterschied der ermittelten Permeabilitätswerte ist durch den inhomogenen Charakter des Sandsteins in Abhängigkeit von der Strömungsrichtung zu erklären. Durch einen Kerntest werden somit dominant die höherpermeablen, oberflächen-

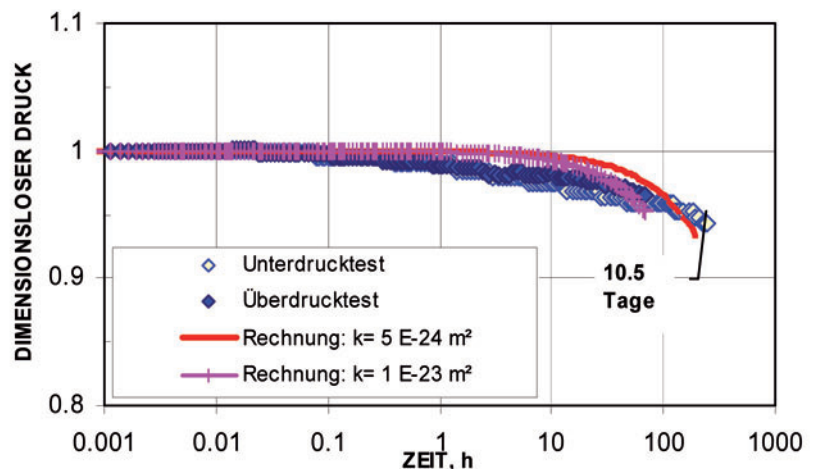


Abb. 4: Dichtigkeitstest des Oberflächenpackers auf einer Acrylplatte / Leak test of the surface-packer on an acryl plate

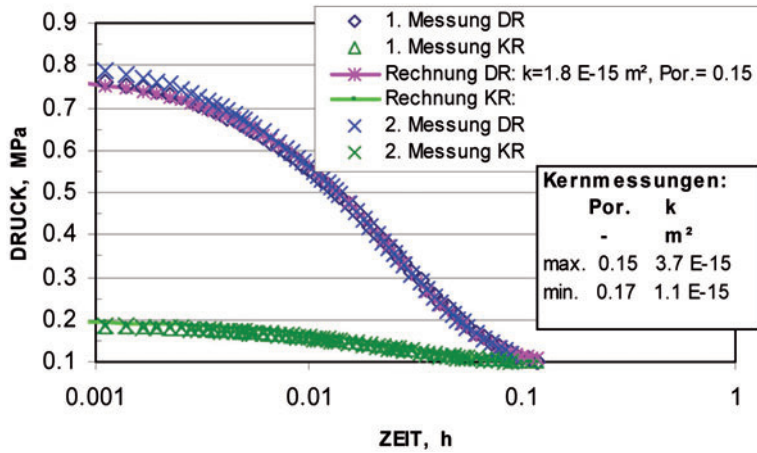


Abb. 5: Oberflächenpackertest von Obernkirchner-Sandstein / *Test result from the surface-packer for Obernkirchner sandstone*

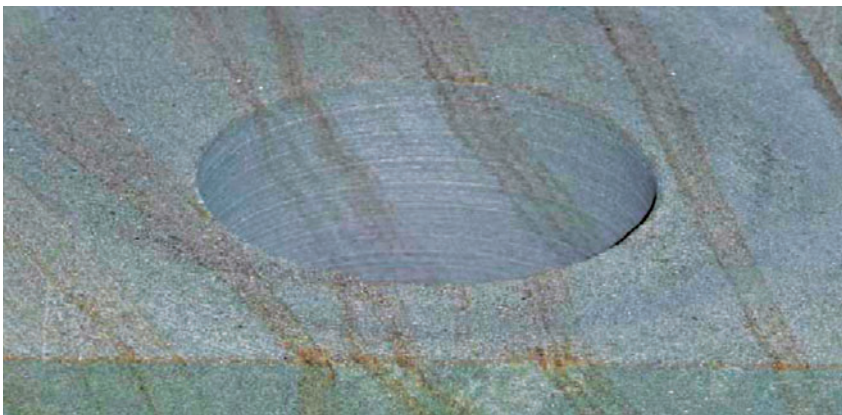


Abb. 6: Kylltal-Sandstein mit der Position des erbohrten Kerns / *Kylltal sandstone with the position of the drilled core plug*

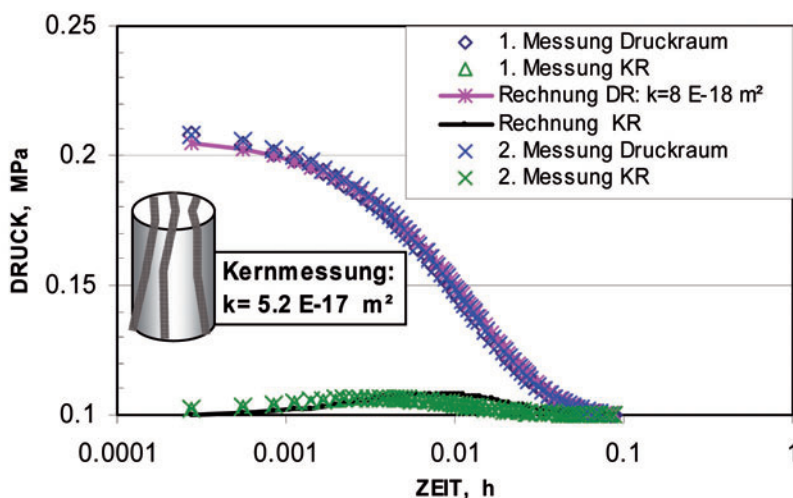


Abb. 7: Oberflächenpacker-Test von Kylltal-Sandstein ($k=8 \cdot 10^{-18} \text{ m}$) / *Test result from the surface-packer for Kylltal sandstone ($k=8 \cdot 10^{-18} \text{ m}$)*

nahen Bereiche linear in einer Strömungsrichtung durchströmt.

Test von MgO-Beton

Abschließend erfolgten Permeabilitätsmessungen mit verschiedenen Verfahren an einem gegossenen Block aus MgO-Beton. Nach der Abbindezeit von 28 Tagen wurden eine Kernbohrung in den Block gebohrt und ein Bohrlochpackertest in einem Konturabstand von 0,2 m durchgeführt, der eine Permeabilität von $4 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$ ergab. Anschließend wurde die Oberfläche an anderer Position geschliffen, um eine gute Oberflächenabdichtung für den Oberflächenpackertest zu erreichen. Die erste Permeabilitätsmessung mit dem Oberflächenpacker ergab eine Permeabilität von $1,2 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2$. Eine nahezu gleiche Permeabilität erbrachte die Messung an der gewonnenen Kernprobe (s. Tab. 1). Die relativ geringe Permeabilität der Bohrungsmessung wird auf einen höheren Feuchtegehalt im Inneren des Materials zurückgeführt. Ein abschließender Oberflächenpackertest nach etwa einem Jahr Lagerung ergab eine wesentlich geringere Permeabilität von $5 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$ als die vorhergehenden Untersuchungen. Die bei diesem Test gemessene Druckentwicklung und Interpretation ist in Abb. 8 dargestellt.

Es wird vermutet, dass diese Reduzierung der Permeabilität durch die Feuchtigkeitsaufnahme und Hydratation bedingt ist.

Ergebnisse und Erfahrungen beim in-situ-Test

In der Testphase des Oberflächenpackers wurde dieser für die Ermittlung der stoßnahen Gebirgspermeabilität der Steinsalzkontur in der Nähe eines Streckenkreuzes (Abb. 9) eingesetzt. Die untersuchte Strecke wurde vor etwa 50 Jahren in einer Teufe von ca. 350 m bohrend und sprengend aufgefahren.

Dazu wurden die Oberfläche des Stoßes mit einem Abtrag von 0,5 cm plan geschliffen und die erste Messung durchgeführt. Danach erfolgten ein erneutes Abschleifen der Oberfläche und wiederum eine Permeabilitätsmessung. Die Druckreaktion einer solchen Messung zeigt Abb. 10.

Die gleiche Verfahrensweise wurde an einem zweiten nahegelegenen Standort wiederholt. Nach dieser Verfahrensweise erfolgten am Standort 1 fünf Messungen und am Standort 4 vier Messungen, so dass sich die in Abb. 11 dargestellte Permeabilitätsverteilung ergab.

Es zeigt sich, dass die Permeabilität im Abstand von 0,5 cm bis ca. 2,0 cm von der initialen Oberfläche etwa konstant bleibt und mit größerem Abstand geringer wird. Dieses Ergebnis bestätigt die bisherigen Vorstellungen zur Ausbreitung der Auflockerungszone an der Kontur. Dieses Phänomen muss durch weitere Messungen an unterschiedlichen Standorten verifiziert werden. Aus den bisherigen in-situ-Messungen ergaben sich, abweichend zu den bisherigen Vorstellungen zur konturnahen bzw. oberflächennahen Permeabili-

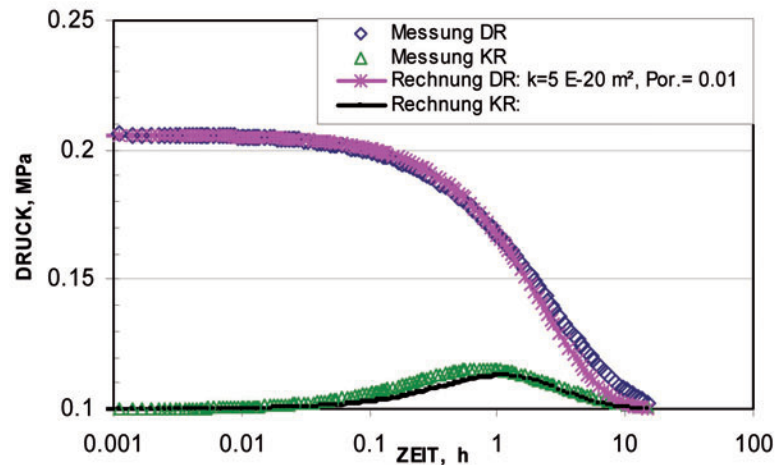


Abb. 8: Oberflächenpackertest an einem Block aus MgO-Beton / Test result from the surface-packer for MgO-concrete block

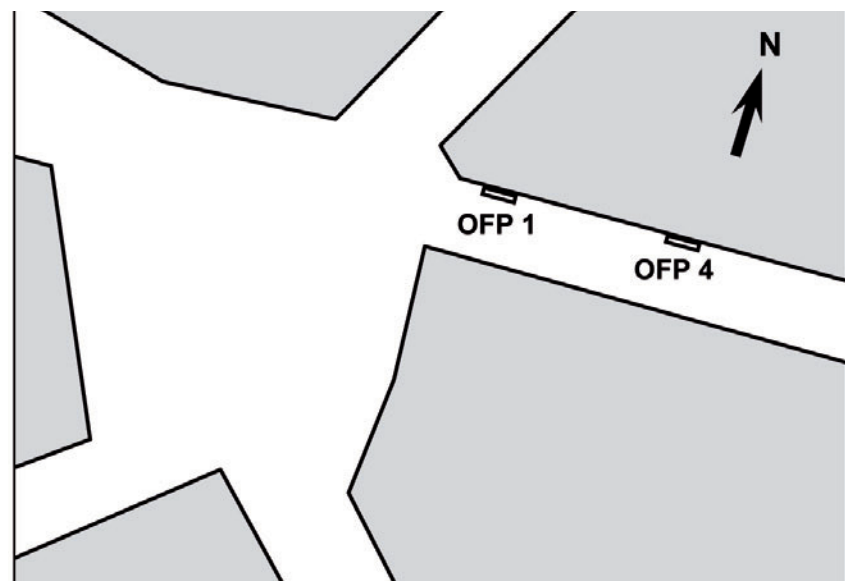


Abb. 9: Testpositionen des Oberflächenpackers an einer Steinsalzkontur / Plan view of the packer test position in a mine

Untersuchungsverfahren	Datum	k(Gas, effektiv) m ²
Bohrlochpackertest	15.12.2008	4,0 E-19
Oberflächenpackertest	16.01.2009	1,2 E-18
Kernprobe	29.03.2009	1,0 E-18
Oberflächenpackertest	15.01.2010	5,0 E-20

Tab. 1: Ermittelte Permeabilitätswerte von unterschiedlichen Untersuchungsverfahren für MgO-Beton / Estimated permeability data for MgO-Concrete of different test procedures

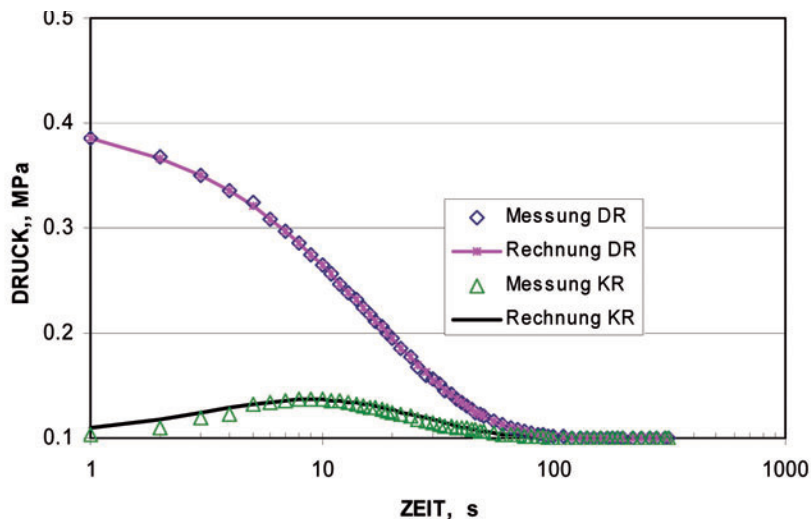


Abb. 10: Permeabilitätsmessung am Stoss bei 1.8 cm Abstand von der initialen Oberfläche, $k=3,5 \cdot 10^{-18} \text{ m}$ / Permeability measurement at 1.8 cm distance of the initial excavation face, $k=3,5 \cdot 10^{-18} \text{ m}$

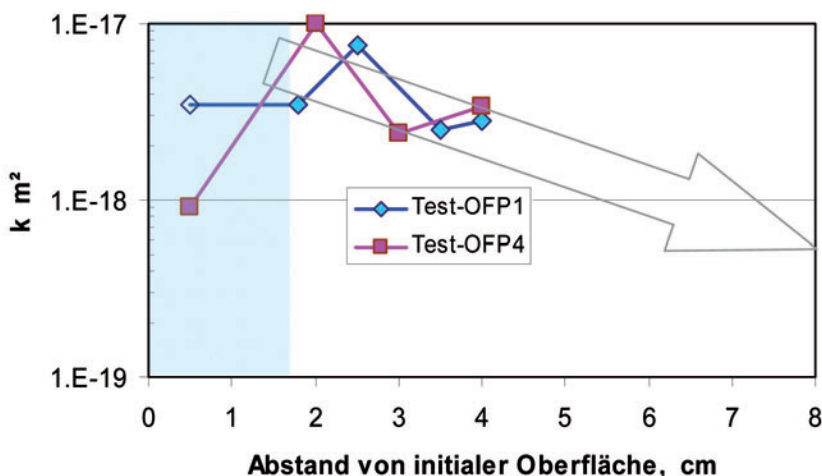


Abb. 11: Permeabilitätsmessungen in Abhängigkeit vom Abstand zur Kontur / Permeability as function of the distance from the initial excavation face

tät von Salinarkonturen, folgende Erkenntnisse: Die Extrapolation von Ergebnissen der Bohrlochmessungen auf die Konturpermeabilität ist nur bedingt, in Abhängigkeit von den Standortbedingungen möglich.

Eine Beeinflussung der oberflächennahen Permeabilität durch

die Grubenwetter ist nicht auszuschließen.

Schlussfolgerungen

Aus den Tests und den ersten Anwendungen unter in-situ-Bedingungen des entwickelten Oberflächenpackers lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Die Dichtheitstests zeigten, dass geringste Permeabilitäten bis zu $1 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2$ bestimmt werden können. Mit dem Oberflächenpacker ermittelte Permeabilitätswerte von geringpermeablen Sandsteinen und Magnesiabaustoff sind vergleichbar mit Werten, die an Kernproben oder mit dem Bohrlochpackertest gemessen wurden.

Die Untersuchungen in der Praxis zur Bestimmung der oberflächennahen Permeabilität erbrachten plausible Ergebnisse.

Mit der entwickelten Versuchsausrüstung können die bisher fehlenden Kenntnisse zur oberflächennahen Permeabilität für die Dimensionierung von Verschlussbauwerken gewonnen werden.

Literatur

- [1] Behr, A., Voigt, H.-D., Haefner, F., Belohlavek, K.U.: An advanced well test with automatic model calibration for soils and rocks. Calibration and Reliability in groundwater Modelling: ModelCARE 2002, 177–182, Prague June 2002.
 - [2] Stormont, J.C.: In situ gas permeability measurements to delineate damage in rock salt. J. Rock Mech. Min. Sci. Vol. 34, No. 7, 1055–1064, 1997.
 - [3] Voigt, H.-D., Häfner, F., Sitz, P., Wilsnack, Th.: Bestimmung geringer Durchlässigkeiten im Gebirge. Z. für Rohstoffgewinnung, Energie, Umwelt, 12, 537–539, Dez. 2002.
- Der hier vorgestellte Oberflächenpacker wurde in einem durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Technologie geförderten Projekt (Förderkennzeichen 02E10447) entwickelt.

Impressum

Kali und Steinsalz

herausgegeben vom VKS e.V.

VKS e. V.:

Reinhardtstraße 18A
10117 Berlin
Tel. +49 (0) 30.8 47 10 69.0
Fax +49 (0) 30.8 47 10 69.21
E-Mail: info.berlin@vks-kalisalz.de
www.vks-kalisalz.de

Erscheinungsweise:

dreimal jährlich in loser Folge
ISSN 1614-1210

Redaktionsleitung:

Dieter Krüger, VKS e.V.
Tel. (030) 8 47 10 69 13

Redaktionsausschuss:

Dr. Wolfgang Beer, K+S Aktiengesellschaft
Hartmut Behnsen, VKS e.V.
Holger Bekemeier, esco GmbH & Co. KG
Stefanie Hahn, Südsalz GmbH
Uwe Handke, K+S Aktiengesellschaft
Frank Hunstock, K+S Aktiengesellschaft
Dr. Volker Lukas, K+S Entsorgung GmbH
Friedhelm Mester, K+S KALI GmbH
Dr. Ludger Waldmann, K+S Aktiengesellschaft

Herstellung und Layout:

diepiloten
Dirk Linnerz
Lausitzer Straße 31
10999 Berlin
Tel. (030) 81 79 74 80
Fax (030) 81 79 74 81
E-Mail: dirk.linnerz@diepiloten.de
www.diepiloten.de

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Genehmigung des VKS e.V. unzulässig. Dies gilt auch für herkömmliche Vervielfältigungen (darunter Fotokopien, Nachdruck), Übersetzungen, Aufnahme in Mikrofilmarchive, elektronische Datenbanken und Mailboxes sowie für Vervielfältigungen auf CD-ROM oder anderen digitalen Datenträgern. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens zulässig hergestellte oder benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, D-80336 München.

K+S Gruppe

Firmennachrichten

Ende August 2011 feierte das **Erlebnis Bergwerk Merkers (EBW)** sein 20-jähriges Bestehen. Exklusivführungen, ein umfangreiches Kinderprogramm, zahlreiche Informationsstände und kulinarische Köstlichkeiten erwarteten die rund 2.000 Besucher, die es zum Tag der offenen Tür nach Merkers geführt hatte. Seit 1991 besuchten fast 1,4 Millionen Besucher das Erlebnis Bergwerk Merkers der K+S Gruppe im westthüringischen Merkers. Von Dienstag bis Sonntag werden pro Tag zwei Termine für Führungen angeboten. In der „Welt des weißen Goldes“ erhalten die Besucher Einblicke in die Geschichte des Bergbaus. Zu den Hauptattraktionen gehört die Kristallgrotte mit ihren riesigen Steinsalzkristallen, die 1980 entdeckt wurde. Im größten untertägigen Konzertsaal der Welt finden regelmäßig Konzerte statt. Sportveranstaltungen, wie Mountainbiketouren oder der Kristallmarathon, erfahren große Resonanz. Außerdem vervollständigen Firmenveranstaltungen, standesamtliche Hochzeiten und die Möglichkeit, Kindergeburtstage zu feiern, das Programm. Neueste Attraktion ist Down Under, ein Kletterpark unter Tage. Weitere Informationen unter www.erlebnisbergwerk.de

Personalien

Alwin Potthoff, früherer Leiter des Bereichs Bergbau bei der Kali und Salz AG, ist am 14. September 2011 im Alter von 83 Jahren verstorben.

esco – european salt company GmbH & Co. KG

Firmennachrichten

Bis zum Jahresende 2011 wird esco am Standort **Braunschweig-Lüneburg** eine weitere Produktionsanlage für die Herstellung von Lecksteinen in Betrieb nehmen. Ziel ist es, auf aktuelle und zukünftige Kundenanfragen und Trends noch besser und flexibler reagieren zu können. In der Tierhaltung spielen Lecksteine eine bedeutende Rolle als einfache und kostengünstige Nahrungsergänzung. Neben dem lebenswichtigen Natriumchlorid, das in den meisten Grundfutterarten nur unzureichend enthalten ist, liefern sie auch unentbehrliche und leistungsfördernde Mineralien wie Magnesium und Kalzium sowie die wichtigen Spurenelemente Zink, Kobalt, Eisen, Jod, Selen und Kupfer. Unter dem Markennamen SOLSEL® hat esco vor einigen Jahren eine neue Generation von Lecksteinen auf den Markt gebracht, die nach einem speziellen Pressverfahren aus Stein- oder Siedesalz hergestellt werden. Die Mineralvormischungen für SOLSEL® Lecksteine werden in Zusammenarbeit mit führenden Tierernährungs-Experten entwickelt und sind auf die Anforderungen moderner Tierhaltung abgestimmt. Weitere Informationen unter www.solsel.de.

Das **Salzwerk Borth** ist für den Winter 2011/2012 gut gerüstet. Rechtzeitig zum Saisonstart wurde für den Schacht I eine neue Fördermaschine in Betrieb genommen. Das Aggregat und die für den Betrieb erforderlichen Anlagen-

komponenten wurden zwischen März und Oktober an Stelle der bisherigen Maschine aus dem Jahr 1965 montiert, getestet und in den Dauerbetrieb genommen. Die Montage der neuen Fördermaschine erfolgte in über 60 Meter Höhe, denn es handelt sich um eine sogenannte Turmfördermaschine, die auch auf anderen Werksstandorten wie Wintershall, Zielitz oder Bernburg existiert. Der Fahrweg der im Schacht laufenden Fördergefäße – so genannte Skips für den Steinsalztransport – beträgt 753 Meter. Die Skips bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 18 Meter pro Sekunde und können auf einen Schlag 20 Tonnen transportieren.

K+S KALI GmbH

Firmennachrichten

Mit dem symbolischen Druck auf den „Grünen Knopf“ haben am 27. Oktober 2011 K+S-Vorstandsvorsitzender Norbert Steiner und Werksleitung sowie Vertreter der Belegschaft des **Kaliwerkes Werra** das offizielle Startsignal für die Bauarbeiten an den Großprojekten zum Gewässerschutz gegeben. Ziel ist es, bis 2015 mit Investitionen von rund 360 Millionen Euro die Salzabwassermenge zu halbieren und einen weiteren Beitrag zur Entlastung von Werra und Weser sowie zum Schutz des Grundwassers zu leisten. Unmittelbar nach der Bekanntgabe der Maßnahmen hatte K+S bereits mit den planerischen Vorbereitungen sowie Baumaßnahmen für die

Infrastruktur der Großprojekte begonnen. Alle Produktionsstandorte des **Verbundwerkes Werra – Hattorf und Wintershall** in Hessen sowie Unterbreizbach in Thüringen – sind mit Neubaumaßnahmen, weiteren Verfahrensoptimierungen und Anlagenerweiterungen in das Maßnahmenpaket einbezogen. Im Einzelnen werden am **Standort Hattorf** eine neue zusätzliche Anlage für abwasserfreie Kaliproduktion (ESTA= Elektrostatisches Aufbereitungsverfahren) sowie eine Lösungstiefkühlung errichtet, in Unterbreizbach die bestehende Kaliaufbereitung um eine neue Anlage erweitert und die bestehende Dickstoffanlage in ihrer Kapazität vergrößert sowie am **Standort Heringen** die Magnesiumchlorid-Anlage ausgebaut, eine neue Eindampfanlage errichtet und die Kieseritflotation optimiert. Hinzu kommen als übergreifende Maßnahmen der Neubau von Speicherbecken und die Erhöhung der Rückförderkapazität für Salzwasser aus dem Plattendolomit.

Mehr als 8.500 Besucher haben am 3. September den Tag der offenen Tür im **Kaliwerk Sigmundshall** genutzt, einen Blick hinter die Kulissen eines aktiven Bergwerkstandortes der K+S KALI GmbH zu werfen. Das gute spätsommerliche Wetter hatte dazu beigetragen, dass die Besucherzahlen vom letzten Tag der offenen Tür im Jahr 2009 deutlich übertroffen wurden. Zeitweise bildeten sich lange Schlangen vor dem Werkstor, um in einen der Busse steigen zu können, die die Besucher auf die Halde gefahren haben. Diese einmalige Gelegenheit, die

nähere und weitere Umgebung quasi aus der Vogelperspektive erleben zu können, ließen sich Jung und Alt nicht nehmen.

Der Tropentag 2011 fand in diesem Jahr unter dem Motto „Development on the margin“ (Entwicklung in Randbereichen) an der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn statt. Die K+S KALI GmbH ist in diesem Jahr erstmals als offizieller Sponsor der Veranstaltung aufgetreten. Laut Professor Dr. Mathias Becker, Inhaber des Lehrstuhls für Pflanzenernährung in den Tropen und Subtropen und Leiter der diesjährigen Veranstaltung, hat sich der Tropentag zur wichtigsten Veranstaltung der entwicklungsbezogenen Agrarforschung in Europa entwickelt.

VRB – Vereinigung Rohstoffe und Bergbau e.V.

Der **Helmuth-Burckhardt-Preis 2011** der Vereinigung Rohstoffe und Bergbau (VRB) geht an den jungen Diplom-Ingenieur Henning Ranft aus Aachen.

Der Fachspitzenverband des deutschen Bergbaus sprach dem Jungakademiker anlässlich der Mitgliederversammlung am 15. September 2011 in Berlin den Preis zu.

Der Burckhardt-Preis wird seit 1971 jährlich für hervorragende Examensleistungen im Rahmen der Diplom-Hauptprüfung in der Studienrichtung Bergbau oder der Großen Staatsprüfung verliehen. Die Auszeichnung soll es dem Preisträger ermöglichen, im Rah-

men einer Studienreise weitere Einblicke in den Auslandsbergbau zu gewinnen.

Henning Ranft hat sein Studium im Studiengang Bergbau an der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik der RWTH Aachen in zwölf Semestern mit sehr gut abgeschlossen.

Aus dem Auslandspraktikum im Tagebau Cloud Break in Australien ergab sich seine Diplomarbeit zum Thema „Tagbauplanung Kohletagebau mit schwieriger Flözstruktur für den optimierten Einsatz von Surface Minern“. Die Arbeit wurde ebenfalls mit sehr gut benotet.

Als Bergbaubeflissener hat Herr Ranft den Steinkohlen-, Braunkohlen- und den Salzbergbau sowie die Quarzgewinnung in Deutschland eingehend kennengelernt.

Der European Mining Course führte ihn – von Aachen abgesehen – nach Delft, Exeter und Helsinki.

Während des Studiums war er Mitglied in verschiedenen Gremien der studentischen und universitären Selbstverwaltung.

Herr Ranft ist nun Doktorand am Institut für Rohstoffgewinnung über Tage und Bohrtechnik der RWTH Aachen.

Im Rahmen eines EU-Kasachstan-Meetings hat er 2010 für das Institut einen Vortrag zum Thema „State of the art mining technologies in Europe – focus on high ash coal and high coal mine methane levels“ gehalten.



VKS-Film: „Salz der Erde“

In Deutschland werden Salz und Kali aus den Tiefen der Erde gewonnen. Sie sind bedeutende Rohstoffe und untrennbar mit unserem Leben, mit Wachstum und Ernährung und vielfältigen Erzeugnissen der Industrie verbunden. Der VKS Verband der Kali- und Salzindustrie e.V. hat in diesem Jahr seinen neuen Lehrfilm, der sich mit allen Facetten der Rohstoffe Salz und Kali beschäftigt, fertig gestellt. Er ist zur Unterrichtsbegleitung in Schulen oder in der Erwachsenenbildung sowie anderen Bildungseinrichtungen konzipiert. Über die Konferenz der Landesfilmdienste kann er ausgeliehen werden. Selbstverständlich stellt der VKS den Film auch der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung. Jedes der sechs Filmkapitel stellt ein inhaltlich

abgeschlossenes Thema vor. Es kann unabhängig von den anderen Kapiteln angeschaut oder auch frei in beliebiger Folge kombiniert werden. Zusätzliche Informationen stehen im Downloadbereich der Website www.vks-kalisalz.de bereit. Die einzelnen Kapitel des Films werden im Folgenden kurz vorgestellt:

Salz der Erde – Vorkommen und Bedeutung

In den Tiefen der Erde lagern seit mehreren hundert Millionen Jahren die natürlichen Rohstoffe Salz und Kali. Alles Leben dieser Erde stammt aus den salzreichen Meeren der Urzeit und einen Teil dieser Herkunft tragen wir alle heute noch in uns – im Blut, in jeder pulsierenden Zelle.

Salz ist Leben – Stoffwechselphysiologie und Ernährung

Salz ist ein absolut notwendiger Baustein des Lebens. Ob wir laufen oder springen, atmen, unsere Nahrung verdauen oder mit unserem Herzschlag das Blut durch die Adern pumpen – wir brauchen dazu Salz. Der Mineralstoff ist unverzichtbar für unser Denken und Fühlen und steuert maßgeblich unseren Flüssigkeitshaushalt. Kali – vom Reiskorn bis zum Beauty Tank.

Mineralstoffdüngung und Gesundheitsvorsorge

Düngung mit Mineraldüngern in der Landwirtschaft ist nötig, weil Stickstoff, Phosphor und Kalium die Wachstumsschranke für Pflan-

zen setzen. Sogar wenn nur eines dieser Mineralien knapp ist, wächst die Pflanze viel schlechter. Kalium brauchen die Pflanzen vor allem für ihren Wachstumsschub im Frühjahr.

Das versteinerte Meer – Geologie und Gewinnung

Vor über 200 Millionen Jahren gab es in unserer Region ein riesiges Binnenmeer, das Zechsteinmeer. Es verdunstete vollständig und nicht nur einmal, sondern mehrfach. Heute werden in Deutschland mit modernster Technik Salz und Kali in über tausend Metern Tiefe abgebaut.

Tausend Wege für einen Edelstein – Chemie und Erzeugnisse

Wir alle kennen Salz aus unserem täglichen Leben, das geht von der Salzbrezel bis zum Salz in der Geschirrspülmaschine. Tatsächlich aber hängt Salz mit fast allen Dingen zusammen, die unser heutiges Leben ausmachen. Sehr viele Produkte unseres täglichen Lebens basieren auf Salz und dessen Bestandteilen.

Das weiße Gold – Geschichte und Handelswege

Salz steht schon am Anfang der menschlichen Kultur. Als die nomadischen Jäger sesshaft wurden, wurde ein Großteil der Ernährung mit Fleisch durch Früchte des Ackerbaus ersetzt. Da Pflanzen wenig Salz enthalten, war der Mensch gezwungen, in der Nähe von Salzfundorten zu siedeln und Handel zu betreiben.

