



Doosan Lentjes

Helping you recover energy from waste



At Doosan Lentjes we help our customers convert millions of tonnes of residual waste into valuable energy every year. Combining our proven grate-fired 'chute to stack' technology with industry-leading turbines from Doosan Škoda Power, we provide solutions that make us the perfect partner for all your waste-to-energy needs.

www.doosanlentjes.com

To learn how Doosan Lentjes' technologies can help you, contact:

Doosan Lentjes GmbH
Daniel-Goldbach-Strasse 19
40880 Ratingen, Germany

Tel: +49 (0) 2102 166 0
or email: DL.Info@doosan.com



MHKW Krakow

– Zum Status der Realisierung der thermischen Abfallbehandlung in Polen –

Gerhard Lohe

1.	Grundlagen der Abfallwirtschaft in Polen.....	65
2.	Das Projekt Krakow	72
3.	Die Anlagentechnik des MHKW Krakow	74
4.	Zukünftige Projekte und Ausblick	76
5.	Quellen	78

Mitte der 1990er Jahre fand in Miedzyzdroje eine der ersten abfallwirtschaftlichen Konferenzen in Polen statt. Kommunalvertreter und Technologieanbieter kamen zusammen, um über die Einführung einer geordneten und umweltverträglichen Entsorgungswirtschaft zu diskutieren. Damals herrschte Aufbruchsstimmung: es bestand Einigkeit, dass Abfallverbrennungsanlagen einen wesentlichen Anteil an einer geordneten Abfallwirtschaft haben sollten, dass ein signifikantes Potential – also Abfallaufkommen – gegeben sei und die Realisierung der Projekte in nicht allzu weiter Ferne läge.

Tatsächlich wird es von der Entwicklung dieser ersten Ideen bis zur Inbetriebnahme der ersten Projekte zwei Jahrzehnte in Anspruch genommen haben. In unserem Nachbarland Polen ist durch in die Zukunft gerichtete abfallwirtschaftliche Maßnahmen und Investitionen ein Markt mit hohem Potential entstanden. In den letzten zwei Jahren sind zahlreiche Aufträge für neue Anlagen vergeben worden, welche die effiziente und umweltschonende Entsorgung der Abfälle sicherstellen sollen. Aber erst der Beitritt Polens zur Europäischen Union am 1. Mai 2004 hat diese Entwicklung deutlich beschleunigt und den Weg zu einer umweltfreundlichen Abfallwirtschaft vorgezeichnet.

Am Beispiel des Müllheizkraftwerkes Krakow soll diese langfristige Entwicklung von der ersten Projektidee bis hin zur Vergabe von Aufträgen und deren Realisierung beschrieben sowie ein Ausblick auf zukünftige Chancen und Risiken vermittelt werden.

1. Grundlagen der Abfallwirtschaft in Polen

In Bezug auf die Gesamtmenge an produzierten städtischen Abfällen steht Polen mit etwa 12 Millionen Tonnen pro Jahr an 6. Stelle in der EU nach Deutschland, Frankreich, England, Italien und Spanien. Interessanterweise steht dieses Land in Europa jedoch in Bezug auf die spezifisch je Einwohner produzierte Abfallmenge auf dem (positiven) letzten Platz mit etwa 317 kg je Einwohner. Diese Zahl schwankt zwischen 234 kg pro Einwohner in ländlichen Gebieten und 386 kg je Einwohner in Großstädten.

Tatsächlich gesammelt wurden in Polen nur etwa 10 Millionen t pro Jahr, die Differenz zu der oben genannten Zahl könnte dadurch erklärt werden, dass zum Zeitpunkt der Datenerfassung (2009) jeder fünfte Bürger noch nicht an ein organisiertes Sammelsystem angeschlossen war [1].

Die Prognose für das Abfallaufkommen aus dem nationalen Abfallwirtschaftsplan 2010 in Polen geht von einer etwa 19 Prozentigen Steigerung bis 2018 der Mengen von Haushaltsabfällen im Vergleich zu 2006 aus. Das einwohnerspezifische Abfallaufkommen würde bei einer erwarteten nahezu unveränderten Einwohnerzahl dementsprechend ansteigen. Dabei ist das Abfallaufkommen insgesamt bzw. das spezifische Abfallaufkommen je Einwohner in Polen seit 2005 bis heute noch relativ konstant geblieben.

Derzeit gibt es in Polen nur eine öffentlich betriebene MVA in Warschau. Diese Anlage hat nach Angaben des Betreibers folgende Parameter:

- gesamtbehandelte Abfallmengen: 120.000 Tonnen pro Jahr, inkl. Sortierung und Kompostierung als Vorbehandlungsstationen,
- Verbrennungskapazität: 57.000 Tonnen pro Jahr, wobei die tatsächliche Auslastung bei etwa 75 Prozent liegt wegen technischer Probleme und hoher Annahmepreise,
- Kompostherstellung etwa 11.500 Tonnen pro Jahr.

Nach Angaben des MVA-Betreibers kostet z. Zt. die energetische Verwertung von Abfällen 78-91 EUR/Tonnen (für Siedlungsabfälle).

Dabei ist die Akzeptanz für den Bau von Abfallverbrennungsanlagen in der Bevölkerung recht hoch. In einer Umfrage in polnischen Großstädten haben sich durchschnittlich 73 Prozent der Befragten für den Bau von modernen Abfallverbrennungsanlagen ausgesprochen, natürlich unter der Voraussetzung, dass moderne Technologien eingesetzt und sowohl Strom als auch Wärme produziert werden. Nur 22 Prozent der Befragten haben sich gegen den Bau einer Anlage in ihrer Gemeinde ausgesprochen. Mit einer Zustimmungsrate von 82 Prozent war die Akzeptanz in der Stadt Krakow besonders hoch [1].

Die abfallwirtschaftliche Situation in Polen ist nach dem EU-Beitritt im Jahr 2004 von mehreren Faktoren geprägt worden. Durch die notwendige Systemumstellung von kommunalen Entsorgungssystemen, durch Mitfinanzierungsmöglichkeiten abfallwirtschaftlicher Anlagen über EU-Fördermittel sowie durch von der EU auferlegte Beitrittsverpflichtungen waren die polnischen Kommunen gezwungen, die kommunale Abfallwirtschaft nach europäischen Standards in Bezug auf quantitative und qualitative Zielvorgaben zu reformieren [2]. Die Vielzahl von Sammlern und modernisierungsbedürftigen technischen Ausstattungen beeinflussten negativ eine ordentliche Organisation der Entsorgungsprozesse. Die Kommunen hatten nur eine unzureichende Kontrolle über die Entsorgung. Als Ersatz für die stillzulegenden Deponien und wilden Abkippstellen fehlten alternative Verwertungs- und Beseitigungsanlagen.

Im Oktober 2005 sind die Regelungen der EU im polnischen Abfallrecht mit Übergangsperioden schließlich in Kraft getreten.

Auf Grund der Anforderungen aus der Deponierichtlinie und unter Berücksichtigung der Übergangsfristen müssen die deponierten Abfallmengen vermindert werden. Im Vergleich zu den Mengen im Basisjahr 1995 soll die Deponierung biologisch abbaubarer Abfallmengen bis zum Jahr 2020 um 65 Prozent reduziert werden. Vor dem Hintergrund der Ausgangssituation in Polen mit einem äußerst hohen Anteil an Deponierung, fehlenden alternativen Behandlungskapazitäten und wachsenden Abfallmengen waren und sind diese Reduzierungsvorgaben sehr ehrgeizig. Im Falle einer Nichteinhaltung drohen dem polnischen Staat Strafzahlungen an die EU, die gemäß den Richtlinien der EU-Kommission gegenwärtig neben einer Pauschale von etwa 4,2 Millionen Euro Tagessätze von etwa 5.000 bis zu 300.000 Euro beinhalten können [1].

Die europäische Umweltgesetzgebung und die darauf basierende Planung nationaler Strategien haben die Kommunen veranlasst, ihre Abfallpolitik im Einklang mit den übergeordneten Vorgaben umzusetzen und die Entsorgungssituation zu ändern. Im Jahre 2008 wurde zur Lenkung der Abfallströme und als Anreiz für Abfallerzeuger deren umweltfreundliches Verhalten zu fördern, die sogenannte Marschallgebühr, eine Gebühr für Abfalldeponierung (Deponiesteuer) eingeführt.

Diese Gebühr sieht einen Anstieg der Deponiegebühren von etwa 15 PLN im Jahre 2006 auf 200 PLN im Jahre 2015 vor.

Die Einführung dieser Deponiesteuer hatte allerdings bemerkenswerte Konsequenzen, denn geordnete Entsorgungswege wurden letztlich verhindert. Die Bürger kündigten die bestehenden Entsorgungsverträge und entsorgten ihre Abfälle teils über das Kippen in Wäldern oder mittels Eigenverbrennung. Zukünftig ist allerdings damit zu rechnen, dass Abfallmengen statt zur Deponierung tatsächlich zu den neuen Abfallverbrennungsanlagen gelenkt werden [2].

Folgerichtig wurden ab 2004 auch die Überlegungen zum Bau von Abfallverbrennungsanlagen im Zuge der Umsetzung der damit zur Geltung kommenden EU-Richtlinien konkreter, und es wurde eine Liste *indikativer* Abfallverbrennungsprojekte in Polen entwickelt. Ende 2007/Anfang 2008 wurde diese von der EU-Kommission und der polnischen Regierung akzeptiert und bestätigt. Darin wurden 12 Projekte aufgeführt mit einer Gesamtkapazität von etwa 2,4 Millionen Tonnen pro Jahr und einer Gesamtinvestition von etwa 6 Milliarden PLN.

Grundlage hierfür war das im Dezember 2007 von der Europäischen Kommission genehmigte operationelle Programm für Polen mit dem Titel *Operationelles Programm für Infrastruktur und Umwelt*, geltend für den Zeitraum 2007-2013 [3]. Dieses Programm war mit Gesamtmitteln in Höhe von 37,56 Milliarden Euro ausgestattet, die gemeinschaftlichen Fördermittel beliefen sich auf 22,18 Milliarden Euro aus dem Kohäsionsfond und auf 5,74 Milliarden Euro aus dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE).

Es war das größte operationelle Programm in Polen und zudem das bisher größte operationelle Programm in der gesamten EU, um die Entwicklung der technischen Infrastruktur zu fördern und gleichzeitig die natürliche Umwelt sowie die Gesundheit zu schützen und zu verbessern.

Einer der Schwerpunkte war eben die Abfallentsorgung, die Steigerung des wirtschaftlichen Nutzens durch die Vermeidung und Verringerung der in den Kommunen zu beseitigenden Abfallmengen mittels Einführung von Recyclingverfahren und Technologien zur Entsorgung.

Der EU-Kohäsionsfonds sollte unser Nachbarland also bei der Erreichung der Ziele der verschiedenen EU-Direktiven auch in Bezug auf die Abfallbehandlung unterstützen. Anlagenbauprojekte, die in den Genuss dieses Fonds kommen wollten, sollten vor dem 31. Dezember 2015 fertiggestellt sein, d. h. die entsprechenden Anlagen müssen zu diesem Zeitpunkt vollbeständig in Betrieb genommen und übergeben sein.

Zunächst aber mussten für die jeweiligen Projekte bis zum 30. Juni 2010 Machbarkeitsstudien, Umweltverträglichkeitsprüfungen und vorgesehene Standorte als Bestandteil der Anträge auf finanzielle Unterstützung bei der EU-Kommission vorgelegt werden. Aus verschiedenen Gründen haben oder konnten nicht alle potentiellen Projekteigner diesen Endtermin einhalten.

Die erwähnten Machbarkeitsstudien stellten die Basis für die jeweiligen Umweltverträglichkeitsprüfungen dar. Die darin festgelegten Verfahren und Verfahrensschritte waren wiederum Grundlage für die Ausschreibungsunterlagen, die von den Bietern uneingeschränkt zu akzeptieren sind. Abweichungen hierzu, auch wenn diese im Sinne eines optimierten Anlagenbetriebes sinnvoll erscheinen, sind gemäß dem öffentlichen Vergaberecht nicht zulässig. In der Phase zwischen Veröffentlichung einer Ausschreibung und Angebotsabgabe gibt es zwar die Möglichkeit zur Klärung technischer und kommerzieller Bedingungen, erfahrungsgemäß ist hier aber der Spielraum für Anpassungswünsche seitens des Auftraggebers nur sehr gering.

Im Jahre 2011 ist es nach Sicherstellung der Finanzierung aus dem Kohäsionsfonds dann zu den ersten Ausschreibungen für die bekannten Abfallverbrennungsprojekte Bydgoszcz, Bialystok, Krakow, Szczecin, Konin und Poznan gekommen.

Nach einigen für den mit dem polnischen Vergaberecht unerfahrenen Beobachter erstaunlichen Entwicklungen im Zuge der einzelnen Vergaben wurden schließlich im Jahre 2012 alle fünf Bauaufträge sowie das PPP-Modell Poznan vergeben und unterschrieben. Für die meisten der Projekte wurden inzwischen die Baugenehmigungen erteilt (Status November 2011). Sofern es nicht zu Verzögerungen kommt, sollen alle Anlagen Ende 2015 in Betrieb gegangen und an die Endkunden übergeben worden sein.

Der wichtigste Schritt auf dem Weg Polens erfolgte jedoch erst vor nicht allzu langer Zeit: Im Jahre 2011 wurde das *Gesetz über die Aufrechterhaltung der Sauberkeit und Ordnung in den Gemeinden* vom polnischen Parlament verabschiedet und damit schließlich die Überlassungspflicht kommunaler Siedlungsabfälle an die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger eingeführt. Gleichzeitig wurden die Kommunen verpflichtet, Leistungen im Bereich der Abfallentsorgung auszuschreiben [4].

Die Einführung dieser Überlassungspflicht für Siedlungsabfälle aus privaten Haushaltungen stellte eine gravierende Änderung im polnischen Abfallrecht dar, denn bis dahin gab es eine derartige Auflage in Polen nicht.

Die Grundstückseigentümer waren bislang verpflichtet, Entsorgungsdienstleistungsverträge abzuschließen und gegenüber der Gemeinde entsprechende Nachweispflichten zu erbringen. Die Kommune hatte lediglich dafür Sorge zu tragen, dass alle Einwohner an entsprechende Abfallentsorgungssysteme angeschlossen waren. In der Regel schlossen die Eigentümer vor dem Hintergrund dieser Rechtslage einen Entsorgungsvertrag mit einem ausgewählten Dienstleister ab, der dann darüber entschied, in welcher Anlage die Abfälle entsorgt werden sollten [4].

In der Regel wurde der Abfall auf einer der zahlreichen Deponien abgelagert, die nicht unbedingt europäischen Standards entsprachen. Im Jahr 2004 wurde die Zahl der Deponien in Polen mit weit über 1.000 angegeben, davon sollten bis Ende 2011 etwa 300 geschlossen werden. Noch im Jahr 2008 wurden nahezu 8,7 Millionen Tonnen Hausmüll auf Deponien abgelagert [5].

Am Ende des Jahres 2011 soll es schließlich noch 578 offizielle Deponien in Polen gegeben haben, von denen 428 ohne Entgasung betrieben wurden, die übrigen wiesen eine Gasverbrennung mit und ohne Energierückgewinnung auf [6]. Dennoch gibt es einen unentwegten Kampf gegen illegale Lagerstätten. Obwohl im Laufe des Jahres 2011 mehrere tausend illegale Deponien geschlossen wurden, wurden offiziell weiterhin mehr als 2.500 bestehende illegale Abfalllagerstätten statistisch erfasst.

Das neue Gesetz sollte zu einer Änderung dieser Kultur der Abfallentsorgung führen. Um die Entsorgungspflicht bezahlen zu können, erhielten die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger das Recht, Abfallgebühren zu erheben. Darüber hinaus wurden die Gemeinden verpflichtet, die getrennte Sammlung für die Fraktionen Papier, Metall, Kunststoffe und Glas sowie biologisch abbaubare kommunale Abfälle einzuführen, entsprechende Zielwerte wurden eingeführt.

Zudem verpflichtete das neue Gesetz die polnischen Kommunen die Leistungen im Entsorgungsbereich auszuschreiben. Diese Verpflichtung gilt für den Bau und den Betrieb der Anlagen, in denen der kommunale Siedlungsabfall entsorgt werden soll. Alternativ können die Kommunen öffentlich-private Partnerschaften eingehen [4].

Erst mit der Verabschiedung dieses Gesetzes waren schließlich die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen, um im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen die Vergaben für den Bau von Abfallverbrennungsanlagen in Polen auszuführen.

Die entsprechende Verpflichtung zur Überlassung der Abfälle ist am 01. Januar 2012 in Kraft getreten, für die Umsetzung wurde eine Übergangsfrist von 18 Monaten bis zum 30. Juni 2013 gewährt.

Es bleibt abzuwarten welchen Einfluss das neue Abfallgesetz auf die Schätzungen des Abfallaufkommens in Polen haben wird. Sobald die Gemeinden das Aufkommen selbst ermitteln müssen, könnte sich herausstellen, dass es insgesamt zu einem deutlichen Anstieg gegenüber den bisher in Tat geschätzten Angaben kommt, da beträchtliche Mengen illegal entsorgt wurden.

In folgenden Städten bzw. Kommunen sind zur Zeit Abfallverbrennungsanlagen in Bau. Den Zuschlag zum Bau der MVA in Szczecin erhielt das polnische Bauunternehmen Mostostal Warszawa.

Ab 2015 soll diese MVA jährlich 150.000 Tonnen Abfall verbrennen. Die MVA in Bydgoszcz wird von einem italienischen Konsortium unter Führung der Firma Astaldi realisiert. Auch diese Anlage soll noch bis Ende 2015 fertiggestellt werden und dann jährlich 180.000 Tonnen Abfälle in Energie umwandeln. Die MVA in Bialystok wird ein Konsortium um das polnische Bauunternehmen Budimex bauen, die Abfallverbrennungsanlage in Konin wird ein Konsortium um das polnische Bauunternehmen Erbud errichten. Im Durchschnitt werden insgesamt etwa 60 Prozent der notwendigen Investitionen von der EU finanziert.

Den Bau der Abfallverbrennungsanlage in Krakow übernimmt die koreanische Firma Posco. Der Wert des Projektes beträgt etwa 650 Millionen PLN (netto), auch diese Anlage mit einer Jahreskapazität von 220.000 Tonnen soll Ende 2015 fertiggestellt und in Betrieb genommen sein.

Das Projekt in Poznan wird die Stadtverwaltung im Rahmen einer Public Private Partnership (PPP) bis 2016 verwirklichen.

In Bezug auf die Projekte, die 2012 als reine Anlagenbauaufträge vergeben worden sind, fällt auf, dass alle Projekte mit Ausnahme von Bydgoszcz mit Auftragswerten z. T. sehr deutlich über den zuvor benannten Budgets der Auftraggeber vergeben wurden. Es sind Überschreitungen von bis zu 40 Prozent festzustellen. Zudem liegen die spezifischen Preise pro Jahrestonne durchgehend deutlich über dem aus westeuropäischen Vergaben bekannten Niveau. Schon bei Analyse der Indikativen Projektliste konnte der Beobachter ein wenig kongruentes Preisniveau feststellen.

Die Gründe hierfür liegen einerseits in einem über dem normalen Lieferumfang einer Gesamtanlage hinausgehenden Lieferumfang, möglicherweise aber auch in einem Zuschlag, um die Risiken aus den teils recht einseitig formulierten Vertragskonditionen abzudecken. Einschließlich des Projektes Poznan wurden Behandlungskapazitäten in Höhe von etwa 1 Millionen Tonnen pro Jahr vergeben, die damit verbundenen Gesamtinvestitionen betragen etwa 680 Millionen EUR. Bei einer Betrachtung der Durchschnittswerte ist zu beachten, dass der Vergabewert für das Projekt Bydgoszcz als äußerst günstig eingeschätzt werden kann.

In allen genannten Fällen ist eine Vergabe als Gesamtprojekt zur Anwendung gekommen und es ist davon auszugehen, dass diese Vergabeform auch in Zukunft überwiegend angewandt werden wird, eine Vergabe in Einzellosen also nicht angestrebt wird. Der Grund hierfür liegt in dem Wunsch der Auftraggeber nach einer absoluten Risikominimierung, die eine solche Vertragsform zwingend erfordert. Die Abwälzung jeglichen Risikos auf den Auftragnehmer und der Zwang zur uneingeschränkten Akzeptanz der technischen und kommerziellen Bedingungen – unabhängig davon ob diese teils widersprüchlich sind oder Optimierungspotential aufweisen – müssen letztlich in einem deutlich höheren Vergabepreis resultieren.

Von der Möglichkeit, die Ausschreibung nur einem ausgewählten Kreis von Bewerbern zur Verfügung zu stellen, d. h. der eigentlichen Angebots- und Vergabephase wird eine Präqualifikation vorgeschaltet, im Rahmen derer die vergebende Stelle auf Basis definierter Bedingungen eine Vorauswahl von Bieter erstellt, wurde nur bei zwei der EPC-Projekte (Krakow, Bialystok) sowie Poznan wahrgenommen.

Bei drei Projekten hingegen wurden die Präqualifikation und die Abgabe der Offerte zeitlich parallel geschaltet. Diese Vorgehensweise ist für Bieter in diesem Bereich eher ungewöhnlich, da der Kreis der Wettbewerber und damit eine korrekte Chancenbewertung unter Berücksichtigung der mit der Angebotserstellung verbundenen Kosten nicht möglich ist und eine Disqualifikation auf Grund letztendlich nicht maßgeblicher Formfehler nicht ausgeschlossen werden kann, der hohe Aufwand zur Angebotserstellung also vollständig vergebens war.

Die Anwendung eines offenen Vergabeverfahrens, ob mit oder ohne vorgeschaltete Präqualifikation, das für Vergabe geringwertiger Güter sinnvoll ist, erscheint für die Vergabe höchstkomplexer Anlagen mit einem hohen Bedarf an intensivem Austausch zwischen den beteiligten Parteien nicht unproblematisch. Der partnerschaftliche Dialog zwischen vergebender Stelle und Auftragnehmer ist entscheidend und sichert in jedem Fall auch die Auswahl eines technisch und wirtschaftlich optimalen Bieters bzw. Angebotes.

Zudem ist zu beachten, dass nicht nur – selbstverständlich – die benannten Gewährleistungswerte einzuhalten und nachzuweisen sind, sondern dass die technische Spezifikation wortwörtlich umzusetzen ist und letztlich alle darin benannten Eigenschaften, Forderungen und Beschreibungen ebenso als garantiert einzustufen und umzusetzen sind. Dies gilt z.B. auch für die Einhaltung des Mindestwertes für den R1-Faktor nach Recherchen des Verfassers bei drei Projekten mit mindestens 0,65 (richtliniengemäß) einzuhalten ist, während bei zwei Projekten ein Wert von mindestens 0,8 vorgegeben und damit von Bietern garantiert worden ist. Es bleibt abzuwarten, inwiefern insbesondere der Wert von mindestens 0,8 unter den gegebenen Randbedingungen von den einzelnen Bietern nachgewiesen werden kann.

Aber auch die kommerziellen Bedingungen verursachten bei potentiellen Bietern Bedenken, wenn es sich um immer wiederkehrende Forderungen z.B. nach unbegrenzten Haftungen, Übernahme von Bodenrisiken und aller Risiken aus der Erteilung von noch ausstehenden Genehmigungen – inhaltlich und terminlich – handelte.

Die vorgenannten Beispiele stellen ein in der Summe schwer kalkulierbares Wagnis dar und sind pauschal zumindest für die Mehrzahl der Technologielieferanten wenig akzeptabel, auch wenn vergleichbare Konditionen bei öffentlichen Vergaben in anderen Ländern der EU durchaus ebenso zur Anwendung kommen – es sich also nicht um ein landesspezifisches Problem handelt – und sich doch offensichtlich zahlreiche Bieter bzw. Bietergemeinschaften an den Vergabeverfahren beteiligt haben. Allerdings haben in der überwiegenden Anzahl der Fälle lokale Bauunternehmen die Führung übernommen - auch dies eine aus anderen Ländern dann bekannte Vorgehensweise - und die Technologielieferanten in einer Unterlieferantenfunktion berücksichtigt - eine Variante, die das polnische Vergaberecht erst seit wenigen Jahren überhaupt zulässt. Die Chancen und Risiken dieser Vorgehensweise sind von den Beteiligten individuell abzuschätzen, werden generell aber wiederum in einem höheren Preisniveau resultieren.

Mit den Referenzen der Technologielieferanten und den zu benennenden MVA-Spezialisten wurden die lokalen Bauunternehmen meist erst in die Lage versetzt, sich als Bieter zu qualifizieren.

Diese Vorgehensweise impliziert, dass sich unter der Voraussetzung unveränderter Prozedere und Bedingungen diese Firmen bei zukünftigen Vergabeverfahren eigenständig bewerben können, die Technologie selbst also keine Rolle spielt. Schon bei den erfolgten Vergaben hat es Fälle gegeben, in denen die Technologie nach der Auftragserteilung ausgetauscht wurde, der Stellenwert des eigentlichen Herzstückes einer Anlage also letztlich leider als gering einzustufen ist.

2. Das Projekt Krakow

Die Stadt Krakow in der Woiwodschaft Malopolskie ist im Süden Polens gelegen und hat etwa 750.000 Einwohner. Im Jahre 2008 wurden dort etwa 320.000 Tonnen Kommunalabfälle erzeugt, von denen etwa 85 Prozent deponiert wurden [7]. Zum damaligen Zeitpunkt, also vor Einführung des neuen Abfallgesetzes 2011/2012, hatten 25 Gesellschaften die Genehmigung für die Sammlung und den Abtransport der Abfälle. Die Kosten für die Abfallentsorgung wurden über die einzelnen Gesellschaften bei den Abfallproduzenten abgerechnet. Die Gebühren umfassten die Kosten für die Sammlung, den Transport und die Entsorgung der Abfälle. Bereits etwa zwei Drittel der Abfälle wurden von der städtischen Gesellschaft MPO gesammelt und entsorgt. Die Gebühr für die Entsorgung einer 120 l-Tonne lag in der Größenordnung von durchschnittlich etwa 21 PLN. Die bestehende Deponie mit einer damaligen Restkapazität für etwa 4-5 Jahre wurde ergänzt durch eine Sortieranlage sowie zwei Kompostierungsanlagen.

Von den insgesamt in Krakow generierten 320.000 Tonnen Kommunalabfällen pro Jahr sollen in der Abfallverbrennungsanlage 220.000 Tonnen verbrannt werden. Hierfür soll eine Anlage mit zwei Verbrennungslinien von jeweils 14,1 t/h Kapazität bei einem Auslegungsheizwert von 8,8 MJ/kg errichtet werden. Die Infrastruktur der Anlage soll zusätzlich die Einrichtungen zur Schlackenbehandlung (70.000 t/Jahr) sowie zur Behandlung der Rückstände aus der Abgasreinigung (15.000 t/Jahr) beinhalten. Neben der Stromerzeugung ist ein Anschluss an das lokale Fernwärmenetzwerk vorgesehen.

Das Projekt MHKW Krakow wurde entwickelt, um die noch bestehende Lücke im übergeordneten Abfallwirtschaftsplan der Gemeinde zu schließen, einerseits um die noch verbleibenden Restabfallmengen thermisch zu behandeln, andererseits um die Erfüllung der geltenden Regularien und Direktiven sicherzustellen. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurden verschiedene Lösungswege und Standorte betrachtet, auch um die spätere Logistik der Abfallversorgung der Anlage zu ermöglichen, aber auch um den Anschluss an die verschiedenen Energieversorgungsnetzwerke effizient und möglichst schnittstellenfrei zu gestalten. Vier unterschiedliche Standorte wurden betrachtet, wobei schließlich der Standort Nova Huta als der optimale Standort identifiziert werden konnte.

Die Kapazität der Anlage wurde unter Berücksichtigung der Entwicklung der Einwohnerzahlen der Stadt Krakow sowie der spezifischen Abfallmengen je Einwohner und Jahr bis in das Jahr 2030 extrapoliert. Obwohl ein Rückgang der Einwohnerzahlen erwartet wird, führen insgesamt deutlich ansteigende spezifische Abfallmengen zu

einem insgesamt ansteigenden Abfallabfallaufkommen in dem Betrachtungszeitraum. Unter Berücksichtigung von zunehmender Getrenntsammlung und beabsichtigten Recyclinganstrengungen wurde schließlich die bereits genannte Anlagenkapazität festgelegt, die so prinzipiell bis zum Jahr 2030 ausreichen soll.

Im Zuge einer Evaluierung alternativer Behandlungsverfahren wurde festgestellt, dass die mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen zu keiner Lösung des Abfallproblems führen würde. Auch Pyrolyse und Vergasungsverfahren wurden von weiteren Betrachtungen ausgeschlossen. In umfangreichen Betrachtungen thermischer Behandlungsverfahren hat sich schließlich wiederum die Rostfeuerung als die bestmögliche Alternative für die geplante Anlage ergeben.

Das vorgesehene Budget für das Gesamtanlagenprojekt wurde mit etwa 150 Millionen EUR festgelegt. Unter Berücksichtigung von Betriebsmittelkosten, Personal- und Finanzierungskosten und den Einkünften aus dem Verkauf der erzeugten Energie wurde für den Beginn des Anlagenbetriebes ursprünglich eine Anlieferungsgebühr von etwa 170 PLN berechnet, die bis zum Jahr 2030 auf etwa 340 PLN ansteigen, sich also verdoppeln könnte [7]. In den späteren Offerten der Bieter wurden für die reinen Betriebskosten (Verbrauchsstoffe und interner Stromverbrauch) Werte von etwa 60 PLN/t genannt. Nur der Anteil für die Verbrauchsstoffe der Stabilisierungseinrichtungen soll daran schon je nach eingesetzter Prozesstechnik 30-45 Prozent betragen.

Als für die gesamte Projektabwicklung verantwortliche Stelle wurde die KHK S.A. (Krakowski Holding Komunalny AG) bestimmt. Die KHK SA ist eine 100 Prozentige Tochter der Stadt Krakow und stellt letztlich einen Zusammenschluss verschiedener städtischer Gesellschaften mit Bezug auf die Wärme- und Wasserversorgung dar.

Im Rahmen des zweistufigen Vergabeverfahrens wurden insgesamt fünf Bieter für das Projekt qualifiziert, von denen sich vier durch die Abgabe eines Angebotes an dem Vergabewettbewerb beteiligt haben.

Am 31. Oktober 2012 wurde schließlich der Vertrag zwischen der KHK SA und der Firma Posco E&C für den Bau der Anlage unterzeichnet und somit das Startsignal für die Realisierung dieses Projektes gegeben. Zwischen Angebotsabgabe und Unterschrift ist es zu einigen überraschenden Wendungen gekommen, die darin resultierten, dass letztlich der Bieter mit dem höchsten Angebotswert den Zuschlag erhalten hat.

Zwischen dem Zeitpunkt der Ankündigung der Vergabeverfahrens und der Vertragsunterschrift ist nahezu genau ein Jahr vergangen, ein Zeitraum, der - wie bei den anderen Vergabeverfahren auch - weniger für die vielleicht manchmal sinnvolle Klärung technischer Aspekte als vielmehr für diverse rechtliche Klärungen vor der Vergabekammer genutzt wurde.

Schon lange vor Beginn des Vergabeverfahrens hatte sich die Firma Posco für einen Technologielieferanten aus Ratingen entschieden. Dieser erfahrene Lieferant war somit von Anbeginn des Projektes in die Bearbeitung einbezogen und hat die Firma Posco bei der Erstellung der Präqualifikationsunterlagen sowie des eigentlichen Angebotes unterstützt.

Um die Bearbeitung der Genehmigungsunterlagen zu beschleunigen, wurde bereits im November 2012 ein Engineering-Vertrag mit dem Technologielieferanten unterzeichnet, dieser Vertrag wurde dann durch die Erteilung des eigentlichen Lieferauftrages für das gesamte Los Feuerung und Kessel im Februar 2013 ergänzt. Die Baugenehmigung wurde von den Behörden schließlich im November 2013 erteilt, anschließend wurde unverzüglich mit den Bauarbeiten begonnen. Die Anlage soll vertragsgemäß spätestens bis Ende 2015 in Betrieb genommen und übergeben worden sein.

Die Zusammenarbeit zwischen der Firma Posco und dem Raterer Technologielieferanten gestaltet sich erfolgreich und ist durch eine vertrauensvolle Zusammenarbeit und einen intensiven Informationsaustausch in Bezug auf alle Aspekte der Abfallverbrennungsanlage gerichtet.

3. Die Anlagentechnik des MHKW Krakow

Der Aufbau der Abfallverbrennungsanlage ist mit dem vorgegebenen 2-linigen Aufbau konventionell gestaltet. Im Auslegungspunkt bei einem Heizwert von 8,8 J/kg beträgt der Durchsatz je Linie 14,1 t/h, so dass sich eine Jahreskapazität von 220.000 Tonnen errechnet. Gemäß Feuerungsleistungsdiagramm wird eine maximale Jahresdurchsatzleistung von etwa 250.000 Tonnen zur Verfügung gestellt. Gemäß den Mindestvorgaben der Ausschreibung wurden die Dampfparameter mit 40 bar und 415 °C festgelegt, der mindestens zu erreichende Kesselwirkungsgrad beträgt 85 Prozent und wird überschritten.

Prinzipiell wäre es natürlich möglich gewesen, diese Durchsatzleistung auch mit nur einer Verbrennungslinie darzustellen. Größere Durchsatzleistungen werden sicher beherrscht und können zu einer Reduzierung der Betriebskosten beitragen, so dass dieser Aspekt vielleicht bei zukünftigen Neuanlagen Berücksichtigung finden könnte.

Als Verbrennungssystem wurde ein bewährter luftgekühlter zweistufiger Rost nach dem Gegenlaufprinzip ausgewählt. In dem nachgeschalteten 5-Zug-Kessel werden jeweils etwa 40 t/h Dampf erzeugt, die in dem folgenden Wasser-Dampf-Kreislauf sowohl in Strom als auch in Fernwärme umgewandelt werden. Zur Stickoxydabscheidung auf einen Wert von etwa 100 mg/m³n wird ein bewährtes SNCR-Verfahren eingesetzt. Die nachgeschaltete Abgasreinigungsanlage mit Sprühabsorber und Gewebefilter soll die Erreichung der vertraglich zugesicherten Emissionsgrenzwerte, die z. T. deutlich unterhalb der europäischen Richtlinien liegen, sicherstellen. Die Anlagentechnik wird ergänzt durch eine Schlackenaufbereitung sowie durch ein Verfahren zur Stabilisierung der Reststoffe aus der Abgasreinigungsanlage.

Das Projekt Krakau zeichnet sich positiv durch eine interessante Architektur aus. In einem dem eigentlichen Anlagenvergabeverfahren vorgeschalteten Wettbewerb waren Architekturbüros aufgefordert, einen entsprechenden Vorschlag zu erarbeiten. Das Architekturbüro Manufaktura Nr. 1 Boguslaw Wowrzeczka aus Wroclaw hat schließlich den in Bild 1 dargestellten Entwurf vorgelegt, der von einer Kommission als der beste ausgewählt wurde.



Bild 1: Architektur des MHKW Krakow

In einem weiteren Vergabeverfahren hat die KHK die Ingenieurberatungsleistungen (Owner's Engineer) ausgeschrieben. Das Unternehmen Energopomiar aus Gliwice ist als erfolgreicher Bieter aus diesem Vergabeverfahren hervorgegangen und begleitet heute auf Seiten der KHK die Abwicklung des Projektes.

Die ursprüngliche Terminplanung nach der Vertragsunterzeichnung im Oktober 2012 sah den Beginn der Bauarbeiten für Mitte 2013 vor, dieser sollte sofort nach Erteilung der notwendigen Genehmigungen erfolgen. Diese hat sich jedoch verzögert, so dass die Grundsteinlegung und damit der Beginn der Bauarbeiten erst im November/Dezember 2013 erfolgen konnten. Dennoch ist davon auszugehen, dass die Übergabe der Anlage wie geplant Ende 2015 erfolgen wird.

Auf Grund der Erfahrungen des Raterger Technologielieferanten bei der Abwicklung verschiedener schlüsselfertiger Kraftwerksanlagen in Polen (GuD-Kraftwerke Lublin 235 MWe und Rzeszow 96 MWe sowie die Abgasentschwefelungsanlage Dolna Odra) kann der Generalunternehmer, die Firma Posco, eine vollständige Unterstützung erwarten. Zudem stellt der Technologielieferant die vertraglich zugesicherten Funktionen für den Contractor's Representative sowie den Chief Designer. Eine zusätzliche Unterstützung wird durch dessen polnische Schwestergesellschaft möglich, die mit etwa 400 Mitarbeitern einen Umsatz von 90 Millionen PLN im Servicebereich erwirtschaftet. Es ist selbstverständlich, dass bei Vergaben polnische Lieferquellen eine adäquate Berücksichtigung finden.

Das Projekt MHKW Krakow kann schon heute als ein besonderes Beispiel für eine gelungene Zusammenarbeit zwischen einer polnischen Kommune, einem koreanischen Generalunternehmer und einem deutschen Technologielieferanten benannt werden.

4. Zukünftige Projekte und Ausblick

Wie bereits erwähnt wurden fünf der sechs im Jahre 2012 vergebenen Abfallverbrennungsaufträge als Bauaufträge ausgeschrieben und vergeben. Die entsprechenden Auftraggeber beabsichtigen, ihre Anlagen später mit eigenen, kommunalen Gesellschaften zu betreiben. Es bleibt abzuwarten, ob diese Vorgehensweise in der Zukunft beibehalten werden kann und wird. Im Interesse einer Reduzierung der Betriebskosten und dementsprechend der Entsorgungskosten könnten zukünftige Auftraggeber Bau und Betrieb der Anlagen in eine private Hand vergeben, diese Projekte also im Zuge von PPP-Projekten realisieren, so wie es bereits bei dem Projekt Poznan vorgesehen ist. Dieses Projekt hat gezeigt, dass PPP-Projekte für den Bau und den Betrieb von Abfallverbrennungsanlagen in Polen grundsätzlich machbar sind.

Es ist bemerkenswert, dass dieses Projekt auf der Grundlage eines Dialogverfahrens vergeben wurde und das sich ergebende Preisniveau im Rahmen der Erwartungen gelegen hat. Es ist nicht nachvollziehbar, warum dieses Projekt im Dialogverfahren vergeben wurde, während die reinen Bauaufträge auf Basis eines unflexiblen und für derartige Projekte grundsätzlich eher nicht geeigneten einstufigen Verfahrens ausgeschrieben und vergeben wurden. Es wäre wünschenswert, wenn sich die Auftraggeber in Zukunft bei der Vergabe von reinen Bauaufträgen für Abfallverbrennungsanlagen ebenso für das Verhandlungs- oder Dialogverfahren entscheiden würden, welches schließlich auch für die Auftraggeberseite zu einer optimierten Lösung führen könnte, wenn auch in Verbindung mit erhöhten Anforderungen an eine Verantwortungsbereitschaft.

An dieser Stelle sei noch einmal betont, dass nicht das Vergabeverfahren als solches kritisiert wird, sondern vielmehr dessen Anwendbarkeit auf ein komplexes Bauprojekt, für das nicht nur genau eine einzige Lösung existiert. Somit ließen sich auch Konflikte vermeiden, die sich aus der Unabänderbarkeit der Ausschreibungsvorgaben im Zuge der Abwicklung eines Auftrages ergeben. Es entsteht der Eindruck, dass hier zum Teil Lösungen zwanghaft umgesetzt werden müssen, weil diese im Zuge der Vorplanungsarbeiten vielleicht sogar berechtigterweise in die Ausschreibung eingeflossen sind, sich im Zuge der Abwicklung jedoch als unvorteilhaft erweisen. Innovations- und Optimierungsmöglichkeiten werden somit auf Grund bürokratischer Vorgaben und Vorgehensweisen in den Hintergrund gedrängt, unnötige Mehraufwendungen müssen letztlich vom Bürger übernommen werden.

Der Markt für Abfallverbrennungsanlagen in Polen hat sich insgesamt sehr dynamisch entwickelt, allerdings ist nach den insgesamt 6 erfolgten Auftragsvergaben im Jahre 2012 eine gewisse Beruhigung eingetreten. Dennoch ist zu erwarten, dass auch in Zukunft noch zahlreiche Abfallverbrennungsanlagen gebaut werden.

Optimistische Schätzungen gehen bis zum Jahre 2020 von dem Bau von bis zu 30 weiteren Anlagen aus, die über das gesamte Land verteilt sind. Zwei Drittel davon könnten alleine im Süden bzw. Südwesten des Landes errichtet werden. Auch der Großraum Warschau mit etwa 2 Millionen Einwohnern bietet ein großes Potential für den Bau einer oder mehrerer Großanlagen.

In Anbetracht der damit verbundenen hohen Investitionen, der Anstrengungen des polnischen Staates bei der Abfalltrennung und dem Recycling, den notwendigen aber begrenzten Ressourcen zum Bau der Anlagen sowie der komplexen Vergabeverfahren, für die Vereinfachungen kaum zu erwarten sind, erscheinen die vorgenannten Volumina allerdings nicht real. Analysen, die sich aus dem nationalen Abfallwirtschaftsplan für 2010 [8] ergeben und bereits für 2010 bzw. 2013 den Bau von bis zu 7 bzw. bis zu 10 Abfallverbrennungsanlagen in Polen prognostizierten, haben sich als deutlich zu ambitioniert gezeigt. Auch wenn Abfallverbrennungsanlagen in Polen politisch gewollt sind – der Nationale Abfallwirtschaftsplan 2014 definiert die thermische Abfallbehandlung als bevorzugte Behandlungsmethode für unsortierte Kommunalabfälle in Wirtschaftsregionen mit mindestens 300.000 Einwohnern –, erfordert jedes Projekt einen nicht unerheblichen zeitlichen Vorlauf, so dass mit einem signifikanten Vergabevolumen erst wieder ab der Mitte des Jahrzehnts gerechnet werden kann.

Ausgehend von einer jährlichen Abfallmenge von 350 kg pro Person bei derzeit etwa 38 Millionen Einwohnern und einer Rate von 30 Prozent für die thermische Abfallbehandlung ergibt sich bei einer mittleren Anlagengröße von 250.000 Tonnen ein weiteres Potential von 8 bis 10 Anlagen.

Unter der Annahme, dass diese etwa 4 Millionen Tonnen Abfälle thermisch behandelt werden, könnten damit etwa 2,2 TWh Elektrizität und etwa 6,5 TWh Wärme pro Jahr produziert werden. Im Vergleich hierzu wurden 2010 im Kraftwerk Turow, in dem etwa 7 Prozent des gesamten polnischen Stromes erzeugt wird, unter Verwendung von etwa 10 Millionen Tonnen Braunkohle etwa 10 TWh produziert [1].

Würden die Verhältnisse des deutschen Entsorgungsmarktes auf Polen übertragen, so müssten sogar Verbrennungskapazitäten in Höhe von 5,2 mio Tonnen Abfällen geschaffen werden [9].

Geduld und langen Atem vorausgesetzt, hat die Erfolgsgeschichte der Abfallverbrennung in vielen Ländern Westeuropas, die inzwischen vollständig von der Deponierung von unbehandelten Abfällen abgekehrt sind, gezeigt, dass Abfallrecycling und Abfallverbrennung gemeinsam und sich jeweils ergänzend entwickelt werden können.

Gesetzgebung und Umweltbewusstsein sind die treibenden Faktoren, die das Marktvolumen für Abfallverbrennungsanlagen in Polen positiv beeinflussen werden. Die überbordende Bürokratie und Probleme bei der Finanzierung sind andererseits die begrenzenden Faktoren. Polen steht in den nächsten Jahren vor großen Herausforderungen in Bezug auf eine geordnete und umweltgerechte Abfallwirtschaft und das Unternehmen Doosan Lentjes ist bereit, mit einer ausgereiften Technologie einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung zu leisten.

5. Quellen

- [1] Deloitte, Fortum, 4P research mix: Waste Management in Poland; September 2011
- [2] Kapsa, K.: Verfahren für die Systembewertung und Ableitung der Optimierungspotenziale für Entsorgungssysteme am Beispiel eines polnischen Zweckverbandes. Dissertation, Berlin 2010
- [3] Europäische Kommission: Regionalpolitik/Entwicklungsprogramme/Polen/Operationelles Programm *Infrastruktur und Umwelt*
- [4] Polen führt Überlassungspflicht für kommunale Siedlungsabfälle ein. In: Euwid Recycling und Entsorgung, Nr. 35.2011, 30.08.2011
- [5] Wielgosinski, G.: Municipal Waste Management and Waste-to-Energy Projects in Poland. In: WtERT Meeting Europe – Brno 2010
- [6] Ochrona srodowiska 2013 In: Central Statistical Office, Warszawa 2013
- [7] Jaspers Active Completion Note: Municipal Waste Management Programme Krakow, 10.06.2011
- [8] Poland/The 2010 National Waste Management Plan (KPGO) Warsaw, December 2006
- [9] Clifford Chance: Municipal Waste Incineration Plants, Briefing, August 2013

PROFESSOR DR.-ING. MICHAEL BECKMANN

PROFESSOR DR. DR. H. C. KARL J. THOME-KOZMIENSKY

PROFESSOR DR.-ING. REINHARD SCHOLZ

DR.-ING. STEPHANIE THIEL

BERATUNG FÜR UMWELT UND ENERGIE

STRATEGIEENTWICKLUNG

WISSENSCHAFTLICHE UND INGENIEURTECHNISCHE EXPERTISEN

TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG VON
INVESTITIONSVORHABEN

RISIKOABSCHÄTZUNG BEIM EINSTIEG IN TECHNOLOGIEN
UND VERFAHREN

TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG

STOFFKREISLÄUFE

EMISSIONSMINDERUNG

ENERGIEEFFIZIENZ VON INDUSTRIELLEN PROZESSEN

TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHE BILANZIERUNG VON
ENERGIEUMWANDLUNGS- UND STOFFBEHANDLUNGSPROZESSEN

UNTERSTÜTZUNG BEI GENEHMIGUNGSVERFAHREN

SCHADENSBEURTEILUNG



Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 11

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014

ISBN 978-3-944310-06-0

ISBN 978-3-944310-06-0 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2014

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Fabian Thiel, Cordula Müller, Ina Böhme,

Janin Burbott

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.