



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑲ Anmeldenummer : **91810305.2**

⑤① Int. Cl.⁵ : **C25C 3/20**

⑳ Anmeldetag : **24.04.91**

③① Priorität : **04.05.90 CH 1527/90**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
06.11.91 Patentblatt 91/45

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT CH DE ES FR GB IT LI

⑦① Anmelder : **ALUSUISSE-LONZA SERVICES AG**
Feldeggstrasse 4
CH-8034 Zürich (CH)

⑦② Erfinder : **Entner, Peter**
Rue d'Orzival 17
CH-3960 Sierre (CH)

⑤④ **Regulierung und Stabilisierung des AlF_3 -Gehaltes in einer Aluminiumelektrolysezelle.**

⑤⑦ Ein Verfahren dient der Regulierung und Stabilisierung eines wenigstens bei 10 Gew.-% liegenden AlF_3 -Gehaltes (c) im Bad einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium aus in einer Kryolithschmelze gelöstem Aluminiumoxid.

Während eines Zeitraums (t_1) wird aus einer mehrere Parameter umfassenden Serie von Messwerten der individuelle Zustand einer Aluminiumelektrolysezelle, insbesondere von deren kathodischer Kohlenstoffwanne, analysiert. Mit einer Modellrechnung wird die optimale Zeitverschiebung (ZV) zwischen der Zugabe von AlF_3 und deren Wirkung im Elektrolyten ermittelt. Die Zugaben (z) von AlF_3 werden unter Vorgabe eines bestimmten AlF_3 -Gehaltes (c) in Berücksichtigung der Zeitverschiebung (ZV) berechnet und AlF_3 portionenweise oder kontinuierlich zugegeben.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regulierung und Stabilisierung eines wenigstens bei 10 Gew.-% liegenden AlF_3 -Gehaltes im Bad einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium aus in einer Kryolithschmelze gelöstem Aluminiumoxid.

In einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium wird ein Bad bzw. ein Elektrolyt verwendet, welches im wesentlichen aus Kryolith, einer Natriumaluminiumfluorverbindung ($3\text{NaF}\cdot\text{AlF}_3$) besteht. Diesem Kryoliten werden neben dem aufzulösenden Aluminiumoxid insbesondere noch den Schmelzpunkt erniedrigende Substanzen hinzugefügt, beispielsweise Aluminiumtrifluorid AlF_3 , Lithiumfluorid LiF , Kalziumdifluorid CaF_2 und/oder Magnesiumdifluorid MgF_2 . So enthält ein Bad in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium beispielsweise 6 bis 8 Gew.-% AlF_3 , 4 bis 6 Gew.-% CaF_2 , 1 bis 2 Gew.-% LiF , Rest Kryolith. Je nach dem Gehalt der Zusätze wird derart der Schmelzpunkt des Bades in den Bereich von 940 bis 970°C, den industriell angewendeten Temperaturbereich, gesenkt.

Badzusätze haben jedoch nicht nur positive Auswirkungen, wie z.B. eine Erniedrigung des Schmelzpunktes, sondern wirken sich oft auch negativ aus. Die Zugabe von Lithiumfluorid beispielsweise erlaubt ohne besondere Metallbehandlung keine Folienqualitäten für Kondensatoren.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung interessieren nur Bäder mit zu einem Ueberschuss von wenigstens 10 Gew.-% führenden Zusätzen von AlF_3 , einer Lewis-Säure. Dieser Ueberschuss wird als Mol- bzw. Gewichtsverhältnis von NaF zu AlF_3 unter Einbeziehung des Kryolithen oder als prozentualer Anteil des überschüssigen, freien AlF_3 ausgedrückt. Im nachfolgenden wird die zweite Variante gewählt, wie mit den obenstehenden Zahlenbeispielen bereits angedeutet.

Mit der Zugabe von AlF_3 kann die Liquiduslinie des ternären Systems Kryolith-Aluminiumoxid-Aluminiumtrifluorid mit einer quadratischen Beziehung erniedrigt werden. Eine Zugabe von 10 Gew.-% AlF_3 bewirkt eine Erniedrigung der Temperatur um etwa 25°C. Wegen der bekannten quadratischen Abhängigkeit von der Konzentration ist das Bestreben naheliegend, mit höheren Aluminiumfluorid-Konzentrationen zu arbeiten, insbesondere weil noch weitere Vorteile erkannt worden sind:

- Wegen der niedrigeren Temperatur sind die Badkomponenten weniger aggressiv, die Lebensdauer der Elektrolysezelle kann dadurch verlängert werden. Weiter kann der Anodenverbrauch niedriger gehalten werden, was sich zusätzlich auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt.
- Es löst sich weniger Aluminium im Elektrolyten, was eine höhere Stromausbeute bedeutet.
- Das schmelzflüssige Metall enthält weniger Natrium, welches die Lebensdauer der Kathode herabsetzt.

Es ist jedoch auch festgestellt worden, dass die Herabsetzung der Badtemperatur durch einen hohen AlF_3 -Gehalt nicht nur Vorteile bringt, sondern dass dadurch auch Nachteile in Kauf zu nehmen sind:

- Die Löslichkeit der Tonerde im Elektrolyten wird erniedrigt.
- Die elektrische Leitfähigkeit des Bades nimmt mit zunehmendem AlF_3 -Gehalt und abnehmender Temperatur ab. Die Stabilität des erstarrten Seitenbords nimmt ab.
- Die Löslichkeit von Aluminiumkarbid nimmt mit zunehmendem AlF_3 -Gehalt stark zu. Dadurch wird in erster Linie die Dreiphasenzone (Kohlenstoffauskleidung, Elektrolyt, schmelzflüssiges Metall) beeinträchtigt, insbesondere wenn kein Schutz durch erstarrtes Elektrolytmaterial besteht. Weiter wandert gelöstes Aluminiumkarbid zur Anode und erniedrigt reagierend die Stromausbeute.
- Natriumionen sind Ladungsträger des Elektrolysestroms, während die Aluminiumionen an der Kathode reduziert werden. Deshalb entsteht in diesem Bereich ein hohes NaF/AlF_3 -Verhältnis, was zur Erstarrung von Elektrolytmaterial führen kann.

Neben diesen bekannten Nachteilen ist überdies festgestellt worden, dass bei einem bei oder über 10 Gew.-% liegenden AlF_3 -Gehalt im Bad Schwankungen mit einer Wellenlänge von mehreren Tagen, beispielsweise 10 bis 30 Tagen, auftreten können. Dabei schwankt der AlF_3 -Gehalt langsam innerhalb weiter Grenzen, beispielsweise im Bereich von 6 bis 20 Gew.-%.

Mit diesen Schwankungen des AlF_3 -Gehaltes sind entsprechend der oben erwähnten quadratischen Beziehung auch Temperaturschwankungen, beispielsweise im Bereich von 930 bis 990°C verbunden. Weiter hat ein bei oder über 10 Gew.-% liegender Aluminiumfluorid-Gehalt Flussstandschwankungen im Bereich von 10 - 30 cm zur Folge. Bei niedrigeren, unterhalb von 10 Gew.-% liegenden AlF_3 -Gehalten sind keine derart ausgeprägten Schwankungen festgestellt worden.

Der Erfinder hat sich die Aufgabe gestellt, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welchem die Schwankungen des AlF_3 -Gehaltes und damit der Badtemperatur auch ohne Lithiumfluorid-Zusätze auf eine geringe Standardabweichung gebracht werden können, für den AlF_3 -Gehalt auf etwa 1 bis 2%. Gegensteuernde Zusätze mit neutralisierender Wirkung, wie beispielsweise Soda oder Natriumfluorid, sollen nicht oder nur in Ausnahmefällen angewendet werden müssen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass während eines Zeitraums t_1 aus einer mehrere Parameter umfassenden Serie von Messwerten der individuelle Zustand einer Aluminiumelektrolysezelle, insbesondere von deren kathodischer Kohlenstoffwanne, analysiert, mit einer Modellrechnung die optimale Zeit-

verschiebung zwischen der Zugabe von AlF_3 und deren Wirkung im Elektrolyten ermittelt, die Zugaben von AlF_3 unter Vorgabe eines bestimmten AlF_3 -Gehaltes in Berücksichtigung der Zeitverschiebung berechnet und AlF_3 portionenweise oder kontinuierlich zugegeben wird.

Während der Aluminiumelektrolyse erfolgt stets ein Verlust von AlF_3 , einerseits durch Verdampfen, was bei gekapselten Aluminiumelektrolysezellen die Umwelt nicht oder nur in sehr geringem Ausmass beeinträchtigt, und andererseits durch Reaktion mit in der zugegebenen Tonerde enthaltenem Na_2O . Für die Zugabe von AlF_3 bestehen Tabellen, welche die zuzugebenden Einheiten in Abhängigkeit der Badtemperatur und dem einzustellenden AlF_3 -Gehalt auflisten. Diese Tabellen können noch verfeinert werden, indem allgemeine Korrekturfaktoren wie z.B. Zellenalter, Anzahl Anodeneffekte, Trend der Konzentration berücksichtigt werden.

In der Praxis hat es sich jedoch gezeigt, dass noch so detaillierte Tabellen in den meisten Fällen von der individuellen Wirklichkeit und den individuellen Bedürfnissen einer Elektrolysezelle abweichen. Grundlegend ist deshalb die Erkenntnis, dass einer Regulierung und Stabilisierung des AlF_3 -Gehaltes eine individuelle Erfassung und Analyse der Zellenparameter vorausgehen muss, die periodisch erneuert wird. Bei einem guten Zellenangang kann diese Berechnung der Zellenparameter in grösseren, bei schlechtem Zellenangang in kleinen Zeitabständen erfolgen. Weiter ist vom Erfinder gefunden worden, dass zwischen der Zugabe von Aluminiumtrifluorid AlF_3 und dessen Wirkung im Bad einige Zeit verstreicht, beispielsweise etwa 3 Tage, was in der erfindungsgemäss angewendeten Modellrechnung für die AlF_3 -Zugabe berücksichtigt ist.

Die mehrtägige Zeitverzögerung zwischen der AlF_3 -Zugabe und deren Wirkung hatte stets zur Folge, dass wegen fehlender Reaktion wenigstens täglich weiter Aluminiumfluorid zugegeben und dann der Zielwert regelmässig überschossen wurde. Als Folge davon musste mit viel zum hohem AlF_3 -Gehalt gefahren oder Soda Na_2CO_3 oder Natriumfluorid NaF in grösseren Mengen als neutralisierendes Gegenmittel zugegeben werden, welche ihrerseits auch zeitverzögert reagierten.

Diese überraschenden Effekte kann sich der Erfinder nur dadurch erklären, dass das mit zunehmendem Zellenalter vermehrt in der Kohlenstoffauskleidung enthaltene NaF vorerst mit zugenommenem AlF_3 reagiert. Das in dem Kohlenstoff enthaltene Natriumfluorid wirkt also als Puffer. Erst wenn eine Sättigung erfolgt ist, wird die AlF_3 -Konzentration im Elektrolyten erhöht, wobei die Temperatur sinkt. Der Puffer gibt dadurch wieder AlF_3 zurück, was zusammen mit dem inzwischen zusätzlich zugegebenen Aluminiumfluorid zu einer über das Ziel hinausschiessenden Erhöhung der AlF_3 -Konzentration führt.

Wie angedeutet erfolgen die Messung und Analyse des individuellen Zustands einer Aluminiumelektrolyse und die Ermittlung der optimalen Zeitverschiebung nicht nur für jede Zelle separat, sondern allenfalls auch in unterschiedlichen Zeitabständen. Bei gesunden, normal arbeitenden Zellen erfolgt dies bevorzugt alle 1 bis 2 Monate, bei schlechtem Ofengang in einem Abstand von 1 bis 5 Tagen ausser Programm wiederholt, bis sich der Ofengang bessert, und die Intervalle wieder verlängert werden können. Dank des individuellen, aktuellen Erfassens des Zellenzustandes kann auf allgemeine Tabellen, welche weder dem Zellentyp noch dessen Zustand Rechnung tragen, verzichtet werden.

Wie beispielsweise aus der EP-B1 0195142 an sich bekannt, kann die Messung des AlF_3 -Gehaltes durch eine Temperaturmessung ersetzt werden. Dies ist nicht nur einfacher, sondern erfasst eine Temperaturabhängigkeit des AlF_3 -Gehaltes zwangsläufig und kann direkt verwertet werden.

Als wesentlichste Parameter für die erfindungsgemäss angewandte Modellrechnung dienen die Flussmasse M und die täglichen AlF_3 -Verluste v . Diese Parameter werden aus Messungen der Konzentration c und den Zugaben z von AlF_3 im Elektrolyten während eines Zeitraums t_1 von vorzugsweise 10 bis 60 Tagen, insbesondere 20 bis 30 Tagen berechnet. Der Zeitraum t_1 ist einerseits so kurz, dass der individuelle Zustand einer Zelle aktuell erfasst werden kann, aber andererseits so lang, dass zufällige, kurzfristige Änderungen ohne Trend unberücksichtigt bleiben.

Die berechneten Flussmasse M und täglichen AlF_3 -Verluste v werden in die Modellrechnung aufgenommen und mit Zeitverschiebungen ZV von vorzugsweise 1 bis 10 ganzen Tagen durchgerechnet. Der beste Parametersatz wird entsprechend an sich bekannter statistischer Kriterien ausgewählt und die Zugabe z von AlF_3 unter Vorgabe eines AlF_3 -Gehaltes c zwischen 10 und 15 Gew.-% berechnet. Die Vorgabe für den AlF_3 -Gehalt c richtet sich nach der als optimal erachteten Elektrolysetemperatur. Diese kann beispielsweise mit etwa 12 Gew.-% Aluminiumfluorid erhalten werden.

Der beste, die Zeitverschiebung ZV enthaltende Parametersatz wird für die nächsten n Tage für die Zugabe z von Aluminiumfluorid verwendet. Dabei wird die folgende Formel verwendet

$$z = M \cdot (c_s - c_m) + n \cdot v$$

wobei M die Flussmasse, c_s der Sollwert für den AlF_3 -Gehalt, c_m den Momentanwert für den AlF_3 -Gehalt und v den täglichen AlF_3 -Verlust bedeutet.

Entspricht der Sollwert c_s exakt dem Momentanwert c_m , so müssen lediglich die Verluste ersetzt werden.

Der Zeitraum von n Tagen sollte in der Regel nicht grösser sein als der Zeitraum t_1 , während welchem die Grundlagen für die Ermittlung der Parameter gemessen wurden. Der Zeitraum ist um die Zeitverschiebung ZV

korrigiert.

Mit einer modifizierten Formel kann vorausgesagt werden, wie hoch nach der Modellrechnung am Tag t_x der Gehalt c_x an Aluminiumfluorid sein soll. Durch eine Messung am betreffenden Tag t_x kann das Modell auf seine Tauglichkeit geprüft und allenfalls angepasst werden.

5 Wird nach der obenstehenden Formel für den Zusatz z von AlF_3 ein negativer Wert errechnet, so ist das Bad mit Aluminiumfluorid übersättigt und braucht keine Zugabe mehr. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren sollte keine oder nur eine geringe Uebersättigung mit Aluminiumfluorid auftreten. Falls diese vor dem natürlichen Einpendeln wegen des AlF_3 -Verlustes korrigiert werden will oder muss, wird ein ebenfalls zeitverzögert wirkendes Gegenmittel, wie beispielsweise Soda oder Natriumfluorid zugegeben. Die Zeitverzögerung wird
10 ebenfalls in einer zellenspezifischen Modellvorrichtung berechnet. Weiter kann eine Übersättigung mit Aluminiumfluorid durch Anpassung der Spannung korrigiert werden.

Die Zugabe von Soda erfolgt vorzugsweise nach der Formel

$$15 \quad z_s = \frac{z}{1,06}$$

Für die Ermittlung der optimalen Zeitverschiebung ZV für die AlF_3 -Zugabe z können auch verfeinerte, untertägige Werte eingegeben werden. Da die mit der Modellrechnung ermittelte optimale Zeitverschiebung ZV für die Aluminiumfluoridzugabe bei in der Aluminiumindustrie eingesetzten Elektrolysezellen in der Regel im Bereich von 2 bis 5 Tagen, insbesondere 3 Tagen, liegt, werden nach einer weiterentwickelten Ausführungsform der Erfindung in diesem Zeitraum liegende untertägige Zeitverschiebungen ZV durchgerechnet und zur Ermittlung des besten Parametersatzes aufgelistet. Schon durch die Einführung einer Stelle nach dem Komma kann der grobe Raster für die Zeitverschiebung ZV auf die in der Praxis erforderliche Feinheit gebracht werden.

25 Die Modellrechnung zur Ermittlung der optimalen Zeitverschiebung ZV und der Zugabe z von Aluminiumfluorid kann durch die Einführung von zusätzlichen Parametern erweitert werden:

– Flusstand. Offensichtlich ist die Elektrolytmasse nicht nur eine Funktion der Temperatur, sondern insbesondere auch des Flusstands, mit andern Worten des Abstands von der Aluminiumoberfläche zur Oberfläche des Elektrolyten.

30 – Thermische Bilanz der Zelle. Diese Bilanz sagt aus, wieviel Energie durch den Boden, die Seitenwände, die Kapselung und die Elektroden abfliesst. Durch den Stromdurchfluss wird nicht nur ein elektrochemischer Prozess aufrechterhalten, sondern durch elektrischen Widerstand des Elektrolyten Wärme erzeugt.

– Spannungsabfall. Der Spannungsabfall im Elektrolyten hängt von der Anzahl der Ionen und deren Beweglichkeit ab.

35 Im Prinzip ist es unwesentlich, wie das benötigte Aluminiumfluorid zugeführt wird. Herkömmlich wird das Aluminiumfluorid sackweise eingebracht, modernere Zellen arbeiten mit Dosiergeräten, wobei zunehmend auch die Dichtstromförderung eingesetzt wird. Die Dosiergeräte bzw. -vorrichtungen sind bevorzugt von einem Prozessrechner gesteuert und geben das Aluminiumfluorid portionenweise oder kontinuierlich ab.

40 Mit dem erfindungsgemässen Verfahren können die Schwankungen der AlF_3 -Konzentration im Elektrolyten auf eine Standardabweichung von 1 bis 2% reduziert werden, was in einem Konzentrationsbereich von 10 bis 15 Gew.-% Aluminiumfluorid eine vereinfachte Prozessführung und eine namhafte Mehrproduktion von Aluminium bringt. Das Ueberschiessen von Zielwerten kann verhindert werden, ebenso weitgehend die Zugabe eines Gegenmittels wie Soda oder Natriumfluorid. Elektrolytzusätze, wie beispielsweise Lithiumfluorid, welche sich bei bestimmten Verwendungen schädlich bemerkbar machen, sind nicht notwendig.

45 Die im Zusammenhang mit vorliegender Erfindung definierten Messgrössen und ihre Masseinheiten sind die folgenden:

c : AlF_3 -Gehalt im Elektrolyten (Gew.-%)

t_1 : Zeitraum (Tage)

z : AlF_3 -Zugabe (kg/Tag)

50 ZV: Zeitverschiebung (Tage)

M : Flussmasse (kg)

v : AlF_3 -Verluste (kg/Tag)

z_s : Soda-Zugabe (kg/Tag)

n : Tage

55 c_s : Sollwert AlF_3 -Gehalt (Gew.-%)

Beispiel

In Fig. 1 ist der typische Zeitverlauf der AlF_3 -Konzentration (Gew.-%) mit den entsprechenden AlF_3 -Zugaben in kg/Tag angegeben. Man erkennt die starken Schwankungen zwischen 5 und 15 % des AlF_3 -Überschusses, hervorgerufen durch die verzögerte Reaktion der Elektrolysezelle auf die AlF_3 -Zugabe.

In Tabelle I sind die Ergebnisse der Berechnung der Modellparameter dargestellt. Für den Zeitraum von 50 Tagen wurden für verschiedene Zeitverschiebungen ($ZV = 1$ bis 10 Tage) die AlF_3 -Verluste (v in kg/Tag) bei vorgegebener Flussmasse von 6.000 kg berechnet. Ausgewählt wird der Datensatz mit dem kleinsten Residuum ($ZV = 3$ Tage, $dc(0) = 1.14$).

Tabelle I: AlF_3 -Modell; Berechnung der Modellparameter

Zeitraum: vom Enddatum 25-12 minus 50 Tage → Anfangsdatum 06-11

ZV Tage	v (0)		[dc(0)]	
	kg/Tag	P	%	P
1	19.90	10	1.17	2
2	21.53	7	1.18	3
3	24.66	1	1.14	1
4	25.42	2	1.28	4
5	27.94	6	1.40	5
6	28.79	8	1.54	6
7	28.07	9	1.64	10
8	27.30	5	1.63	7
9	26.31	4	1.63	8
10	25.62	3	1.63	9

In Tabelle II ist die Berechnung der optimalen Zugabe zur Stabilisierung der AlF_3 -Konzentration angegeben.

Es bedeutet:

- f: Flusstand (cm)
- x: Metallstand (cm)
- Tf: Flusstemperatur (°C)
- z, z_3 : AlF_3 -, sodazugaben (kg/Tag)
- c: AlF_3 -Konzentration (Gew.-%)

Tabelle II: Berechnung der AlF_3 -Zugaben

5

Zeitraum: vom Anfangsdatum 31-12
plus 7 Tage → Enddatum 06-01

10

Datum	Betriebswerte					Startwerte			Berechnung			
	f	x	T_f	z	z_s	c	z	z_s	c	z	z_s	c
15	06-01									20	0	12.1
	05-01									20	0	11.5
	04-01									20	0	10.9
	03-01									60	0	10.3
20	02-01									60	0	9.7
	01-01									60	0	10.1
	31-12									60	0	10.5
25	30-12	16	23	967		10.3			10.3			
	29-12	16	23	960	0	0	0	0				
	28-12	18	23	967	40	0	40	0				
	27-12	17	23	961	40	0						
30	26-12	17	23	957	0	0	12.7					
	25-12	13	23	935	0	0						
	24-12	14	23	941	0	0						
	23-12	15	22	940	0	0	14.2					
35	22-12	14	23	943	0	0						

40 In Fig. 2 ist der Zeitverlauf der AlF_3 -Konzentration (Gew.-%) entsprechend Fig. 1 nach Einsatz der Modellberechnungen (ab Januar) dargestellt. Man erkennt die wesentlich verbesserte zeitliche Stabilität der Werte.

45 Patentansprüche

1. Verfahren zur Regulierung und Stabilisierung eines wenigstens bei 10 Gew.-% liegenden AlF_3 -Gehaltes (c) im Bad einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Aluminium aus in einer Kryolithschmelze gelöstem Aluminiumoxid,
dadurch gekennzeichnet, dass
während eines Zeitraums (t_1) aus einer mehrere Parameter umfassenden Serie von Messwerten der individuelle Zustand einer Aluminiumelektrolysezelle, insbesondere von deren kathodischer Kohlenstoffwanne, analysiert, mit einer Modellrechnung die optimale Zeitverschiebung (ZV) zwischen der Zugabe von AlF_3 und deren Wirkung im Elektrolyten ermittelt, die Zugaben (z) von AlF_3 unter Vorgabe eines bestimmten AlF_3 -Gehaltes (c) in Berücksichtigung der Zeitverschiebung (ZV) berechnet und AlF_3 portionenweise oder kontinuierlich zugegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Analyse des individuellen Zustandes einer
- 50
- 55

EP 0 455 590 A1

Aluminiumelektrolysezelle und die Ermittlung der optimalen Zeitverschiebung (ZV) bei normal arbeitender Zelle alle 1 bis 2 Monate, bei schlechtem Ofengang im Abstand von 1 bis 5 Tagen ausser Programm, wiederholt werden.

5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des AlF_3 -Gehaltes durch eine Temperaturmessung ersetzt wird.

10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass aus Messungen der Konzentration (c) und Zugaben (z) von AlF_3 im Elektrolyten während eines Zeitraums (t_1) von 10 bis 60 Tagen, vorzugsweise 20 bis 30 Tagen, die Flussmasse (M) und die täglichen AlF_3 -Verluste (v) berechnet und in der Modellrechnung Zeitverschiebungen (ZV), vorzugsweise 1 bis 10 ganze Tage, eingesetzt werden, der beste Parametersatz entsprechend statistischer Kriterien ausgewählt und die Zugabe (z) von AlF_3 unter Vorgabe eines AlF_3 -Gehaltes zwischen 10 und 15 Gew.-% berechnet wird.

15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabe (z) von AlF_3 für die nächsten n Tage unter Anwendung des besten, die Zeitverschiebung (ZV) enthaltenden Parametersatzes nach der Formel

$$z = M \cdot (c_s - c_m) + n \cdot v$$

20 berechnet wird, wobei M die Flussmasse, c_s der Sollwert für den AlF_3 -Gehalt, c_m den Momentanwert für den AlF_3 -Gehalt und v den täglichen AlF_3 -Verlust bedeutet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem negativen Zugabewert (z) für AlF_3 mit Soda oder Natriumfluorid oder durch Anpassung der Spannung neutralisiert wird.

25 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass Soda nach der Formel

$$z_s = \frac{|z|}{1,06}$$

30 zugegeben wird.

35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Modellrechnung für die Ermittlung der optimalen Zeitverschiebung (ZV) für die AlF_3 -Zugabe (z) verfeinerte untertägige Werte eingegeben werden, vorzugsweise im Bereich von 2 bis 5 Tagen.

40 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Flusstand in der Aluminiumelektrolysezelle, deren thermische Bilanz und/oder Spannungsabfall als Verfeinerung in die Modellrechnung zur Ermittlung der Zeitverschiebung (ZV) und der Zugabe (z) von AlF_3 einbezogen werden.

45 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das AlF_3 sackweise oder mit einer von einem Prozessrechner gesteuerten Dosiervorrichtung zugegeben wird.

50

55

55

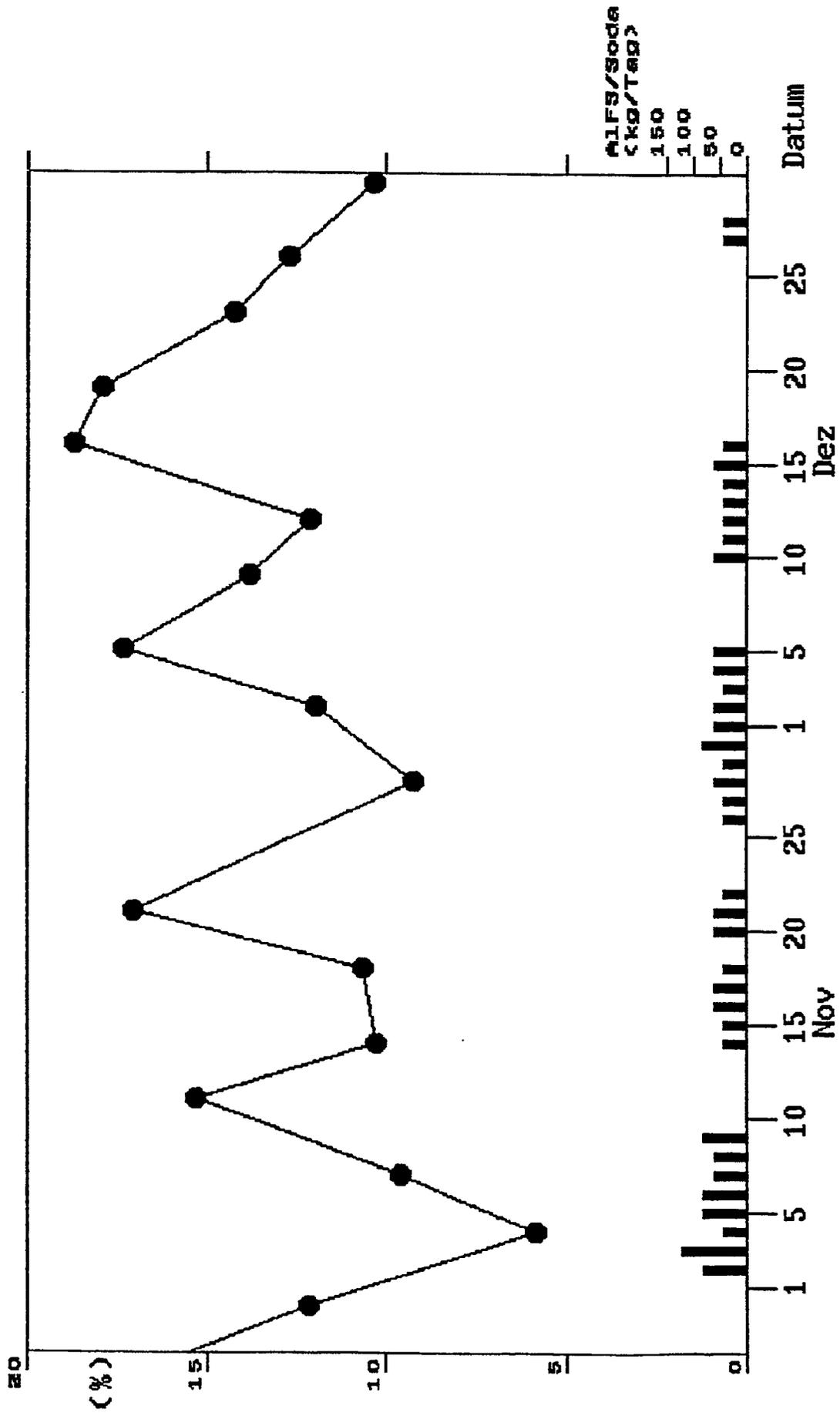


Fig.1

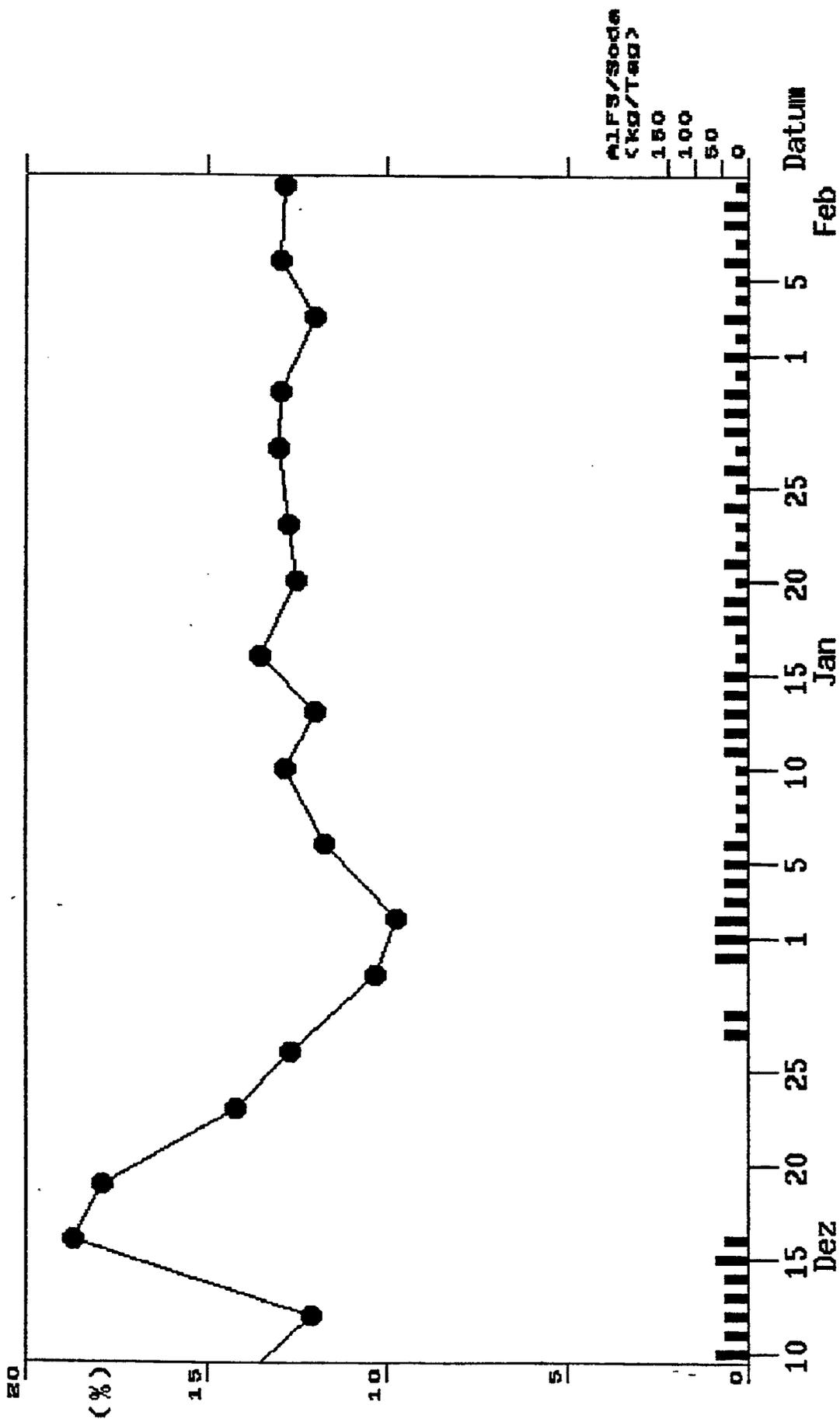


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 81 0305

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL5)
D,A	EP-A-0 195 142 (ALCAN INTERNATIONAL LTD) * Seite 4, Zeile 23 - Seite 5, Zeile 22 *	1	C 25 C 3/20
A	FR-A-2 620 738 (ALUMINIUM PECHINEY) * Das ganze Dokument *	1	
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Woche E34, 6. Oktober 1982, Zusammenfassung Nr. 71690 M28, Sektion Chemical, Derwent Publications Ltd, London, GB; & SU-A-852 975 (ALUM. MAGN. ELECTR. IND.)	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. CL5)
			C 25 C 3
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchert	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	14-08-1991	GROSEILLER PH.A.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)