



algorithmica
technologies

Angebot

APO — Advanced Process Optimizer

Stand Januar 2018

Dies ist der Angebotstext für das Produkt APO (Advanced Process Optimizer) von algorithmica technologies Inc. Die Preise für einzelne Positionen entnehmen Sie bitte Ihrem persönlichen Anschreiben. Die Einführung von APO erfolgt in vier Phasen, die hier näher beschrieben werden.

1. Ausgangssituation und Zielsetzung

Sie betreiben eine **Prozessindustrieanlage** in der viele wichtige Größen kontinuierlich gemessen werden. Diese Anlage soll optimiert werden indem eine bestimmte Größe maximiert wird, üblicherweise ist das der finanzielle Profit der Gesamtanlage.

Der Einsatz eines empirischen Datenmodells und eines selbstlernenden Systems soll die Betriebsmannschaft dabei unterstützen, frühere bessere Betriebspunkte wieder anzusteuern, bessere Betriebspunkte zu finden und schichtübergreifend gleichmäßig die optimalen Betriebspunkte zu fahren.

algorithmica bietet seit 2006 eine **Prozessoptimierungslösung** an, die in der Lage ist den optimalen Betriebspunkt in Echtzeit zu ermitteln und daraus konkrete Handlungsanweisungen an die Betriebsmannschaft zu erteilen. Wir nennen diese Lösung APO: Advanced Process Optimizer. Mehr Information zu APO finden Sie in Abschnitt 2.

In Ihrer Anlage soll APO eingesetzt werden um den Prozess an den aktuell **optimalen Betriebspunkt** zu fahren und dann dort zu halten.

2. APO Produktbeschreibung

APO besteht aus zwei mathematischen Grundmodulen.

In der (1) **Modellerstellung** wird aus historischen Daten eines Prozesses eine Differentialgleichung ermittelt, die die Dynamik dieses Prozesses genau und zuverlässig abbildet. Hier wird das Modell auch durch laufende Messungen immer auf dem aktuellen Stand gehalten. Nach einer anfänglichen Parametrisierung der Lernmethodik, läuft die Modellerstellung komplett automatisch.

In der (2) **Optimierung** wird diese Gleichung benutzt um den Betriebspunkt zu ermitteln, der eine bestimmte, normalerweise berechnete, Größe maximiert. Dazu werden natürlich eine Vielzahl von Randbedingungen beachtet, z. B. Größen die durch den Anlagenfahrer nicht beeinflussbar sind, wie das Wetter, oder Regeln zur Anlagensicherheit. Der Unterschied dieses optimalen Betriebspunktes zum aktuellen Betriebspunkt wird dann als Handlungsvorschlag ausgegeben.

Zusätzlich zur Mathematik, stellt APO eine **Schnittstelle** bereit um zyklisch die aktuellen Daten aus dem Prozessleitsystem oder einem anderen

Dr. Patrick Bangert, CEO
p.bangert@algorithmica-technologies.com
m +1 408 707 0956

algorithmica technologies Inc.
10870 North Stelling Road, Suite 39B
Cupertino, California 95014
USA

Board of Directors:
Patrick Bangert

Delaware File: 6037242
HBS Record ID: 304797





algorithmica
technologies

Datensystem zu lesen. Diese Schnittstelle verwendet das industrietypische Protokoll OPC.

Die Bedienung von APO erfolgt über eine **webbasierte Oberfläche**, sodass jeder Nutzer von seinem Arbeitsplatz nur einen Webbrowser öffnen muss um auf die Vorschläge und sonstige Information zugreifen zu können.

3. Projektvorgehen

Das Softwareprodukt APO ist ein **Standardprodukt**, das einfach installiert werden kann, wie jede andere Software. Allerdings benötigen Sie zur Software auch das mathematische Modell Ihrer ganz besonderen Anlage. Dieses Modell wird genau für Sie hergestellt.

Für die Herstellung eines Prozessmodells benötigen wir historische Daten sowie einige **Angaben zum Prozess** und den einzelnen Messungen. Diese Datenerhebung machen wir gemeinsam mit Ihnen in einem Workshop.

3.1 Phase 1: Vorbereitung

Zu Anfang erheben Sie einige **Daten zum Prozess und den einzelnen Messungen**. Es gilt insbesondere zwei Dateien zu erstellen. In einer Datei sind alle historischen Werte der letzten 1 - 3 Jahre Ihres Prozesses enthalten und in der anderen einige Angaben zu jeder Messung. Die genauen Anforderungen finden Sie in Teil 5 dieses Dokuments. In dieser Phase wird ebenfalls definiert was das genaue Ziel der Optimierung sein soll.

Üblicherweise gehen wir von einem Aufwand von ca. zwei Tagen aus um diese Daten zu erheben. Die Datenerhebung wird normalerweise im Kontext eines Workshops gemacht, den algorithmica mit Ihnen gemeinsam bei Ihnen vor Ort abhält. Sie können, auf Wunsch, gerne die Datenerhebung, laut den Anforderungen von algorithmica, selbst durchführen.

3.2 Phase 2: Modellierung

Sobald algorithmica die Daten aus Phase 1 erhalten hat, beginnen wir das **mathematische Modell** herzustellen. Diese erstmalige Herstellung erfolgt nicht komplett automatisch, da einige Angaben manuell programmiert werden müssen und der Lernalgorithmus auf Ihre Daten hin parametrisiert werden muss. Es fallen also einige Tage Arbeit bei algorithmica um ein wirklich gutes Modell zu produzieren. Durch Verzögerungen bedingt durch Rechenzeiten, gehen wir hier von einer Gesamtdauer für diese Phase von ca. 4 - 6 Wochen aus. Es fällt kein Aufwand auf Kundenseite an.

Als Endprodukt dieser Phase erhalten Sie einen **Bericht mit Beispielvorschlägen** und einer konkreten Auswertung welche Verbesserungen in der Vergangenheit hätten erreicht werden können. Auf dieser Basis entscheiden Sie dann APO zu installieren.

3.3 Phase 3: Implementierung

In dieser Phase wird das Modell bei Ihnen in der Anlage in Betrieb genommen.

3.3.1 Phase 3.1: Installation

Zunächst wird die APO Software auf einem Rechner Ihrer Wahl in Ihrer Anlage installiert. Bitte lesen Sie in Abschnitt 5.4 über die technischen Voraussetzungen dieses Rechners. Die Installation selbst erfolgt mit einer üblichen Installationssoftware und dauert ca. 1 Stunde. Die Bereitstellung

Dr. Patrick Bangert, CEO
p.bangert@algorithmica-technologies.com
m +1 408 707 0956

algorithmica technologies Inc.
10870 North Stelling Road, Suite 39B
Cupertino, California 95014
USA

Board of Directors:
Patrick Bangert

Delaware File: 6037242
HBS Record ID: 304797





algorithmica
technologies

und Überprüfung der Verbindungen zur Datenquelle und zum Netzwerk der Nutzer verbraucht zusätzlichen Aufwand.

3.3.2 Phase 3.2: Feinjustierung

Üblicherweise ist das Modell zu diesem Zeitpunkt noch nicht in der Lage vollständig korrekte und umsetzbare Vorschläge zu liefern weil in der Phase 1, Vorbereitung, einige Punkte vergessen wurden. Es wird hier also zunächst eine **Stichprobe von 100 Vorschlägen aus der Vergangenheit** erhoben und manuell geprüft. Hieraus werden sich einige Änderungen zum Modell ergeben, die durch algorithmica gemacht werden. Dazu setzt sich ein Prozessexperte auf Ihrer Seite mit einem Experten von algorithmica ca. vier Tagen vor Ort bei Ihnen zusammen und geht diese Vorschläge und die resultierenden Änderungen durch. Das Ergebnis ist eine verlässliche Menge von mindestens 90% guten Vorschlägen in der Vergangenheit.

Nun geht das Modell in die **Echtzeitprobe** über und die beiden Experten schauen sich nun die Vorschläge an die aktuell in Echtzeit gemacht werden. Der Prozessexperte schaut sich jeden Tag retrospektiv die Vorschläge des letzten Tages an, bewertet sie und meldet Änderungen an algorithmica. Dieses Vorgehen dauert normalerweise ca. 1 - 2 Wochen bis nahezu alle Vorschläge sinnvoll und umsetzbar sind.

3.3.3 Phase 3.3: Testbetrieb

Das Projekt geht nun über in einen **Testbetrieb** indem die Vorschläge nun wirklich umgesetzt werden und die Verbesserung direkt gemessen wird. Sollten noch vereinzelt notwendige Änderungen am Modell auftreten, so werden diese natürlich durch algorithmica zeitnah realisiert. Ansonsten läuft APO und die Vorschläge werden befolgt. Nach einer Dauer von einem Monat werden die Resultate, also die erreichten Verbesserungen, zusammen bewertet und der **Erfolg von APO attestiert**.

3.4 Phase 4: Betrieb

Zu diesem Zeitpunkt endet das Projekt der Einführung von APO in Ihrer Anlage erfolgreich mit dem **kontinuierlichen operativen Einsatz** der Vorschläge. Dieser Einsatz beendet die Lizenzvereinbarung für den Testbetrieb und beginnt die Lizenzvereinbarung für den Normalbetrieb für den eine Lizenzgebühr zu entrichten ist.

4. Voraussetzungen für APO

APO geht davon aus, dass in Ihrer Anlage

- Alle wesentlichen physikalischen Größen regelmäßig durch sensorgestützte Messungen erfasst werden.
- Diese Messwerte an einem Ort, üblicherweise das Prozessleitsystem, zusammenlaufen.
- Diese Messwerte historisch an einem Ort, üblicherweise das Archivsystem, über einen langen Zeitraum von Jahren archiviert werden.
- Die aktuellen Messwerte per OPC Schnittstelle verfügbar gemacht werden können.
- Die Betriebsmannschaft in der Lage ist einige wesentliche Parameter der Anlage durch Änderung von Sollwerten zu beeinflussen.

Dr. Patrick Bangert, CEO
p.bangert@algorithmica-technologies.com
m +1 408 707 0956

algorithmica technologies Inc.
10870 North Stelling Road, Suite 39B
Cupertino, California 95014
USA

Board of Directors:
Patrick Bangert

Delaware File: 6037242
HBS Record ID: 304797





algorithmica
technologies

5. Technische Spezifikationen

5.1 Metadaten Tabelle

In der Phase 1.2 erheben Sie eine **Liste aller Messungen**, die wichtig für den Prozess und die Optimierung sind. Wir schlagen vor, dass Sie mit einer leeren Liste anfangen und dann die Tags addieren, die für den Prozess wichtig sind. Haben Sie alle wichtigen Tags aufgelistet, so erheben Sie einige wichtige Informationen für jeden Tag laut einer Spezifikation in einem anderen Dokument.

5.2 Historische Daten

Um die Dynamik einer Anlage zu erlernen benötigt APO historische Daten. Üblicherweise sind **1 — 3 Jahre historische Daten** ausreichend. Weniger als ein Jahr ist normalerweise nicht ausreichend, da das Wetter fast immer eine wichtige Rolle spielt und man deshalb die Unterschiede zwischen Winter- und Sommerbetrieb sehen können sollte. Generell gilt, je mehr Daten desto besser für Modellgüte und Optimierungspotential. Das Dateiformat für diese Daten ist in einem separaten Dokument spezifiziert.

5.3 Zielfunktion

Die Zielfunktion definiert die Größe, die durch APO maximiert werden soll. Das ist üblicherweise der finanzielle Profit der Anlage. Die Zielfunktion besteht aus einzelnen Summanden. Jeder Summand besteht aus der Multiplikation eines Faktors und zwei Messgrößen. Es könnte eine der Messgrößen einen finanziellen Preis und die andere Größe die physikalische Menge darstellen. Der Faktor dient dazu Einheiten zu konvertieren und Kosten von Umsätzen zu unterscheiden. Zum Beispiel,

$$\text{Profit (€/h)} = + 0,001 \text{ (kW/MW)} * \text{Strompreis (€/kWh)} * \text{Produktion (MW)} \\ - 1 * \text{Kohlepreis (€/t)} * \text{Kohlemenge (t)}$$

5.4 Computer Hardware

APO läuft auf einem Rechner Ihrer Wahl in Ihrer Anlage. Ihre Daten werden also lokal gehalten ohne direkte Verbindung zur Außenwelt. Damit verbleibt die **Datenhoheit** komplett bei Ihnen. Der Rechner kann entweder ein physikalischer oder ein virtueller Rechner sein. Die Systemadministration liegt bei Ihnen. Der Rechner muss folgende Kriterien erfüllen:

1. Microsoft Windows 64-bit Betriebssystem.
2. Benutzerkonto mit **Administrationsrechten** für algorithmica.
3. Festplattenkapazität mindestens 1 TB.
4. Arbeitsspeicher mindestens 8 GB.
5. Prozessor mindestens Intel i7 920.
6. RAID System gegen Festplattenausfall.
7. Datensicherungssystem gegen Systemausfall.
8. **Zugriff auf den OPC Server**. Bitte beachten Sie, dass der OPC Server nicht unbedingt ein physikalischer Rechner sein muss. Vielmehr ist damit eine Software gemeint, die die aktuellen Werte mit Hilfe des OPC Protokolls bereitstellt. Möglicherweise müssen Firewalls entsprechend eingestellt werden damit dieser Zugriff funktioniert.
9. **Zugriff vom Büronetzwerk** Ihres Unternehmens auf diesen Rechner. Konkret läuft auf dem Rechner ein Webserver auf Port 3000, der die Oberfläche für APO bereitstellt. Sie müssen also von Ihrem Arbeitsplatz aus einen Webbrowser auf `http://<IP-Adresse>:3000` richten können und die Webseite aufrufen können.

Dr. Patrick Bangert, CEO
p.bangert@algorithmica-technologies.com
m +1 408 707 0956

algorithmica technologies Inc.
10870 North Stelling Road, Suite 39B
Cupertino, California 95014
USA

Board of Directors:
Patrick Bangert

Delaware File: 6037242
HBS Record ID: 304797





algorithmica
technologies

10. **Fernzugriff** für algorithmica technologies zur Wartung des Systems und für eventuelle Änderungen am Modell.

6. Projektmanagement

Abschnitt 3 beschreibt das prinzipielle Projektvorgehen. algorithmica wird Sie durch alle Aspekte des Projekts begleiten die mit Daten, Mathematik und IT zu tun haben.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Einführung von APO, nebst technischen Teilen, auch mehrere organisatorische Teile beinhaltet. Besonders hervorzuheben sind die **Vorbereitungen und die operative Verwendung von APO** im Betrieb. Alle Schritte im Projekt verlangen Organisation, Abstimmung, Dokumentation und Entscheidungsfindungen. Wir gehen davon aus, dass Sie diese Aspekte selbst abdecken. Sollten Sie es wünschen, so kann algorithmica den Kontakt mit einigen Beratern herstellen mit denen wir für solche Dienste zusammenarbeiten.

7. Kommerzielle Hinweise

Der Kunde wird einen Projektleiter benennen. Der Projektleiter wird die Befugnis haben Budgetentscheidungen über die Aufwände zu treffen.

Bis zum positiven Entscheid des operativen Einsatzes und der Bezahlung der Lizenzgebühr bleibt die APO Software und alle Modelle im Besitz der algorithmica. Bis zu diesem Zeitpunkt wird das gesamte Projekt im Aufwand erbracht und bezahlt. Die algorithmica technologies rechnet mit Ihnen **monatlich nach tatsächlich angefallenem Aufwand** ab.

Jegliche Arbeiten werden per Tagessatz abgerechnet wobei ein Tag aus acht Arbeitsstunden besteht. Generell wird im Büro von algorithmica gearbeitet. Wenn vor Ort beim Kunden gearbeitet werden soll, so fällt pro Kalendertag eine **Reisekostenpauschale** an. Die Reisekostenpauschale deckt alle Kosten für Transport, Unterkunft, Verpflegung und sonstige Reisekosten ab.

Optionaler Zusatzaufwand ist in unserer Aufwandsschätzung nicht enthalten und wird Ihnen ggf. separat in Rechnung gestellt. Unsere Zahlungsbedingungen betragen **vierzehn Tage ab Rechnungslegung** ohne jeden Abzug. Alle Preise sind **Nettopreise** zuzüglich Steuern. Dieses Angebot ist freibleibend.

8. Rechtliche Hinweise

Die algorithmica technologies behält sich vor, dieses Projekt und das Unternehmen des Kunden als zukünftige **Referenz** zu führen. Selbstverständlich wahren wir dabei die Erfordernisse von Diskretion und Vertraulichkeit im Umgang mit den uns bekannt gemachten Informationen oder Daten sowie den Rahmen der Geheimhaltungsvereinbarung.

Unser Ziel ist es fernerhin, die Resultate unserer Projekte gemeinsam mit dem Management unserer Kunden in der **wissenschaftlichen Literatur** zu veröffentlichen und sie auf wissenschaftlichen Konferenzen zu präsentieren, ebenfalls selbstverständlich im Rahmen der Geheimhaltungsvereinbarung.

Dr. Patrick Bangert, CEO
p.bangert@algorithmica-technologies.com
m +1 408 707 0956

algorithmica technologies Inc.
10870 North Stelling Road, Suite 39B
Cupertino, California 95014
USA

Board of Directors:
Patrick Bangert

Delaware File: 6037242
HBS Record ID: 304797





algorithmica
technologies

Vor Projektbeginn unterzeichnen beide Parteien eine **Geheimhaltungsvereinbarung**.

Vor dem Testbetrieb unterzeichnen beide Parteien die **Lizenzvereinbarung** für die APO Software. Während dem Testbetrieb ist die Software kostenlos.

Die algorithmica technologies GmbH übernimmt **keine Gewährleistung für eventuelle Schäden**, die aus der inkorrekten Nutzung ihrer Produkte entstehen können. Die Systeme von algorithmica technologies GmbH sind mathematische Systeme, die Informationen liefern und somit direkt keine Schäden verursachen können. Die Verwendung dieser Informationen zum sicheren Betrieb der Anlagen liegt ausschließlich in der Verantwortung des Betriebs- und Technikpersonals des Anwenders. Jegliche Ansprüche auf Erstattung von Folgeschäden, Vermögensschäden oder anderen Schäden, die aus der Verwendung der vom System generierten Informationen entstehen können, sind ausgeschlossen. Dies gilt insbesondere für Produktionsausfall, Verfügbarkeitsreduktionen oder vorbeugende Instandsetzungen.

Dr. Patrick Bangert, CEO
p.bangert@algorithmica-technologies.com
m +1 408 707 0956

algorithmica technologies Inc.
10870 North Stelling Road, Suite 39B
Cupertino, California 95014
USA

Board of Directors:
Patrick Bangert

Delaware File: 6037242
HBS Record ID: 304797

