# Plugin Status Chart Toolkit (SCT) - Technische Dokumentation

Das Plugin Status Chart Toolkit (SCT) ist ein APEX Dynamic-Action Plugin zur Erstellung komplexer APEX-Formulare ohne den ansonsten notwendigen Overhead vieler Dynamic Actions zur Verwaltung des Status der Formularelemente auf einer APEX Seite.

Es basiert auf der Extraktion der Entscheidungslogik, welches Formularelement welchen Sichtbarkeitsstatus und Wert haben soll, in eine Regeltabelle innerhalb der Datenbank. Auf diesem Weg wird diese Logik zentralisiert und dadurch übersichtlicher, zudem lassen sich Seiteneffekte der Regeln einfacher detektieren, weil das Plugin dem Entwickler Informationen über die Regel gibt, die für einen konkreten Status der Anwendung verwendet wurde.

Das Plugin hat folgenden Funktionsumfang:

* Verwaltung des Sichtbarkeitsstatus von Formularelementen (aktiv, deaktiv, sichtbar, versteckt)
* Validierung der Eingaben, Ausgabe entsprechender Fehlermeldungen
* Verwaltung des Session State, Ermittlung von Elementwerten basierend auf der Auswahl des Benutzers der Anwendung
* Rekursive Regelauslösung
* Einfache Administration: Das Plugin erfordert keinerlei Administration auf der Anwendungsseite, alle notwendigen Eventhandler, die Auswahl der zu übertragenden Elementwerte und alle weitere Konfiguration wird automatisch aus den eingegebenen Regeln abgeleitet

Alle Funktionen des Plugins werden dynamisch über AJAX-Aufrufe angeboten, ein erneutes Laden der Anwendungsseite erfolgt nicht.

## Konzept des Plugins

Das Plugin basiert auf der Tatsache, dass komplexe Fallunterscheidungen immer auch in SQL als WHERE-Klausel ausgedrückt werden können. Anstatt eine Fallunterscheidung diskret, z.B. in PL/SQL oder JavaScript zu programmieren, werden die Regeln als Fragmente einer WHERE-Klausel ausgedrückt und in einer Datenbanktabelle gespeichert. Eine Regel besteht, neben der Bedingung, aus einer Sammlung von Aktionen, die ausgeführt werden sollen, wenn diese Regel angewendet werden soll. Diese Aktionen können entweder innerhalb der Datenbank als PL/SQL-Aktionen, oder im Browser, als JavaScript-Aktionen, ausgeführt werden. Regeln werden in der Datenbank in Regelgruppen organisiert, deren anwendungsweit eindeutiger Regelgruppenname durch das Plugin referenziert wird. Dadurch ist es möglich, Regeln in Gruppen zu organisieren und eine oder mehrere Regelgruppen auf einer Anwendungsseite zu definieren. Für jede Regelgruppe muss auf der Anwendungsseite eine Instanz des Plugins angelegt werden.

Das Plugin liest beim Aufruf den aktuellen Zustand aller »relevanter« Seitenelemente im Browser und stellt diese Werte einer SQL-Abfrage zur Verfügung, die anschließend durch die, in der WHERE-Klausel enthaltenen, Regeln geprüft werden. Die erste Regel gemäß eines Sortierkriteriums, das bei der Regeldefinition festgelegt wird, die zu TRUE evaluiert, legt das weitere Verhalten des Plugins fest, indem die Aktionen dieser Regel ausgeführt bzw. im Browser veranlasst werden.

Als »relevant« werden im Plugin die Seitenelemente betrachtet, die in einer Einzelregel der Regelgruppe angesprochen werden. Ist also eine Einzelregel definiert als P1\_VALID\_FROM < P1\_VALID\_TIL, extrahiert das Plugin daraus die beiden Elemente P1\_VALID\_FROM und P1\_VALID\_TIL als relevant. Extrahierte Elemente müssen auf der Anwendungsseite verwendet worden sein, oder als Anwendungselemente zur Verfügung stehen. Wird ein Element verwendet, dass nicht vorhanden ist, validiert die Regel nicht.

Dass die relevanten Elemente extrahiert werden, hat zur Folge, dass ...

* diese beiden Elemente durch das Plugin mit einem Eventhandler für den CHANGE-Event (oder CLICK-Event, wenn es sich um eine Schaltfläche handelt) versehen werden. Dadurch wird die Verarbeitung der geänderten Eingaben dieser Elemente oder der Klick auf die Schaltfläche durch das Plugin ausgelöst
* beim Aufruf des Plugins die aktuellen Elementwerte dieser Elemente in den Session State der APEX-Anwendung kopiert werden. Dadurch stehen die aktuellen Elementwerte der SQL-Regelabfrage zur Verfügung

Sollte das Plugin Daten der Anwendungselemente im Session State ändern, werden diese in der Antwort des Plugins an die Anwendung übergeben und durch das Plugin in die entsprechenden Formularelemente eingefügt. Es können nicht nur »relevante«, sondern alle Formularelemente der Seite durch das Plugin gesetzt werden.

## Technische Umsetzung: Arbeitsweise

### Logische Bausteine und Datenmodell

#### Verwendete Namenskonventionen

Das Datenmodell verwendet eine Namenskonvention, die einerseits die zusammengehörigen Tabellen beieinander hält, zum anderen optimal für APEX-Anwendungen vorbereitet ist und zudem das Verständnis erleichtert.

Alle Tabellennamen beginnen mit dem Kürzel SCT. Jede Tabelle definiert ein Kürzel aus drei Buchstaben, dass jedem Spaltennamen vorangestellt wird. Die Kürzel werden bei der Besprechung der Einzeltabellen angegeben.

Jede Tabelle umfasst eine Spalte <Tabellenkürzel>\_ID als Primärschlüssel, sofern sinnvoll. Fremdschlüsselbeziehungen werden in der Form <Tabellenkürzel>\_<Referenziertes Tabellenkürzel>\_ID benannt. Auf diese Weise ist die Funktion am Spaltennamen abzulesen, zudem sind alle Spaltennamen eindeutig.

Constraints werden nach zwei Konventionen benannt:

* Primärschlüsselconstraints haben den Namen <Tabellenname>\_PK
* Alle anderen Constraints haben den Namen <Spaltenname>\_<Constraintkürzel>

Constraintkürzel können zum Beispiel CHK für Check-Constraints oder FK für Fremdschlüsselconstraints lauten.

#### Regelgruppe, Tabelle SCT\_RULE\_GROUP (SGR)

Soll auf einer APEX-Anwendungsseite die Kontrolle des Status der Formularelemente, Regionen und Schaltflächen durch das Plugin SCT übernommen werden, muss zunächst eine Regelgruppe für diese Seite angelegt werden. Eine Regelgruppe umfasst

* eine technische ID
* einen anwendungsweit eindeutigen Namen inkl. optionaler Beschreibung
* eine Referenz auf die APEX-Anwendung und -Seite, jeweils über die ID

Aufgabe der Regelgruppe ist ausschließlich die Gruppierung von Regeln. Sie stellt einen Zuständigkeitsbereich dar, innerhalb dessen Regeln und deren Abhängigkeiten analysiert werden. Regelgruppen werden in der Tabelle SCT\_RULE\_GROUP gespeichert.

#### Einzelregel, Tabelle SCT\_RULE (SRU)

Der Regelgruppe werden im folgenden Einzelregeln zugeordnet, die wiederum aus einer technischen ID, einem beschreibenden Namen, einer Bedingung und einem Sortierkriterium bestehen. Die Einzelregeln referenzieren die Regelgruppen, zu denen sie gehören, über deren technische ID und dienen gleichzeitig als Referenz für beliebig viele Aktionen, die ausgeführt werden sollen, wenn die Bedingung der Einzelregel zu TRUE evaluiert und das Plugin diese Einzelregel zur Ausführung auswählt.

Zusätzlich pflegt SCT für jede Einzelregel eine Liste mit den Namen der Formularelemente oder -schaltflächen, die in der Bedingung referenziert werden. Die Liste dieser referenzierten Elemente stellt in ihrer Gesamtheit die Liste der »relevanten« Elemente dieser Regelgruppe dar. Einzelregeln werden in der Tabelle SCT\_RULE gespeichert.

#### Aktionen, Tabelle SCT\_RULE\_ACTION (SRA)

Jeder Einzelregel werden Aktionen zugeordnet, die ausgeführt werden sollen, wenn die Regel zu TRUE evaluiert und das Plugin diese Einzelregel zur Ausführung auswählt. Die Aktionen referenzieren einen *Aktionstyp*, der in Tabelle SCT\_ACTION\_TYPE hinterlegt ist, sowie die Einzelregel und die Regelgruppe, zu der sie gehören. Zudem referenzieren sie ein Seitenelement, auf das sich die Aktion bezieht. Soll also z.B. der Wert des Formularelements P1\_VALID\_TIL auf den Wert NULL gesetzt werden, referenziert diese Aktion das Element P1\_VALID\_TIL und ruft den Aktionstyp SET\_NULL auf, der wiederum definiert, wie ein Elementwert auf den Wert NULL zu setzen ist. Auch die Aktionen verfügen über ein Sortierkriterium, das steuert, in welcher Reihenfolge Aktionen ausgeführt werden sollen.

Aktionen enthalten zwei optionale Attributwerte in den Spalten ATTRIBUTE und ATTRIBUTE\_2. Diese Attribute können durch die Aktionstypen referenziert werden (siehe dort) und dienen der Übermittlung von Parametern an den PL/SQL oder JavaScript-Code.

Aktionen werden in der Tabelle SCT\_RULE\_ACTION gespeichert.

#### Aktionstypen, Tabelle SCT\_RULE\_ACTION\_TYPE (SAT)

Eine Aktion hat einen Aktionstyp. Dieser definiert, wie eine Aktion implementiert werden soll. Ein Aktionstyp umfasst einen technischen, alphanumerischen Schlüssel, einen Klarnamen zur Darstellung auf der Oberfläche, eine Implementierungsanweisung für die Sprache PL/SQL sowie eine Implementierungsanweisung für die Sprache JavaScript. Die Implementierungsanweisungen sind optional und können gar nicht, nur in PL/SQL, nur in JavaScript oder in beiden Sprachen gleichzeitig gesetzt sein. Anweisungen sind stets als Ausriss aus einem anonymen PL/SQL-Block oder einem JavaScript-Block zu schreiben, benötigen also insbesondere ein Semikolon an ihrem Ende.

Das Plugin sammelt alle PL/SQL-Anweisungen und führt diese innerhalb der Datenbank aus, anschließend werden die geänderten Elementwerte aus dem Session State geladen und mit den JavaScript-Anweisung an die APEX-Anwendung gesendet, wo sie ausgeführt werden. Daraus ergibt sich eine feste Ausführungsreihenfolge:

* Alle PL/SQL-Anweisungen in der Reihenfolge, die durch Spalte SORT\_SEQ der Tabelle SCT\_RULE\_ACTION definiert ist
* Alle JavaScript-Anweisungen in der Reihenfolge, die durch Spalte SORT\_SEQ der Tabelle SCT\_RULE\_ACTION definiert ist

Aktionstypen dürfen drei Ersetzungszeichenfolgen referenzieren, die bei der späteren Verwendung mit Bewegungsdaten gefüllt werden:

* #ITEM#  
  Dieser Ersetzungsanker wird zur Laufzeit mit dem Namen des referenzierten Objekts aus Spalte SRA\_SPI\_ID der Tabelle SCT\_RULE\_ACTION gefüllt
* #ATTRIBUTE# bzw. #ATTRIBUTE\_2#  
  Diese Ersetzungsanker werden zur Laufzeit mit den Spalten ATTRIBUTE bzw. ATTRIBUTE\_2 der Tabelle SCT\_RULE\_ACTION gefüllt. Sie dienen der Übergabe von Parametern an PL/SQL- oder JavaScript-Funktionen, z.B. für Meldungstexte etc.

Aktionstypen werden in der Tabelle SCT\_ACTION\_TYPE gespeichert.

#### Seitenelemente, Tabelle SCT\_PAGE\_ITEM (SPI)

Regelbedingungen und Aktionen referenzieren Seitenelemente. Die referenzierten Seitenelemente werden aus dem APEX Data Dictionary für die APEX-Anwendung, die in der Regelgruppe referenziert wird, ausgelesen und analysiert. Die aufbereiteten Beschreibungen dieser Seitenelemente werden anschließend in Tabelle SCT\_PAGE\_ITEM gespeichert. Jedes Seitenelement wird beschrieben

* durch eine Referenz auf die Regelgruppe, von der das Seitenelement referenziert wird,
* durch die ID des Elements (Bei Formularelemente ist dies der Name des Elements, bei Schaltflächen und Regionen wird ausschließlich die statische ID, die auf der APEX-Anwendung vergeben wurde, referenziert),
* eine Referenz auf den Typ des Elements (Seitenelement, Anwendungselement, Schaltfläche oder Region), der in Tabelle SCT\_PAGE\_ITEM\_TYPE hinterlegt ist,
* sowie Angaben zur Konvertierung des Elements in die Datentypen TEXT, DATE oder NUMBER.

Die Tabelle umfasst alle Elemente der Anwendungsseite. Anwendungselemente, die in einer Regelbedingung referenziert wurden, sind durch den Spaltenwert SPI\_REQUIRED = 1 gekennzeichnet, denn diese Elemente werden für die Regelauswertung benötigt. Aktionen können alle Elemente der APEX-Anwendung ändern, doch führen diese Änderungen nur dann zu einer Reaktion des Plugins, wenn die geänderten Elemente in einer Regelbedingung verwendet wurden.

Die Konvertierung eines Elements in die Datentypen DATE oder NUMBER wird nur erkannt, wenn das Element auf der Anwendungsseite über eine Formatmaske verfügt. Daher müssen folgende Regeln beachtet werden, wenn das Plugin problemlos mit einer Anwendungsseite kooperieren können soll:

* Elemente, die in NUMBER oder DATE konvertiert werden sollen, müssen über eine Formatmaske in der APEX-Anwendung verfügen
* Verfügen Seitenelemente in APEX nicht über die Möglichkeit, Formatmasken zu definieren, müssen diese Elemente in den Regelbedingungen explizit in die Zieldatentypen überführt werden (z.B. SELECT-Listen oder Anwendungselementen)
* Schaltflächen oder Regionen, die durch Aktionen manipuliert werden sollen, benötigen auf der APEX-Seite verpflichtend eine statische ID, ansonsten werden sie vom Plugin nicht erkannt. Schaltflächen können darüber hinaus auch in Regelbedingungen verwendet werden, Regionen (naturgemäß) nicht

Seitenelemente werden in der Tabelle SCT\_PAGE\_ITEM gespeichert.

#### Seitenelementtyp, Tabelle SCT\_PAGE\_ITEM\_TYPE (SIT)

Seitenelemente können vom Typ APP\_ITEM, ITEM, BUTTON oder REGION sein. Diese Seitenelementtypen werden in einer eigenen Tabelle, SCT\_PAGE\_ITEM\_TYPE gespeichert. Zusätzlich zur technische, alphanumerischen ID und dem Klartextnamen der Typen werden für Seitenelementtypen hinterlegt, ob diese Typen in APEX einen Session State besitzen und, ob und wenn ja, welchen Event diese Elementtypen binden sollen. Für die vorgegebenen Elementtypen ist festgelegt, dass nur die Typen ITEM und APP\_ITEM einen Session State besitzen und die Elementtypen APP\_ITEM, ITEM und BUTTON die Events CHANGE bzw. CLICK binden. Regionen können daher weder in Regelbedingungen verwendet werden, noch können sie einen Session State besitzen. Regionen können aber manipuliert (z.B. sichtbar oder unsichtbar, eingeklappt oder ausgeklappt oder aber aktualisiert) werden.

### Verarbeitung einer Regel

Grundlage des Plugins ist die Überführung von Entscheidungslogik in eine SQL-Abfrage. Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden.

#### Verarbeitungsbeispiel

Eine APEX-Anwendungsseite enthält die beiden Elemente P1\_VALID\_FROM und P1\_VALID\_TIL. Es soll festgelegt werden, dass wenn ...

* P1\_VALID\_FROM den Wert NULL enthält, Feld P1\_VALID\_TIL deaktiviert werden soll
* P1\_VALID\_FROM größer oder gleich P1\_VALID\_TIL ist, eine Fehlermeldung bei Feld P1\_VALID\_TIL ausgegeben werden soll
* P1\_VALID\_FROM einen Wert enthält, Feld P1\_VALID\_TIL aktiviert werden soll

Es ist sichergestellt, dass eine Regelgruppe für die APEX-Anwendungsseite angelegt wurde, dass Aktionstypen zum Aktivieren und Deaktivieren von Anwendungselementen bereitstehen (die Aktionstypen implementieren die JavaScript-Funktionen apex.item('#ITEM#').disable bzw. enable).

Schließlich sind drei Einzelregeln angelegt worden:

* Bedingung mit ID 5: P1\_VALID\_FROM is NULL  
  Aktion: P1\_VALID\_TIL: Deaktivieren
* Bedingung mit ID 6: P1\_VALID\_FROM >= P1\_VALID\_TIL  
  Aktion: P1\_VALID\_TIL: Zeige Fehlermeldung
* Bedingung mit ID 7: P1\_VALID\_FROM is not NULL  
  Aktion: P1\_VALID\_TIL: Aktivieren

Die Reihenfolge der Regeln ist hier von Bedeutung: Die Regel mit der ID 7 muss nach Regel 6 ausgeführt werden, da ansonsten Regel 6 nicht mehr berücksichtigt würde. Die Bedingungen müssen also vom Speziellen zum Allgemeinen angelegt sein. Typischerweise werden zunächst Initialisierungsregeln formuliert, anschließend Fehlerstatus und zuletzt das Verhalten im Normalfall.

Aus der Analyse der Einzelbedingungen ergibt sich, dass die Elemente P1\_VALID\_FROM und P1\_VALID\_TIL referenziert wurden. Daher ist es für eine Analyse der Regeln mit Hilfe von SQL wichtig, den aktuellen Wert dieser beiden Elemente zu kennen. Einzige Quelle für SQL-Anweisungen, um den Wert von Anwendungselementen zu erfragen, ist der Session State. Da dieser aber nicht notwendigerweise synchron zur Anwendungsseite ist, wird zunächst sichergestellt, dass die aktuellen Elementwerte der Anwendungsseite in den Session State kopiert werden.

Um aus einer Regel die relevanten Elemente zu filtern, wird ein regulärer Ausdruck benutzt, der alle in Frage kommenden Elemente (alle Elemente, die auf der APEX-Seite verfügbar sind, die Anwendungselemente und verfügbar gemachte Schaltflächen) in den Regelbedingungen sucht.

Anschließend kann mit folgender SQL-Anfrage der Wert der Anwendungselemente erfragt werden:

select to\_date(v('P1\_VALID\_FROM'), 'dd.mm.yyyy') valid\_from,  
 to\_date(v(P1\_VALID\_TIL'), 'dd.mm.yyyy') valid\_til  
 from dual;

Das Plugin erstellt diese Abfrage automatisch, basierend auf den Metadaten aus den Tabellen SCT\_PAGE\_ITEM und SCT\_RULE. Zusätzlich nimmt die Abfrage noch weitere Informationen auf:

* Das auslösende Element der Anfrage wird durch die Spalte FIRING\_ITEM zugänglich gemacht und liefert die ID des auslösenden Elements. Wird das Plugin initialisiert, enthält diese Spalte den Wert DOCUMENT, ansonsten den Namen des auslösenden Elements oder die statische ID der auslösenden Schaltfläche, jeweils in Versalien.
* Ist das auslösende Element DOCUMENT, wird das Plugin also initialisiert, enthält die Spalte INITIALIZING den Wert 1, ansonsten 0.
* Die Elemente, die in einer Regel angesprochen werden, steht über die Spalte FIRING\_ITEMS in der Regelview zur Verfügung und werden verwendet, um nur die Regeln zu evaluieren, die eine Abhängigkeit zum auslösenden Element besitzen. Hierfür wird das auslösende Element (Spalte FIRING\_ITEM) mit INSTR() gegen die Spalte FIRING\_ITEMS gefiltert. Zusätzlich zu den angesprochenen Elementen enthält die Spalte FIRING\_ITEMS noch den Eintrag DOCUMENT, so dass beim Initialisieren der Seite alle Regeln evaluiert werden, da in diesem Fall FIRING\_ITEM den Wert DOCUMENT enthält.
* Schaltflächen werden ebenfalls über eine Spalte, die ihrer statischen ID entspricht, referenziert. Sie erhalten den Wert 1, wenn sie auslösendes Element waren, ansonsten 0.

Die zusätzlichen Spalten dienen der vereinfachten Formulierung von Regeln. So kann eine Regel, die die Seitenelemente P1\_VALID\_FROM und P1\_VALID\_TIL vergleicht, durch eine zusätzliche Referenz auf die Spalte FIRING\_ITEM so eingegrenzt werden, dass sie nur angewendet wird, wenn das Element P1\_VALID\_TIL sich ändert:

P1\_VALID\_FROM >= P1\_VALID\_TIL and FIRING\_ITEM = 'P1\_VALID\_TIL'.

Die Spalte INITIALIZING kann verwendet werden, um Regeln zu erstellen, die nur bei der Initialisierung der Anwendungsseite ausgeführt werden: INITIALIZING = 1.

Schaltflächen werden, wie gesagt, ebenfalls durch Spalten zugänglich gemacht. Existiert z.B. eine Schaltfläche mit der statischen ID B1\_SAVE, würde eine Spalte B1\_SAVE enthalten sein, die immer dann, wenn B1\_SAVE auslösendes Element war, den Wert 1 enthält, ansonsten 0. Dadurch kann eine einfache Regel erstellt werden, die nur dann angewendet wird, wenn Schaltfläche B1\_SAVE auslösendes Element war: B1\_SAVE = 1. Alternativ könnte die gleiche Bedingung mit Hilfe der Spalte FIRING\_ITEM formuliert werden: FIRING\_ITEM = 'B1\_SAVE'.

Die Daten des Session State stehen der Regelview in einer Inner View mit dem Namen SESSION\_STATE zur Verfügung, die im Anschluss durch die Bedingungen gefiltert wird. Die Regelbedingungen sind aufgebaut wie folgt: ((SRU\_ID = <Regel-ID>) and (<Regelbedingung>)). Alle Einzelregeln werden durch eine OR-Verbindung in der WHERE-Klausel zusammengefasst. Daraus ergibt sich für unsere Beispielregelgruppe folgende WHERE-Bedingung:

with SESSION\_STATE as (...)  
select ...  
 from SESSION\_STATE  
 join ...  
 WHERE ((sru\_id = 5) and (P1\_VALID\_FROM is NULL))  
 or ((sru\_id = 6) and (P1\_VALID\_FROM >= P1\_VALID\_TIL))  
 or ((sru\_id = 7) and (P1\_VALID\_FROM is not NULL))

Je nach Zustand des Session State werden unterschiedliche Regeln ausgewählt, deren Bedingungen aktuell zu TRUE evaluieren. Die Abfrage wird, basierend auf dem Sortierkriterium der Einzelregeln (Spalte SORT\_SEQ der Tabelle SCT\_RULE) die Einzelregel mit der niedrigsten Sortierung auswählen und anwenden. Basierend auf der ausgewählten Einzelregel stehen dann die Aktionen in PL/SQL und JavaScript über die Verbindung der Tabellen SCT\_RULE, SCT\_RULE\_ACTION und SCT\_ACTION\_TYPE zur Verfügung und können durch den Code zu einer Antwort zusammengefasst werden.

Alle verfügbaren Regeln werden der Regelview durch eine View SCT\_BL\_RULES zur Verfügung gestellt, die aus den einzelnen Basistabellen eine Liste aller verfügbarer Regeln und deren Aktivitäten bereitstellt. Um die Abfrageperformanz zu steigern, wird diese View über die Spalte SGR\_ID vorgefiltert. Durch den Join der View SCT\_BL\_RULES auf die Regelaktionen werden mehrere Zeilen zurückgegeben. Um sicherzustellen, dass alle Zeilen der ausgewählten Einzelregel erkannt werden, wird über die Spalte SRU\_ID eine Rangfolge erstellt und nur die Zeilen ermittelt, die auf Rang 1 geführt werden.

#### Rekursive Regelausführung

Regelgruppen sind standradmäßig so eingestellt, dass Regeln rekursiv ausgeführt werden. Dies kann durch Setzen eines Flags bei der Regelgruppe auch unterdrückt werden. In diesem Fall wird stets und ausschließlich nur die Regel ausgeführt, die für die aktuelle Situation des Sessionstatus die höchste Gültigkeit hat (d.h. die erste Regel, deren Bedingung zu TRUE evaluiert).

Wird in einer Einzelregel der Session State eines Elements verändert, wird dies, wie bereits beschrieben, im Plugin registriert, wenn die Methode PLUGIN\_SCT.SET\_SESSION\_STATE verwendet wird. Dies hat zunächst zur Folge, dass der geänderte Wert an die Anwendung zurückgemeldet und dort in das Seitenelement aktualisiert wird.

Zu diesem Verhalten existiert eine Erweiterung, die immer dann Berücksichtigung findet, wenn das Element

* nicht identisch mit dem auslösenden Element ist und
* das Element ein »relevantes« Element ist, sich also Einzelregeln der Regelgruppe auf dieses Element beziehen.

In diesem Fall wird das Plugin *nach* der Bearbeitung des ursprünglichen Events, aber *vor* der Erstellung einer Antwort, für jedes in Frage kommende Element ein CHANGE-Ereignis simulieren und eine entsprechende Antwort des Plugin erfragen. Durch diesen Mechanismus ist es möglich, in einer Aktion mehrere Elemente mit Werten zu belegen und - vor der Antwort an das aufrufende Programm - alle geänderten Elemente, auf die sich eine Regel bezieht, zu prüfen, um festzustellen, ob diese Elemente z.B. angezeigt werden sollen oder nicht. Alle Datenbankaktionen, die sich durch diese Prüfungen ergeben, werden ausgeführt, alle JavaScript-Aktionen in einer Antwort gesammelt. Zur Unterscheidung, welche JavaScript-Anweisung durch welche Regel erzeugt wurde, enthält die Antwort einen Kommentareintrag vor jedem erneuten Aufruf mit Angabe zur Regel und zur Rekursionstiefe, die diese JavaScript-Anweisung erzeugt hat.

Da durch diesen Mechanismus Endlosschleifen auftreten können, wird im Plugin ein Rekursionszähler aktualisiert, der bei maximal 10 Rekursionen die weitere Verarbeitung abbricht. Die Rekursion wird für ein Element, das bereits bearbeitet wurde, nicht erneut aufgerufen, egal, auf welcher Rekursionstiefe dieser erneute Aufruf geschieht.

Als Anwendungsbeispiel für diese rekursive Regelausführung nehmen wir folgendes an:

Ein Eingabefeld auf dem Formular erlaubt die Eingabe einer Kunden-ID. Durch Änderung der Kunden-ID soll das Plugin mehrere Felder des Kunden mit Daten füllen. Ist der Kunde ein gewerblicher Kunde, soll das Feld P1\_FIRMA angezeigt werden, ansonsten soll dieses Element verborgen werden.

Eine Einzelregel wird für das Feld P1\_KUNDE\_ID angelegt, die besagt, dass sie ausgeführt werden soll, wenn das Feld nicht leer ist. Die Aktion soll darin bestehen, eine PL/SQL-Methode aufzurufen, die mehrere Elemente im Session State mit Werten dieses Kunden belegt. Zwei weitere Einzelregeln besagen, dass, wenn das Feld P1\_KUNDE\_ART den Wert G enthält, das Feld P1\_FIRMA gezeigt werden soll, ansonsten nicht.

Wird nun das Feld P1\_KUNDE\_ART durch die PL/SQL-Methode gesetzt, würde ohne rekursive Behandlung der Regeln der CHANGE-Event für das Element nicht ausgelöst und die verbundene Regel nicht berücksichtigt. Durch die rekursive Regelausführung erkennt das Plugin, dass das Feld P1\_KUNDE\_ART geändert wurde und das sich eine Einzelregel auf dieses Feld bezieht. Dadurch wird die Regelverarbeitung für dieses Element als auslösendem Element erneut ausgeführt und die JavaScript-Aktion der Antwort hinzugefügt. Da durch diese Einzelregel keine weiteren Elemente geändert wurden, wird keine weitere rekursive Aktivität ausgelöst und die Antwort an die aufrufende Seite gesendet.

Das folgende Listing zeigt eine typische Antwort für eine relativ tief verschachtelte Seite. Hier ist das Szenario, dass nacheinander fünf Auswahllisten ausgefüllt werden müssen, um eine Regelgruppe in eine andere Anwendung zu kopieren. Zu Beginn sollen, wenn die oberste Auswahlliste nicht belegt ist, alle anderen Auswahllisten deaktiviert werden. Ohne Rekursion müssten die Regeln für die erste Auswahlliste den Zustand aller weiterer Auswahllisten definieren, ebenso die folgende für alle weiteren etc. Mit Rekursion ist das nicht nötig: Die erste Auswahlliste deaktiviert die zweite, die wiederum die dritte etc. Mittels Rekursion ergibt sich folgende (formatierte) Antwort:

<script>

de.condes.plugin.sct.setItemValues(

[{"id":"P4\_SGR\_PAGE\_ID","value":""},

{"id":"P4\_SGR\_ID","value":""},

{"id":"P4\_SGR\_APP\_TO","value":""},

{"id":"P4\_SGR\_PAGE\_TO","value":""}]);

de.condes.plugin.sct.setErrors(

{ "count":0,

"errorDependentButtons":"B4\_COPY",

"firingItems":"P4\_SGR\_PAGE\_ID,P4\_SGR\_ID,P4\_SGR\_APP\_TO,P4\_SGR\_PAGE\_TO",

"errors":[]});

//Recursion 1: RULE\_10 (Quellanwendung ist leer), Firing Item: DOCUMENT

apex.item('P4\_SGR\_PAGE\_ID').show;

apex.item('P4\_SGR\_PAGE\_ID').disable();

//Recursion 2: RULE\_30 (Quellseite ist leer), Firing Item: P4\_SGR\_PAGE\_ID

apex.item('P4\_SGR\_ID').show;

apex.item('P4\_SGR\_ID').disable();

//Recursion 3: RULE\_50 (Regelgruppe ist leer), Firing Item: P4\_SGR\_ID

apex.item('P4\_SGR\_APP\_TO').show;

apex.item('P4\_SGR\_APP\_TO').disable();

//Recursion 4: RULE\_70 (Zielanwendung ist leer), Firing Item: P4\_SGR\_APP\_TO

apex.item('P4\_SGR\_PAGE\_TO').show;

apex.item('P4\_SGR\_PAGE\_TO').disable();

//Recursion 5: RULE\_90 (Zielseite ist leer), Firing Item: P4\_SGR\_PAGE\_TO

apex.item('B4\_COPY').show();

apex.item('B4\_COPY').disable();

</script>

Rekursive Regeln erlauben, Regelwerke zu vereinfachen. Hierzu ein Beispiel: Auf einer Seite sollen Anwendungselemente initialisiert werden: Einige Schaltflächen und Eingabeelemente sollen solange deaktiviert bleiben, solange eine ID auf der Seite nicht gesetzt ist. Man wird nun in - ohne rekursive Regelausführung - damit beginnen, den Status aller Schaltflächen zu definieren. Mit rekursiver Regelausführung reicht es, das Element ID auf NULL zu setzen und eine Regel zu definieren, die festlegt, welche Schaltflächen ausgeblendet werden sollen, wenn dieses Element keinen Wert enthält. Egal, wodurch nun dieses Element auf NULL gesetzt wird, wird diese Regel rekursiv immer aufgerufen und die entsprechende Aktion durchführen.

Durch Rekursion werden die Regeln modularer und können daher besser wiederverwendet werden. Im Beispiel oben sind lediglich einzelne Regeln für die verschiedenen Elemente definiert worden. Je nach auslösendem Element werden nun die jeweils abhängigen Elemente rekursiv aufgerufen und der Status stellt sich stets korrekt ein.

#### Initialisierungsregeln

Einzelregeln können mit einem Flag »Beim Seitenladen ausführen« versehen werden. Standardmäßig ist dieses Flag FALSE, was bedeutet, dass die Regel nur ausgeführt werden kann, wenn das auslösende Elemente in der Regelbedingung angesprochen wurde. Ist das Flag gesetzt, wird die Regel in jedem Fall beim Initialisieren der Seite ausgeführt.

Diese Option kann dazu dienen, die Anzahl der Regeln zu reduzieren und entspricht grob der entsprechenden Option von Dynamic Actions. Eine Regel die durch dieses Flag ausgeführt wird, wird immer *zusätzlich* zu den ohnehin vorhandenen Initialisierungsregeln (initializing = 1) ausgeführt, und zwar *nach* diesen. Ist das Flag für mehrere Einzelregeln gesetzt werden mehrere Regeln ausgeführt, auch, wenn für die Regelgruppe Rekursion untersagt wurde. Die Initialisierungsregeln werden nicht durch den Mechanismus der Rekursion ausgeführt, sondern parallel, auf Grund des Setzens dieses Flags. Initialisierungsregeln haben keine Rekursion zur Folge, auch wenn diese für die Regelgruppe erlaubt ist. Dadurch werden Rekursionsschleifen verhindert.

## Technische Umsetzung: Module

Das Plugin besteht aus mehreren Modulen:

* Kernfunktionalität  
  Implementiert in den Packages SCT\_ADMIN und SCT\_CONS sowie den Tabellen SCT\_%
* Plugin  
  Das eigentliche APEX-Plugin, implementiert im Package PLUGIN\_SCT sowie den JavaScript-Dateien SCT.js und SCTApex.js (Im Falle von DRV: ekasse.js)
* APEX-Anwendung  
  APEX-Anwendung zur Verwaltung der Regelgruppen, Einzelregeln, Aktionen und Aktionstypen, implementiert im Package UI\_SCT\_PKG sowie der APEX-Anwendung selbst

### Kernfunktionalität: Package SCT\_ADMIN

Das Package SCT\_ADMIN enthält die zentrale Logik des Projekts, die hier definierten Methoden werden einerseits direkt, andererseits durch die Packages PLUGIN\_SCT sowie UI\_SCT\_PKG aufgerufen.

Im Kern ist SCT\_ADMIN ein Codegenerator, der, basierend auf den Metadaten der Regelgruppen, SQL-Abfragen oder Funktionsaufrufe erzeugt. Dabei werden SQL-Templates, die im Package SCT\_CONS für die verschiedenen Anwendungsfälle vorgehalten werden, in Schleifen über die Metadaten mit Daten aus den Regelgruppen angereichert und entweder ausgeführt oder an die aufrufende Umgebung weitergereicht.

Derzeit ist folgendes Verhalten implementiert:

* Wird eine Regelgruppe oder Einzelregel angelegt oder verändert, wird eine SQL-Abfrage erstellt, wie im Beispiel erläutert, und als Regelview in der Datenbank abgelegt.
* Wird eine Aktion erstellt, wird die angelegt Regelview gegen den Session State ausgeführt, die resultierende Einzelregel ermittelt und aus den Metadaten dieser Einzelregel die Antwort generiert und an den aufrufenden Code übermittelt
* Wird eine Regelgruppe exportiert, werden die Metadaten in Aufrufe der Administrationspackages überführt und diese als CLOB an den aufrufenden Code übermittelt

Die Logik des Plugins liegt in der sinnvollen Formulierung der Metadaten und der Aktionstypen, nicht im Plugin selbst. Beispielhaft soll dies an der (leicht verkürzten) Methode CREATE\_RULE\_VIEW verdeutlicht werden, die der Erzeugung der Regelview für eine Regelgruppe dient:

procedure CREATE\_RULE\_VIEW(

p\_sgr\_id in sct\_group.sgr\_id%type)

as

l\_view\_name varchar2(30 byte);

l\_data\_cols varchar2(32767);

l\_where\_clause varchar2(32767);

l\_stmt varchar2(32767);

begin

l\_view\_name := SCT\_CONSt.c\_view\_name\_prefix || p\_sgr\_id;

l\_data\_cols := CREATE\_COLUMN\_LIST(p\_sgr\_id);

l\_where\_clause := CREATE\_WHERE\_CLAUSE(p\_sgr\_id);

-- Erzeuge die Regelview

l\_stmt := utl\_text.bulk\_replace(SCT\_CONSt.c\_create\_view\_template

|| SCT\_CONSt.c\_rule\_view\_template, char\_table(

'#NAME#', l\_view\_name,

'#DATA\_COLS#', l\_data\_cols,

'#WHERE\_CLAUSE#', l\_where\_clause,

'#SGR\_ID#', p\_sgr\_id));

execute immediate l\_stmt;

end CREATE\_RULE\_VIEW;

Die Methoden CREATE\_COLUMN\_LIST bzw. CREATE\_WHERE\_CLAUSE arbeiten analog und liefern die Inner View SESSION\_STATE bzw. die WHERE-Klausel.

Methoden, die auf ähnliche Weise Code generieren, sind:

* CREATE\_RULE\_VIEW
* CREATE\_COLUMN\_LIST
* CREATE\_WHERE\_CLAUSE
* VALIDATE\_RULE (mit der Erweiterung, dass der Code direkt ausgeführt und Kompilierfehler angezeigt werden)
* EXPORT\_RULE\_GROUP, EXPORT\_RULE\_GROUPS
* CREATE\_ACTION

Das Package umfasst mehrere Funktionsbereiche:

* Administration und Stammdatenpflege  
  Erstellung und Verwaltung von Regelgruppen, Einzelregeln, Aktionen und Aktionstypen, Methoden zum Im- und Export von Regelgruppen zur Integration des Plugins in einen APEX-Deploymentzyklus
* Interne Verwaltung  
  Automatisierte Definition der Regelabfragen, Prüfung von Regeln
* Anwendung des Plugins  
  Methode zur Analyse einer Regelgruppe und zur Erstellung der PL/SQL- und JavaScript-Skripte als Antwort des Plugins auf eine gegebene Anwendungssituation, Bereitstellung von Hilfsfunktionen für die Package PLUGIN\_SCT und UI\_SCT\_PKG

#### Administration und Stammdatenpflege

Die Metadaten des Plugins werden einerseits durch Assistenten-basierte Seiten der APEX-Anwendung direkt gepflegt, andererseits existiert eine API zur Erstellung von Regeln, zum Beispiel aus einem Export der Regelgruppe oder der Regelgruppen. Sie werden nicht von der APEX-Anwendung verwendet, sondern dienen dem Import von Regelgruppen in eine Anwendung. Die hierfür vorhandenen Methoden des Packages stellen einfache Wrapper um MERGE-Anweisungen dar, mit deren Hilfe die Stammdatentabellen gepflegt werden können.

Methoden, die auf diese Weise arbeiten, sind:

* MERGE\_RULE\_GROUP
* MERGE\_RULE
* MERGE\_RULE\_ACTION
* MERGE\_ACTION\_TYPE
* DELETE\_RULE\_GROUP
* RESEQUENCE\_RULE\_GROUP

Zudem bietet das Package Hilfsmethoden zum Löschen von Regelgruppen oder zur Resequenzierung der Spalten SORT\_SEQ an.

#### Getter-Methoden GET\_FIRING\_ITEM, GET\_JS\_FUNCTION

Die Methoden liefern den Namen des auslösenden Elements sowie den Namen der JavaScript-Funktion, mit der das Plugin aufgerufen wird. Sie werden von der Regelview und vom Package PLUGIN\_SCT aufgerufen.

#### Methode COPY\_RULE\_GROUP

Die Methode kopiert eine existierende Regelgruppe. Ziel kann die gleiche oder eine andere Anwendung sein. Die Methode wird verwendet, um bestehende Regeln bei Neuanlage einer Anwendungsseite unter einer anderen ID in derselben Anwendung migrieren oder duplizieren zu können, sowie um eine Regelgruppe zwischen Anwendungen zu kopieren.

#### Methoden EXPORT\_RULE\_GROUP und EXPORT\_RULE\_GROUPS

Die Methode EXPORT\_RULE\_GROUP ist überladen, um den Export einer Regelgruppe nach ID oder Regelgruppenname und Anwendungs-ID zu ermöglichen. Methode EXPORT\_RULE\_GROUPS ermöglicht den Export aller Regelgruppen einer Anwendung. Die Methoden liefern die Exportskripte als CLOB zurück, die Anwendung verfügt über eine Wartungsseite, mit deren Hilfe die Exporte ausgeführt und als Datei geladen werden können.

Beim Export einer Regelgruppe kann festgelegt werden, ob der Export für eine andere Anwendung und/oder Anwendungsseite erfolgen soll. Dadurch kann die Export-Funktion genutzt werden, um Regeln zwischen Anwendungen zu kopieren, oder aber auch, um Regeln beim Export einer APEX-Anwendung in den Skript zur Installation zu integrieren. Existiert die Regelgruppe für die angeforderte Anwendungs-ID und Seiten-ID, überschreibt der Export die existierende Regelgruppe.

#### Methode DELETE\_RULE\_GROUP

Die Methode entfernt die angegebene Regelgruppe aus den Stammdatentabellen.

#### Methode PROPAGATE\_RULE\_CHANGE

Die Methode PROPAGATE\_RULE\_CHANGE wird nach jeder Änderung einer Regel oder Regelgruppe aufgerufen. Durch den Aufruf der Methode wird veranlasst, dass ...

* Die Regel validiert wird
* Die Liste der relevanten Elemente der Regelgruppe neu kalkuliert wird
* Eine neue Version der Regelview erstellt wird

Die Methode wird durch die APEX-Anwendung zur Pflege des Plugins nach jeder Änderung aufgerufen. Die APEX-Anwendung basiert auf Assistenten-erstellen Seiten zur Pflege der Stammdaten, daher werden auch die Standardprozesse zum Anlegen und Speichern der Daten verwendet. Um einen Trigger zu vermeiden, der die Validierung der Regeländerung anstößt, wird auf den relevanten Seiten der APEX-Anwendung diese Methode explizit nach den Standardprozessen der Seite aufgerufen.

#### Methode CREATE\_ACTION

Diese Methode berechnet, welche Regel für eine gegebene Situation im Session State relevant ist, sowie die daraus resultierenden Aktionen für die Datenbank und die Anwendung. Aus der ermittelten Regel berechnet die Methode einen anonymen PL/SQL-Block mit den PL/SQL-Anweisungen sowie eine Liste mit JavaScript-Funktionen für die Anwendung. Die Ausführung des PL/SQL-Codes und die Aufbereitung der Antwort für die APEX-Anwendung erfolgen im Package PLUGIN\_SCT.

Die Methode greift auf die Werte des Sessionstates und alle hinterlegten Regeln zu, indem sie die vom Package bei der Pflege der Regeln erstellt Regelview mittels einer SQL-Abfrage auswertet. Diese Abfrage ermittelt alle gültigen Regeln und verknüpft diese über die Tabelle SCT\_ACTION\_TYPE mit allen PL/SQL- und JavaScript-Aktionen. Aus der ermittelten Ergebnismenge wird die erste Regel, die zu TRUE evaluierte, ausgewählt und die darin referenzierten Aktionen in einem PL/SQL- und einem JavaScript-Block zusammengefasst. Zudem werden alle Elemente ermittelt, die mit den auslösenden Elementen in einem Regelzusammenhang stehen. Die Liste dieser Elemente wird als kommaseparierte Liste an den aufrufenden Code übergeben, der daraus ableitet, für welche Elemente Fehlermeldungen auf der Oberfläche zu entfernen sind.

#### Methode RESEQUENCE\_RULES

Die Methode stellt alle Spalten SORT\_SEQ der Stammdatentabellen SCT\_RULE und SCT\_RULE\_ACTION auf eine aufeinanderfolgende Reihe in 10er-Spreizung zurück, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen und weitere Sortierungen zu ermöglichen. Sie wird durch die APEX-Anwendung aufgerufen.

### Kernfunktionalität: Package SCT\_CONST

Da im Package SCT\_ADMIN viele SQL-Template erforderlich sind, um

* Exportskripte zu erzeugen
* Regelviews zu erstellen
* Regeln zu validieren

und diese Templates den Lesefluss des Packages SCT\_ADMIN stören, wurden diese in ein Konstantenpackage ausgelagert. SCT\_CONST enthält daher lediglich diese Templates, eine Implementierung benötigt dieses Package nicht.

### Plugin: Parameter

Das Plugin definiert zwei Parameter, die beim Erstellen einer Plugin-Instanz auf einer Anwendungsseite gefüllt werden:

* Name der Regelgruppe  
  Dieser Parameter referenziert den Namen der Regelgruppe, der in der Datenbank hinterlegt ist
* Fehlerbezogene Elementliste  
  Dieser Parameter ist optional und umfasst eine kommaseparierte Liste von Elementnamen, die durch das Plugin auf der Anwendungsseite deaktiviert werden, solange die Seite Fehlermeldungen zeigt, und aktiviert werden, sobald keine Fehlermeldungen auf der Seite angezeigt werden.

### Plugin: Package PLUGIN\_SCT

Das Package PLUGIN\_SCT implementiert die, durch APEX vorgegebene, Schnittstelle für ein Dynamic Action Plugin, namentlich die Methoden RENDER und AJAX. Zudem umfasst das Plugin weitere Methoden zum Setzen des Session State (SET\_SESSION\_STATE) sowie zum Registrieren von Fehlern, die während der Verarbeitung der Plugin-Anfrage innerhalb der Datenbank aufgetreten sind (REGISTER\_ERROR). Zudem besteht die Möglichkeit, durch das Package Benachrichtigungen auf die APEX-Anwendungsseite zu bringen. Auch hierfür lassen sich Meldungen durch die Methode REGISTER\_NOTIFICATION im Plugin registrieren. Pflichtfelder werden durch die Methoden REGISTER\_MANDATORY und CHECK\_MANDATORY verwaltet.

#### Methode RENDER

Die RENDER-Methode des Packages initialisiert das Plugin, indem es für eine Regelgruppe eine Liste der relevanten Formularelemente erstellt, an die das Package im Anschluss Eventhandler bindet. Gebunden werden können CHANGE-Events an Formularelemente und CLICK-Events an Formularschaltflächen. Wie bereits beschrieben, erfolgt die Auswahl der Elemente, an die das Plugin bindet, automatisch über eine Analyse der definierten Regeln.

Der Ablauf des Renderprozesses ist wie folgt:

* Das Plugin wird, basierend auf den Parameterwerten des Plugins auf der Anwendungsseite, erstellt und auf der Seite eingerichtet
* Die Datenbank ermittelt alle relevanten Elemente der Regelgruppe und gibt diese als Parameter an das Plugin weiter
* Das Plugin bindet entsprechende Event-Handler an die Events, die aus der Datenbank für den entsprechenden Elementtyp hinterlegt sind (Formularelemente binden an den CHANGE-Event, Schaltflächen an den CLICK-Event, siehe Tabelle SCT\_PAGE\_ITEM\_TYPE)
* Zum Abschluss der Initialisierung ruft das Plugin erstmalig die AJAX-Funktion des Plugins auf und übergibt
  + Den aktuellen Elementwert aller relevanter Elemente
  + Die Angabe DOCUMENT als auslösendes Element

Anschließend wird mit diesem Aufruf verfahren wie im nächsten Abschnitt beschrieben.

#### Methode AJAX

Die AJAX-Methode implementiert das Verhalten des Plugins, wenn ein gebundener Event auf der Anwendungsseite ausgelöst wird.

Die JavaScript-Funktionalität des Plugins stellt die aktuellen Elementwerte der relevanten Elemente zusammen und persistiert diese im Session State und übermittelt den Namen des auslösenden Elements an die AJAX-Methode. Nach der Initialisierung des Plugins beim Seitenladen wird erstmalig diese Funktion mit dem auslösenden Elemente DOCUMENT aufgerufen, um sicherzustellen, dass die Anwendungsseite korrekt initialisiert wird.

In der AJAX-Methode werden folgende Schritte veranlasst:

* Ein interner Errorstack wird initialisiert.  
  Auf diesem Errorstack werden die eingehenden Fehlermeldungen durch die Methode REGISTER\_ERROR abgelegt
* Ein Rekursionsstack wird initialisiert.  
  Der Rekursionsstack ist eine PL/SQL-Tabelle, die als Schlüsselwerte die ID des auslösenden Elements verwendet und als Ladung die Rekursionstiefe, die bei 1 beginnt
* Die Regelgruppe wird verarbeitet.  
  Die Verarbeitung der Methode erfolgt durch die private Methode PROCESS\_RULE, die Beschreibung der einzelnen Verarbeitungsschritte findet sich bei deren Dokumentation.
* Ist die Bearbeitung der Regel abgeschlossen, werden die geänderten Elemente und die gesammelten JavaScript-Anweisungen in eine JSON-formatierte Antwort integriert und an die APEX-Anwendungsseite gesendet. Fehlermeldungen werden ebenso integriert wie eine Liste der Elemente, die durch die konkrete Regel tangiert wurde. Diese Liste wird verwendet, um auf der Seite vorhandene Fehlermeldungen zu entfernen.
* Das Plugin führt die Anweisungen der Seite aus und schließt den Bearbeitungszyklus damit ab.

#### Methode SET\_SESSION\_STATE

Für die korrekte Funktion des Plugins ist es wichtig, Elementwerte im Session State ausschließlich über die Methode SET\_SESSION\_STATE zu setzen und nicht direkt über APEX\_UTL.SET\_SESSION\_STATE, um sicher zu stellen, dass das Plugin Kenntnis von der Werteänderung enthält und diese an die Anwendung weiterreichen kann.

Alle Elemente, die durch die Bearbeitung der Regelanfrage geändert werden, werden durch das Plugin registriert und in der Antwort mit ihren aktuellen Elementwerten aus dem Session State an die Anwendungsseite gereicht. Das Plugin setzt die Elementwerte, so dass Seite und Session State bezüglich der geänderten Elemente nachfolgend synchron sind.

#### Methode REGISTER\_ERROR

Die Methode REGISTER\_ERROR sammelt alle auflaufenden Fehler während der Verarbeitung und gibt diese an die JavaScript-Methoden des Plugins weiter, so dass diese dort bei den entsprechenden Elementen als Fehler angezeigt werden können. Ein Fehler wird über den Namen (ID) des Anwendungselements und den Fehlertext definiert. Durch die Angabe der ID des Anwendungselementes, dass den Fehler ausgelöst hat, ist das Plugin in der Lage, den Fehler bei dem betroffenen Element anzuzeigen und diesen selektiv von der Anwendungsseite zu löschen.

#### Methode REGISTER\_MANDATORY

Die Methode vermerkt zu einem Element, dass es ein Pflichtelement darstellt. Dieser spezielle Status wird in Spalte SCT\_PAGE\_ITEM.IS\_MANDATORY vermerkt. Der Status kann durch Regeln geändert werden, so dass es möglich ist, Elemente dynamisch zu Pflichtelementen zu erklären oder diesen Status zurückzunehmen.

#### Methode CHECK\_MANDATORY

Die Methode prüft alle Pflichtfelder, die durch diese Regelgruppe verwaltet werden und gibt Fehlermeldungen für jedes Element aus, dass keinen Wert enthält.

#### Methode REGISTER\_NOTIFICATION

Die Methode REGISTER\_NOTIFICATION sammelt, analog zur Methode REGISTER\_ERROR, Benachrichtigungen an den Anwendungsbenutzer, die während der Verarbeitung der Regel aufgelaufen sind. Nach Abschluss der Verarbeitung werden alle Regeln zusammengefasst und in einem Notification-Block auf der APEX-Seite dargestellt. Bei den Meldungen kann es sich um Bestätigungsmeldungen, Statusmeldungen oder ähnliche handeln.

#### Methode PROCESS\_RULE

Diese private Methode ist die Kernmethode des Plugins. Sie führt die Regellogik aus und kontrolliert den rekursiven Aufruf der Einzelregeln. Die Arbeitsweise der Methode ist organisiert wie folgt:

* Vor dem Aufruf der Methode wurde der Fehlerstack und die Liste der rekursiv erforderlichen Aufrufe, der Rekursionsstack, bereinigt. Als einziges Element in der Liste der rekursiven Aufrufe befindet sich das auslösende Element, der Zähler der Rekursionstiefe steht auf 1.
* Die Methode vermerkt den aktuellen Stand der Rekursionstiefe und inkrementiert zu Beginn diesen Wert. Sollten weitere Elemente rekursiv bearbeitet werden müssen, würden diese mit ihrem Namen und der inkrementierten Rekursionstiefe im Rekursionsstack vermerkt. Würde also als Beispiel Element P1\_ID rekursiv bearbeitet werden müssen, wäre dieses Element als Eintrag P1\_ID mit dem Wert 2 in der Liste vermerkt.
* Nun iteriert die Methode über alle Elemente des Rekursionsstacks und sucht Elemente, deren Rekursionstiefe dem aktuellen Stand der Rekursionstiefe (zu Beginn 1) entspricht. Ist dies erfolgreich, wird ein Bearbeitungsflag gesetzt, um anzuzeigen, dass ein weiterer rekursiver Aufruf der Methode erforderlich sein wird. Ist dieses Flag nicht gesetzt, wird die Rekursion abgebrochen und die Methode beendet. Bevor die Methode rekursiv aufgerufen wird, werden alle Elemente des aktuellen Rekursionslevels bearbeitet.
* Hat die Methode einen Eintrag im Rekursionsstack gefunden, wird dieser als auslösendes Element betrachtet und für dieses Element die Regellogik ausgewertet.
* Die PROCESS\_RULE-Methode selbst enthält keine Entscheidungslogik und kann Regeln nicht evaluieren. Diese Aufgabe delegiert die Methode an SCT\_ADMIN.CREATE\_ACTION und enthält von dort Angaben darüber, welche Aktionen in PL/SQL innerhalb der Datenbank und in JavaScript im Browser auszuführen sind. Ist die Regelgruppe ausgewertet, wird ein PL/SQL-Script und ein JavaScript-Script an das Package geliefert. Zudem wird eine Liste der auslösenden Elemente (»FIRING\_ITEMS«) vermerkt. Damit sind die Elemente gemeint, die durch die evaluierten Regeln betroffen sind. Dies führt dazu, dass Fehlermeldungen, die sich auf der Oberfläche befinden könnten, von diesen Elementen entfernt und - falls vorhanden - neu gesetzt werden. Dies verhindert, dass Fehlermeldungen auf der Oberfläche entfernt werden, die durch die aktuellen Regeln nicht betroffen sind.
* Die Methode PROCESS\_RULE führt den PL/SQL-Code aus, er durch die Regelauswertung in SCT\_ADMIN.CREATE\_ACTION ermittelt wurde. Wenn als Teil der Ausführung des PL/SQL-Blocks die Methode SET\_SESSION\_STATE des Plugins aufgerufen und somit ein Elementwert im Session State verändert wurde, wird dieses Element zur rekursiven Bearbeitung vorgemerkt: Die Methode SET\_SESSION\_STATE ruft als Teil ihrer Ausführung die private Methode REGISTER\_ITEM auf, die das geänderte Element in den Rekursionsstack einfügt, falls sich das geänderte Element noch nicht dort befindet und die Rekursionstiefe noch nicht die maximale Rekursionstiefe, die durch die Packagevariable C\_RECURSIVE\_LIMIT festgelegt wurde, überschritten hat.
* Das aktuell verarbeitete Element wird nach Abschluss der Verarbeitung aus dem Rekursionsstack entfernt. Da bei der Bearbeitung des Elements das Bearbeitungsflag gesetzt wurde, um anzuzeigen, dass Elemente auf diesem Rekursionslevel verarbeitet wurden, wird nun die Methode PROCESS\_RULE rekursiv aufgerufen. Der Prozess beginnt von vorn, diesmal allerdings mit der inkrementierten Rekursionstiefe.

Nach Abschluss aller rekursiver Regelevaluierungen liefert die Methode eine kumulierte JavaScript-Anweisung zurück, die vom Plugin an die Oberfläche gesendet und dort ausgeführt wird. Die PL/SQL-Anweisungen sind als Teil der Regelevaluierung bereits ausgeführt worden und damit abgeschlossen.

Durch die Arbeitsweise der Rekursion, die zunächst alle Elemente einer Rekursionstiefe abarbeitet und danach Elemente der nächsten Ebene bearbeitet (»Breadth first«), ist sichergestellt, dass die nachfolgende Rekursionstiefe auf den geänderten Session State der vorhergehenden Rekursionstiefe zugreifen kann: Elemente, die auf Rekursionstiefe 1 gesetzt werden, stehen in Rekursionstiefe 2 in der Regelview zur Verfügung.

#### Methode REGISTER\_ITEM

Die Methode REGISTER\_ITEM ist eine private Methode, die aufgerufen wird, wenn ein Wert im Session State durch die Methode PLUGIN\_SCT.SET\_SESSION\_STATE geändert wird. Die Methode erhält den Elementnamen des Elements, das geändert wurde und versucht, dieses in der Liste der relevanten Elemente der Regelgruppe zu finden. Ändert sich das aufrufende Element selbst (Ist also der Elementname gleich dem aktuellen FIRING\_ITEM), wird das Element ignoriert, um Endlosschleifen zu verhindern.

Ist das geänderte Element relevant und nicht gleich dem auslösenden Element, wird versucht, das Element unter der aktuell geltenden Rekursionstiefe in den Rekursionsstack zu schreiben. Dies wird vom Stack abgelehnt, wenn sich das geänderte Elemente bereits dort befindet. In diesem Fall liefert das Plugin für das Element die Fehlermeldung *'Element hat rekursive Schleife erzeugt und wurde daher ignoriert.'* zurück. Die weitere Erfahrung mit dem Regelwerk wird zeigen, ob dies ein gangbarer Weg ist, oder ob das stillschweigende Ignorieren dieser Elemente sinnvoll ist.

Der Rekursionsstack lehnt die Aufnahme des Elements auch dann ab, wenn eine maximale Rekursionstiefe überschritten wurde. Die maximale Rekursionstiefe wird derzeit durch eine Packagekonstante C\_RECURSIVE\_LIMIT angegeben. Eventuell sollte diese Konstante als Parameter ausgelagert werden. Ist diese Grenze überschritten, wird für das aktuelle Element die Fehlermeldung *'Element hat Rekursionstiefe von <n> überschritten.'* zurückgeliefert.

### Plugin: JavaScript-Datei SCT.JS

Die JavaScript-Datei SCT.JS implementiert die JavaScript-seitige Logik des SCT Plugins. Die vollständige Implementierung ist auf zwei JavaScript-Dateien aufgeteilt. Datei SCT.js kümmert sich um die Logik des Plugins, exkludiert aber APEX-darstellungsspezifische Logik, die vom eventuell eingesetzten StyleSheet, dem Template etc. abhängt. Diese Darstellungslogik ist in der Datei SCTAPEX.js (Bei DRV: ekasse.js) implementiert.

Die Datei SCT.js implementiert den Namensraum de.condes.plugin.sct (im Folgenden: SCT)und deklariert in diesem Namensraum eine Auswahl von Methoden, die der Bedienung des Plugins auf der Anwendungsseite dienen:

#### Methode INIT

Diese Methode dient der Initialisierung des Plugins. Die Datenbank sendet beim Seitenaufbau eine Datenstruktur, die von dieser Methode entgegengenommen und ausgewertet wird. Die Anweisung der Datenbank enthält zwei Attribute (neben dem AJAX-Identifier, der laut Vorgabe für alle APEX-Plugins generiert werden muss):

1. Ein JSON-Objekt mit der Liste der »relevanten« Seitenelemente. Jeder Eintrag enthält Angaben zur ID des Elements und zum Event, der durch das Plugin gebunden werden soll.
2. Ein kommaseparierte Liste der Seitenelemente, die durch das Plugin an die Datenbank gesendet werden sollen. Während der Initialisierungsphase sind alle relevanten Elemente und eventuell weitere Elemente in dieser Liste enthalten, während der weiteren Aufrufe wird die Liste aus der Liste der geänderten Seitenelemente generiert.

Da APEX die Attribute, die an ein Plugin gesendet werden, aus Sicherheitsgründen maskiert und ein maskierter Parameter andererseits von JavaScript nicht ohne Weiteres als JSON-Objekt interpretiert werden kann, werden die Steuerzeichen vor dem Versenden von der Datenbank maskiert und vom Plugin demaskiert. Erst anschließend wird die Antwort als JSON-Objekt geparst. Die Liste der Seitenelemente wird in eine globale Speicherstruktur des Plugins als Array übernommen.

Auf Basis des übermittelten JSON-Objekts mit den zu bindenden Seitenelementen werden anschließend die entsprechenden Eventhandler auf diese Elemente eingerichtet und das Plugin initial ausgeführt. Dies geschieht in der Methode EXECUTE.

#### Methode EXECUTE

Die Methode wird aufgerufen, wenn ein gebundenes Seitenelement einen Event geworfen hat, oder wenn das Plugin initialisiert wird. In diesem Fall wird als auslösendes Element DOCUMENT übergeben.

Diese Methode implementiert die Kernfunktionalität der JavaScript-Seite des Plugins. Der Ablauf besteht darin, alle »relevanten« Seitenelemente aus SCT.bindItems zu sammeln und einem AJAX-Aufruf zu übergeben, der für die aktuelle SessionState-Situation eine Antwort, basierend auf den Regeln, berechnet. Dies wird durch eine vorgegebene Option der APEX-Funktionalität apex.server.plugin erreicht: Beim Erstellen einer AJAX-Anfrage an die Datenbank existiert ein Parameter pageItems, dem eine Liste von Seitenelementen übergeben werden kann, deren Werte durch diese Methode automatisiert in den SessionState geschrieben werden. Als weiterer Parameter wird dieser Methode die ID des auslösenden Seitenelements (oder DOCUMENT) übergeben.

Diese Daten können eingesehen werden, wenn zum AJAX-Aufruf der POST-Anteil analysiert wird.

Wie bei AJAX üblich, erfolgt die Anfrage an die Datenbank asynchron. Um dies zu ermöglichen, wird eine Callback-Methode vereinbart, die aufgerufen wird, sobald die Antwort der Datenbank eintrifft.

Die Datenbank liefert als Antwort ein HTML-Fragment mit eingebettetem JavaScript zurück. Dieses HTML-Fragment wird durch die Callback-Methode in das Dokument eingefügt. Das Einfügen geschieht durch die JQuery-Methode append(), die die Eigenschaft hat, in HTML eingebettete JavaScript-Anweisungen direkt auszuführen. Da damit die Aufgabe des HTML-Fragments erledigt ist, kann es direkt anschließend wieder aus dem Dokument entfernt werden.

Das HTML-Fragment enthält Methodenaufrufe für das Plugin und übergibt entsprechende JSON-Objekte, die in den einzelnen Methoden ausgewertet werden. Das folgende Listing zeigt eine beispielhafte Antwort der Datenbank auf den AJAX-Aufruf:

<script>

de.condes.plugin.sct.setItemValues(

[{"id":"P4\_SGR\_PAGE\_ID","value":""},

{"id":"P4\_SGR\_ID","value":""},

{"id":"P4\_SGR\_APP\_TO","value":""},

{"id":"P4\_SGR\_PAGE\_TO","value":""}]);

de.condes.plugin.sct.setErrors(

{ "count":0,

"errorDependentButtons":"B4\_COPY",

"firingItems":"P4\_SGR\_PAGE\_ID,P4\_SGR\_ID,P4\_SGR\_APP\_TO,P4\_SGR\_PAGE\_TO",

"errors":[]});

//Recursion 1: RULE\_10 (Quellanwendung ist leer), Firing Item: DOCUMENT

apex.item('P4\_SGR\_PAGE\_ID').show;

apex.item('P4\_SGR\_PAGE\_ID').disable();

</script>

Zu erkennen sind drei Bereiche:

1. Ein Aufruf der Methode SCT.setItemValues  
   Diese Methode dient dazu, die übergebenen Elementwerte aus dem Session State, die innerhalb der Datenbank als Teil der Bearbeitung der Anfrage geändert wurden, auf der Anwendungsseite zu aktualisieren.
2. Ein Aufruf der Methode SCT.setErrors  
   Diese Methode enthält ein JSON-Objekt mit Angaben zu den Fehlern, die während der Bearbeitung aufgetreten sind. Zunächst werden die Fehler all der Seitenelemente entfernt, die im Eintrag firingItems vermerkt sind. Anschließend erhalten die Elemente, die im Array errors eingefügt wurden, eine Fehlermeldung.  
   Zudem werden Elemente übergeben, die für den Fall, dass Fehler auf der Anwendungsseite enthalten sind, deaktiviert werden sollen. Das Plugin prüft bei jeder Aktualisierung, ob entsprechende Fehler vorhanden sind und aktualisiert den Status dieser Elemente auf der Seite.
3. Im letzten Bereich der Antwort ist der JavaScript-Skript enthalten, der als Aktion für die gewählte Regel vereinbart wurde. Dieser Eintrag kann rekursiv aufgerufen und zusammengestellt worden sein. Daher kann dieser Teil recht umfangreich sein. Zur erleichterten Fehleranalyse werden allen Teilskripten, die durch eine Rekursion erstellt worden, die Rekursionstiefe und die, für diese Rekursion, verwendete Einzelregel sowie das auslösende Element vermerkt.

#### Hilfsmethoden

Das Plugin verfügt über weitere Hilfsmethoden, die Teilaufgaben übernehmen. Diese sind zum großen Teil trivial und sollen hier summarisch besprochen werden:

* SCT.setItemValues  
  Hilfsmethode, die über ein JSON-Objekt mit Seitenelement-IDs und -werten iteriert und die betroffenen Seitenelemente aktualisiert
* SCT.bindEvents  
  Der Methode wird ein JSON-Objekt mit den relevanten Seitenelementen und den Events, an die gebunden werden soll, übergeben. Die Methode iteriert über dieses Objekt und bindet die entsprechenden Events.  
  Eine Besonderheit dieser Methode besteht darin, dass die Events von Elementen, die durch einen APEX-Event apexrefresh aktualisiert werden, vor der Ausführung dieses Events vom Eventhandler entbunden und nach Abschluss des Events wieder gebunden werden. Dies vermeidet, dass die gebundenen Events durch eine APEX-Aktivität ausgelöst werden und so Endlosschleifen entstehen können.
* SCT.setErrors  
  Hilfsmethode, die den Fehlerstatus der Anwendungsseite aktualisiert. Da dies abhängig vom eingesetzten Theme ist, stellt die Methode lediglich einen Wrapper um die entsprechende Methode aus SCTAPEX.js dar.
* SCT.setMandatory  
  Wird ein Element durch SCT als verpflichtend deklariert, muss dies durch Anpassungen der Darstellung auf der Oberfläche kenntlich gemacht werden. Dies geschieht durch diese Methode, die ebenfalls einen Wrapper um SCTAPEX.js darstellt.
* SCT.submit  
  Auch diese Hilfsmethode stellt einen Wrapper um eine entsprechende Methode der Datei SCTAPEX.js dar. Die Aufgabe der Methode besteht darin, zu prüfen, ob die Seite noch einen Fehler anzeigt, und falls ja, eine entsprechende Meldung auszugeben. Falls kein Fehler auf der Seite existiert, wird die Seite mit der Methode apex.submit abgeschickt. Als Parameter kann der Methode ein Wert für die Variable REQUEST übergeben werden.
* de\_condes\_plugin\_sct  
  Diese Methode ist nicht Teil des JavaScript-Namensraums. Sie dient dazu, die Methode SCT.init aufzurufen. Aus mir nicht ganz nachvollziehbaren Gründen hat APEX offensichtlich Schwierigkeiten, eine Namensraummethode direkt aufzurufen. Diese Methode stellt also einen Workaround dar und könnte in Zukunft obsolet werden, wenn eine bessere Möglichkeit gefunden wird, das Plugin anzusprechen.

### Plugin: JavaScript-Datei SCTAPEX.js bzw. EKASSE.js

Diese JavaScript-Datei implementiert die visuelle Darstellung der vom Plugin angeforderten Funktionalitäten. Grund der Zweiteilung ist, dass in dieser Datei Funktionalität implementiert ist, die von der konkreten APEX-Version, vom verwendeten Theme oder einer kundenspezifischen Erweiterung hiervon abhängig ist. Die Kapselung in einer eigenen Datei dient der besseren Trennung von Zuständigkeiten: Die Datei SCT.js ist prinzipiell von der Darstellung unabhängig.

Eine Kernfunktionalität der Datei ist die Darstellung von Fehlern, die durch das Plugin generiert wurden. APEX verfügt über einen Mechanismus zur Darstellung von Fehlern, dieser ist jedoch in den Render-Prozess der APEX-Seite integriert und kann nicht per AJAX angestoßen werden. Daher musste Funktionalität programmiert werden, um eine konsistente Darstellung der Fehler zu erreichen, egal, ob diese durch das Rendern der Seite von APEX oder durch das Plugin SCT erstellt wurden.

Im Prinzip simuliert das Plugin das Verhalten von APEX, indem es entsprechende Regionen mit identischen CSS-Klassen auf der Seite einblendet, wie dies auch APEX beim Rendern einer Seite tut. Im direkten Vergleich sind einige Optionen umständlicher zu erreichen und weniger flexibel, so ist es zum Beispiel nicht möglich, aus den Metadaten der Anwendung zu ermitteln, ob ein Element eine Fehlermeldung nur im Notification-Bereich der Seite, oder auch direkt beim Element darstellen möchte. Für das Plugin wird angenommen, dass alle Fehler stets an beiden Stellen angezeigt werden.

Die einzelnen Methoden sind weitgehend selbsterklärend, was ihren Einsatzbereich angeht. Im Detail sind aber zum Teil komplexe JQuery-Operationen erforderlich, um das gewünschte optische Erscheinungsbild zu erreichen. Da dies aber von der konkreten Designumgebung abhängig ist, soll dies hier nicht im Detail besprochen werden. Es bleibt bei einer summarischen Beschreibung:

* Methode <Namensraum>.setErrors  
  Die Methode erstellt Fehlermeldungen auf der Seite. Im Unterschied zu APEX-generierten Fehlern beinhalten die durch das Plugin generierten Fehlermeldung im Notification-Bereich immer auch eine CSS-Klasse, die der ID des Elements entspricht, auf die sich die Meldung bezieht. Dadurch können Fehlermeldungen im Notification-Bereich selektiv entfernt werden.  
  Zusätzlich werden den Fehlermeldungen im Notification-Bereich Links beigefügt, mit denen auf die entsprechende Stelle im Code verzweigt werden kann.
* Methode <Namensraum>.steuereFehlerSchaltflaechen  
  Die Methode kontrolliert den Zustand der Elemente, die durch das Plugin als »Fehlerabhängige Elemente« deklariert wurden. Ob Fehler durch das Plugin oder durch den Renderprozess der APEX-Seite auftreten, ist egal: Solange Fehler auf der Anwendungsseite angezeigt werden, sind die entsprechenden Elemente deaktiv, ansonsten aktiv.

### APEX-Anwendung: Anwendung

Die APEX-Anwendung des Plugins dient der vereinfachten Pflege von Regelgruppen, Einzelregeln, Aktionen und Aktionstypen. Zusätzlich zu den Grundfunktionen, also der Anlage, Pflege und dem Löschen der beschriebenen Elemente, verfügt die Anwendung über eine Validierungsfunktion, die Regeln gegen das Data Dictionary der APEX-Anwendung, für die die Regel erstellt wird, validiert.

Die Anwendung selbst ist mit einfachen APEX-Standardmitteln erstellt, die Stammdatentabellen werden direkt über Assistenten-erstellte Seiten gepflegt, nicht über eine Methodenschnittstelle. Die Methoden zur Anlage von Regelgruppen etc. werden ausschließlich von der Im- und Exportfunktionalität verwendet, nicht jedoch von der APEX-Anwendung. Eine Ausnahme hiervon sind die Funktionen zum Kopieren von Regelgruppen zwischen Anwendungen oder Anwendungsseiten sowie das Resequenzieren einer Regelgruppe. Zudem werden durch die Anwendung nach dem Speichern von Änderungen die Änderungen propagiert, d.h. es werden die Validierung sowie die Neuerstellung der Regelviews veranlasst.

Die Hauptseite der Anwendung verwendet selbst wiederum das Plugin, um Schaltflächen einzublenden, Berichte zu aktualisieren und weiteres mehr. Die hierfür benötigten Regeln werden in der Übersicht der Regelgruppen ausgeblendet, um ein versehentliches Löschen dieser Regeln zu vermeiden.

### APEX-Anwendung: Package UI\_SCT\_PKG

Das Package UI\_SCT\_PKG implementiert die Anwendungslogik für die APEX-Anwendung zur Verwaltung der Regelgruppen, Einzelregeln, Aktionen und Aktionstypen. Die eigentliche Logik delegiert das Package an SCT\_ADMIN. Daher stellen die Methoden des Packages lediglich Wrapper um die Methoden des Packages SCT\_ADMIN dar, zum Teil mit unterschiedlicher Parameterausstattung.