

EFFICIENT TEST DATA MANAGEMENT: The key to modern software quality

ABSTRACT

Software development encompasses the creation, implementation, deployment, and maintenance of software solutions. A crucial component of this process is quality assurance through software testing, which contributes to error identification and improvement of product quality.

Setup and teardown are particularly important in this context, ensuring a consistent test environment, minimising interference and increasing test efficiency.

A significant and time-consuming part of the setup involves creating or obtaining suitable test data, while teardown focusses on cleaning up and removing this data to ensure a clean test environment. Test data management plays a central role by ensuring that the right data is available at the right time for testing.

The focus is on automating data provision and managing dependencies between data records, especially in complex tests involving multiple systems. Efficient test data management is crucial for quickly providing large amounts of data and maintaining complex data relationships.

The choice of appropriate test data and tools is decisive in meeting both functional and economic requirements.

This paper examines strategies for implementing efficient test data management and highlights the technical challenges to provide a well-founded decision-making basis for optimising test processes.

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION	4
1.1 IMPORTANCE OF EFFICIENT TEST PROCESSES	4
1.2 THE ROLE OF TEST DATA IN THE TEST SETUP	4
2. WHAT IS TEST DATA MANAGEMENT?	5
2.1 TDM-CONCEPTS AND BENEFITS	6
2.2 IMPORTANT TDM STRATEGIES	6
2.3 THE „MANAGEMENT“ ASPECT OF TEST DATA MANAGEMENT	8
3. CHALLENGES	9
3.1 CHALLENGES OF DIFFERENT SOLUTIONS.....	9
4. OUR SOLUTION	12
4.1 TECHNICAL OVERVIEW OF OUR SOLUTION FOR TEST DATA GENERATION WITH PROCESS AUTOMATION	12
4.2 BENEFITS	13
4.3 DEVELOPEMENT AND MAINTENANCE CHALLENGES	13
5. CONCLUSION	14
AUTHORS	15

1. INTRODUCTION

Test data management (TDM) is a critical factor in software testing, as the quality and availability of test data significantly influence the precision and efficiency of the tests. TDM goes far beyond data protection and includes the automated provision of test data, resetting it after use and tracking its validity, aging, and usage. A central goal is the rapid and efficient provision of large amounts of data, such as mass data or extensive datasets, which are created automatically as needed.

Additionally, often complex dependencies and links of test data across various systems need to be managed. The choice between synthetic data, a production data extraction with anonymisation or a hybrid solution is project- and test stage-specific. Likewise, a careful evaluation of the available test data management tools is necessary to decide whether a commercial solution meets the requirements or whether in-house development is more sensible. A detailed analysis of the tools is therefore essential to find the best solution in terms of functionality and cost.

1.1 IMPORTANCE OF EFFICIENT TEST PROCESSES

Test efficiency describes how many resources were provided for the test process and how effectively these were actually used. It measures how well test activities are carried out in terms of time, cost and resources used, while ensuring the accuracy and completeness of the test process.

Evaluating test efficiency allows for an analysis of whether the available project resources were optimally used to achieve the business goals. Simply put, the test efficiency compares the resources planned for tests with those actually used. This helps companies to use their resources in a more targeted manner in future projects to reduce costs and effort.

Therefore, it is essential to develop an effective test strategy to achieve optimal results and provide high-quality products.

1.2 THE ROLE OF TEST DATA IN THE TEST SETUP

Test data is the data used to test software in a targeted manner. While some data aims to confirm expected results, other data serves to test the limits and robustness of the software. There are various approaches to generating suitable test data. The data can be manually created by testers, automatically generated by programs or copied from production data sources.

A modern test team wants to verify whether the software delivers the expected results. For this purpose, specific data is entered into the system, the software is executed and the results are analysed. The goal is for the software to deliver the desired results without errors, as it fulfils its fundamental purpose.

At the same time, however, the software must be able to remain stable in case of unexpected, unusual or erroneous input. This requires so-called negative tests, which ensure that the system works correctly even if an end user enters erroneous or intentionally incorrect data. These tests are essential in order to ensure the reliability of the software. The choice between real production data and synthetic test data is a frequently discussed topic. Both variants have specific advantages depending on the test scenario.

Synthetic data is particularly well-suited for targeted, specific test scenarios as they can be individually created. Production data, on the other hand, is more likely to be used when realistic tests are required. Such data is often anonymised or masked before use to comply with data protection requirements.

2. WHAT IS TEST DATA MANAGEMENT?

Test data management is the process that grants modern teams controlled access to data throughout the entire software development cycle. Test data management also includes the generation, removal, versioning and many other activities in which the test data is involved.

There are several steps required for a successful TDM:

01.

Analysis & Definition

The first stage includes analyzing the requirements for the needed test data as well as examining relevant data sources and data sinks. Simultaneously, the goals of test data management are defined and the framework conditions for test data creation and provision are reviewed. This includes, among other things, business processes, system architecture, and the amounts of data and transactions that must be considered.

02.

Generate

Based on the results from Stage 1, Stage 2 develops the strategy for creating test data. Depending on the analysis results, the appropriate method for test data generation is selected for the respective data sources and targets, such as synthetic generation, subsetting, or anonymization of production data.

03.

Provide

Stage 3 defines the necessary measures for providing the generated test data. The process typically includes loading the data into target systems, adjusting timestamps, or performing „time travel“ for the test data, as well as converting existing data into other formats if required.

04.

Compare

In subsequent test cycles, it is of great importance to compare the generated test data or the „results“ of the conducted tests with the test data used, to ensure that the test results are correct and the defined test objectives were achieved.

05.

Document

Test data documentation plays an essential role in the test data management process, as it ensures the reusability of the created test data and simultaneously serves as proof of correct generation and provision of test data for the defined test cases.

06.

Archive

Similar to test data documentation, test data archiving is an essential component of test data management. It enables the repeated and traceable execution of past test scenarios, for example, to conduct tests under exactly the same conditions again - such as due to legal requirements.

2.1 TDM CONCEPTS AND BENEFITS

Test data management provides a structured approach to managing test data, bringing numerous advantages to the entire software development and testing process.

Various aspects and their benefits include:

- **ENHANCED TEST PERFORMANCE**

Providing precise and consistent test data increases testing efficiency and accuracy, leading to faster results and higher defect detection rates.

- **TEST DATA QUALITY ASSURANCE**

TDM ensures that the test data used is of high quality, corresponds to realistic scenarios and is free from errors or inconsistencies that could distort tests.

- **INCREASE OF TESTER PRODUCTIVITY**

Automated test data processes reduce manual work, enable quick access to required data, and allow testers to focus on the actual testing activities.

- **COST SAVINGS**

Through reuse and centralised management of test data, along with reduction of errors in the testing process, time and resources are used more efficiently, reducing costs in the long term.

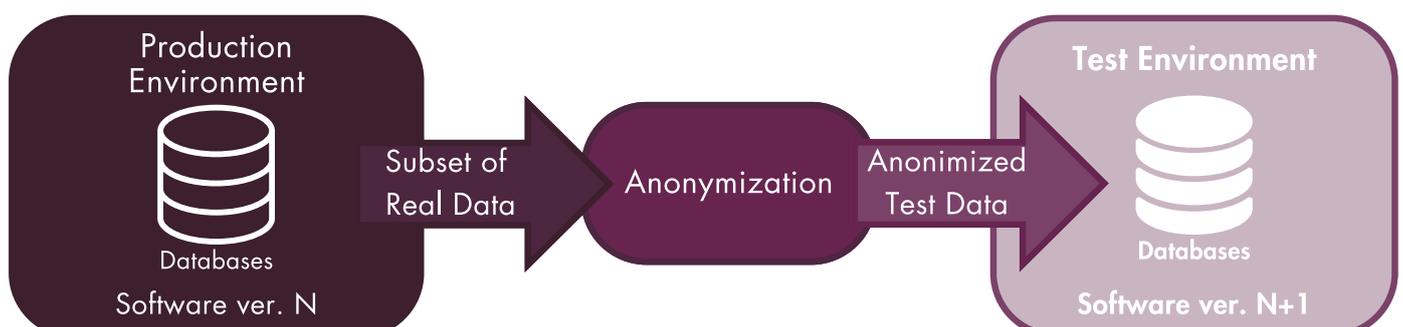
TDM thus enables not only technically optimised test processes but also contributes significantly to improving the overall quality and economic efficiency of software projects.

2.2 IMPORTANT TDM STRATEGIES

There are three main approaches to implementation: copying and subsetting of production data, generation of synthetic data and data generation with process automation. The automation of these activities significantly improves the data management process and makes it more efficient by minimising manual interventions and delivering consistent results.

PRODUCTION DATA COPYING AND SUBSETTING

Copying and subsetting production data involves careful management and anonymisation of sensitive information from production environments. It also requires ensuring compatibility with newer system versions and efficiently scaling the process across multiple databases to ensure consistent and secure use of data in test environments.



GENERATION OF SYNTHETIC DATA

The generation of synthetic data requires profound technical expertise, precise understanding of the application domain and the use of specialised generation tools. Artificial intelligence (AI) can significantly simplify this process, but still requires careful guidance and clearly defined parameters to achieve the desired results.

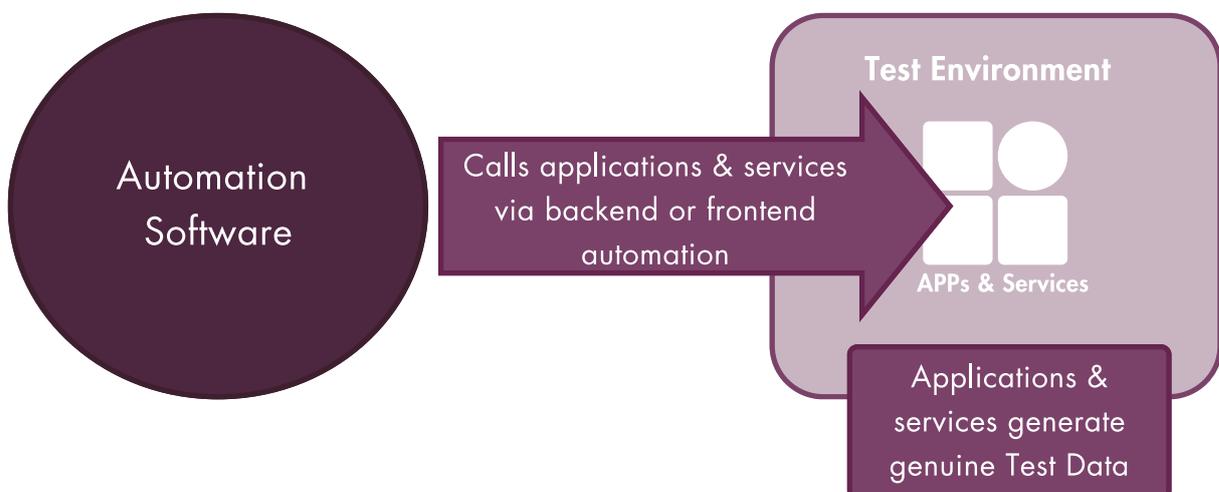
Through the targeted use of AI, complex data scenarios can be simulated realistically without relying on sensitive original data.



DATA GENERATION WITH PROCESS AUTOMATION

Real test data must be generated using back-end or front-end automation to accurately represent real interactions.

This approach ensures that the test data always matches the current system environment, but requires continuous maintenance and adaptation to keep pace with changing requirements and the evolution of the system under test (SUT). This way, the test data quality remains guaranteed even in dynamic systems.

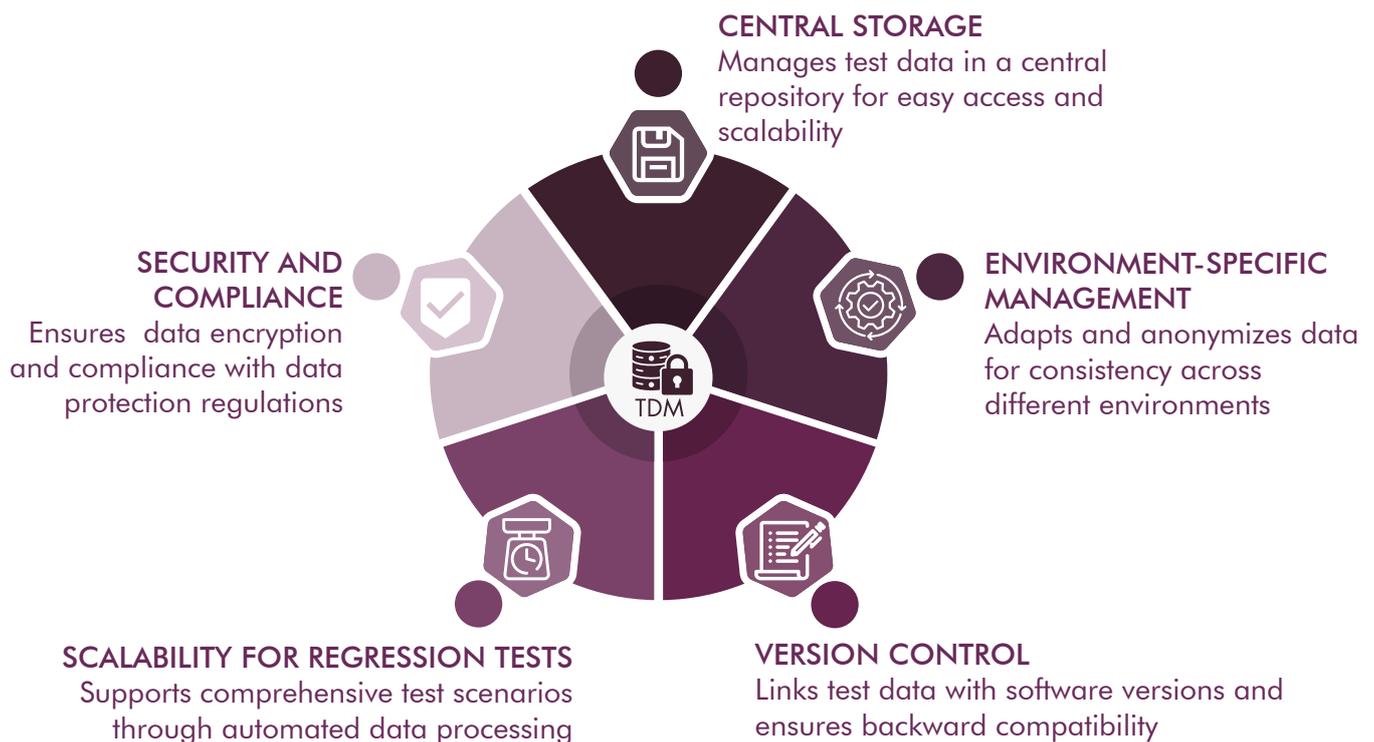


2.3 THE „MANAGEMENT“ ASPECT OF TEST DATA MANAGEMENT

In test data management (TDM), the „management“ aspect is just as important as the generation of test data itself. A structured management ensures that the data remains consistent, efficient, and reusable for various test cycles, such as regression tests.

The key areas of test data management are:

- 1. CENTRAL STORAGE**
Test data is managed in a central repository (which can be a database), facilitating team access, tracking versions and making large data volumes scalable.
- 2. ENVIRONMENT-SPECIFIC MANAGEMENT**
Data is adapted for different environments (e.g. QA, staging), anonymised through masking and synchronised to ensure consistency.
- 3. VERSION CONTROL**
Test data is linked to specific software versions, maintained backward compatible and archived as snapshots.
- 4. SCALABILITY FOR REGRESSION TESTS**
Automated assignment and batch processing of large data volumes support extensive test scenarios.
- 5. ARCHIVING AND REUSABILITY**
Test data is archived, categorised and reused in subsets if needed.
- 6. SECURITY AND COMPLIANCE**
Sensitive data is encrypted, access rights are restricted and compliance with data protection guidelines (e.g. GDPR) is verified.
- 7. AUTOMATION**
Tools integrate test data management into CI/CD pipelines, provide APIs and monitor data usage.



3. CHALLENGES

A common error in the software testing process is missing or suboptimal test data management that is either not implemented or underestimated in its complexity and importance.

This leads to incomplete test coverage and impairs the quality of test results. Inadequate or poorly executed test data management can result in incomplete or faulty tests, increasing the risk of production errors, causing delays in the development cycle and ultimately affecting the user experience. Below, we examine the challenges of test data management (TDM) and discuss approaches for optimisation.

Typical challenges in TDM include:

- Generation and provision of test data, particularly the automation of these processes to accelerate test preparation
- Data quality issues leading to inaccurate or ineffective test results
- Security and compliance requirements, especially regarding sensitive or personal data used in test environments
- Availability and accessibility of test data to conduct tests smoothly and in a timely manner
- Reusability and maintenance of test data to avoid redundancies and increase efficiency

3.1 CHALLENGES OF DIFFERENT SOLUTIONS

CHALLENGES IN COPYING PRODUCTION DATA AND SUBSETTING

Working with production data for test data creation involves several challenges that must be overcome to ensure security, compatibility and efficiency.

The most common problems include:

- **DATA PROTECTION**
Production data often contains personal or confidential information that must be anonymised before use to comply with data protection guidelines.
- **COMPATIBILITY ISSUES WITH OLDER DATA**
Older data records are often incompatible with new software versions, potentially leading to errors or unusable test data.
- **COMPLEXITY IN LARGE SYSTEMS**
In larger systems with multiple databases, test data management becomes increasingly demanding as all relevant data sources must be included in the process.
- **IMPLEMENTATION ISSUES**
While data can be used directly if the copying process is correctly implemented, this often depends on the error-free execution and maintenance of processes.

CHALLENGES IN TEST DATA CREATION

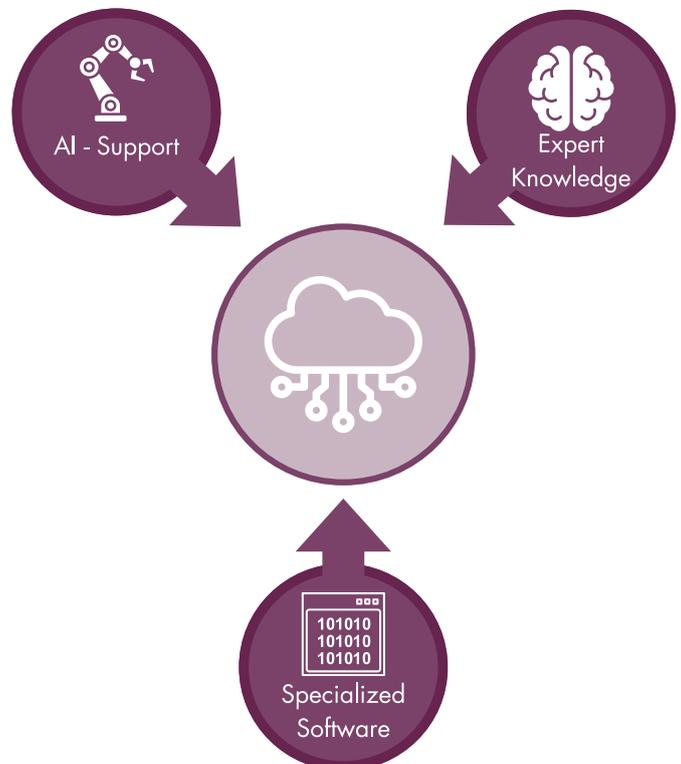


CHALLENGES IN GENERATING SYNTHETIC DATA

The creation of realistic test data brings about several challenges that must be overcome to generate high-quality and relevant data.

The most common problems include:

- **HIGH KNOWLEDGE REQUIREMENTS**
The generation of realistic test data requires extensive expertise regarding the underlying domain. An in-depth understanding of specific requirements of the test environment is necessary.
- **USE OF SPECIALISED SOFTWARE**
The creation of synthetic data requires specialised generation software. Complex configurations are often necessary for proper implementation.



AI SUPPORT
Artificial intelligence can significantly simplify the process through automation and pattern recognition. Expert knowledge remains essential for the correct application and monitoring of AI-supported tools. Professional expertise cannot be fully replaced by AI solutions.

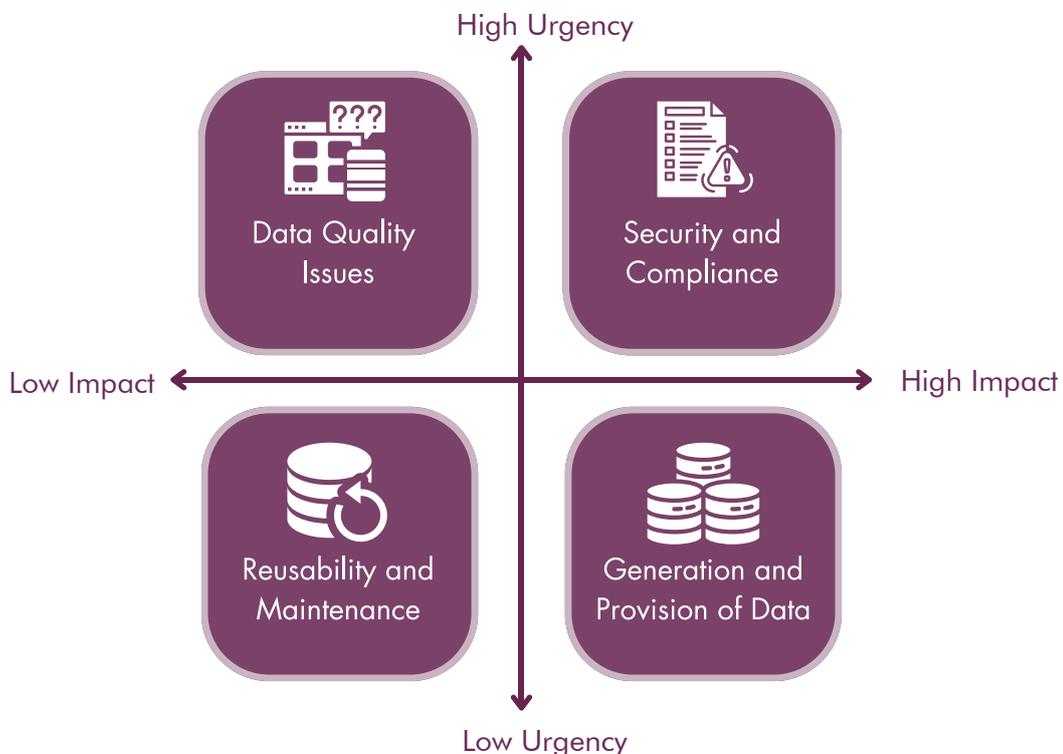
CHALLENGES IN DATA GENERATION WITH PROCESS AUTOMATION

Data generated through back-end or front-end automation simulates real scenarios, thereby ensuring accuracy and relevance. However, several challenges frequently arise in practice that must be considered to ensure stable and efficient test data management (TDM).

These problems include:

- PROCESS SIMULATION**
 Data generation requires replication of interactions used to trigger data-producing processes. This step is complex and resource-intensive.
- ENVIRONMENT SYNCHRONISATION**
 It must be ensured that generated test data consistently matches the current system environment. This is particularly challenging in dynamic environments.
- PROCESS RELIABILITY**
 Process failures in the test environment can affect the entire setup. Affected processes may need to be carried out again to ensure data consistency.
- MAINTENANCE REQUIREMENTS**
 The TDM software needs continuous maintenance and adaptation. The software must stay synchronised with changes and updates to the system under test (SUT).

PRIORITIZATION OF CHALLENGES IN DATA MANAGEMENT



4. OUR SOLUTION

During the testing process for one of our customers with a highly complex IT system landscape (including numerous interfaces, orchestrated by middleware process control, different types of databases, front-end and back-end systems), we faced several challenges in providing the necessary test data.

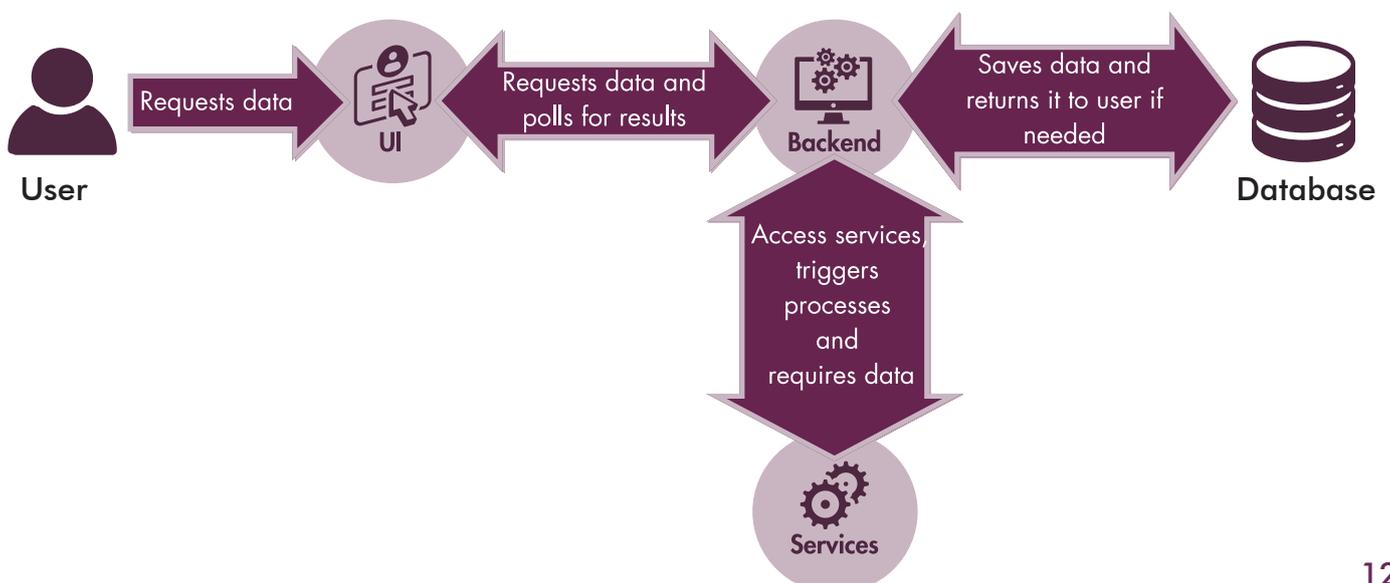
By automating the generation of real test data and managing it through a central database with a user-friendly interface, we optimise TDM workflows. This enables stakeholders, testers, developers and specialists to efficiently manage and easily use the data. Numerous microservices are employed, controlled by middleware software.

Additionally, there are many persistent databases that are interconnected. Test preparation was therefore a lengthy and laborious process, as creating specific test data requires in-depth expertise, multiple UI systems must be used, processes must be triggered from databases and API calls must be made.

4.1 Technical overview of our solution for test data generation with process automation

Previously, a subsetting of production copies was used, but due to the increasing complexity of the system, services, databases and their connections as well as the large volumes of data, the process took a considerable amount of time and required constant updates to keep up with the constantly changing system landscape. Due to this complexity, our customer relies on dependable middleware software that simplifies processes on the back-end level.

For this reason, we decided to implement our test data management solution as a test data generation application with process automation. It uses back-end automation and performs the correct API calls and database triggers in the proper sequence to create real test data throughout the entire system, utilising the well-connected middleware. The system is also linked to a database where the generated data is stored for later use.



4.2 Benefits

The solution has already proven cost-effective in terms of testing and knowledge transfer. Many testers can now fully focus on the current test, as the extensive setups previously required have been almost completely eliminated. Today, obtaining the exact data needed is as simple as visiting a website.

4.3 Development and maintenance challenges

Our solution has further potential to become even more efficient and stable. Significant effort is required to initially develop the automation for all needed test data generation cases, and with each update of the systems used, the solution must be adapted accordingly. Another issue is that the automation does not fully function if a single microservice fails, preventing data generation at that moment.

To solve these problems and minimise their impact, we have implemented various mechanisms:

1. A database where created data is stored for later use. While the systems are active, large amounts of data can be generated for later testing, even if some parts of the system are not functioning.
2. User reservation of data to prevent usage by others.
3. An automatic regression test that runs daily. If some automations are not working, the user is informed and the use of these automations is disabled.

In conclusion, automating test data generation and management, along with integrating intelligent back-end processes, has achieved significant improvements in test data management efficiency and accuracy. Our solution enables test teams to focus on actual testing activities rather than spending time on lengthy and complex setup processes.

This has not only led to substantial cost savings but also significantly simplified knowledge exchange and flexibility in test data usage.

Despite these advances, continuous adaptation and maintenance of the automation remains a challenge, which we successfully address through clever mechanisms like the storage of generated data, user reservations, and daily regression tests. These measures help minimise the impact of

technical difficulties, such as microservice failures, and maintain stable test data processes even in complex system landscapes.

Overall, the combination of automation, process integration and a well-thought-out test data strategy not only improves test quality but also significantly enhances the long-term maintainability and scalability of test processes.

BENEFITS

The use of test management tools optimises the testing process and accelerates product delivery. At the same time, these tools contribute to cost control in the test cycle by enabling test automation and thus ensuring a smooth workflow.

The following advantages improve test execution workflows through the use of test management tools:

- Fine-tuning of the test process through better collaboration, effective communication, and detailed data analysis.
- Tracking of progress, defects and test results – the entire testing process is simplified as all steps are integrated into a single application.
- Scalability of test management tools, which can be reliably used even with growing and more complex testing requirements.
- Availability of test data – if systems are unavailable, one could access test data through TDM (test data management)

5. CONCLUSION

The test team assumes responsibility for generating test data. Typically, the team has no direct access to production data. Even if such data is made available, it often consists of extensive amounts of raw data that cannot be immediately used for testing purposes. Considerable effort is required to classify, manage and adapt this data to meet specific test requirements.

The availability of high-quality data is a fundamental prerequisite for conducting high-quality software testing. Data of average quality leads to suboptimal test results, which is unacceptable in software development. Test data management presents an effective solution to address these challenges.

With the adoption of agile methods and DevOps, test cycles are becoming shorter, making the creation of high-quality data within these cycles and the execution of software tests significantly more

complex. To minimise costs, time, and resources in the testing process, robust test data management presents an ideal solution that delivers clear, measurable results. This promotes customer confidence and satisfaction, leading to better business outcomes

AUTHORS



NASSERZARE HAMED

Test Analyst



FRANCES MORIS

Test Engineer,
Technical Lead Test
Automation and DevOps

YOUR TRUSTED PARTNER 
SOFTWARE TESTING SERVICES

Working with SDS

SDS continuously sets digital standards in pioneering solutions for securities processing, regulation, and compliance for the international financial industry. The comprehensive SDS portfolio covers reliable products and services for all customer- and market-related processes, including global securities and derivatives processing, regulatory, tax, and compliance automation, solution-oriented consulting, professional testing services, and managed services.

More than 400 financial institutions trust SDS and our sustainable corporate values, processing over 300 million securities transactions annually with our products and services. With over four decades of industry experience, we have become a highly trusted and reliable partner for renowned financial institutions. SDS is a member of the Deutsche Telekom Group, one of the world's leading providers of information and communication technologies.

www.sds.at

SDS

Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.
T-Center, Rennweg 97-99
1030 Vienna, Austria
E-Mail: marketing@sds.at
www.sds.at

© SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.
All rights reserved. The contents of this publication are protected by international copyright laws, database rights and other intellectual property. The owner of these rights is SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H., our affiliates or other third party licensors. All product and company names and logos contained within or appearing on this publication are the trademarks, service marks or trading names of their respective owners, including Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.. This publication may not be a) copied or reproduced; or b) lent, resold, hired out or otherwise circulated in any way or form without the prior permission of SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.

Whilst reasonable efforts have been made to ensure that the information and content of this publication was correct as at the date of first publication, neither SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H. or any person engaged or employed by SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H. accepts any liability for any errors, omissions or other inaccuracies. Readers should independently verify any facts and figures as no liability can be accepted in this regard. Readers assume full responsibility and risk accordingly for their use of such information and content. Any views and/or opinions expressed in this publication by individual authors or contributors are their personal views and/or opinions and do not necessarily reflect the views and/or opinions of SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.

EFFIZIENTES TESTDATEN MANAGEMENT: Der Schlüssel zu moderner Softwarequalität

ABSTRACT

Softwareentwicklung umfasst die Erstellung, Implementierung, Bereitstellung und Wartung von Softwarelösungen. Ein wesentlicher Bestandteil des Prozesses ist die Qualitätssicherung durch Softwaretests, die zur Fehleridentifikation und Verbesserung der Produktqualität beitragen.

Besonders wichtig sind dabei Setup und Teardown, die eine konsistente Testumgebung gewährleisten, Interferenzen minimieren und die Testeffizienz steigern.

Ein großer und zeitaufwendiger Teil des Setups besteht in der Erstellung oder Beschaffung geeigneter Testdaten, während beim Teardown der Fokus auf der Bereinigung und Entfernung dieser Daten liegt, um eine saubere Testumgebung zu gewährleisten. Testdatenmanagement spielt eine zentrale Rolle, indem es sicherstellt, dass die richtigen Daten zur richtigen Zeit für Tests verfügbar sind.

Der Fokus liegt auf der Automatisierung der Datenbereitstellung und der Verwaltung von Abhängigkeiten zwischen Datensätzen, insbesondere bei komplexen Tests, die mehrere Systeme umfassen.

Effizientes Testdatenmanagement ist entscheidend, um große Datenmengen schnell bereitzustellen und komplexe Datenbeziehungen zu pflegen. Die Wahl der richtigen Testdaten und Tools ist dabei entscheidend, um sowohl funktionale als auch wirtschaftliche Anforderungen zu erfüllen.

Diese Arbeit untersucht Strategien zur Implementierung eines effizienten Testdatenmanagements und beleuchtet die technischen Herausforderungen, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Optimierung von Testprozessen zu schaffen.

INHALTSANGABE

1. EINFÜHRUNG	4
1.1 BEDEUTUNG EFFIZIENTER TESTPROZESSE	4
1.2 DIE ROLLE VON TESTDATEN IM TEST-SETUP	4
2. WAS VERSTEHT MAN UNTER TESTDATENMANAGEMENT?	5
2.1 TDM-KONZEPTE UND VORTEILE	6
2.2 WICHTIGE TDM-STRATEGIEN	6
2.3 DER „MANAGEMENT“-ASPEKT DES TESTDATENMANAGEMENTS	8
3. HERAUSFORDERUNGEN	9
3.1 HERAUSFORDERUNGEN VERSCHIEDENER LÖSUNGEN	9
4. UNSERE LÖSUNG	12
4.1 TECHNISCHE ÜBERSICHT ZUR TESTDATENGENERIERUNG MIT PROZESSAUTOMATISIERUNG	12
4.2 VORTEILE	13
4.3 PROBLEME BEI DER ENTWICKLUNG UND WARTUNG	13
5. FAZIT	14
AUTOREN	15

1. EINFÜHRUNG

Testdatenmanagement (TDM) ist ein kritischer Faktor im Software Testing, da die Qualität und Verfügbarkeit der Testdaten die Präzision und Effizienz der Tests erheblich beeinflussen. TDM geht weit über den Datenschutz hinaus und umfasst die automatisierte Bereitstellung von Testdaten, deren Zurücksetzung nach Verwendung sowie die Verfolgung ihrer Gültigkeit, Alterung und Nutzung. Ein zentrales Ziel ist die schnelle und effiziente Bereitstellung großer Datenmengen, wie Massendaten oder umfangreicher Datensätze, die je nach Bedarf automatisiert erstellt werden.

Zusätzlich müssen oft komplexe Abhängigkeiten und Verknüpfungen von Testdaten über verschiedene Systeme hinweg verwaltet werden. Die Wahl zwischen synthetischen Daten, einem Produktionsdatenabzug mit Anonymisierung oder einer hybriden Lösung ist projekt- und teststufenspezifisch. Ebenso ist eine sorgfältige Evaluierung der verfügbaren Testdatenmanagement-Tools notwendig, um zu entscheiden, ob eine kommerzielle Lösung die Anforderungen erfüllt oder ob eine Eigenentwicklung sinnvoller ist. Eine detaillierte Analyse der Tools ist daher unerlässlich, um die beste Lösung in Bezug auf Funktionalität und Kosten zu finden.

1.1 BEDEUTUNG EFFIZIENTER TESTPROZESSE

Testeffizienz beschreibt, wie viele Ressourcen für den Testprozess bereitgestellt wurden und wie effektiv diese tatsächlich genutzt wurden. Sie misst, wie gut Testaktivitäten in Bezug auf Zeit, Kosten und eingesetzte Ressourcen durchgeführt werden, während gleichzeitig die Genauigkeit und Vollständigkeit des Testprozesses sichergestellt wird. Die Bewertung der Testeffizienz ermöglicht es, zu analysieren, ob die verfügbaren Projektressourcen optimal genutzt wurden, um die Geschäftsziele zu erreichen. Einfach ausgedrückt vergleicht die Testeffizienz die für Tests eingeplanten Ressourcen mit den tatsächlich genutzten. Dies hilft Unternehmen, ihre Ressourcen in zukünftigen Projekten gezielter einzusetzen, um Kosten und Aufwand zu reduzieren. Deshalb ist es essenziell, eine

effektive Teststrategie zu entwickeln, um optimale Ergebnisse zu erzielen und qualitativ hochwertige Produkte bereitzustellen.

1.2 DIE ROLLE VON TESTDATEN IM TEST-SETUP

Testdaten sind jene Daten, die genutzt werden, um eine Software gezielt zu testen. Während einige Daten darauf abzielen, erwartungsgemäße Ergebnisse zu bestätigen, dienen andere dazu, die Grenzen und Robustheit der Software zu prüfen. Es gibt verschiedene Ansätze, um passende Testdaten zu erzeugen. Diese können von Testern manuell erstellt, durch Programme automatisch generiert oder von Produktionsdatenquellen kopiert werden.

Ein modernes Testteam möchte überprüfen, ob die Software die erwarteten Ergebnisse liefert. Dazu werden spezifische Daten in das System eingegeben, die Software wird ausgeführt und die Resultate werden analysiert. Ziel ist es, dass die Software die gewünschten Ergebnisse ohne Fehler liefert, da diese ihren grundlegenden Zweck erfüllt. Gleichzeitig muss die Software jedoch in der Lage sein, bei unerwarteten, unüblichen oder fehlerhaften Eingaben stabil zu bleiben. Dafür sind sogenannte Negativtests erforderlich, die sicherstellen, dass das System auch dann korrekt arbeitet, wenn ein Endnutzer fehlerhafte oder absichtlich falsche Daten eingibt. Diese Tests sind essenziell, um die Zuverlässigkeit der Software zu gewährleisten. Die Wahl zwischen realen Produktionsdaten und synthetischen Testdaten ist ein häufig diskutiertes Thema. Beide Varianten haben je nach Testszenario spezifische Vorteile.

Synthetische Daten eignen sich besonders gut für gezielte, spezifische Testszenarien, da sie individuell erstellt werden können. Produktionsdaten hingegen kommen eher zum Einsatz, wenn realitätsnahe Tests erforderlich sind. Oft werden solche Daten vor ihrer Verwendung anonymisiert oder maskiert, um Datenschutzvorgaben zu erfüllen.

2. WAS VERSTEHT MAN UNTER TESTDATENMANAGEMENT?

Testdatenmanagement ist der Prozess, der modernen Teams während des gesamten Softwareentwicklungszyklus einen kontrollierten Zugang zu Daten ermöglicht. Testdatenmanagement umfasst außerdem die Generierung, Entfernung, Versionierung und viele weitere Aktivitäten, an welchen die Testdaten beteiligt sind. Es gibt einige Schritte, welche für ein erfolgreiches TDM erforderlich sind:

01.

Analyse & Definition

Die erste Stufe umfasst die Analyse der Anforderung an die benötigten Testdaten sowie die Untersuchung der relevanten Datenquellen und Datenszenen. Gleichzeitig werden die Ziele des Testdatenmanagements definiert und die Rahmenbedingungen für die Testdatenerstellung- und bereitstellung geprüft. Dazu gehören unter anderem Geschäftsprozesse, die Systemarchitektur sowie die Mengen an Daten und Transaktionen, die berücksichtigt werden müssen.

02.

Erzeugen

Auf Grundlage der Ergebnisse aus Stufe 1 wird in Stufe 2 die Strategie zur Erstellung der Testdaten entwickelt. Abhängig von den Analyseergebnissen wird für die jeweiligen Datenquellen- und ziele die geeignete Methode zur Testdatenerzeugung definiert, wie beispielsweise die synthetische Generierung, das Subsetting oder die Anonymisierung von produktdateien.

03.

Bereitstellen

In Stufe 3 werden die erforderlichen Maßnahmen zur Bereitstellung der erzeugten Testdaten definiert. Dabei umfasst der Prozess typischerweise das Einspielen der Daten in die Zielsysteme, die Anpassung von Zeitstempeln oder die Durchführung von „Zeitreisen“ für die Testdaten sowie die Konvertierung der vorhandenen Daten in andere Formate, falls erforderlich.

04.

Vergleichen

In den nachfolgenden Testzyklen ist es von großer Bedeutung, die generierten Testdaten bzw. die „Ergebnisse“ der durchgeführten Tests mit den eingesetzten Testdaten abzugleichen, um sicherzustellen, dass die Testergebnisse korrekt sind und die definierten Testziele erreicht wurden.

05.

Dokumentieren

Die Testdatendokumentation spielt eine wesentliche Rolle im Testdatenmanagementprozess, da sie die Wiederverwendbarkeit der erstellten Testdaten gewährleistet und gleichzeitig als Nachweis für die korrekte Erzeugung und Bereitstellung der Testdaten für die definierten Testfälle dient.

06.

Archivieren

Ähnlich wie die Testdatendokumentation ist die Testdatenarchivierung ein wesentlicher Bestandteil des Testdatenmanagements. Sie ermöglicht die wiederholte und nachvollziehbare Ausführung vergangener Testdatenszenarien, um beispielsweise Tests unter exakt denselben Bedingungen erneut durchzuführen - etwa aufgrund gesetzlicher Vorgaben.

2.1 TDM-Konzepte und Vorteile

Testdatenmanagement bietet eine strukturierte Herangehensweise an die Verwaltung von Testdaten, die zahlreiche Vorteile für den gesamten Softwareentwicklungs- und Testprozess mit sich bringt.

Verschiedene Aspekte und ihre Vorteile sind:

- VERBESSERTE TESTLEISTUNG**
 Durch die Bereitstellung präziser und konsistenter Testdaten wird die Effizienz und Genauigkeit der Tests gesteigert, was zu schnelleren Ergebnissen und einer höheren Fehlererkennungsrate führt.
- QUALITÄTSSICHERUNG DER TESTDATEN**
 TDM stellt sicher, dass die verwendeten Testdaten von hoher Qualität sind, realistischen Szenarien entsprechen und frei von Fehlern oder Inkonsistenzen sind, die Tests verfälschen könnten.
- STEIGERUNG DER PRODUKTIVITÄT DER TESTER**
 Automatisierte Testdatenprozesse reduzieren manuelle Arbeit, ermöglichen schnellen Zugriff auf benötigte Daten und erlauben es Testern, sich auf die eigentlichen Testaktivitäten konzentrieren.
- KOSTENERSPARNIS**
 Durch die Wiederverwendung und zentrale Verwaltung von Testdaten sowie die Reduzierung von Fehlern im Testprozess werden Zeit und Ressourcen effizienter genutzt, was langfristig die Kosten senkt.

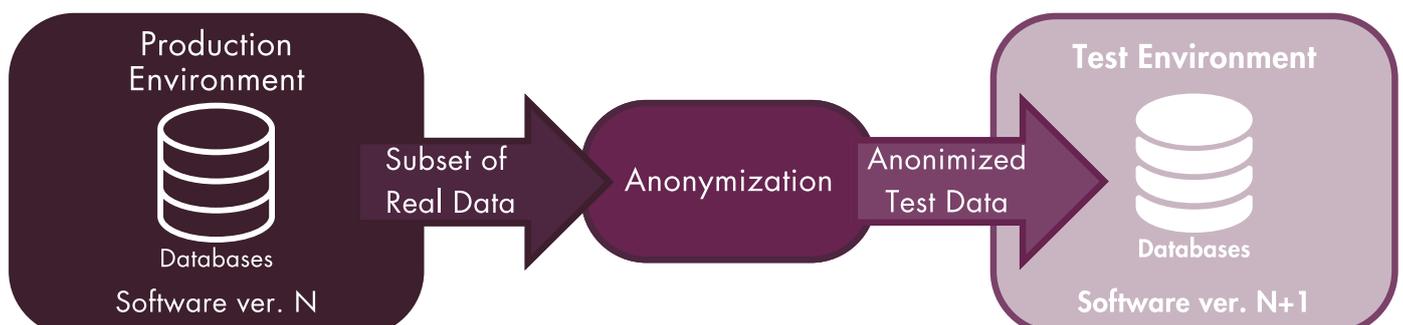
TDM ermöglicht somit nicht nur technisch optimierte Testprozesse, sondern trägt auch erheblich zur Verbesserung der Gesamtqualität und Wirtschaftlichkeit von Softwareprojekten bei.

2.2 Wichtige TDM-STRATEGIEN

Es gibt drei Hauptansätze zur Durchführung: das Kopieren und Subsetting von Produktionsdaten, die Generierung synthetischer Daten sowie die Datengenerierung mit Prozessautomatisierung. Die Automatisierung dieser Aktivitäten verbessert den Datenmanagementprozess erheblich und macht ihn effizienter, da sie manuelle Eingriffe minimiert und konsistente Ergebnisse liefert.

KOPIEREN VON PRODUKTIONS DATEN

Das Kopieren von Produktionsdaten und deren Subsetting umfasst die sorgfältige Verwaltung sowie die Anonymisierung sensibler Informationen aus Produktionsumgebungen. Es erfordert zudem die Sicherstellung der Kompatibilität mit neueren Systemversionen und die effiziente Skalierung des Prozesses über mehrere Datenbanken hinweg, um eine konsistente und sichere Nutzung der Daten in Testumgebungen zu gewährleisten.



GENERIERUNG SYNTHETISCHER DATEN

Die Generierung synthetischer Daten erfordert tiefgehende Fachkenntnisse, präzises Verständnis der Anwendungsdomäne und den Einsatz spezialisierter Generierungswerkzeuge; künstliche Intelligenz (KI) kann diesen Prozess erheblich vereinfachen, bedarf jedoch weiterhin sorgfältiger Anleitung und klar definierter Parameter, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen.

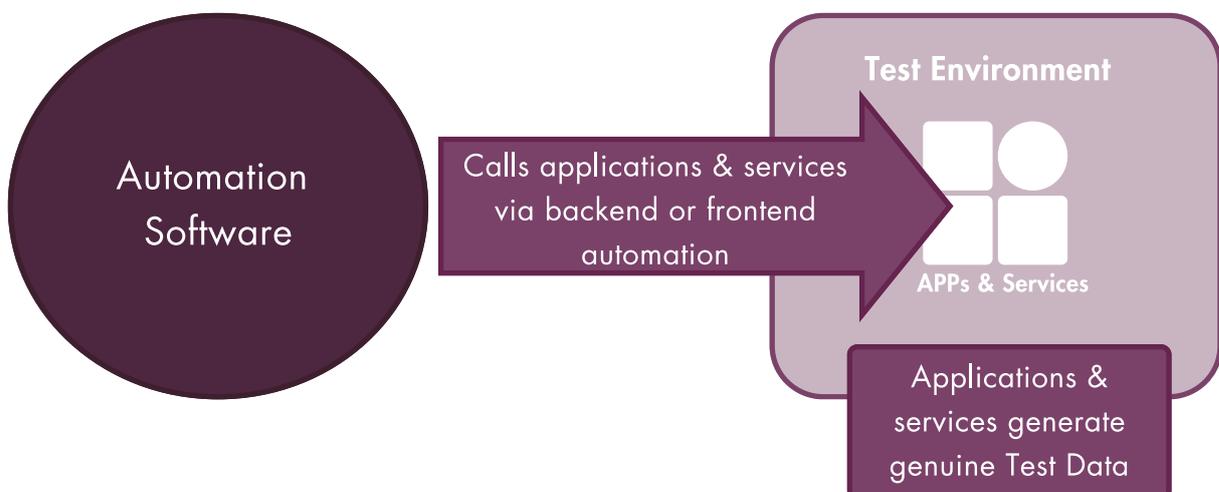
Durch den gezielten Einsatz von KI lassen sich komplexe Datenszenarien realitätsnah simulieren, ohne auf sensible Originaldaten zurückzugreifen.



DATENGENERIERUNG MIT PROZESSAUTOMATISIERUNG

Echte Testdaten müssen mit Hilfe von Back-End- oder Front-End-Automatisierung generiert werden, um reale Interaktionen präzise abzubilden.

Dieser Ansatz gewährleistet, dass die Testdaten stets mit der aktuellen Systemumgebung übereinstimmen, erfordert jedoch kontinuierliche Wartung und Anpassung, um mit den sich ändernden Anforderungen und der Weiterentwicklung des Systems unter Test (SUT) Schritt zu halten. So bleibt die Testdatenqualität auch bei dynamischen Systemen gewährleistet.



2.3 Der „Management“-Aspekt des Testdatenmanagements

Im Testdatenmanagement (TDM) ist der „Management“-Aspekt genauso wichtig wie die Generierung der Testdaten selbst. Eine strukturierte Verwaltung sorgt dafür, dass die Daten konsistent, effizient und wiederverwendbar für verschiedene Testzyklen, wie Regressionstests, bleiben.

Die zentralen Bereiche des Testdatenmanagements sind:

1. ZENTRALE SPEICHERUNG

Testdaten werden in einem zentralen Repository (kann eine Datenbank sein) verwaltet, was den Zugriff für Teams erleichtert, Versionen verfolgt und große Datenmengen skalierbar macht.

2. UMGEBUNGSSPEZIFISCHE VERWALTUNG

Daten werden für unterschiedliche Umgebungen (z. B. QA, Staging) angepasst, durch Maskierung anonymisiert und synchronisiert, um Konsistenz zu gewährleisten.

3. VERSIONSKONTROLLE

Testdaten werden mit spezifischen Softwareversionen verknüpft, rückwärtskompatibel gehalten und als Snapshots archiviert.

4. SKALIERBARKEIT FÜR REGRESSIONSTESTS

Automatisierte Zuweisung und Batch-Verarbeitung großer Datenmengen unterstützen umfangreiche Testszenarien.

5. ARCHIVIERUNG UND WIEDERVERWENDBARKEIT

Testdaten werden archiviert, kategorisiert und bei Bedarf in Teilmengen wiederverwendet.

6. SICHERHEIT UND COMPLIANCE

Sensible Daten werden verschlüsselt, Zugriffsrechte beschränkt und auf Konformität mit Datenschutzrichtlinien (z. B. DSGVO) geprüft.

7. AUTOMATISIERUNG

Tools integrieren Testdatenmanagement in CI/CD-Pipelines, bieten APIs und überwachen die Datenverwendung.



3. HERAUSFORDERUNGEN

Ein häufiger Fehler im Softwaretestprozess ist ein fehlendes oder suboptimales Testdatenmanagement, das entweder nicht implementiert oder in seiner Komplexität und Bedeutung unterschätzt wird.

Dies führt zu unvollständigen Testabdeckungen und beeinträchtigt die Qualität der Testergebnisse. Mangelhaftes oder schlecht verwaltetes Testdatenmanagement kann zu unvollständigen oder fehlerhaften Tests führen, was das Risiko von Produktionsfehlern erhöht, zu Verzögerungen im Entwicklungszyklus führt und letztlich die User Experience beeinträchtigt. Im Folgenden beleuchten wir die Herausforderungen des Testdatenmanagements (TDM) und erörtern Ansätze zur Optimierung.

Zu den typischen Herausforderungen im TDM gehören:

- Erzeugung und Bereitstellung von Testdaten, insbesondere die Automatisierung dieser Prozesse, um die Testvorbereitung zu beschleunigen.
- Datenqualitätsprobleme, die zu ungenauen oder ineffektiven Testresultaten führen.
- Sicherheits- und Compliance-Anforderungen, insbesondere in Bezug auf sensible oder personenbezogene Daten, die in Testumgebungen verwendet werden.
- Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Testdaten, um Tests reibungslos und zeitnah durchführen zu können.
- Wiederverwendbarkeit und Wartung der Testdaten, um Redundanzen zu vermeiden und die Effizienz zu steigern.

3.1 Herausforderungen verschiedener Lösungen

HERAUSFORDERUNGEN BEIM KOPIEREN VON PRODUKTIONSDATEN UND SUBSETTING

Die Arbeit mit Produktionsdaten zur Testdatenerstellung birgt mehrere Herausforderungen, die gelöst werden müssen, um Sicherheit, Kompatibilität und Effizienz zu gewährleisten.

Zu den häufigsten Problemen gehören:

- **ANONYMISIERUNG SENSIBLER INFORMATIONEN**
Produktionsdaten enthalten oft personenbezogene oder vertrauliche Informationen, die vor der Nutzung anonymisiert werden müssen, um Datenschutzrichtlinien einzuhalten.
- **KOMPATIBILITÄTSPROBLEME MIT ÄLTEREN DATEN**
Ältere Datensätze sind häufig nicht mit neuen Softwareversionen kompatibel, was zu Fehlern oder unbrauchbaren Testdaten führen kann.
- **KOMPLEXITÄT BEI GROSSEN SYSTEMEN**
In größeren Systemen mit mehreren Datenbanken wird die Verwaltung der Testdaten zunehmend anspruchsvoller, da alle relevanten Datenquellen in den Prozess einbezogen werden müssen.
- **DIREKTE NUTZBARKEIT DURCH KOPIEREN**
Wenn der Kopierprozess korrekt implementiert ist, können die Daten zwar direkt verwendet werden, jedoch ist dies oft von der fehlerfreien Ausführung und Wartung der Prozesse abhängig.

HERAUSFORDERUNGEN BEI DER ERSTELLUNG VON TESTDATEN

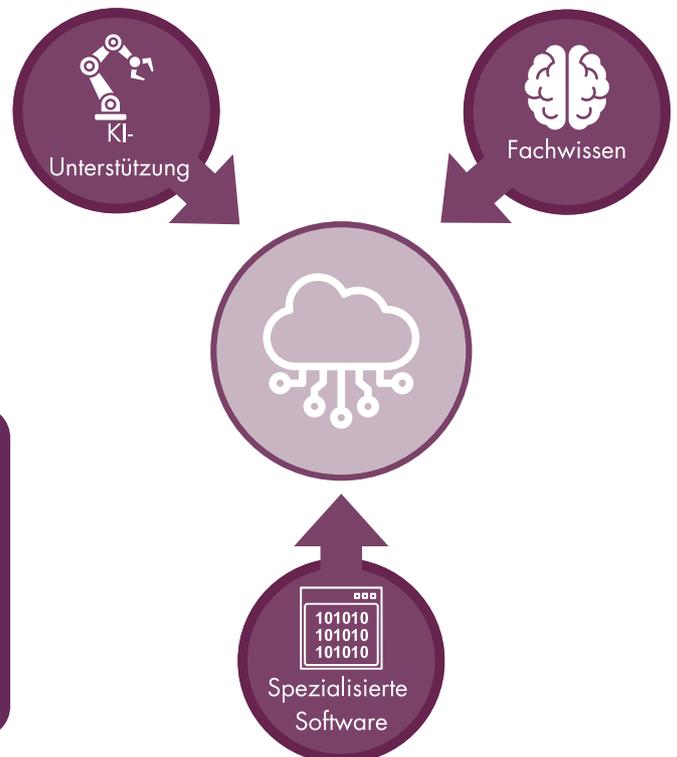


HERAUSFORDERUNGEN BEI DER GENERIERUNG SYNTHETISCHER DATEN

Die Erstellung realistischer Testdaten bringt mehrere Herausforderungen mit sich, die bewältigt werden müssen, um qualitativ hochwertige und relevante Daten zu erzeugen.

Zu den häufigsten Problemen zählen:

- **HOHER WISSENSBEDARF**
Die Generierung realistischer Testdaten erfordert umfangreiches Fachwissen über die zu Grunde liegende Domäne und die spezifischen Anforderungen der Testumgebung.
- **EINSATZ SPEZIALISierter SOFTWARE**
Für die Erstellung synthetischer Daten ist der Einsatz spezialisierter Generierungssoftware notwendig, die oft komplexe Konfigurationen erfordert.



UNTERSTÜTZUNG DURCH KI
Künstliche Intelligenz kann den Prozess zwar erheblich vereinfachen, etwa durch Automatisierung und Mustererkennung, dennoch bleibt die Expertise der Fachkräfte für die korrekte Anwendung und Überwachung der wKI-gestützten Tools unverzichtbar.

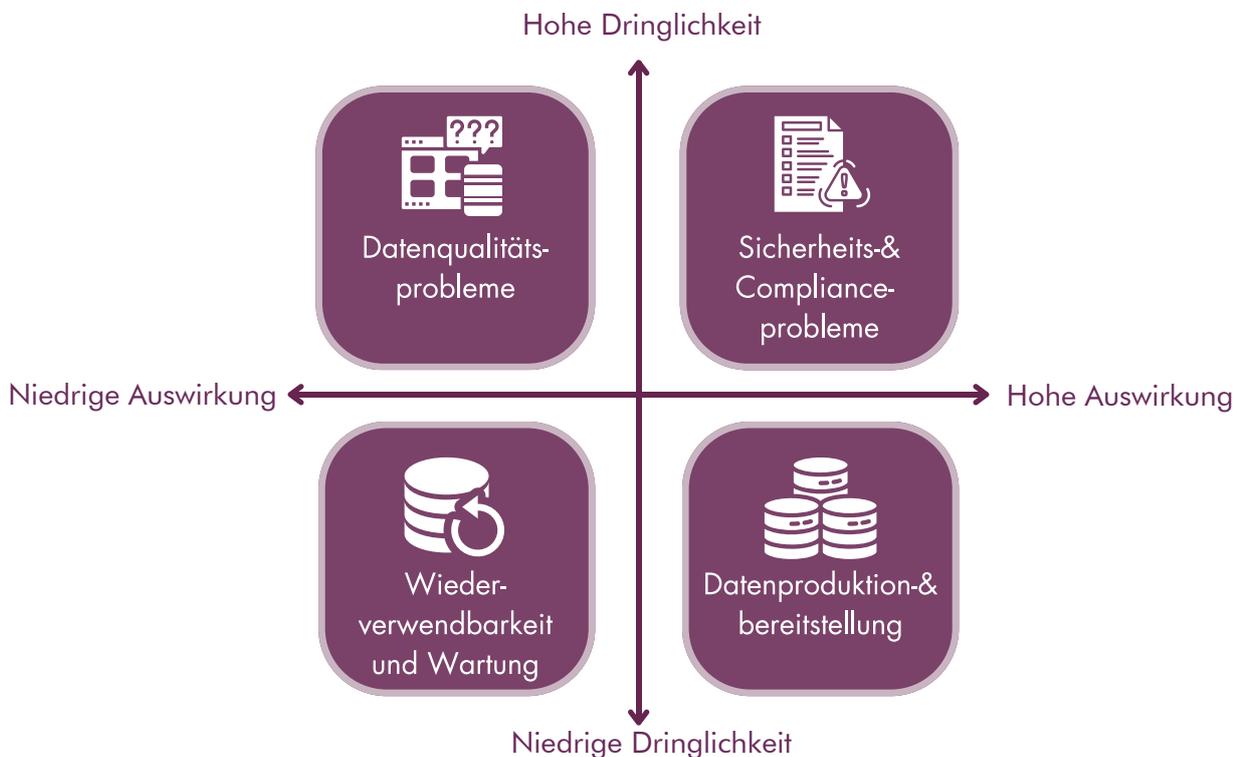
HERAUSFORDERUNGEN BEI DER DATENGENERIERUNG UND PROZESSAUTOMATISIERUNG

Daten, die durch Back-End- oder Front-End-Automatisierung generiert werden, simulieren reale Szenarien und gewährleisten dadurch Genauigkeit und Relevanz. Dennoch treten in der Praxis häufig Herausforderungen auf, die berücksichtigt werden müssen, um ein stabiles und effizientes Testdatenmanagement (TDM) zu gewährleisten.

Zu diesen Problemen gehören:

- Die Generierung von Daten erfordert die Nachbildung von Interaktionen, die genutzt werden, um die datenproduzierenden Prozesse auszulösen – ein komplexer und ressourcenintensiver Schritt.
- Es muss sichergestellt werden, dass die erzeugten Testdaten stets mit der aktuellen Systemumgebung übereinstimmen, was bei dynamischen Umgebungen oft eine Herausforderung darstellt.
- Wenn ein Prozess in der Testumgebung fehlschlägt, kann dies das gesamte Setup beeinträchtigen, und die betroffenen Prozesse müssen gegebenenfalls erneut durchgeführt werden, um konsistente Daten zu gewährleisten.
- Die TDM-Software benötigt kontinuierliche Wartung und Anpassung, damit sie mit den Änderungen und Updates des Systems unter Test (SUT) synchron bleibt.

PRIORISIERUNG VON DATENHERAUSFORDERUNGEN



4. UNSERE LÖSUNG

Bei den Tests für einen unserer Kunden, dessen IT-Systemlandschaft sehr komplex ist (inkl. zahlreicher Schnittstellen, orchestriert durch Middleware-Prozess-Steuerung, unterschiedliche Arten von Datenbanken, Front- und Back-End-Systeme), sahen wir uns mit einer Reihe an Herausforderungen bei der Bereitstellung der notwendigen Testdaten konfrontiert.

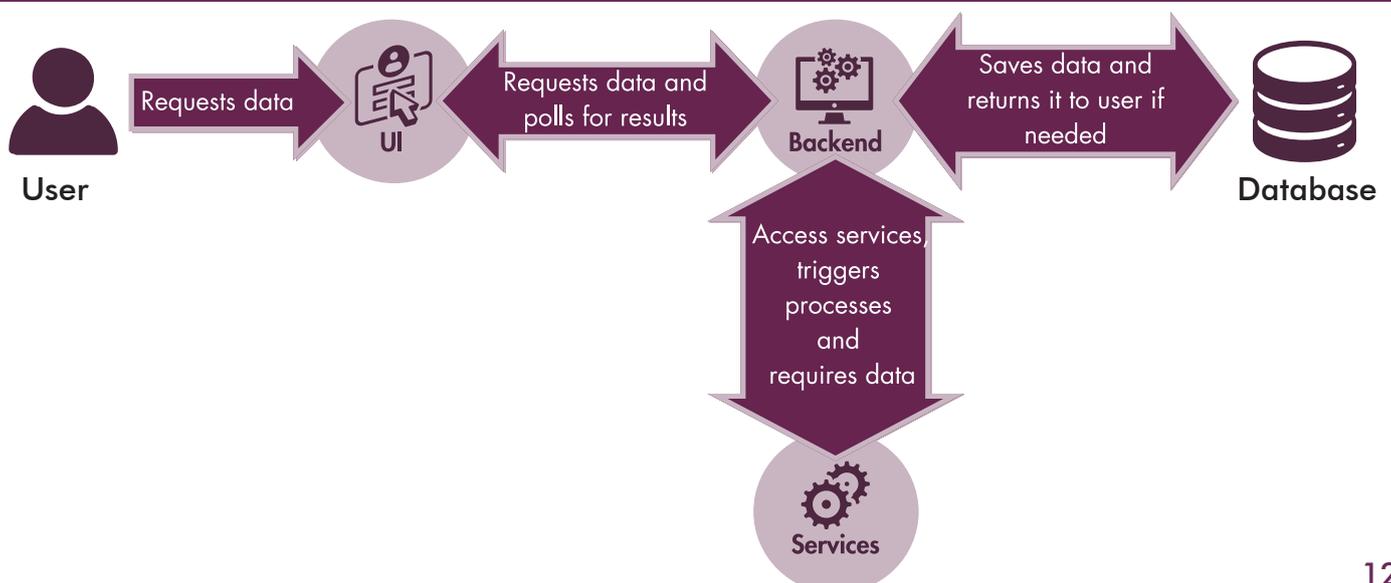
Durch die Automatisierung der Generierung echter Testdaten und deren Verwaltung über eine zentrale Datenbank mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche optimieren wir die TDM-Arbeitsabläufe. Dies ermöglicht es den Stakeholdern sowie Testern, Entwicklern und Fachleuten, die Daten effizient zu verwalten und problemlos zu nutzen.

Es kommen zahlreiche Mikrodienste zum Einsatz, die von Middleware-Software gesteuert werden. Zusätzlich gibt es viele persistente Datenbanken, die miteinander in Verbindung stehen. Die Vorbereitung für das Testing war daher ein langwieriger und mühsamer Prozess, da die Erstellung spezifischer Testdaten fundiertes Fachwissen erfordert, mehrere UI-Systeme verwendet werden müssen, Prozesse aus Datenbanken ausgelöst und API-Aufrufe getätigt werden müssen.

4.1 Technische Übersicht zur Testdatengenerierung mit Prozessautomatisierung

Zuvor wurde ein Subsetting von Produktionskopien verwendet, doch auf Grund der zunehmenden Komplexität des Systems, der Dienste, Datenbanken und ihrer Verbindungen sowie der großen Datenmengen, nahm der Prozess sehr viel Zeit in Anspruch und musste ständig aktualisiert werden, um mit der sich ständig ändernden Systemlandschaft Schritt zu halten. Wegen dieser Komplexität setzt unser Kunde auf eine zuverlässige Middleware-Software, die Prozesse auf der Back-End-Ebene vereinfacht.

Aus diesem Grund haben wir uns entschieden, unsere Testdatenmanagement-Lösung als Anwendung zur Testdatengenerierung mit Prozessautomatisierung zu implementieren. Diese nutzt Back-End-Automatisierung und führt die richtigen API-Aufrufe sowie Datenbanktriggers in der richtigen Reihenfolge durch, um echte Testdaten im gesamten System zu erstellen, wobei die gut vernetzte Middleware genutzt wird. Das System ist außerdem mit einer Datenbank verbunden, in der die generierten Daten für eine spätere Nutzung gespeichert werden.



4.2 Vorteile

Die Lösung hat sich bereits als kostensparend im Hinblick auf Tests und Wissenstransfer erwiesen. Viele Tester können sich nun vollständig auf den aktuellen Test konzentrieren, da die umfangreichen Setups, die zuvor erforderlich waren, fast vollständig entfallen. Heute ist der Erhalt der genau benötigten Daten so einfach wie der Besuch einer Webseite.

4.3 Probleme bei der Entwicklung und Wartung

Unsere Lösung hat weiteres Potenzial, um noch effizienter und stabiler zu werden. Hierbei ist ein großer Aufwand erforderlich, um die Automatisierung für alle benötigten Testdatengenerierungsfälle zunächst zu entwickeln, und mit jedem Update der verwendeten Systeme muss die Lösung entsprechend angepasst werden. Ein weiteres Problem ist, dass die Automatisierung nicht vollständig funktioniert, wenn ein einzelner Mikrodienst ausfällt, wodurch die Daten in diesem Moment nicht generiert werden können.

Um diese Probleme zu lösen und ihre Auswirkungen zu minimieren, haben wir verschiedene Mechanismen implementiert. Der erste ist eine Datenbank, in der die erstellten Daten für eine spätere Nutzung gespeichert werden. Während die Systeme aktiv sind, kann eine große Menge an Daten generiert werden, die zu einem späteren Zeitpunkt für Tests verwendet werden kann, auch wenn einige Teile des Systems nicht funktionieren. Eine weitere Funktion ist die Benutzerreservierung solcher Daten, damit diese nicht von anderen genutzt werden, und die dritte Funktion ist ein automatischer Regressionstest, der täglich läuft. Wenn einige Automatisierungen nicht funktionieren, wird der Benutzer darüber informiert und die Nutzung dieser Automatisierungen deaktiviert.

Abschließend lässt sich sagen, dass durch die Automatisierung der Testdatengenerierung und -verwaltung sowie durch die Integration intelligenter Back-End-Prozesse eine deutliche Verbesserung der Effizienz und Genauigkeit im Testdatenmanagement erreicht wurde. Unsere Lösung ermöglicht es den Testteams, sich auf die eigentlichen Testaktivitäten zu konzentrieren, anstatt Zeit mit langwierigen und komplexen Setup-Prozessen zu verbringen. Dies hat nicht nur zu erheblichen Kosteneinsparungen geführt, sondern auch den Wissensaustausch und die Flexibilität in der Nutzung der Testdaten maßgeblich vereinfacht.

Trotz dieser Fortschritte bleibt die kontinuierliche

Anpassung und Wartung der Automatisierung eine Herausforderung, die wir jedoch durch clevere Mechanismen wie die Speicherung generierter Daten, Benutzerreservierungen und tägliche Regressionstests erfolgreich adressieren.

Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die Auswirkungen technischer Schwierigkeiten, wie beispielsweise den Ausfall von Mikrodiensten, zu minimieren und die Testdatenprozesse auch in komplexen Systemlandschaften stabil zu halten. Insgesamt zeigt sich, dass durch die Kombination von Automatisierung, Prozessintegration und einer durchdachten Testdatenstrategie nicht nur die Testqualität verbessert wird, sondern auch die langfristige Wartbarkeit und Skalierbarkeit der Testprozesse erheblich gesteigert werden kann.

BENEFITS

Der Einsatz von Testmanagement-Tools optimiert den Testprozess und beschleunigt die Bereitstellung des Produktes. Gleichzeitig tragen die Tools zur Kostenkontrolle im Testzyklus bei, indem sie Testautomatisierung ermöglichen und so einen reibungslosen Ablauf sicherstellen. Die folgenden Vorteile verbessern die Testdurchführungs-Workflows durch den Einsatz von Testmanagement-Tools:

- Feinabstimmung des Testprozesses durch bessere Zusammenarbeit, effektive Kommunikation und detaillierte Datenanalyse.
- Verfolgung von Fortschritten, Defekten und Testergebnissen – der gesamte Testprozess wird vereinfacht, da alle Schritte in einer einzigen Anwendung integriert sind.
- Skalierbarkeit der Testmanagement-Tools, die auch bei wachsenden und komplexeren Testanforderungen zuverlässig eingesetzt werden können.
- Verfügbarkeit der Testdaten – wenn Systeme nicht verfügbar sind, könnte man durch TDM auf Testdaten zugreifen.

5. FAZIT

Das Testteam übernimmt die Verantwortung für die Generierung von Testdaten. In der Regel hat das Team keinen direkten Zugriff auf Produktionsdaten. Selbst wenn diese zur Verfügung gestellt werden, handelt es sich oft um umfangreiche Mengen roher Daten, die nicht unmittelbar für Testzwecke verwendet werden können.

Ein erheblicher Aufwand ist erforderlich, um diese Daten zu klassifizieren, zu verwalten und an die spezifischen Anforderungen der Tests anzupassen.

Die Verfügbarkeit hochqualitativer Daten ist eine fundamentale Voraussetzung für die Durchführung von hochwertigem Software Testing. Daten von durchschnittlicher Qualität führen zu suboptimalen Testergebnissen, was in der Softwareentwicklung inakzeptabel ist. Um diese Probleme zu adressieren, stellt das Testdatenmanagement eine effektive Lösung dar.

Mit der Anwendung von agilen Methoden und DevOps verkürzen sich die Testzyklen, was die Erstellung qualitativ hochwertiger Daten innerhalb dieser Zyklen sowie die Durchführung der Softwaretests wesentlich komplexer macht.

Um Kosten, Zeit und Ressourcen im Testprozess zu minimieren, bietet sich ein robustes Testdatenmanagement als ideale Lösung an, die klare, messbare Ergebnisse liefert. Dies fördert das Vertrauen und die Zufriedenheit der Kunden und führt zu besseren Geschäftsergebnissen.

AUTOREN



NASSERZARE HAMED

Test Analyst



FRANCES MORIS

Test Engineer,
Technical Lead Test
Automation and DevOps

YOUR TRUSTED PARTNER 
SOFTWARE TESTING SERVICES

Arbeiten mit SDS

SDS setzt kontinuierlich digitale Standards in zukunftsweisenden Lösungen für Wertpapierabwicklung, Regulatorik und Compliance für die internationale Finanzindustrie. Das umfassende SDS-Portfolio deckt zuverlässige Produkte und Dienstleistungen für alle kunden- und marktbezogenen Prozesse, von der globalen Wertpapier- und Derivateverarbeitung, der regulatorischen, steuerlichen und Compliance-Automatisierung, der lösungsorientierten Beratung, professionellen Testdienstleistungen bis hin zu Managed Services ab.

Mehr als 400 Finanzinstitute vertrauen auf SDS und unsere nachhaltigen Unternehmenswerte und verarbeiten mit unseren Produkten und Services jährlich über 300 Millionen Wertpapiertransaktionen. Mit unserer Branchenerfahrung von über 4 Jahrzehnten sind wir zu einem höchst vertrauenswürdigen und ebenso zuverlässigen Partner renommierter Finanzinstitute geworden. SDS ist Mitglied der Deutsche Telekom Group, einem der weltweit führenden Anbieter von Informations- und Kommunikationstechnologien.
www.sds.at

SDS

Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.
T-Center, Rennweg 97-99
1030 Wien, Österreich
E-Mail: marketing@sds.at
www.sds.at

© SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.
All rights reserved. The contents of this publication are protected by international copyright laws, database rights and other intellectual property. The owner of these rights is SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H., our affiliates or other third party licensors. All product and company names and logos contained within or appearing on this publication are the trademarks, service marks or trading names of their respective owners, including Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.. This publication may not be a) copied or reproduced; or b) lent, resold, hired out or otherwise circulated in any way or form without the prior permission of SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.

Whilst reasonable efforts have been made to ensure that the information and content of this publication was correct as at the date of first publication, neither SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H. or any person engaged or employed by SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H. accepts any liability for any errors, omissions or other inaccuracies. Readers should independently verify any facts and figures as no liability can be accepted in this regard. Readers assume full responsibility and risk accordingly for their use of such information and content. Any views and/or opinions expressed in this publication by individual authors or contributors are their personal views and/or opinions and do not necessarily reflect the views and/or opinions of SDS Software Daten Service Gesellschaft m.b.H.