

## Meilenstein der digitalen Transformation – das neue Landeskartenwerk ist fertig

Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo hat die letzten Daten und Kartenblätter der neuen Landeskarte publiziert. Damit ist nach sieben Jahren Neuaufbau ein Meilenstein erreicht, der insbesondere Verbesserungen bei der digitalen Nutzung des Landeskartenwerks mit sich bringt. Entstanden ist eine neue Kartengeneration, die den heutigen Bedürfnissen für die digitale Nutzung entspricht und damit gleichzeitig einen weiteren Meilenstein in der Geschichte der Schweizer Kartografie setzt.

O. Forte, D. Käuferle, swisstopo

### Der lange Weg bis zum Start des Neuaufbaus

Eine erste Arbeitsgruppe mit Vertretern von swisstopo, der ETHZ und des Geografischen Instituts der Universität Zürich befasste sich bereits 1994 mit der Grafik für eine neue Landeskarte. 2005 erfolgte nach internationaler Ausschreibung die Vergabe der technischen Komponenten zur Erstellung und Bearbeitung der neuen Landeskarten. Parallel wurden die Projekte zum Aufbau des Topografischen Landschaftsmodells TLM vorangetrieben. Mit dem Aufbau des TLM und des neuen Landeskartenwerks veränderten sich die Produktionsprozesse bei swisstopo grundlegend. Neu bildet das topografische Landschaftsmodell die einheitliche Basis für die Karten.

Im 2012 konnte nach umfangreichen Entwicklungen und Tests das erste vollständige Probeblatt 1:25 000 Gruyères erstellt werden. Die Produktionsfreigabe für die Landeskarte 1:25 000 folgte im 2013. Im 2014 publizierte swisstopo im Rahmen des Aufbaus die ersten vier neuen Landeskarten 1:25 000 Hauenstein, Aarau, Murgenthal und Schöftland. Von nun an dauerte es etwas mehr als sechs Jahre, um das neue Landeskartenwerk zu komplettieren.

### Die Prozesse und Technik hinter dem neuen Landeskartenwerk

Der Prozess von den Datenquellen bis zur Kartennutzung gliedert sich heute in die drei Prozessschritte:

- Kartendatenproduktion
- Produkterstellung
- Produktbereitstellung

### Datenquellen

Die meisten Informationen, die im Landeskartenwerk erscheinen, stammen entweder aus der Luftbildauswertung oder aus amtlichen Quellen beim Bund oder den Kantonen. Alle diese Informationen werden in den beiden Landschaftsmodellen TLM und TLMRegio vor der Kartendatenproduktion geprüft und zusammengeführt. Während das TLM bisher im 6-Jahreszyklus aktualisiert wird und auf den Perimeter der Schweiz und von Liechtenstein begrenzt ist, wird TLMRegio jährlich aktualisiert und hat einen grösseren Perimeter. Für die Massstäbe 1:10 000–1:100 000 sind die Produktionsdaten des TLM, für die Massstäbe 1:200 000–1:1 Million die des TLMRegio die wichtigste Datenquelle. Es gibt aber noch weitere Datenquellen, die für die Landeskarten wichtig sind, so zum Beispiel das DTM (Digitales Terrain-Modell) zur automatischen Ableitung der Höhenlinien und der Geröllzeichnung, die als Rasterbilder vorhandene berühmte manuelle Geländeschattierung und Felszeichnung oder die Strassenamen des amtlichen Strassenregisters für die Landeskarte 1:10 000.

### Kartendatenproduktion

Die Kartenproduktion erhält in regelmässigen Abständen Lieferungen mit qualitätsgesicherten TLM- und TLMRegio-Daten. Diese bilden den Startpunkt des Prozesses der Kartendatenproduktion. Den Zielpunkt des Prozesses bildet jeweils ein neuer qualitätsgesicherter Stand der Digitalen Kartografischen Modelle DKM, von denen pro Landeskartenmassstab je eines existiert (DKM10, DKM25, DKM50, DKM100, DKM200, DKM500, DKM1M). Das DKM ist dabei eine kartografische Produktionsdatenbank, die alle für die Ausgabe und Bereitstellung der Landeskarten als analoges oder digitales Produkt nötigen Informationen enthält. Bis Ende 2020 wurden die TLM-Lieferungen dazu verwendet, die DKM aufzubauen. Beim Aufbau wurde dazu bewusst ein 80/20 Ansatz gewählt, d.h. 80% der Kartenproduktion erfolgt automatisiert und 20% wird durch Geomatikerinnen und Geomatiker nachbearbeitet. So war es möglich, ohne zusätzliches Personal in der Produktion bzw. ohne erhebliche Mehraufwände bei der Entwicklung, das Projekt optimal umzusetzen.

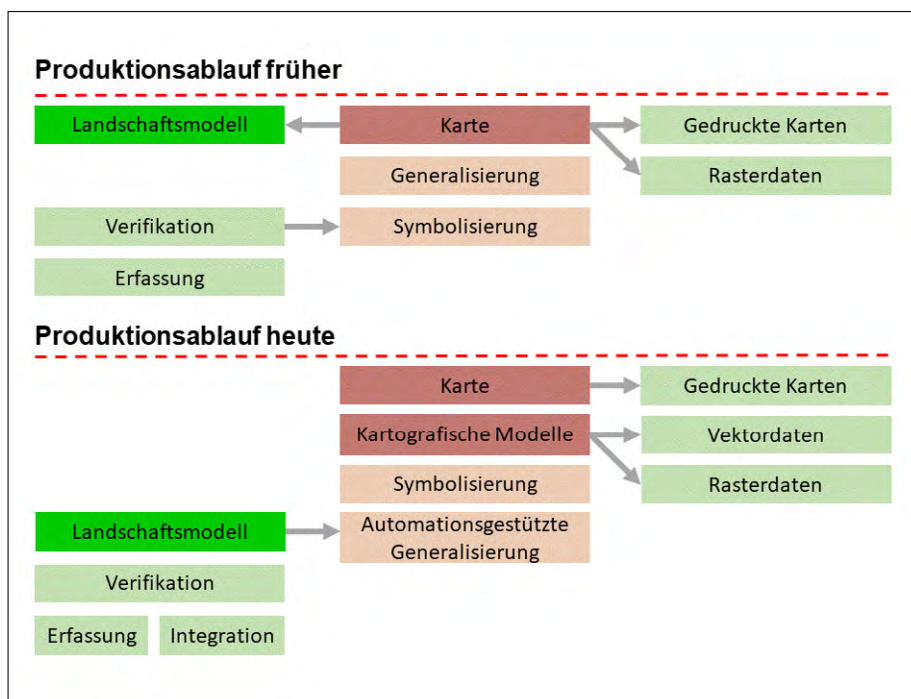


Abb. 1: Produktionsabläufe früher und heute.

Fig. 1: Processus de production, hier et aujourd'hui.

Für den DKM-Aufbau wurden drei Systeme verwendet:

- a) *GenDV* für die Datenvorbereitung. Das System basiert auf FME der Firma Safe Software, ArcGIS Geoprocessing der Firma Esri, Python und Open Source Modulen.
- b) *GenDab* für die automatische Generalisierung. Das System basiert auf ArcGIS Geoprocessing und Python.
- c) *Genius-DB* für die interaktive Generalisierung. Das System besteht aus Datenbanken für die flächendeckenden DKM und einer Client-Server-Umgebung mit einer für die kartografische Arbeit optimierten grafischen Oberfläche. Es handelt sich um eine Erweiterung der Basissoftware ArcGIS, die von der Firma Esri Schweiz AG für swisstopo entwickelt wurde.

Die Genius-DB ist das System, mit dem die kartografische Beurteilung, Bearbeitung und Überprüfung durch geschulte Geomatikerinnen und Geomatiker stattfindet. Deren wichtigste Aufgabe ist die Generalisierung, d.h. sicherzustellen, dass die Grunddaten aus TLM oder TLMRegio in den DKM als lesbares Kartenbild umgesetzt sind, da nicht alle Informationen aus dem TLM in der Karte Platz haben. Es müssen Prioritäten gesetzt, Auswahlentscheide gefällt und geometrische Anpassungen gemacht werden. Dafür stehen der Geomatikerin und dem Geomatiker eine Vielzahl spezialisierter Werkzeuge in einer einheitlichen Arbeitsumgebung zur Verfügung.

Als Grundlage für diese Arbeiten bereitet GenDV die TLM-Lieferungen auf und stellt sie als kartografisches Referenzmodell KRM in der gleichen Datenstruktur wie die DKM zur Verfügung. Dies ist nötig, damit in den folgenden Arbeitsschritten Gleiches mit Gleichem verglichen werden kann. Das KRM wird in diesem Schritt mit den aktuellen Höhenlinien ergänzt, die aus dem DTM abgeleitet werden. Diese Schritte erfolgen vollautomatisch. Zur Datenvorbereitung gehört aber auch eine massstabsübergreifende interaktive Auswahl der Schriftelemente aus dem riesigen Namensfundus des TLM. Diese stellt sicher, dass gleiche Objekte in allen Massstäben gleich beschriftet und bei engen Platzverhältnissen regelbasiert ausgefiltert oder abgekürzt werden.

Das automatische System GenDab übernimmt anschliessend all jene Aufgaben, die automa-

	Massstab	Anzahl Features	Anzahl Objektarten	Anzahl Feature Klassen
DKM10	1:10 000	43 075 988	468	98
DKM25	1:25 000	20 400 929	453	96
DKM50	1:50 000	12 644 307	453	96
DKM100	1:100 000	3 998 084	458	97
DKM200	1:200 000	829 130	176	65
DKM500	1:500 000	106 890	181	58
DKM1M	1:1 000 000	52 902	76	42

tisch gut erledigt werden können und stellt ein vorgeneralisiertes DKM zur Verfügung. Dieses wird anschliessend von Geomatikerinnen und Geomatikern in der Genius-DB überprüft und wo nötig angepasst. Um die Herausforderung dieser Aufgaben ansatzweise zu ermassen, lohnt sich ein Blick auf die Mengengerüste: Dabei ist ein Feature ein einzelnes Objekt im DKM, z.B. ein Gebäude, ein Strassenabschnitt, ein Areal usw., eine Objektart ist eine Gruppe von Features mit gleichen Eigenschaften, z.B. ein 1m-Weg, eine Schmalspurbahn, ein See usw. und eine Featureklasse eine Gruppe von Objektarten mit gleichem Geometrietyp (Punkt, Linie, Polygon). Auch wenn GenDab beispielsweise für das DKM25 80–90% der Features korrekt generalisiert, bleibt immer noch eine stattliche Anzahl zu überarbeitender Features aus mehreren Hundert Objektarten für die Geomatikerinnen und Geomatiker übrig.

Die Auslandperimeter in den Landeskarten 1:25 000–1:100 000 sind in Bezug auf den oben beschriebenen Prozess ein Spezialfall. Da das TLM an der Landesgrenze endet, müssen die Auslandsdaten weitgehend auf der Basis kartografischer Grundlagen aus amtlicher Quelle der Anrainerstaaten und meist im Rasterformat aktualisiert werden. Um diese Datengrundlagen zu harmonisieren und die Nachführung zu vereinfachen, wurde nun ein neues Projekt lanciert.

Eine Ausnahme bildet auch das DKM10. Der Zielmassstab 1:10 000 liegt nahe an der Erfassungsgenauigkeit des TLM, so dass wesentlich mehr Elemente in der Karte dargestellt werden können als in den kleineren Massstäben. Die kartografische Generalisierung, Schriftauswahl und Schriftplatzierung konnte in diesem Fall als vollautomatischer Prozess implementiert werden, der keine manuelle Nachbearbeitung mehr erfordert. Das DKM10 ist zudem

das einzige DKM, welches die Strassennamen aus dem amtlichen Strassenregister enthält. Welche Arbeiten stehen in Zukunft an? Nun, da der DKM-Aufbau abgeschlossen ist, wechselt die Kartenproduktion in die Nachführung. Das heisst, dass die Karten laufend aktualisiert werden, sobald Landschaftselemente in der Realität ändern bzw. im TLM nachgeführt sind. Dabei muss nur ins DKM integriert werden, was tatsächlich ändert und für die Karte relevant ist. Dafür sind gegenüber dem DKM-Aufbau angepasste Abläufe und Werkzeuge nötig, die derzeit entwickelt werden und sich in der Praxis noch bewähren müssen. Ein weiteres künftiges Aufgabenfeld ist schon absehbar: Die Basistechnologie ArcGIS der Firma Esri befindet sich in ein paar Jahren am Ende des Lebenszyklus. Weil alle in der kartografischen Produktionskette verwendeten Systeme ganz oder teilweise auf ArcGIS und ArcMap oder entsprechende Datenformate aufbauen, werden diese spätestens per 2026 abgelöst werden müssen, wenn der Support für ArcGIS ausläuft. Auch dafür laufen bei swisstopo bereits entsprechende Abklärungen.

#### Produkterstellung

Für die Ableitung von Produkten ab den DKM wurde das System KERS «Kartenprodukte Erstellung» aufgebaut, basierend auf ArcGIS-Geoprocessing, Python und Open Source Modulen. Für diverse Ausgabeformate der Landeskartenprodukte (Offsetdruck, Rasterprodukt, Anzeige im Geoport, hohe/mittlere/tiefe Auflösung, Farbmodell RGB/CMYK) wurden Workflows eingerichtet. Diese erlauben es, jede Produktvariante sowohl flächendeckend als auch in beliebigen Ausschnitten oder als einzelnes Kartenblatt vollautomatisch auszugeben. Die so erstellten Karten werden nun dem Endkunden als digitales Pro-

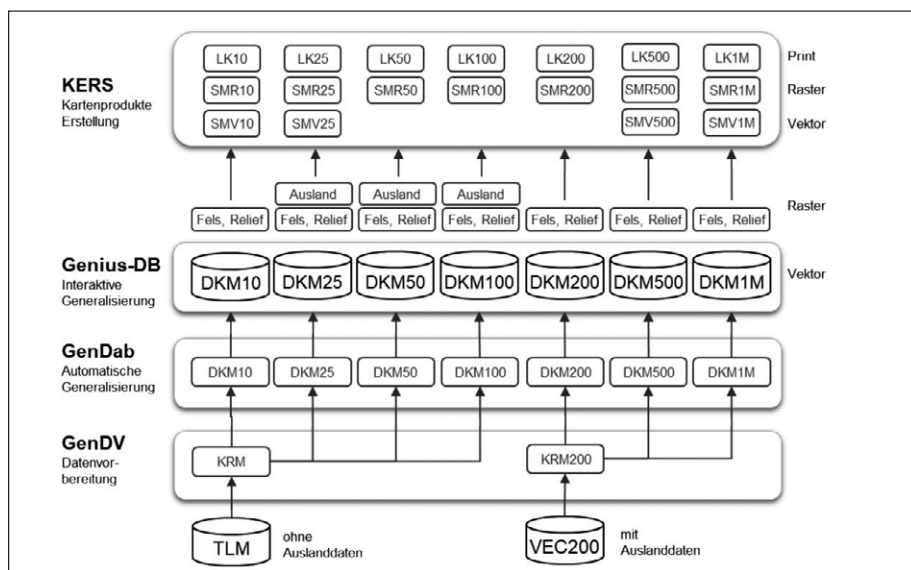


Abb. 2: Systemlandschaft und Datenflüsse.  
Fig. 2: Paysage du système et flux de données.

dukt bereitgestellt oder in der hauseigenen Druckerei auf Offsetmaschinen oder Digitalplottern gedruckt.

**Produktbereitstellung**

Analoge Druckprodukte gehen zuerst ins interne Lager und werden von dort ans Militär und an Verkaufsstellen ausgeliefert. Die Digitalen Produkte von swisstopo werden alle ins sogenannte Geodata-Warehouse integriert, einer zentralen elektronischen Sammlung aller Produktstände, und von dort auf die verschiedenen Bereitstellungsplattformen verteilt. Wie die Produkterstellung ist die Bereitstellung hoch automatisiert.

**Einsatz agiler Managementmethoden**

Die Herausforderungen beim Aufbau des neuen Landeskartenwerkes konnten nur dank

dem schrittweisen und fallspezifischen Einsatz von agilen Managementmethoden bewältigt werden. Bei der Entwicklung und Projektierung wurde SCRUM erfolgreich implementiert und eingesetzt. In der Produktion fanden Elemente aus dem Lean Management wie z.B. Kanban ihren Eingang. Für den prozessübergreifenden Austausch und das Wissensmanagement wurden digitale Plattformen in Form von Wikis etabliert. Bei den Prozessstandards findet die Weiterentwicklung unter Einsatz des ISO-Standard Business Process Model And Notation (eCH-0158 BPMN) als Standard für die grafische Darstellung von Geschäftsprozessen der öffentlichen Verwaltung der Schweiz statt. Die im Aufbau erstmalig in der Kartografie eingesetzten agilen Methoden werden auch danach weiter angewendet. Sie sind ein unverzichtbarer Erfolgsfaktor zur Un-

terstützung des Transformationsprozesses und der Zusammenarbeit in der Zukunft.

**Die Arbeit der Geomatikerinnen und Geomatiker im Wandel der Zeit**

Der Wechsel von manueller Arbeit im Kupferstich über Glasgravur hin zum Computereinsatz mit CAD-Systemen in den 90er-Jahren war geprägt vom Wechsel des Werkzeuges. Man kann vereinfacht sagen von der Gravurnadel über den Gravurring zur Maus. Mit dem erstmaligen Einsatz von datenbankgestützten Geoinformationssystemen und automatisierten Prozessen im Aufbau der neuen Landeskarten ist ein grundlegender Wandel bei den Aufgaben der Kartografin und des Kartografen verbunden. Die Arbeit zur Lösung komplexer geografischer und kartografischer Situationen, die durch die Systeme nicht automatisch gelöst werden können, nimmt dabei zu und einfache repetitive Tätigkeiten werden durch Automatismen abgelöst. Unverändert wichtig ist die technische und grafische Qualitätssicherung, die die erfahrene Geomatikerin und den erfahrenen Geomatiker mit Schwerpunkt Kartografie erfordert.

**Im Vordergrund moderne Grafik für bessere Lesbarkeit**

Die sanfte Renovation der Kartengrafik erfolgte vor dem Hintergrund, dass Karten heute vermehrt digital und vielfach auch auf kleineren Smartphone-Bildschirmen genutzt werden. Der bewusste und sorgfältige Einsatz von weiteren Farben bei der Darstellung von Bahnen, Strassen und Grenzen verbessert die Lesbarkeit ebenso wie die Verwendung der Schweizer Frutiger Schrift bei der Beschriftung der Inhalte. Damit kann die Aufgabe der

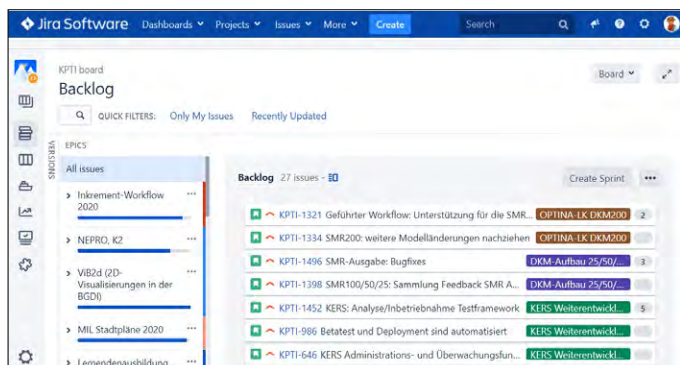


Abb. 3: Ausschnitt eines SCRUM Boards.  
Fig. 3: Extrait d'un SCRUM Board.



Abb. 4: Kartografische Arbeitsanleitung im Wiki.  
Fig. 4: Instructions de travail cartographique dans wiki.

Alte Landeskarte 1:25 000	Neue Landeskarte 1:25 000
Autobahn	Autobahn
Autostrasse	Autostrasse
1. Kl.-Strasse (mind. 6 m breit)	10 m-Strasse (> 10 m) Hartbelag, Naturbelag
2. Kl.-Strasse (mind. 4 m breit)	8 m-Strasse (> 8 m) Hartbelag, Naturbelag
Quartierstrasse (mind. 4 m breit)	6 m-Strasse (> 6 m)
3. Kl.-Strasse (mind. 2,8 m breit) meistens mit Hartbelag	4 m-Strasse (> 4 m) Hartbelag, Naturbelag
4. Kl., Fahrweg (mind. 1,8 m breit) bei normalen Verhältnissen mit PKW befahrbar	3 m-Strasse (> 3 m) Hartbelag, Naturbelag, nicht befahrbar
5. Kl., Feld-, Wald-, Veloweg oft nur mit Geländefahrzeug oder Traktor befahrbar	2 m-Weg (> 2 m) Hartbelag, Naturbelag, nicht befahrbar
6. Kl., Fussweg vom Bergpfad bis zum breiten Spazierweg	1 m-Weg (< 2 m), Steg
Wegspur, Übergang im Gebirge	Markierte Route
	Wegstück

Abb. 5: Vergleich Verkehrsnetzdarstellung alte und neue Landeskarte.

Fig. 5: Comparaison de la représentation des réseaux de transport des anciennes et des nouvelles cartes nationales.

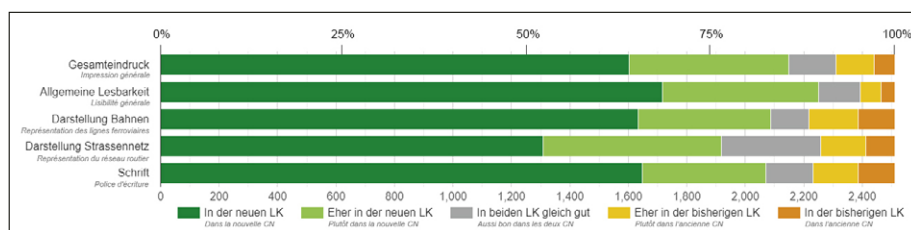


Abb. 6: Auswertung Beurteilung alte LK – neue LK.

Fig. 6: Analyse des évaluations de l'ancienne CN – nouvelle CN.

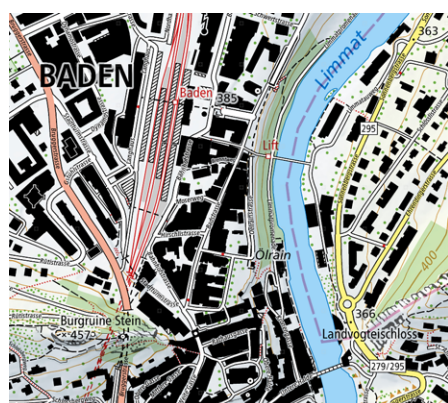


Abb. 7: Ausschnitt der Landeskarte 1:10 000.

Fig. 7: Extrait de la carte nationale 1:10 000.

Landeskarte als vollwertige topografische Karte zur Abbildung der Landschaft auch in Zukunft erfüllt werden.

### Einbezug der Nutzerinnen und Nutzer als Erfolgsfaktor

Aufgrund der Popularität der Landeskarten in der Bevölkerung, war es von Beginn weg klar, dass grössere Änderungen am Landeskartenwerk nur unter engem Einbezug der Nutzerinnen und Nutzer erfolgen können. Bereits zum ersten Probeblatt der neuen Landeskarten und später zu den ersten publizierten Blättern wurden Umfragen durchgeführt. Diese stiessen auf grosses Interesse und zahlreiche Rückmeldungen konnten im weiteren Verlauf

der Produktion berücksichtigt werden. Auch die Armee brachte als wichtige Nutzerin der Landeskarten 1:50 000 und 1:100 000 ihre Anliegen und Bedürfnisse ein. Die Umfragen von Ende 2020 zeigen, dass das neue Erscheinungsbild der Landeskarte sehr positiv wahrgenommen wird und die hohen Erwartungen erfüllt.

Auf internationaler Ebene fand das neue Kartenwerk ebenfalls grosse Beachtung. Für die technische Umsetzung und die grafische Gestaltung gewann es mehrere internationale Preise. Auch die aus den Landeskarten abgeleiteten neuen Wanderkarten wurden international ausgezeichnet.

### Entwicklung der Landeskarten geht weiter

Mit Abschluss des Aufbaus des neuen Landeskartenwerkes ist ein Meilenstein erreicht. In der Produktion beginnt nun die Phase der Nachführung. Diese setzt auf die getätigten Investitionen, d.h. auch auf die manuell durch die Geomatikerinnen und Geomatiker nachbearbeitenden Daten, und sichert damit den Erhalt der hohen kartografischen Qualität. Während die Massstäbe 1:25 000 bis 1:1 Million inkrementell nachgeführt werden, wird die Landeskarte 1:10 000 vollständig mehrmals jährlich vollautomatisch produziert. Seit 2019 sind in diesem Massstab zudem die kantonal validierten Strassennamen enthalten.

Parallel zum grundlegend neuen Aufbau hat swisstopo selbst Entwicklungen angestossen, um zeitgemässe Nutzungen der Daten zu ermöglichen. Dazu gehören die neue swisstopo-App und die Möglichkeit, mit dem Produkt mySwissMap den Ausschnitt für eine Papierkarte selber zu bestimmen und beim Titel zu personalisieren.

Mit dem Abschluss des Aufbaus wurde ein grosser Schritt bei der digitalen Transformation des Landeskartenwerkes gemacht. Die Entwicklung ist damit aber noch nicht abgeschlossen. In der kartografischen Produktion beginnt nun die Phase der Kartennachführung. Mit neuen Technologien und neuen Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer wird swisstopo die Landeskarte der Schweiz kontinuierlich weiterentwickeln. Dabei soll auch in Zukunft die Qualität, die durch die Nutzer erwartet wird, erhalten bleiben.

## Étape importante de la transformation numérique: la nouvelle série de cartes nationales est prête

L'Office fédéral de la topographie swisstopo a publié les dernières données et feuilles de la nouvelle carte nationale. Après sept ans de reconstruction, une étape importante a donc été franchie, qui implique notamment des améliorations dans l'utilisation numérique des cartes nationales. Le résultat est une nouvelle génération de cartes qui répond aux exigences actuelles en matière d'utilisation numérique et qui pose en même temps un nouveau jalon dans l'histoire de la cartographie suisse.

O. Forte, D. Käuferle, swisstopo

### Le long chemin vers le début de la refonte

Un premier groupe de travail composé de représentants de swisstopo, de l'EPFZ et de l'Institut géographique de l'Université de Zurich s'est déjà occupé du graphisme d'une nouvelle carte nationale en 1994. En 2005, à la suite d'un appel d'offres international, les éléments techniques pour la production et le traitement des nouvelles cartes nationales ont été attribués. Parallèlement, les projets de développement du modèle topographique du paysage (MTP) ont été poursuivis. Avec le développement du MTP et de la série des nouvelles cartes nationales, les processus de production de swisstopo ont fondamentalement changé. Le modèle topographique du paysage constitue désormais la base uniforme des cartes.

En 2012, après un développement et des essais approfondis, la première feuille d'échantillon complète au 1:25 000 de Gruyères a été produite. Le lancement de la production de la carte nationale au 1:25 000 a suivi en 2013. En 2014, swisstopo a publié les quatre premières nouvelles cartes nationales au 1:25 000 de Hauenstein, Aarau, Murgenthal et Schöftland dans le cadre du processus de développement. À partir de ce moment, il a fallu un peu plus de six ans pour compléter la nouvelle série de cartes nationales.

### Les processus et la technologie utilisés pour la nouvelle carte nationale

Le processus allant des sources de données à l'utilisation des cartes est désormais divisé en trois étapes:

- Production de données cartographiques
- Création de produits
- Fourniture de produits

### Sources de données

La plupart des informations qui figurent dans la série des cartes nationales proviennent soit de photographies aériennes, soit de sources officielles fédérales ou cantonales. Toutes ces informations sont vérifiées et fusionnées dans les deux modèles topographiques du paysage (MTP et TLMRegio) avant la production des données cartographiques. Alors que le MTP est mis à jour selon un cycle de 6 ans et se limite au territoire de la Suisse et du Liechtenstein, le TLMRegio est mis à jour annuellement et a un périmètre plus large. Les principales sources de données sont les suivantes: pour les échelles 1:10 000–1:100 000, les données de production du MTP, pour les échelles 1:200 000–1:1 million celles du TLMRegio. Cependant, il existe d'autres sources de données importantes pour les cartes nationales, comme le MNT (modèle numérique de terrain) pour la dérivation automatique des courbes de niveau et le dessin des éboulis, le célèbre ombrage manuel du terrain et le dessin des rochers disponibles sous forme d'images raster, ou les noms des rues du registre officiel des routes pour la carte nationale au 1:10 000.

### Production de données cartographiques

La production de cartes reçoit à intervalles réguliers des livraisons de données MTP et TLMRegio dont la qualité a été vérifiée. Celles-ci constituent le point de départ du processus de production des données cartographiques. L'objectif du processus est une nouvelle version des modèles cartographiques numériques (MCN) dont la qualité a été vérifiée pour chaque échelle cartographique nationale (MCN10, MCN25, MCN50, MCN100, MCN200, MCN500, MCN1M). Le MCN est une base de données de production cartographique qui contient toutes les informations nécessaires à la production et à la fourniture des cartes nationales en tant que produit ana-

logique ou numérique. Jusqu'à la fin 2020, les livraisons MTP ont été utilisées pour constituer le MCN. Dans ce but, une approche 80/20 a été délibérément choisie, c'est-à-dire que 80% de la production de cartes est automatisée et 20% est post-traitée par des géomaticiennes et géomaticiens. Ainsi, il a été possible de mettre en œuvre le projet de manière optimale sans personnel supplémentaire pour la production ou sans dépenses supplémentaires considérables pour le développement.

Trois systèmes ont été utilisés pour la mise en place du MCN:

- a) *GenDV* pour la préparation des données. Le système est basé sur FME de Safe Software, ArcGIS Geoprocessing de Esri, Python et des modules open source.
- b) *GenDab* pour la généralisation automatique. Le système est basé sur ArcGIS Geoprocessing et Python.
- c) *Genius-DB* pour la généralisation interactive. Le système se compose de bases de données pour le MCN pour toute la Suisse et d'un environnement client-serveur avec une interface graphique optimisée pour le travail cartographique. Il s'agit d'une extension du logiciel de base ArcGIS, qui a été développé par la société Esri Schweiz AG pour swisstopo.

Genius-DB est le système utilisé pour l'évaluation, le traitement et la vérification des cartes par des géomaticiennes et géomaticiens qualifiés. Leur tâche la plus importante est la généralisation, c'est-à-dire de veiller à ce que les données de base du MTP ou du TLMRegio soient mises en œuvre dans le MCN sous la forme d'une image cartographique lisible, car toutes les informations du MTP ne trouvent pas leur place dans la carte. Il faut fixer des priorités, procéder à des sélections et à des ajustements géométriques. Pour cela, les disposent d'un grand nombre d'outils spécialisés dans un environnement de travail uniforme.

Comme base de ce travail, GenDV prépare les livraisons MTP et les met à disposition comme modèle de référence cartographique MRC dans la même structure de données que le MCN. Cela est nécessaire pour que l'on puisse effectuer des comparaisons pertinentes lors des étapes suivantes. Dans cette étape, le MCR est complété par les courbes de niveau actuelles dérivées du MNT. Ces étapes sont

	Échelle	Nombre de caractéristiques	Nombre de types d'objets	Nombre de classes de caractéristiques
MCN10	1:10 000	43 075 988	468	98
MCN25	1:25 000	20 400 929	453	96
MCN50	1:50 000	12 644 307	453	96
MCN100	1:100 000	3 998 084	458	97
MCN200	1:200 000	829 130	176	65
MCN500	1:500 000	106 890	181	58
DKM1M	1:1 000 000	52 902	76	42

entièrement automatiques. Cependant, la préparation des données comprend également une sélection interactive à grande échelle des inscriptions tirées de l'énorme réserve de noms du MTP. Cela permet de s'assurer que les mêmes objets sont étiquetés de la même manière à toutes les échelles et, si l'espace est restreint, qu'ils sont filtrés ou abrégés sur la base de règles.

Le système automatique GenDab prend alors en charge toutes les tâches qui peuvent être effectuées correctement automatiquement et fournit un MCN pré-généralisé. Ce dernier est ensuite vérifié par les géomaticiennes et géomaticiens dans le Genius-DB et adapté si nécessaire. Pour se faire une idée de l'enjeu de ces tâches, il est intéressant de jeter un coup d'œil aux échelles de quantité:

À cet égard, une caractéristique est un objet unique dans le MCN, par exemple un bâtiment, un tronçon de rue, une aire, etc.; un type d'objet est un groupe de caractéristiques ayant les mêmes propriétés, par exemple un chemin de 1 m, chemin de fer à voie étroite, un lac, etc.; et une classe de caractéristiques est un groupe de types d'objets ayant le même type de géométrie (point, ligne, polygone). Même si GenDab généralise correctement 80–90% des caractéristiques pour le MCN25, par exemple, il reste pour les géomaticiennes et géomaticiens un nombre considérable de caractéristiques à réviser parmi plusieurs centaines de types d'objets.

Les périmètres étrangers des cartes nationales au 1:25 000 à 1:100 000 constituent un cas particulier par rapport au processus décrit ci-dessus. Comme le MTP s'arrête à la frontière nationale, les données étrangères doivent être mises à jour en grande partie sur des bases cartographiques provenant de sources officielles dans les pays frontaliers et

généralement au format raster. Un nouveau projet a été lancé pour harmoniser ces bases de données et simplifier leur mise à jour.

Le MCN10 constitue également une exception. L'échelle cible de 1:10 000 est proche de la précision de couverture du MTP, de sorte que beaucoup plus d'éléments peuvent être représentés sur la carte qu'à des échelles plus petites. Dans ce cas, la généralisation cartographique, la sélection et le placement des inscriptions a pu être mis en œuvre comme un processus entièrement automatisé qui ne nécessite plus de post-traitement manuel. Le MCN10 est également le seul MCN qui contient les noms de rue du registre officiel des rues.

Quels sont les travaux à venir? Maintenant que la construction du MCN est terminée, la production de cartes passe à l'actualisation. Cela signifie que les cartes sont continuellement mises à jour dès que des éléments du paysage changent dans la réalité ou sont actualisés dans le MTP. Seuls les éléments qui changent réellement et qui sont pertinents pour la carte doivent être intégrés dans le MCN. Cela nécessite des processus et des outils adaptés par rapport à la structure MCN, qui sont actuellement en cours de développement et doivent encore faire leurs preuves dans la pratique.

Un autre domaine d'activité futur est déjà prévisible: la technologie de base ArcGIS de la société Esri atteindra la fin de son cycle de vie dans quelques années. Étant donné que tous les systèmes utilisés dans la chaîne de production cartographique sont basés en tout ou en partie sur ArcGIS et ArcMap ou sur des formats de données correspondants, ils devront être remplacés au plus tard en 2026, lorsque le support d'ArcGIS arrivera à expiration. Pour cette question également, des clarifications approfondies sont déjà en cours chez swisstopo.

### *Création de produits*

Pour la dérivation des produits du MCN, le système KERS («Kartenprodukte ERStellung», création de produits cartographiques) a été mis en place sur la base du géotraitement ArcGIS, de Python et de modules open source. Des flux de travail ont été mis en place pour les différents formats de publication des produits cartographiques nationaux (impression offset, produit raster, affichage dans le géoportail, haute/moyenne/basse résolution, modèle de couleur RGB/CMYK). Ces flux permettent de produire chaque variante de produit de manière entièrement automatique, que ce soit sous la forme d'une carte entière ou d'une section quelconque, ou encore d'une feuille de carte unique. Les cartes ainsi créées sont désormais fournies au client final sous forme de produit numérique ou imprimées à l'imprimerie interne sur des machines offset ou des plotters numériques.

### *Fourniture de produits*

Les produits imprimés analogiques arrivent d'abord à l'entrepôt interne et, de là, ils sont livrés à l'armée et aux points de vente.

Les produits numériques de swisstopo sont tous intégrés dans le «Geodata Warehouse», une collection électronique centrale de tous les statuts des produits, et de là, distribués aux différentes plateformes de distribution. Tout comme la création de produits, la distribution est hautement automatisée.

### **Utilisation de méthodes de gestion agiles**

Les défis liés à la mise en place du nouveau système cartographique national n'ont pu être relevés que grâce à l'utilisation progressive et spécifique de méthodes de gestion agiles. SCRUM a été mis en œuvre avec succès et utilisé pendant le développement et la planification du projet. Dans la production, des éléments du Lean Management tels que le Kanban ont été utilisés. Des plateformes numériques sous forme de wikis ont été mises en place pour l'échange entre les processus et la gestion des connaissances. En ce qui concerne les normes de processus, le développement se poursuit en utilisant la norme ISO Business Process Model And Notation (eCH-0158 BPMN) comme norme pour la représentation graphique des processus d'affaires.

fares dans l'administration publique suisse. Les méthodes agiles utilisées pour la première fois dans la cartographie continueront à être appliquées par la suite. Elles constituent un facteur de succès indispensable pour soutenir le processus de transformation et la collaboration à l'avenir.

**Le travail des géomaticiennes et géomaticiens à travers les âges**

Le passage du travail manuel de la gravure sur cuivre à la gravure sur verre, puis à l'utilisation d'ordinateurs avec des systèmes de CAO dans les années 1990 a été caractérisé par le changement d'outils. On peut dire, pour simplifier, du burin à la souris en passant par la pointe sèche. La première utilisation de systèmes de géoinformation qui s'appuie sur des bases de données et de processus automatisés dans la création des nouvelles cartes nationales a entraîné un changement fondamental dans les tâches des cartographes. Le travail de résolution de situations géographiques et cartographiques complexes qui ne peuvent pas être résolues automatiquement par les systèmes augmente, et les tâches répétitives simples sont remplacées par des automatismes. L'as-

surance de la qualité technique et graphique reste importante et nécessite des géomaticiennes et géomaticiens expérimentés, spécialisés en cartographie.

**Au premier plan, des graphismes modernes pour une meilleure lisibilité**

La refonte en douceur des graphismes des cartes a été effectuée en tenant compte du

fait que celles-ci sont maintenant de plus en plus utilisées numériquement et souvent aussi sur des écrans de smartphones plus petits. L'utilisation délibérée et prudente de couleurs supplémentaires dans la représentation des chemins de fer, des routes et des frontières améliore la lisibilité, tout comme l'utilisation de la police Swiss Frutiger dans l'étiquetage du contenu. Cela signifie que la

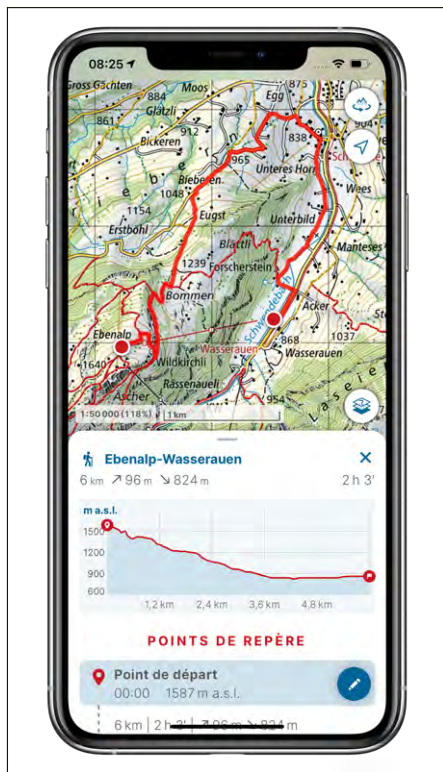


Fig. 8: App swisstopo.  
Abb. 8: Swisstopo App.

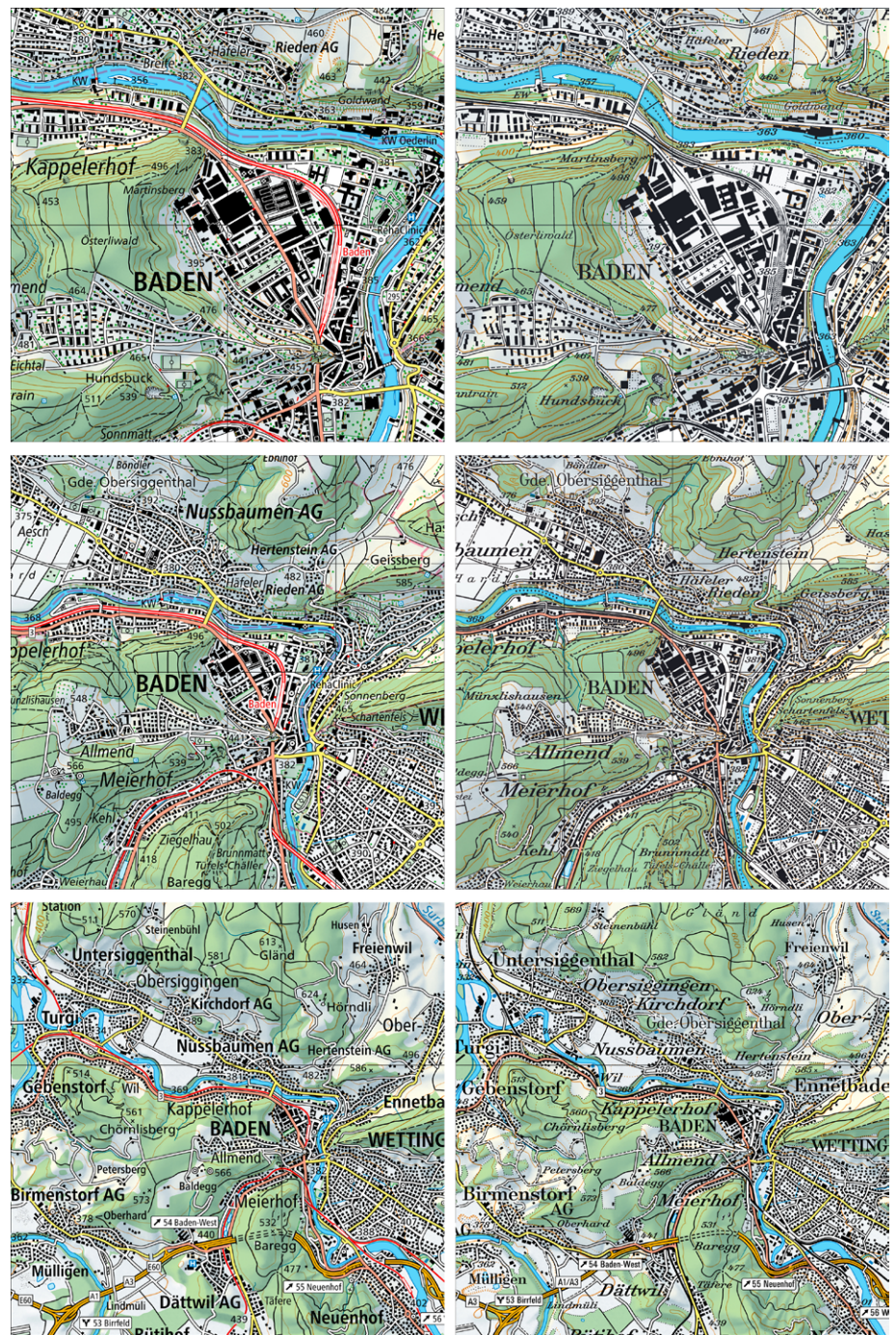


Fig. 9: Extraits de la carte Baden 1:25 000/1:50 000/1:100 000 nouvelle et ancienne CN.  
Abb. 9: Kartenausschnitte Baden 1:25 000/1:50 000/1:100 000 neue und alte LK.

carte nationale en tant que carte topographique à part entière pour la représentation du paysage peut continuer à remplir sa tâche à l'avenir.

#### **L'implication des utilisateurs comme facteur de réussite**

En raison de la popularité des cartes nationales auprès de la population, il était clair dès le départ que des changements majeurs ne pouvaient être apportés à la série de cartes nationales qu'avec la participation étroite des utilisateurs. Des sondages ont été menés sur la première feuille échantillon des nouvelles cartes nationales et, plus tard, sur les premières feuilles publiées. Ceux-ci ont suscité un grand intérêt et de nombreuses réponses ont été prises en compte dans la suite de la production. En tant qu'utilisateur important des cartes nationales au 1:50 000 et au 1:100 000, l'armée a également fait part de ses préoccupations et de ses besoins. Les sondages menés fin 2020 montrent que la nouvelle apparence de la carte nationale est per-

çue de manière très positive et répond aux attentes élevées des sondés.

La série de nouvelles cartes a également suscité beaucoup d'attention au niveau international. Elle a remporté plusieurs prix internationaux pour sa mise en œuvre technique et sa conception graphique. Les nouvelles cartes d'excursions dérivées des cartes nationales ont également remporté des prix internationaux.

#### **L'évolution des cartes nationales se poursuit**

Avec l'achèvement de la création de la nouvelle série de cartes nationales, une étape importante a été franchie. En production, la phase de mise à jour commence maintenant. Elle s'appuie sur les investissements réalisés, c'est-à-dire aussi sur les données retraitées manuellement par les géomaticiennes et géomaticiens, et garantit ainsi le maintien d'une qualité cartographique élevée. Alors que les échelles 1:25 000 à 1:1 million sont mises à jour progressivement, la carte natio-

nale au 1:10 000 est produite de manière entièrement automatique plusieurs fois par an. Depuis 2019, cette échelle inclut également les noms de rues validés par les cantons.

Parallèlement à cette structure fondamentale nouvelle, swisstopo a lui-même initié des développements pour permettre des utilisations modernes des données. Il s'agit notamment de la nouvelle application swisstopo et de la possibilité d'utiliser le produit mySwiss-Map pour déterminer la section d'une carte papier et en personnaliser le titre.

Avec l'achèvement de ce développement, une étape importante a été franchie dans la transformation numérique de la série de cartes nationales. Cependant, l'évolution n'est pas encore terminée. En matière de production cartographique, la phase de mise à jour commence maintenant. Avec les nouvelles technologies et les nouveaux besoins des utilisateurs, swisstopo continuera à développer la carte nationale de la Suisse. Ce faisant, la qualité attendue par les utilisateurs devrait également être maintenue à l'avenir.